



6^{ème} SESSION DE LA RÉUNION DES PARTIES CONTRACTANTES
9-14 novembre 2015, Bonn, Allemagne

« Concrétiser la conservation au niveau de la voie de migration »

**TECHNOLOGIES LIÉES AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES ET ESPÈCES
MIGRATRICES : LIGNES DIRECTRICES POUR UN DÉPLOIEMENT DURABLE
(AVANT-PROJET)**

Contexte

Dans le cadre d'une initiative conjointe entre les Secrétariats de la Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS) et l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA) - au nom de toute la Famille CMS - et le projet sur les oiseaux planeurs migrateurs PNUD/FEM de BirdLife International, les *Lignes directrices pour le déploiement durable des technologies liées aux énergies renouvelables par rapport aux espèces migratrices* ont été compilées pour servir de complément à l'Étude sur la fréquence et l'ampleur du conflit entre les animaux migrateurs de tous les taxons et le déploiement des technologies d'énergie renouvelable (voir document AEWA/MOP 6.38).

Ce document a été réalisé avec l'aide de consultants. Il constitue une version présentée à la COP11 de la CMS en novembre 2014 et approuvée par la Résolution 11.27 de la CMS, comportant plusieurs mises à jour pertinentes provenant de la dernière ronde de consultations précédant la COP11 de la CMS. Ce travail a contribué à la mise en œuvre de la tâche du groupe de travail 8 du Comité technique (TC) sur l'énergie renouvelable et les oiseaux d'eau migrateurs, et le TC a été consulté pendant la rédaction des Termes de Référence, ainsi qu'au cours de la phase préparatoire de ces lignes directrices.

Lors de sa 12^{ème} réunion, en mars 2015, le TC a approuvé ces lignes directrices pour soumission à la réunion du Comité permanent et à la MOP6, tout en notant qu'il s'agissait de la première version des lignes directrices, destinées à être examinées en consultation avec IRENA, le Secrétariat PNUE/CMS et BirdLife International afin d'en proposer une seconde version aux prochaines COP de la CMS et MOP de l'AEWA. Le Comité permanent a approuvé la soumission des lignes directrices à la MOP6 lors de sa 10^{ème} réunion, en juillet 2015.

La production de ce document a été rendue possible grâce aux contributions financières reçues des gouvernements de l'Allemagne et de la Norvège par le biais des Secrétariats PNUE/CMS et PNUE/AEWA, et de BirdLife International par le biais du projet PNUD/FEM sur les oiseaux planeurs migrateurs.

Action requise de la Réunion des Parties

La Réunion des Parties est invitée à examiner et à approuver cet avant-projet des lignes directrices à titre de lignes directrices de conservation au sens de l'Article IV de l'Accord (avant-projet de Résolution AEWA/MOP6 DR5 *Révision et adoption des lignes directrices de conservation*) tout en notant que ces lignes directrices doivent être examinées en consultation avec IRENA, le Secrétariat PNUE/CMS et BirdLife International, afin de fournir une seconde version des lignes directrices à une future MOP de l'AEWA.

Technologies liées aux énergies renouvelables et espèces migratrices : Lignes directrices pour un déploiement durable

J. van der Winden
F. van Vliet
A. Patterson
B. Lane
(Rédacteurs)

Projet de texte final

Technologies liées aux énergies renouvelables et espèces migratrices : Lignes directrices pour un déploiement durable

J. van der Winden¹

F. van Vliet¹

A. Patterson²

B. Lane³

(rédacteurs)

1. Bureau Waardenburg
2. ESS Group
3. Brett Lane & Associates



Bureau Waardenburg bv
Consultants for environment & ecology

Boere
Conservation Consultancy



Brett Lane & Associates Pty. Ltd.
Ecological Research & Management



Étude commandée par les Secrétariats de la Convention sur les espèces migratrices et de l'Accord sur les oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie au nom de la Famille CMS, et Birdlife International, dans le cadre du Projet MSB (Migratory Soaring Birds) du PNUD/FEM

22 février 2015 (modifié le 1^{er} juin 2015)

Résumé

Afin de planifier de manière durable de futures technologies liées aux énergies renouvelables (TER), il convient de minimiser les impacts sur les espèces migratrices. Comme ces technologies se développent rapidement à l'échelle mondiale, ces impacts peuvent être graves, mais, d'un autre côté, les connaissances en vue de les minimiser progressent également. Conscients de ce fait, la CMS, l'AEWA et BirdLife International ont démarré une initiative commune afin de présenter une vue d'ensemble des connaissances actuelles (Van der Winden *et al.* 2015) qui pourra être utilisée pour réduire les impacts sur les espèces migratrices.

Le présent rapport fournit des orientations d'experts sur la diminution des impacts des TER sur les espèces migratrices. Il expose les différentes phases de planification, de conception et de processus d'élaboration des politiques ainsi que la façon d'atténuer et d'éviter les impacts possibles provenant des technologies d'énergie renouvelable. Les types d'énergie renouvelable et les situations spécifiques des sites permettent de présenter des lignes directrices simples assurant facilement une planification durable. Ceci signifie que les procédures, les politiques ainsi que les techniques d'atténuation devront être intégrées dans le processus de planification aux fins d'une plus grande efficacité. Ce document regroupe les lignes directrices et les exemples de bonnes pratiques existants pour six différents types de technologies d'énergie renouvelable, à savoir, la bioénergie, l'énergie géothermique, l'énergie hydraulique, l'énergie océanique, l'énergie solaire et l'énergie éolienne.

Ces lignes directrices présentent l'état actuel des techniques. Toute ligne directrice qui vise au déploiement efficace des technologies d'énergie renouvelable en tenant compte des espèces migratrices, doit être en constante évolution, s'appuyer sur des enseignements tirés du déploiement accru des énergies renouvelables et faire usage des meilleurs outils et pratiques disponibles.

De nombreux impacts sont essentiellement reliés à la perte d'habitats lors de la phase de construction. Ces impacts ne sont pas spécifiques aux TER, mais découlent du développement des infrastructures. Les présentes lignes directrices se concentrent essentiellement sur la phase opérationnelle, à moins que les impacts soient propres aux TER lors de la phase de construction.

De nombreux impacts sont liés à l'ampleur du projet de développement. Ceci signifie que dans le document sur les lignes directrices, l'attention porte sur l'échelle des processus et sur les impacts cumulatifs de petits projets répartis dans le monde entier. Ceci implique une planification à de nombreux niveaux en conjonction avec des évaluations d'impacts propres à chaque site et des stratégies d'atténuation.

Orientation générale au niveau stratégique

Les plans nationaux ou infranationaux, les programmes et les politiques s'appliquant aux TER devront être soumis à une procédure d'évaluation stratégique environnementale (ESE) permettant de prendre en compte les espèces migratrices. Les régions choisies

pour le développement potentiel de TER devront être identifiées et hiérarchisées en relation avec les espèces migratrices et ce sur une large zone géographique, afin de bien prendre en compte les impacts, y compris les impacts cumulatifs, du développement des TER sur ces espèces. Il faut pour cela que les pays aient introduit des dispositions juridiques ou autres afin d'officialiser les ESE en tant qu'exigences pour la planification au niveau national ou infranational.

La modélisation, le système d'information géographique (SIG) et la cartographie de la sensibilité sont des instruments qui devront être utilisés pour identifier les zones à haut risque pour les espèces migratrices. L'Atlas mondial de l'IRENA, l'Outil de réseau de sites critiques et la Carte de sensibilité de Birdlife pour les oiseaux planeurs migrateurs fournissent des instruments utiles qui réunissent des informations sur les itinéraires de migration et les sites de halte importants, et sur les sites à identifier et à évaluer en tant qu'emplacements potentiels pour le déploiement d'énergies renouvelables. L'Atlas mondial de l'IRENA offre également une plateforme permettant de regrouper tous ces nombreux outils afin de fournir des informations sur une planification de déploiement des énergies renouvelables tenant compte des espèces migratrices.

Lignes directrices générales au niveau du projet

Identifier les incidences des TER sur les espèces migratrices au niveau du projet. Au niveau du projet, sur la base d'une évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE), il conviendra d'identifier les incidences potentielles de projets spécifiques de développement de TER sur les espèces migratrices et les mesures à prendre afin d'éviter, atténuer ou compenser ces incidences. Ceci implique que les pays mettent en place une solide base juridique pour l'EIE, dotée d'exigences spécifiques et que le processus d'EIE est conforme aux exigences et aux normes de pratique internationalement acceptées. Le processus d'EIE devra inclure une stratégie de gestion adaptative, assortie d'une surveillance continue et d'une évaluation scientifique, afin de réduire les incertitudes en matière d'impact et d'améliorer les mesures d'atténuation au fil du temps.

*Adopter une hiérarchie des mesures d'atténuation s'appuyant sur éviter, réduire ou compenser lors du traitement des incidences potentielles négatives des projets de TER sur les espèces migratrices. Lorsque les impacts sur les espèces migratrices sont probables ou incertains, l'EIE devra évaluer si les incidences du développement et du déploiement des TER sur les espèces migratrices peuvent être évitées au moyen de solutions de remplacement en matière de localisation, conception, processus, technologie ou itinéraire et par des options d'interdiction. De nombreuses incidences peuvent être évitées lorsqu'elles sont prises en considération pendant la phase de localisation et de conception. Une **localisation** appropriée est d'une extrême importance pour éviter les incidences. Ceci s'applique à toutes les formes d'exploitation d'énergie renouvelable. S'il n'est pas possible d'éviter des incidences négatives, il faudra rechercher des possibilités de réduire celles-ci à l'aide de mesures d'atténuation. Si l'atténuation est impossible, on pourra avoir recours à la compensation.*

À part les principes directeurs généraux se rapportant à la localisation et à la planification, plusieurs lignes directrices s'appliquant en particulier à une TER spécifique ont été identifiées et sont mises en lumière ci-dessous. Le tableau à la fin de ce résumé donne

une vue d'ensemble des références relatives aux lignes directrices existantes pour les différentes TER.

Bioénergie

Les pertes et la dégradation des habitats représentent les principales incidences de la technologie de la bioénergie sur les espèces migratrices. Il peut s'agir d'incidences importantes en fonction de l'ampleur du développement. À part des stratégies de localisation et de planification appropriées, les mesures d'atténuation suivantes peuvent être mises en œuvre :

- Choix approprié des matières premières de biomasse pour la consommation d'énergie.
- Utilisation efficace des ressources de biomasse.
- Gestion durable des terres et des forêts, incluant des stratégies de plantation, des calendriers et des méthodes de récoltes ainsi que des choix de cultures.

Géothermie

Les technologies d'énergie géothermique ont généralement une incidence relativement faible sur les espèces migratrices en comparaison avec le développement d'autres formes d'énergie, du fait de l'empreinte d'ensemble relativement limitée des équipements de transformation de l'énergie géothermique et l'exigence en eau relativement faible. Les mesures d'atténuation suivantes peuvent être mises en œuvre :

- Conception appropriée de pipelines afin d'éviter de bloquer des itinéraires de migration.
- Techniques de forage dirigé pour minimiser les pertes d'habitats.
- Évacuation appropriée des eaux usées.
- Confinement des déversements de liquides chimiques.

Hydroélectricité

Les technologies d'énergie hydraulique peuvent avoir de graves incidences sur les populations des espèces migratrices. Outre des stratégies de localisation et de planification appropriées, les mesures d'atténuation suivantes peuvent être mises en œuvre :

Régimes hydrologiques

- Maintien des débits fluviaux aux niveaux nécessaires pour maintenir la fonction écologique des cours d'eau, et leurs habitats afférents.
- Augmentation des débits aux points d'entrée des passages naturels des poissons afin d'empêcher en aval le passage des poissons à travers les turbines et encourager la migration descendante.
- Gestion des réservoirs qui prend en compte les exigences de toute espèce migratrice utilisant les habitats créés par ces réservoirs (par ex. passage saisonnier de poissons ou d'oiseaux d'eau).
- Utilisation judicieuse de déversoirs conçus pour ne pas obstruer le passage des poissons mais pour créer des zones de retenue d'eau permanentes dans les cours d'eau subissant des débits réduits du fait du fonctionnement de barrages hydroélectriques, créant ainsi un habitat de refuge pour les espèces migratrices et autres espèces aquatiques lors des moments critiques de l'année ou pendant les périodes de sécheresse.

Migration des poissons et navigation fluviale

- Installation de passages à poissons artificiels ou d'échelles à poissons pour permettre aux espèces de poissons migrateurs de franchir les barrages.
- Mise en place de mesures pour attirer et diriger les poissons loin des points d'entrée d'eau dans les centrales hydroélectriques (mesures acoustiques, lampe à mercure, lampe à sodium).
- L'amélioration de la conception des turbines, des évacuateurs et des déversements s'est révélée une grande réussite en matière de réduction de la mortalité et des blessures subies par les poissons et par d'autres organismes aquatiques.

Qualité de l'eau – Les mesures ci-après doivent être appliquées pour améliorer la qualité de l'eau dans les réservoirs et dans les zones situées en aval.

- Contrôle de la température tenant compte de la croissance des poissons, en mettant en place des ouvrages d'amenée d'eau sélectifs.
- Réduction de la turbidité de l'eau, en sélectionnant le fonctionnement des barrages et en construisant des tunnels de dérivation.

Retenues d'eau dans les réservoirs - Les mesures ci-dessous peuvent atténuer les impacts environnementaux des retenues d'eau dans les réservoirs.

- Réduction de l'ampleur de la régulation des niveaux d'eau dans les réservoirs et préservation des zones humides en maintenant des niveaux d'eau appropriés dans les réservoirs.

Océan

L'impact environnemental de l'énergie provenant des vagues et des marées n'est pas très connu du fait que l'exploitation de ces deux sources d'énergie se trouve dans une phase initiale. Les principaux impacts de l'énergie océanique sur les espèces migratrices sont la mortalité, les effets de barrière et la dégradation des habitats. Les mesures spécifiques suivantes peuvent être mises en œuvre pour atténuer ces impacts :

- Utilisation de dispositifs anti-bruit autour du site des travaux au cours de la phase de construction générant beaucoup de décibels, afin d'éviter les impacts physiologiques sur les mammifères marins et les tortues marines.
- Les câbles sous-marins situés dans la zone des installations exploitant l'énergie océanique et à l'endroit du raccordement à la terre devront être enfouis en profondeur dans la couche sédimentaire, de façon à réduire à un minimum ou à éliminer les impacts du champ électromagnétique sur les tortues marines et les mammifères marins.
- Utilisation minimum d'attaches et de lignes d'ancrage trop détendues afin de réduire le danger d'enchevêtrement pour les espèces.
- Présence d'observateurs à bord des navires pour aviser sur la cessation temporaire des activités de construction, de maintenance et de démantèlement, afin d'éviter la perturbation des espèces marines migratrices visibles dans la zone des travaux, y compris les tortues marines et les mammifères marins.
- Pour l'énergie marémotrice dans les estuaires : voir-dessus sous « Énergie océanique » - régimes hydrologiques.

ÉNERGIE SOLAIRE

L'énergie solaire, qu'elle soit photovoltaïque (PV) ou thermodynamique à concentration (CSP), peut entraîner des pertes d'habitats pour les espèces migratrices. L'énergie solaire concentrée présente un risque de mortalité supplémentaire du fait de la tour de réception, des points focaux en mode veille et des héliostats qui y sont associés. Les impacts sont actuellement locaux du fait de l'échelle limitée de ce développement et les incidences sur les habitats naturels pour les espèces migratrices ne sont pas encore importantes au niveau mondial. Outre des stratégies de planification appropriées pour minimiser la perte d'habitats importants pour les espèces migratrices due à l'énergie solaire CSP et PV, les mesures d'atténuation suivantes peuvent être mises en œuvre spécifiquement pour le CPV :

- Diminuer le nombre de bassins d'évaporation ou utiliser des technologies de remplacement n'utilisant pas ces bassins. Si ces bassins d'évaporation s'imposent du fait du type de dispositif solaire, ils devront être si possible clôturés ou protégés par des filets.
- Utiliser d'autres formes de technologie d'énergie solaire, telles que capteurs paraboliques, collecteurs avec moteur et systèmes photovoltaïques, plutôt que des installations comportant une tour centrale.
- Avoir recours à des clôtures, des filets et des grillages pour rendre les bassins d'évaporation inaccessibles aux oiseaux et autres animaux. Ceci afin de réduire les risques a) d'attrait b) de noyade c) d'empoisonnement.
- Utiliser des techniques de dissuasion visant la faune aviaire et comprenant : la gestion des habitats sur le site, la lutte contre les prédateurs, les techniques anti-perchoir; les techniques empêchant la nidification, les filets ou autres systèmes de clôture, l'utilisation de chiens ou de rapaces entraînés à effrayer ou chasser les oiseaux, et les dispositifs de dissuasion par radar et bioacoustique ciblée à longue portée, ou de dissuasion visuelle.
- Dans le cas de dispositif solaire avec tour centrale, il faudra restreindre à un minimum le nombre et l'intensité des points en mode veille afin de réduire la mortalité des oiseaux par brûlure.
- Éviter les prélèvements d'eau de surface ou d'eau souterraine qui ont un impact sur les habitats sensibles et les habitats occupés par des espèces menacées ou migratrices. Il faudra veiller à prendre en compte, dès le début de la conception et de la localisation du projet, de la capacité d'approvisionnement local en eau de surface ou en eau souterraine afin d'avoir suffisamment d'eau pour le refroidissement, le cas échéant.
- Localiser les structures en hauteur en dehors des itinéraires de vol importants des oiseaux et des chauves-souris.

Énergie éolienne

Les impacts sont actuellement importants au niveau local du fait de l'augmentation de l'ampleur de ce développement et les incidences sur les habitats naturels pour les espèces migratrices peuvent être significatives au niveau mondial. Outre des stratégies de planification appropriées, les mesures d'atténuation suivantes peuvent être mises en œuvre :

Conception

- Laisser de plus grands espaces entre les turbines pour faire baisser le taux de collision des oiseaux et les effets d'obstacles pour les oiseaux locaux lorsqu'ils cherchent leur nourriture et nidifient.
- Installer les longues rangées de turbines parallèlement aux principaux itinéraires de migration et de vol, afin d'éviter l'effet d'obstacle.
- Choisir de plus grandes turbines afin de diminuer le taux de collision des oiseaux locaux et l'effet de perturbation sur les oiseaux nidifiant au sol.
- Utiliser des mâts de turbines compacts plutôt qu'à claire-voie pour éviter d'offrir aux oiseaux de proie des possibilités de s'y percher.

Construction et démantèlement

- Mesures destinées à éviter ou réduire les impacts de l'enfoncement des pieux sur les mammifères marins, notamment le recours à des dispositifs de dissuasion acoustique, des procédures d'accélération et de limitation de la période d'installation aux périodes de faible abondance de mammifères marins.
- Identifier d'autres possibilités techniques pour installer les turbines éoliennes (par ex. autres types de construction tels que les fondations à trépieds, vestes ou fondations gravitaires, les structures flottantes ou les plateformes et/ou d'autres méthodes que l'enfoncement de pieux, comme par exemple l'installation grâce à un système hydraulique ou de forage).

Fonctionnement :

- Fermeture temporaire des turbines pendant les périodes à hauts risques, comme les périodes particulièrement intensives de migration ou de recherche de nourriture ou lors de vents forts (venant d'une direction spécifique), afin de réduire la mortalité des oiseaux.
- Réduction ciblée, c'est-à-dire en arrêtant ou en ralentissant les pales des turbines éoliennes durant les périodes d'activité importante des chauves-souris afin de limiter leur mortalité.
- Modification des turbines et des fondations pour réduire le bruit à des fréquences pertinentes dans la phase de fonctionnement, afin de limiter l'impact de ces nuisances sur les mammifères marins.

Recommandations

On peut faire les recommandations suivantes en matière d'actions et de recherches à entreprendre afin de réduire à un minimum les incidences des projets de développement de technologies d'énergies renouvelables sur les espèces migratrices :

1. **Évaluation mondiale du développement de TER en relation avec les espèces migratrices.** La nature transfrontalière des mouvements des animaux migrants au sein de leur aire de migration exige que la planification stratégique du développement des TER revête une dimension *internationale*. Il est hautement recommandé que le développement des TER soit évalué à une échelle internationale, prenant ainsi en compte des zones importantes pour les populations d'espèces migratrices et les impacts cumulatifs des développements. Ceci implique une coopération internationale entre les promoteurs, les décideurs et les autres parties prenantes.

2. **Poursuivre l'élaboration des outils de cartographie de la sensibilité.** Il est fortement recommandé d'élaborer plus avant une cartographie de la sensibilité des zones à une échelle nationale et internationale.
3. **Définition des critères d'impact.** Élaborer, proposer et mettre en œuvre des critères d'impact fondés sur l'écologie et reconnus à l'échelle internationale pour évaluer les effets, ainsi que les effets cumulatifs des technologies d'énergie renouvelable au niveau des populations d'espèces migratrices.
4. **Mise en place d'un groupe de travail multipartite** pour faciliter le processus visant à réconcilier les projets du secteur énergétique avec la conservation des espèces migratrices. Le groupe de travail devra encourager l'application des décisions et des lignes directrices existantes, favoriser l'élaboration de nouvelles lignes directrices et de nouveaux plans d'action nécessaires, promouvoir la recommandation et l'adoption de réponses adéquates à des problèmes spécifiques, et le comblement des lacunes en matière de connaissances.
5. **Le suivi des impacts environnementaux durant le cycle de vie des TER existants** est indispensable pour en apprendre davantage sur les incidences sur les espèces migratrices. Pour tous les projets de TER, les conséquences des déploiements à grande échelle à long terme et au niveau des populations rendent nécessaire la poursuite des travaux de recherche.
6. **Promouvoir la publication des résultats des mesures d'atténuation** (suivi après construction). Les informations peuvent servir à l'amélioration des techniques d'atténuation pour d'autres projets d'énergie renouvelable dans le futur.
7. **Recherches accrues et ciblées sur les voies de migration.** Pour tous les TER, la principale lacune au niveau des connaissances sur les incidences (potentielles) du développement des TER et les espèces migratrices est le manque de compréhension approfondie des zones importantes pour les espèces migratrices. Les schémas des itinéraires de migration et des habitats utilisés par de nombreuses espèces demeurent insuffisamment étudiés et requièrent des recherches supplémentaires.
8. **Recherches accrues et ciblées sur des mesures d'atténuation efficaces.** Il est nécessaire d'intensifier les travaux de recherche sur les mesures innovantes destinées à éviter ou atténuer les impacts des TER sur les espèces migratrices, ainsi que sur l'efficacité de ces mesures.
9. **Dans le présent rapport, de nombreuses lacunes au niveau des connaissances sont reconnues.** Il sera important de les prendre en main. Par exemple, le développement des barrages marémoteurs rend indispensable des études appropriées du fait que ceux-ci risquent d'avoir des impacts importants.

Des connaissances accrues sur les incidences des TER sur les espèces migratrices et les mesures d'atténuation efficaces permettront de mieux éclairer les prises de décision à l'appui du déploiement accéléré futur des énergies renouvelables, réalisé d'une façon conciliable avec la protection des espèces migratrices. Au niveau du projet, l'amélioration des connaissances devrait aider à rationaliser les évaluations d'impact sur l'environnement des projets portant sur les énergies renouvelables.

Tableau récapitulatif des lignes directrices

	Planification et évaluation avant construction	Atténuation et compensation	Politiques et lignes directrices	Autres (effets, suivi, etc.)
Aspect général	1, 2, 3, 4, 10, 11, 13	9, 45, 46	3, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 14	5, 14, 25, 79, 84
Infrastructure associée	20, 21	15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24	7, 17, 19, 20, 21, 23	25
Bioénergie	27, 28, 29, 30		28, 29, 30, 31	26, 27, 28
Énergie géothermique	4, 32		4, 32	
Énergie hydraulique	4, 33, 35, 36	38, 45, 46	4, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44	41
Énergie océanique	48	45, 46	47, 49, 50	50, 82
Énergie solaire	4, 52	51	4, 52	51
Énergie éolienne	3, 4, 55, 57, 59, 60, 62, 64, 67, 68, 69, 71, 77, 85, 88, 89, 92, 93	53, 54, 56, 63, 76, 78, 81, 83, 90, 98	3, 4, 6, 55, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 70, 72, 74, 77, 80, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99	6, 57, 58, 61, 65, 67, 68, 69, 73, 75, 81, 82, 85, 98

1. BirdLife International 2014 The MSB Sensitivity Mapping <http://migratorysoaringbirds.undp.birdlife.org/en/sensitivity-map>
2. BirdLife Europe, 2011. Meeting Europe's Renewable Energy Targets in Harmony with Nature (eds. Scrase I. and Gove B.). The RSPB, Sandy, UK.
3. Birdlife International n.d. Birds and Wind Farms within the Rift Valley/ Red Sea Flyway. Migratory Soaring Birds Project. Wind Energy Guidance v.1. Developers & consultants. <http://migratorysoaringbirds.undp.birdlife.org/en/documents>
4. Burger, J. & M. Gochfeld., 2012. A Conceptual Framework Evaluating Ecological Footprints and Monitoring Renewable Energy: Wind, Solar, Hydro, and Geothermal. Energy and Power Engineering, Vol. 4 No. 4, 2012, pp. 303-314. doi: 10.4236/epe.2012.44040.
5. Convention on Biological Diversity (CBD) 2014. Identification, monitoring, indicators and assessments. COP 6 Decision VI/7. <http://www.cbd.int/decision/cop/?id=7181>
6. Gove, B., R.H.W. Langston, A. McCluskie, J.D. Pullan & I. Scrase. Wind farms and birds: an updated analysis of the effects of wind farms on birds, and best practice guidance on integrated planning and impact assessment. RSPB/BirdLife in the UK. Technical document T-PVS/Inf(2013)15 to Bern Convention Bureau Meeting, Strasbourg, 17 September 2013.
7. Gyimesi A. & Prinsen H.A.M., in prep. Guidance on appropriate means of impact assessment of electricity power grids on migratory soaring birds in the Rift Valley / Red Sea Flyway. Bureau Waardenburg, Culemborg.
8. IUCN 2014. IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>
9. Rajvanshi, A. 2008. Mitigation and compensation in environmental assessment. Chapter 17 in T.B Fischer, P. Gazzola, U. Jha-Thakur, I. Belcakova, and R. Aschemann, eds. Environmental Assessment Lecturers' Handbook, EC Penta Erasmus Mundus Project, February 2008. <http://www.twocam-eu.net/handbook/05.pdf>
10. Ramsar Convention on Wetlands 2008. Resolution X.17 Environmental Impact Assessment and Strategic Environmental Assessment: Updated Scientific and Technical Guidance. www.ramsar.org/pdf/res/key_res_x_17_e.pdf
11. Slootweg R., A. Kolhoff, R. Verheem, R. Hoft 2006. Biodiversity in EIA and SEA — background document to CBD decision VIII/28: guidelines on biodiversity-inclusive impact assessment. The Netherlands: Commission for Environmental Assessment.
12. The OECD DAC Network on Environment and Development Co-operation (ENVIRONET) SEA Guidance and Advisory Notes (all available at the SEA Task Team website. <http://www.seataskteam.net/guidance.php>
13. The OECD DAC Guidance on SEA: Applying Strategic Environmental Assessment. Good Practice Guidance for Development Co-operation, OECD, Paris. <http://www.oecd.org/dac/environment-development/37353858.pdf>

14. United Nations 2014. The Integrated Biodiversity Assessment Tool (IBAT). <https://www.ibatforbusiness.org/login> and <http://business.un.org/en/documents/8112> and http://www.unep-wcmc.org/system/dataset_file_fields/files/000/000/090/original/IBAToverview.pdf?1398440561
15. 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. <http://www.aplic.org>
16. APLIC (Avian Power Line Interaction Committee), 2012. Mitigating bird collisions with power lines: the state of the art in 2012. Edison Electric Institute, Washington D.C. <http://www.aplic.org>
17. Birdlife International n.d. Birds and Power Lines within the Rift Valley/ Red Sea Flyway. Migratory Soaring Birds Project. Power Lines Guidance v.1. Developers & consultants. <http://migratorysoaringbirds.undp.birdlife.org/en/documents>
18. Haas, D., Nipkow, M., Fiedler, G., Schneider, R., Haas, W. & Schürenberg, B., 2005. Protecting birds from powerlines. Nature and Environment, No. 140. Council of Europe Publishing, Strassbourg.
19. Haas, D. & Schürenberg, B. (Eds), 2008. Bird electrocution; general principles and standards of bird protection at power lines (in German). 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. <http://www.birdsandpowerlines.org>
20. Prinsen, H.A.M., J.J. Smallie, G.C. Boere & N. Pires (Compilers), 2011. Guidelines on how to avoid or mitigate impact of electricity power grids on migratory birds in the African-Eurasian region. CMS Technical Series No. XX, AEWa Technical Series No. XX, Bonn, Germany. http://www.cms.int/species/otis_tarda/meetings/MoS3/documents/GB_MoS3_Doc_07_4_3_Rv1_Guidelines_Infrastructure.pdf
21. Prinsen, H.A.M., Smallie, J.J., Boere, G.C. & Pires, N. (Compilers), 2012. Guidelines on How to Avoid or Mitigate Impact of Electricity Power Grids on Migratory Birds in the African-Eurasian Region. AEWa Conservation Guidelines No. 14, CMS Technical Series No. 29, AEWa Technical Series No. 50. Bonn, Germany. <http://www.unep-aewa.org/en/publication/guidelines-how-avoid-or-mitigate-impact-electricity-power-grids-migratory-birds-african>
22. Luell, B., Bekker, G.J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlaváček, V., Keller, V., B., Rosell, C., Sangwine, T., Tørsløv, N., Wandall, B. le Maire, (Eds.) 2003. Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions.
23. Raab, R., Julius, E., Spakovszky, P. & Nagy, S. (2009): Guidelines for best practice on mitigating impacts of infrastructure development and afforestation on the Great Bustard. Prepared for the CMS Memorandum of Understanding on the conservation and management of the Middle-European population of the Great Bustard. BirdLife International. Brussels. http://www.cms.int/species/otis_tarda/meetings/MoS3/documents/GB_MoS3_Doc_07_4_3_Rv1_Guidelines_Infrastructure.pdf
24. Tucker, G. & Treweek, J. 2008. Guidelines on how to avoid, minimise or mitigate the impact of infrastructure developments and related disturbance affecting waterbirds. AEWa Conservation. Guidelines No. 11, AEWa Technical Series No. 26, Bonn, Germany. http://www.unep-aewa.org/sites/default/files/publication/cg_11_0.pdf
25. Hötter, H., Thomsen, K.-M. & H. Jeromin, 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats - facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut imNABU, Bergenhusen.
26. Fargione, J. E., T. R. Cooper, D. J. Flaspohler, J. Hill, C. Lehman, T. McCoy, S. McLeod, E. J. Nelson, K. S. Oberhauser, and D. Tilman. 2009. Bioenergy and wildlife: threats and opportunities for grassland conservation. *BioScience* 59(9):767-77.
27. Fargione, J. E., R. J. Plevin, and J. D. Hill. 2010. The ecological impact of biofuels. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 41:351-77.
28. GBEP 2011. The Global Bioenergy Partnership Sustainability Indicators for Bioenergy First edition http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/Indicators/The_GBEP_Sustainability_Indicators_for_Bioenergy_FINAL.pdf
29. Köppen, S., S. Markwardt, and H. Fehrenbach. 2013. Biofuels Screening Toolkit: Guidelines for Decision Makers.
30. ILUC 2012. Indirect Land Use Change (ILUC) http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-787_en.htm
31. National Wildlife Federation. 2013. Perennial Herbaceous Biomass Production and Harvest in the Prairie Pothole Region of the Northern Great Plains: Best Management Guidelines for Achieve Sustainability of Wildlife Resources.
32. Bureau of Land Management and United States Forest Service. 2008. Final Programmatic Environmental Impact Statement for Geothermal Leasing in the Western United States. <http://teeic.indianaffairs.gov/er/geothermal/mitigation/eco/index.html>

33. Energy Sector Management Assistance Program, 2012. Sample Guidelines: Cumulative Environmental Impact Assessment for Hydropower Projects in Turkey. Ankara, Turkey.
34. Gough, P., P. Philipsen, P.P. Schollema & H. Wanningen, 2012. From sea to source; International guidance for the restoration of fish migration highways.
35. International Centre for Environmental Management, 2007. Pilot Strategic Environmental Assessment in the Hydropower Sub-sector, Vietnam. Final Report: Biodiversity Impacts of the hydropower components of the 6th Power Development Plan. Prepare for The World Bank, MONRE, MOI & EVN, Hanoi, Vietnam.
36. International Centre for Environmental Management, 2010. MRC Strategic Environmental Assessment (SEA) of hydropower on the Mekong mainstream, Hanoi, Vietnam.
37. International Energy Agency, 2006a. Implementing agreement for hydropower technologies and programmes - Annex III, Hydropower and environment: present context and guidelines for future actions, Volume I: Summary and recommendations.
38. International Energy Agency, 2006b. Implementing agreement for hydropower technologies and programmes - Annex VIII, Hydropower good practice: environmental mitigation measures and benefits. New Energy Foundation, Japan.
39. International Energy Agency, 2012. Technology Roadmap – Hydropower. International Energy Agency, Paris, France.
40. International Hydropower Association, 2010. Hydropower Sustainability Assessment Protocol.
41. Lewis, F.J.A., A.J. Harwood, C. Zyla, K.D. Ganshorn, and T. Hatfield. 2013. Long term Aquatic Monitoring Protocols for New and Upgraded Hydroelectric Projects. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/166. ix + 88p.
42. Kumar, A., T. Schei, A. Ahenkorah, R. Caceres Rodriguez, J.-M. Devernay, M. Freitas, D. Hall, A. Killingtveit, Z. Liu, 2011: Hydropower. In IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlomer, C. von Stechow (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
43. Office of Investment, 2012. Overseas Private Investment Corporation – Environmental Guidance – Renewable Energy – Hydropower.
44. World Commission on Dams (2000) Dams and development: a new framework for decision making. Earthscan, London and Sterling VA.
<http://www.internationalrivers.org/resources/dams-and-development-a-new-framework-for-decision-making-3939> and http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/world_commission_on_dams_final_report.pdf
45. ACCOBAMS-MOP5/2013/Doc23. Implementation of underwater noise mitigation measures by industries: operational and economic constraints. (under preparation)
46. ACCOBAMS-MOP5/2013/Doc24. Methodological guide: Guidance on Underwater Noise Mitigation Measures (under preparation).
http://www.accobams.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1164%3Amp5-working-documents-and-resolutions&catid=34&Itemid=65
47. [USDOE] United States Department of Energy. 2009. Ocean Energy Technology Overview.
48. [USDOI] United States Department of the Interior. 2007. Programmatic Environmental Impact Statement for Alternative Energy Development and Production and Alternate Use of Facilities on the Outer Continental Shelf. Volume II, Chapter 5.
49. UNESCO Intergovernmental Oceanographic Commission. 2014. http://ioc-unesco.org/index.php?option=com_content&view=article&id=362&Itemid=100036
50. POSTNOTE number 435, 2013. Environmental impact of tidal energy barrages. House of Parliament, Parliamentary office of science & technology.
51. Patton, T., L. Almer, H. Hartmann, and K.P. Smith, 2013, *An Overview of Potential Environmental, Cultural, and Socioeconomic Impacts and Mitigation Measures for Utility-Scale Solar Development*, ANL/EVS/R-13/5, prepared by Environmental Science Division, Argonne National Laboratory, Argonne, IL, June. Argonne National Laboratory, Chicago, USA.
52. BRE 2014. Biodiversity guidance for solar developments. Eds G E Parker and L Greene. BRE National Solar Centre.
53. Arnett, E.B., G.D. Johnson, W.P. Erickson & C.D. Hein, 2013. A synthesis of operational mitigation studies to reduce bat fatalities at wind energy facilities in North America. A report submitted to the National renewable Energy laboratory. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
54. Arnett, E.b., C.D. Hein, M.R. Schirmacher, M. Baker, M.M.P. Huso & J.M. Szewczak, 2011. Evaluating the effectiveness of an ultrasonic acoustic deterrent for reducing bat fatalities at wind turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
55. Band, W., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risk for offshore wind farms. Guidance document. SOSS Crown Estate.

56. BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Concept for the Protection of Harbour Porpoises from Sound Exposures during the Construction of Offshore Wind Farms in the German North Sea (Sound Protection Concept). Report in English.
57. Bowyer, C., D. Baldock, G. Tucker, C. Valsecchi, M. Lewis, P. Hjerp & S. Gantioler, 2009. positive planning for onshore wind. Expanding onshore wind energy capacity while conserving nature. A report by the Institute for European Environmental Policy commissioned by the Royal Society for the Protection of Birds.
58. BSH. 2007a. Standard - Design of offshore wind turbines. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH).
59. BSH. 2007b. Standard - Investigations of the Impacts of Offshore Wind Turbines on the Marine Environment. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH).
60. BSH. 2008. Standard – Ground investigations for offshore wind farms. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH).
61. Cefas, 2010. Strategic review of offshore wind farm monitoring data associated with FEPA Licence Conditions. Project Code ME1117.
62. Cefas, 2004. Guidance note for environmental impact assessment in respect of FEPA and CPA requirements. Prepared on behalf of the Marine Consents and Environmental Unit (MCEU). Version 2, June 2004.
63. Collier, M.P. & M.J.M. Poot, in prep. Review and guidance on use of “shutdown-on-demand” for wind turbines to conserve migrating soaring birds in the Rift Valley/Red Sea Flyway. Report nr. 13-282. Bureau Waardenburg, Culemborg. Report prepared for BirdLife International, under the UNDP-Jordan/GEF Migratory Soaring Birds (MSB) project.
64. DEFRA, 2005. Nature conservation Guidance on Offshore Windfarm Development: a Guidance Note for Developers Undertaking Offshore Wind farm Developments. Prepared by Department of Environment, Food and Rural Affairs.
65. Dillingham P.W. & D. Fletcher 2008. Estimating the ability of birds to sustain additional human-caused mortalities using a simple decision rule and allometric relationship. *Biol. Cons.* 141:1738-1792.
66. Dolman, S.J. and Simmonds, M.P. 2010. Towards best environmental practice for cetacean conservation in developing Scotland’s marine renewable energy. *Marine Policy*, 34, 1021–1027.
67. Drewitt, A.L. & R.H.W. Langston, 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148: 29-42.
68. EUROBATS, 2013. Progress Report of the IWG in “Wind Turbines and Bat Populations”. Doc.EUROBATS.AC18.6. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn.
69. EUROBATS, 2014. Report of the Intersessional Working Group on Wind Turbines and Bat Populations
http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/pdf/Advisory_Committee/Doc_StC9_AC19_12_ReportIWG_WindTurbines%20incl_Annexes.pdf
70. European Union 2011, Guidance document, wind energy developments and Natura 2000. http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Wind_farms.pdf
71. Fox, A.D., M. Desholm, J. Kahlert, T. K. Christensen & I.K. Petersen, 2006. Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds. *Ibis* 148: 129-144.
72. Hundt, L., K. Barlow, R. Crompton, R. Graves, S. Markham, J. Matthews, M. Oxford, P. Shepherd & S. Sowler, 2011. Bat surveys – good practice guidelines 2nd edition. Surveying for onshore wind farms. Bat Conservation Trust, London.
73. ICES. 2010. Report of the Working Group on Marine Mammal Ecology (WGMME), 12–15 April 2010, Horta, The Azores. ICES CM 2010/ACOM:24. 212 pp.
74. Jenkins, A.R., C.S. van Rooyen, J.J. Smallie, M.D. Anderson & H.A. Smit, 2011. Best practice guidelines for avian monitoring and impact mitigation at proposed wind energy development sites in southern Africa. Produced by the Wildlife & Energy Programme of the Endangered Wildlife Trust & BirdLife South Africa.
75. de Jong, C. A. F., Ainslie, M. A., and Blacquiere, G. 2010. Measuring underwater sound: towards measurement standards and noise descriptors. TNO report TNO-DV 2009 C613. TNO.
76. Koschinski S. & Lüdemann K, 2013. Development of noise mitigation measures in offshore windfarm construction. Commissioned by the Federal Agency for Nature Conservation.
77. Kunz, T.H., E.B. Arnett, B.M. Cooper, W.P. Erickson, R.P. Larkin, T. Mabee, M.L. Morrison, M.D. Strickland & J.M. Szewczak, 2007. Assessing impacts of wind-energy development on nocturnally active birds and bats: a guidance document. *The Journal of Wildlife Management* 71: 2449-2486.

78. Lagrange H., E. Roussel, A.-L. Ughetto, F. Melki & C. Kerbirou (2012) Chirotech – Bilan de 3 années de régulation de parcs éoliens pour limiter la mortalité des chiroptères. Rencontres nationales « chauves-souris » de la SFEPM (France). (cited in EUROBATS 2013).
79. Lebreton J.D. 2005. Dynamical and statistical models for exploited populations. *Aust. N. Z. J. Stat* 47(1): 49-63.
80. Ledec, G.C., K.W. Rapp & R.G. Aiello, 2011. Greening the wind. Environmental and social considerations for wind power development in Latin America and Beyond. Full Report. Energy Unit, Sustainable Development Department Latin America and Caribbean Region, The World Bank.
81. Long, C.V., J.A. Flint & P.A. Pepper, 2010. Insect attraction to wind turbines: Does colour play a role? *European Journal of Wildlife Research* 72: 323-331.
82. Murphy, S., 2010. Assessment of the marine renewables industry in relation to marine mammals: synthesis of work undertaken by the ICES Working Group on Marine Mammal Ecology (WGMME).
<http://iwc.int/private/downloads/4r0qft5f9vaccwg4ggk0wggws/Synthesis%20of%20work%20undertaken%20by%20the%20ICES%20WGMME%20on%20the%20marine%20renewables%20industry.pdf>
83. Nicholls, B. & P.A. Racey, 2009. The aversive effect of electromagnetic radiation on foraging bats – a possible means of discouraging bats from approaching wind turbines. *PLoS ONE* 4: e6246.
84. Niel C. & J.D. Lebreton 2005. Using demographic invariants to detect overharvested bird populations from incomplete data. *Conservation Biology* 19(3): 826 – 835.
85. Poot, M.J.M., van Horssen, P.W., Collier, M.P., Lensink, R. & Dirksen, S. 2012. Cumulative Effects of Wind Farms in the Dutch North Sea on Bird Populations. Bureau Waardenburg Research Report 11-026, Culemborg, the Netherlands.
86. Prins, T.C., Twisk, F., Van den Heuvel-Greve, M.J., Troost, T.A. and Van Beek, J.K.L. 2008. Development of a framework for Appropriate Assessments of Dutch offshore wind farms. IMARES report Z4513.
87. Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, J. Goodwin & C. Harbusch, 2008. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication Series No. 3 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany.
88. Smales, I., S. Muir, C. Meredith & R. Baird, 2013. A description of the Biosis model to assess risk of bird collisions with wind turbines. *Wildlife Society Bulletin*, 37(1), 59-65.
89. Smallwood, K.S., 2007. Estimating wind turbine-caused bird mortality. *Journal of Wildlife Management* 71(8): 2781-2791.
90. SMRU Ltd., 2007. Assessment of the potential for acoustic deterrents to mitigate the impact on marine mammals of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. Commissioned by COWRIE Ltd (project reference DETER-01-07).
91. Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J., Gentry, R., Green, C.R., Kastak, C.R., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A., and Tyack, P.L. 2007. Marine Mammal Noise Exposure Criteria. *Aquatic Mammals* 33: 411–521.
92. Troost, T., 2008. Estimating the frequency of bird collisions with wind turbines at sea. Guideline for using the spreadsheet “Bird collisions Deltares v1-0.xls”. Deltares, Delft.
93. Tucker, V.A., 1996. A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors. *Journal of Solar Energy Engineering* 118, 253-262.
94. UNDP-CEDRO, 2011. Environmental Impact Assessment for wind farm developments 2012, a guideline report. Prepared by Biotope for the UNDP-CEDRO Project.
95. USDOE United States Department of Energy, 2011. A national offshore wind strategy: creating an offshore wind energy industry in the United States.
96. U.S. Fish and Wildlife Service, 2012. Land-based wind energy guidelines. U.S. Fish & Wildlife service.
97. Wilhelmsson, D., T. Malm, R. Thompson, J. Tchou, G. Sarantakos, N. McGormick, S. Luitjens, M. Gullström, J.K. Patterson Edwards, O. Amir & A. Dubi, 2010. Greening Blue Energy: Identifying and managing the biodiversity risks and opportunities of offshore renewable energy. Gland, Switzerland: IUCN.
98. Williams, D.R., Pople, R.G., Showler, D.A., Dicks, L.V., Child, M.F., zu Ermgassen, E.K.H.J. and Sutherland, W.J. (2012) *Bird Conservation: Global evidence for the effects of interventions*. Exeter, Pelagic Publishing.
99. van der Winden, J., F. van Vliet, C. Rein & B. Lane, 2014. Renewable Energy Technology Deployment and Migratory Species: an Overview. Report nr. 14-019. Bureau Waardenburg, Boere Conservation Consultancy, Brett Lane & Associates and ESS Group. Commissioned by International Renewable Energy Agency, Convention on Migratory Species, African-Eurasian Waterbird Agreement and Birdlife International, UNDP/GEF/Birdlife MSB project.

Table des matières

Résumé.....	3
Table des matières.....	18
Mesures en vue d'un déploiement durable.....	20
1 Introduction	29
2 Lignes directrices générales	34
2.1 Introduction	34
2.2 Législation, politiques générales et procédures d'évaluation stratégique environnementale (ESE) et d'évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE)	35
2.2.1 Législation et politiques générales.....	35
2.2.2 Évaluation stratégique environnementale (ESE) et évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE).....	38
2.3 Infrastructure de transmission et de distribution d'électricité.....	41
2.4 Infrastructure de transport	42
2.5 Évaluation avant la construction, et suivi avant et après la construction	42
2.6 Résumé des lignes directrices et outils existants	43
3 Bioénergie.....	47
3.1 Principales incidences	47
3.2 Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE	44
3.3 Meilleures pratiques d'atténuation.....	48
3.4 Évaluation avant la construction et suivi avant et après la construction	53
3.5 Résumé des lignes directrices et outils existants	54
3.6 Documentation	55
4 Énergie géothermique	58
4.1 Principales incidences	58
4.2 Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE	58
4.3 Meilleures pratiques d'atténuation.....	61
4.4 Évaluation avant la construction et suivi avant et après la construction	61
4.5 Résumé des lignes directrices et outils existants	62
4.6 Documentation	62
5 Énergie hydraulique.....	65
5.1 Principales incidences	65
5.2 Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE	66
5.3 Meilleures pratiques d'atténuation.....	70
5.4 Évaluation avant la construction et suivi avant et après la construction	74

5.5	Résumé des lignes directrices et outils existants	76
5.6	Documentation	77
6	Énergie océanique	79
6.1	Principales incidences	79
6.2	Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE	79
6.3	Meilleures pratiques d'atténuation	82
6.4	Évaluation avant la construction et suivi avant et après la construction	82
6.5	Résumé des lignes directrices et outils existants	84
6.6	Documentation	85
7	Énergie solaire	86
7.1	Principales incidences	86
7.2	Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE	86
7.3	Meilleures pratiques d'atténuation	89
	Planification et choix du site	89
	Mesures d'atténuation	92
7.4	Évaluation avant la construction et suivi avant et après la construction	94
7.5	Résumé des lignes directrices et outils existants	95
7.6	Documentation	95
8	Énergie éolienne	97
8.1	Principales incidences	97
8.2	Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE	97
8.3	Meilleures pratiques de planification et d'atténuation	101
	8.3.1 Planification	101
	8.3.2 Mesures d'atténuation	102
8.4	Évaluation avant la construction et suivi avant et après la construction	105
8.5	Résumé des lignes directrices et outils existants	109
9	Recommandations	114

Mesures en vue d'un déploiement durable

Il est essentiel de réduire l'usage des combustibles fossiles en les remplaçant par des énergies renouvelables, afin d'atténuer les plus graves incidences du changement climatique sur les sociétés humaines, ainsi que sur les espèces migratrices et la biodiversité en général. Comme pour d'autres types de projets d'aménagement, le déploiement des technologies liées aux énergies renouvelables (TER) peut cependant avoir toute une gamme d'incidences potentiellement importantes sur les espèces migratrices s'il ne fait pas l'objet d'une planification soignée et d'un examen de ses incidences. Il convient d'examiner attentivement celles-ci, tant au niveau stratégique qu'au niveau des projets. Au niveau stratégique, les zones préférées pour les projets d'exploitation d'énergies renouvelables seront recensées. Au niveau des projets, l'emplacement exact et l'impact de chaque projet d'exploitation d'énergie renouvelable seront examinés. La prise en considération des effets cumulatifs des projets constitue une partie essentielle des évaluations stratégiques et des évaluations des projets. Il importe au plus haut point de choisir un bon emplacement pour les projets d'exploitation d'énergies renouvelables, afin de réduire à un minimum les incidences sur les populations d'espèces migratrices.

Le fait que chaque pays ou Etat dispose d'une réglementation et de politiques environnementales différentes et que chaque processus d'exploitation d'une énergie renouvelable a ses propres caractéristiques rend difficile la tâche de fournir une approche simple, comprenant plusieurs étapes bien définies, pouvant être appliquée à n'importe quelle situation ou source d'énergie renouvelable, afin d'éviter ou de réduire les effets défavorables. Compte tenu de ces limitations, le présent chapitre vise à fournir une liste récapitulative servant de guide, comprenant des mesures générales qui doivent être prises pour éviter ou réduire l'impact des projets d'exploitation d'énergies renouvelables sur les espèces migratrices, à la fois au niveau stratégique et au niveau des projets. La mise en place de telles mesures devrait permettre d'aboutir à un déploiement durable des énergies renouvelables du point de vue des populations d'espèces migratrices. Une telle approche à plusieurs étapes devrait être considérée comme un processus souple et itératif : si besoin, les mesures devraient être réexaminées et révisées, à la lumière de nouvelles informations et décisions.

En plus des mesures générales énoncées dans le présent chapitre, les chapitres 3 à 8 fournissent des orientations et des recommandations pour chaque source d'énergie renouvelable examinée, afin d'éviter et/ou de réduire l'impact des projets d'exploitation d'énergies renouvelables sur les espèces migratrices.

PROJETS D'EXPLOITATION DES TER AU NIVEAU STRATÉGIQUE

Les zones privilégiées pour des projets d'exploitation d'énergies renouvelables doivent être recensées sur une large base géographique et être prises en compte dans la planification stratégique à un *niveau national et infranational* en mettant en œuvre une évaluation stratégique environnementale (ESE).

Mesure 1 Une planification internationale

La première mesure à prendre concerne une planification stratégique des projets d'exploitation d'énergies renouvelables à une échelle *internationale*, afin de tenir compte des populations d'espèces migratrices dans le processus relatif au choix du site des projets d'exploitation d'énergies renouvelables. Pour cela, une coopération internationale entre les promoteurs, les responsables politiques et d'autres parties prenantes est requise.

En raison de leur nature transfrontalière, les mouvements transfrontières des animaux migrateurs à l'intérieur de leur aire de répartition nécessitent des procédures de planification stratégique qui ont une dimension *internationale*. Ainsi, un impact sur des espèces migratrices dans un pays ou un Etat donné peut avoir des conséquences dans l'ensemble de leur aire de répartition. D'autre part, si un projet d'exploitation d'énergie renouvelable dans un pays donné est jugé acceptable en termes d'impact sur les espèces migratrices, les effets cumulatifs de plusieurs projets situés le long de la voie de migration de ces espèces peuvent néanmoins avoir des conséquences importantes. Ces effets sont difficiles à mesurer à l'échelle nationale ou infranationale. Si le processus de planification est laissé à la discrétion de chaque pays séparément, les effets cumulatifs ne seront pas forcément pris en compte.

Une cartographie de la sensibilité constitue un instrument utile pour faciliter ce processus de planification stratégique des projets d'exploitation d'énergies renouvelables. Les cartes de sensibilité aident à visualiser la sensibilité relative des zones situées le long d'une voie de migration, afin d'éclairer le processus de choix du site des futurs projets d'exploitation d'énergies renouvelables. Les zones sensibles incluent les principales voies de migration, les zones abritant des concentrations exceptionnelles d'espèces migratrices, les sites de reproduction, d'alimentation ou de halte importants, et les couloirs de migration étroits. En utilisant des outils de cartographie de la sensibilité au début du processus de planification stratégique, les zones à haut risque du point de vue des espèces migratrices peuvent être identifiées (alerte précoce) et les risques présentés pour ces espèces peuvent être évités ou réduits substantiellement grâce à un choix du site adéquat à une grande échelle. Un tel processus est crucial pour maintenir l'intégrité des voies de migration et assurer la viabilité des projets d'exploitation d'énergies renouvelables.

La base de données du Registre mondial des espèces migratrices (GROMS) (<http://www.groms.de>) et les cartes de sensibilité du projet sur les oiseaux planeurs migrateurs ('Migratory Soaring Birds') de BirdLife (<http://maps.birdlife.org/MSBtool/>), ainsi que les registres de données continues sur le suivi et le baguage des animaux, comme Movebank (<http://www.movebank.org>), peuvent être des instruments utiles. L'Atlas mondial d'IRENA constitue un instrument utile également à cet égard, en permettant aux utilisateurs de visualiser des informations sur les sources d'énergie renouvelable, et de superposer des informations supplémentaires afin d'identifier des zones d'intérêt pour une prospection future. De même, le réseau mondial de Zones importantes pour les oiseaux et la biodiversité (IBA), les sites Ramsar et le réseau de sites européens Natura 2000 peuvent être un bon début pour identifier les sites importants pour les espèces migratrices. Dans les zones pour lesquelles on manque de données, des informations supplémentaires devront être recueillies pour pouvoir prendre des décisions fondées.

Le document d'analyse portant sur les TER et les espèces migratrices (Van der Winden et al. 2015) met en lumière plusieurs exemples de *points chauds d'impact potentiel*. On considère comme étant des points chauds d'impact potentiel les sites, comprenant des concentrations d'espèces migratrices, sur lesquels des projets d'exploitation de TER peuvent en théorie avoir de graves incidences sur ces espèces. L'identification de ces points, à la fois goulets d'étranglement spatial et ressources spatiales principales, le long des voies fréquemment utilisées, est une étape essentielle vers la conservation des itinéraires de migration.

La présente évaluation peut aboutir à une reconnaissance du fait qu'il existe différentes zones dans lesquelles les projets d'exploitation d'énergies renouvelables peuvent avoir un impact significatif sur les espèces migratrices. Lorsque des projets d'exploitation d'énergies renouvelables sont prévus dans ces zones, une évaluation des incidences plus détaillée sera nécessaire.

Mesure 2 Planification nationale et infranationale (évaluation stratégique environnementale ou ESE)

Cette mesure comprend une planification stratégique au niveau *national ou infranational*, au moyen d'une ESE. Ceci implique que tous les pays aient adopté des dispositions juridiques ou d'autres dispositions officialisant l'évaluation stratégique environnementale comme une condition à remplir dans le cadre du processus de planification au niveau national ou infranational. Les produits de la mesure 1 constituent donc le point de départ de la mesure 2. Les mesures 1 et 2 diffèrent principalement au niveau de leur portée géographique, du degré de détail des informations requises pour l'évaluation, et des acteurs concernés.

PROJETS D'EXPLOITATION DES TER AU NIVEAU DU PROJET :

Les évaluations de l'impact sur l'environnement (EIE) pour les TER doivent prendre en considération les impacts potentiels sur les espèces migratrices. Des lois, des ordonnances administratives ou des directives politiques peuvent définir les dispositions relatives aux EIE. Des dispositions juridiques claires et spécifiques sont internationalement reconnues comme constituant la base la plus adéquate pour ces évaluations. Les processus d'EIE doivent répondre aux exigences et normes de pratiques internationalement acceptées.

Les volets, les étapes et les activités d'un processus d'EIE dépendent des exigences du pays, de l'État ou du donateur. Toutefois, la plupart des processus d'EIE présentent une structure commune (voir la représentation graphique ci-dessous) et l'application des principales étapes est une norme de base pour une bonne pratique. Afin de garantir la qualité de l'EIE, chaque étape devrait être appliquée de manière itérative en tant qu'élément d'une approche de « processus intégral ».

L'atténuation est au cœur du processus d'EIE. Elle doit être en accord avec la hiérarchie de l'atténuation (éviter, puis minimiser, suivi par la compensation des impacts) (mesures 1 à 3 ci-dessous). Le suivi (étape 4) est essentiel pour évaluer ces mesures.

Mesure 1 Éviter les impacts (choix du site du projet)

Dans cette mesure, l'importance de la zone du projet d'exploitation d'énergie renouvelable pour les espèces migratrices est évaluée, y compris les voies de passage souvent empruntées, les zones qui abritent des concentrations exceptionnelles d'espèces migratrices, les sites de reproduction, d'alimentation ou de halte importants, et les couloirs de migration étroits, tout au long du cycle annuel des espèces. Si la zone du projet d'exploitation d'énergie renouvelable n'est pas importante pour les espèces migratrices, alors une exploitation durable d'énergie renouvelable est possible du point de vue des espèces migratrices. Lorsque le projet d'exploitation d'énergie renouvelable se situe dans des habitats d'espèces migratrices, une évaluation des incidences du projet sur les espèces migratrices est requise, au moyen d'une évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE). Les autorités compétentes (nationales ou régionales) devraient vérifier que les incidences sur les espèces migratrices sont prises en compte dans les évaluations de l'impact sur l'environnement et que ces incidences sont évaluées adéquatement. Ce processus devrait être aussi interactif que possible, et une consultation des parties prenantes est une exigence absolue.

On veillera en priorité à éviter les impacts sur les espèces migratrices par le choix de l'emplacement, la planification ou la conception. De nombreuses incidences peuvent être évitées lorsqu'elles sont prises en considération pendant la phase de localisation et de conception. Un **choix de site** approprié est d'une extrême importance pour éviter les incidences. Ceci s'applique à toutes les formes de TER.

Mesure 2 Mesures d'atténuation des incidences propres à chaque site

Cette mesure aborde la question de savoir si des mesures peuvent être prises pour réduire à un niveau acceptable la durée, l'intensité ou l'étendue des impacts (y compris les impacts directs, indirects et cumulatifs s'il y a lieu) qui ne peuvent pas être complètement évités. Cette réduction doit être conçue pour maintenir les conditions environnementales existant sur le site de projet, qui sont primordiales pour l'existence des habitats et des espèces que le site héberge..

Les mesures d'atténuation peuvent inclure la restauration des habitats après la construction ou le démantèlement d'un site. Ces mesures de restauration sont prises pour réhabiliter des écosystèmes détériorés ou restaurer des écosystèmes défrichés à la suite de leur exposition à des impacts qui ne peuvent pas être complètement évités ou minimisés..

Les mesures d'atténuation peuvent être très spécifiques aux TER, comme la « fermeture sur demande » des turbines éoliennes pour protéger des espèces de chauve-souris migratrices. Des mesures d'atténuation devraient être prises durant toute la durée de vie du projet, depuis la phase de construction, pendant le fonctionnement et jusqu'au démantèlement des installations.

Mesure 3 Mesures de compensation des incidences

En cas d'incidences résiduelles néfastes importantes sur les espèces migratrices après les mesures 1 et 2, il conviendra d'évaluer si ces incidences peuvent faire l'objet d'une compensation. D'une façon générale, il est recommandé de prendre des mesures de compensation en temps voulu (plusieurs années) *avant* que l'habitat d'origine soit détruit.

Les espèces sont ainsi capables d'étendre leurs populations ou de coloniser ces nouvelles zones avant qu'une perte d'habitat ne se produise. Des exemples de cette approche se trouvent dans la directive "Habitats" de l'Union européenne (Directive du Conseil 92/43/EEC sur la conservation des habitats naturels et de la faune et de la flore sauvages) en ce qui concerne la mise en place du réseau de sites Natura 2000.

Mesure 4 Évaluation et gestion adaptative




Cette mesure prévoit de mettre au point et de soutenir des programmes d'évaluation qui utilisent des protocoles normalisés pour surveiller l'efficacité des mesures d'atténuation et de compensation et les activités en cours. Les résultats de ce suivi peuvent servir à améliorer les techniques d'atténuation des incidences et aussi à identifier la présence et les mouvements des espèces migratrices, afin d'évaluer l'ampleur des incidences (par espèce). Les mesures d'atténuation et de compensation devraient pouvoir être facilement adaptées et nécessitent des données pour pouvoir évaluer et recevoir des retours d'information, afin d'améliorer davantage leur succès.

Il est recommandé d'utiliser une approche de gestion adaptative pour donner suite aux résultats du suivi après la construction et pour réduire les incidences défavorables et identifier des possibilités d'amélioration pour les espèces migratrices.

On trouvera à la page suivante un organigramme représentant les différentes phases de l'EIE pour des projets de TER sélectionnés pour des EIE se concentrant tout spécialement sur les espèces migratrices. Cet organigramme pourrait servir de liste récapitulative en vue d'un processus souple et itératif : si besoin est, les mesures devront être réexaminées et révisées, en réponse à de nouvelles informations et décisions.

Processus d'EIE pour un projet de TER sélectionné pour une EIE examinant les espèces migratrices

Il s'agit d'un processus itératif dans lequel les effets de rétroaction apportent de nouveaux éléments et améliorations lorsque de nouvelles informations sont introduites dans le processus. Il est conforme aux exigences et normes de pratiques internationalement acceptées.

Intrant	ÉTAPES de l'EIE	Résultat
<ul style="list-style-type: none"> - Données de référence. Pour une première impression, on peut avoir recours aux instruments suivants : bases de données sur les espèces migratrices, par ex. base de données du Registre mondial des espèces migratrices (GROMS), carte de sensibilité pour les oiseaux planeurs migrants, données de suivi de la Movebank, atlas de répartition des espèces - Évaluations stratégiques environnementales pertinentes afin d'analyser à grande échelle des solutions de remplacement dans le cadre du secteur de la TER ou d'une législation régionale, lignes directrices et normes pertinentes 	<p>DÉLIMITATION</p> 	<p><u>Rapport préliminaire :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifier si la TER peut avoir des incidences sur les espèces migratrices (EM) et recenser les lacunes au niveau des connaissances sur les EM - Envisager des solutions de remplacement, y compris celles qui sont le plus respectueuses de l'environnement - Conclusion : <ul style="list-style-type: none"> - Pas d'incidence sur les EM : pas d'évaluation supplémentaire nécessaire pour les EM, ou bien - Incidences potentielles sur les EM : évaluation supplémentaire requise
<ul style="list-style-type: none"> - Rapport préliminaire - Document d'analyse sur la TER et les EM - Échelle du projet, conception, emplacement - Relation avec d'autres projets (impacts cumulatifs) - Recherche sur le terrain, recueil de données spécifiques 	<p>ÉVALUATION DE L'IMPACT</p> 	<p><u>Rapport d'EIE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Évaluation détaillée de la nature et de l'ampleur des impacts pertinents probables à court terme et à long terme sur les EM - Analyse de l'importance des impacts pertinents sur les EM - Identifier la nécessité de mesures d'atténuation
<ul style="list-style-type: none"> - Rapport d'EIE - Lignes directrices pour TER et EM - Approche de la hiérarchie des mesures d'atténuation : éviter, réduire, restaurer ou compenser 	<p>MESURES D'ATTÉNUATION</p> 	<p><u>Plan de gestion et de surveillance environnementales :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir le cadre de la poursuite des programmes de gestion, d'atténuation et de suivi pour les incidences pertinentes sur les EM - Décrire les mesures de gestion appropriées pour éviter, minimiser ou compenser les incidences négatives sur les EM. Le choix du site est très important - Les exigences institutionnelles de mise en œuvre des mesures de gestion - Programme de suivi et calendrier de mise en œuvre avec une approche témoin avant-après : évaluations, études et surveillance avant et après la construction
<ul style="list-style-type: none"> - Plan de gestion environnementale 	<p>MISE EN ŒUVRE ET SUIVI</p>	<p><u>Rapport d'évaluation</u></p> <p>Résultats du suivi</p>

		<p>Vérifier les suppositions de l'EIE : comparer les impacts prévus et réels</p> <p>Identifier l'efficacité des mesures d'atténuation</p> <p>Évaluer les besoins et les actions de la gestion adaptive</p>
<p>- Rapport d'évaluation</p> <p>- Nouvelles connaissances</p>	<p>GESTION</p> <p>ADAPTIVE ET</p> <p>SUIVI</p>	<p><u>Rapport d'évaluation</u></p> <p>Identifier l'efficacité des mesures d'atténuation</p> <p>Évaluer la nécessité d'une gestion adaptative</p>



1 Introduction

Impacts du changement climatique

Nous vivons aujourd'hui dans un monde caractérisé par le changement climatique, ce qui a des incidences non seulement sur les systèmes de vie mais aussi sur la disponibilité des ressources naturelles essentielles. Ces incidences affectent les sociétés humaines ainsi que d'autres espèces de notre écosystème, notamment les espèces migratrices qui se trouvent confrontées à de sérieuses menaces incluant la perte d'habitats naturels, de sites de reproduction et d'itinéraires de migration. Les impacts du changement climatique exposent également les espèces migratrices à de nouvelles menaces émergentes que nous ne saisissons pas encore pleinement. Ces impacts menacent aussi la sécurité énergétique, alimentaire et hydrique mondiale. Les sécheresses accrues, la dégradation des terres et le manque d'accès à des sources d'énergie fiables font que les hommes, en quête de nourriture et de biomasse pour la production d'énergie, empiètent sur les habitats et les itinéraires de migration de la faune sauvage. Apporter des solutions à ces défis humains bénéficiera donc également aux espèces migratrices.

Énergie renouvelable

Les inquiétudes croissantes au sujet du changement climatique et de la sécurité énergétique ont engendré à l'échelle mondiale un redoublement des efforts pour passer à des sources d'énergie renouvelables, notamment la bioénergie, l'énergie géothermique, hydraulique, océanique, solaire et éolienne. Le cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat a révélé que le déploiement des énergies renouvelables devra plus que tripler d'ici à 2050 pour pouvoir lutter efficacement contre le changement climatique.

Une analyse des effets sur les espèces migratrices

La production d'énergie à partir de sources renouvelables peut potentiellement contribuer de manière significative à l'atténuation des changements climatiques (Rogelj *et al.* 2013, Edenhofer *et al.* 2012). En contribuant à l'atténuation des changements climatiques, la production d'énergies renouvelables contribue aussi de manière significative à la conservation de la biodiversité partout dans le monde (Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique 2010, Gitay *et al.* 2002). Des changements climatiques rapides réduisent la capacité des écosystèmes et des espèces à s'adapter, entraînant un déclin de la biodiversité. Des changements dans la biodiversité peuvent avoir des lourdes conséquences pour les services rendus par les écosystèmes aux êtres humains. Réduire à un minimum les conséquences écologiques et sociales des changements dans la biodiversité permet de conserver des options pour des futures solutions aux problèmes environnementaux à l'échelle mondiale (Chapin *et al.* 2000). Nonobstant leur impact positif sur l'atténuation du changement climatique, les effets qui en découlent pour la biodiversité et les risques de pollution moins élevés, le déploiement des technologies d'énergie renouvelable peuvent aussi avoir des incidences défavorables sur la faune sauvage, y compris les espèces migratrices.

Les effets du déploiement des technologies d'énergie renouvelable sur les espèces migratrices sont examinés en détail dans l'étude sur « Le déploiement des technologies

d'énergie renouvelable et les espèces migratrices : une vue d'ensemble » (Van der Winden *et al.* 2015). Cette analyse a été publiée en vue de contribuer au développement écologiquement rationnel des sources d'énergie renouvelable et a été commandée par les Secrétariats de la Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS) et de l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA) au nom de la Famille CMS¹, et BirdLife International dans le cadre du projet sur les oiseaux planeurs migrateurs (Migratory Soaring Birds) du PNUD/FEM/Birdlife.

Cette analyse internationale donne des informations générales importantes pour le présent document sur des lignes directrices. L'analyse met en évidence également la croissance potentielle des technologies d'énergie renouvelable au cours des prochaines années et les incidences potentielles sur les espèces migratrices. Les impacts du déploiement des TER sur les espèces migratrices sont très spécifiques à chaque projet et à chaque site. La nature, l'ampleur et le degré des impacts varieront en fonction de facteurs propres à un projet ou à un site, tels que les spécifications de l'aménagement (conception, échelle, technologie), les habitats touchés, les espèces impliquées, les schémas d'utilisation diurnes et saisonniers du site de projet par les espèces. Ces très nombreuses variables empêchent de faire des généralisations sur les impacts du déploiement des énergies renouvelables sur les espèces migratrices. Le tableau 1.1 récapitule les principaux impacts du déploiement des technologies d'énergie renouvelable sur les groupes d'espèces migratrices.

¹ La Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS) et ses accords associés constitue la Famille CMS. Le projet intéresse toute la Famille CMS, bien qu'il soit géré par les Secrétariats de la CMS et de l'AEWA au nom de la Famille CMS.

Tableau 1. Récapitulatif des principaux impacts du déploiement des technologies d'énergie renouvelables sur les groupes d'espèces migratrices (mammifères, oiseaux, poissons, reptiles, insectes). Du fait des variations en termes d'échelle et de répartition, les effets diffèrent considérablement au niveau mondial. - = impact négligeable au niveau de la population.

Source d'énergie déployée	Impact régionalement ou localement important mais sans impact significatif sur l'ensemble de la population de l'espèce	Impacts connus au niveau de la population	Impacts probables au niveau de la population
bioénergie		tous les groupes d'espèces	- primates, - oiseaux migrateurs (rapaces, oiseaux des forêts)
géothermie	espèces de poissons, d'oiseaux et de mammifères	-	-
énergie hydraulique	espèces de poissons, d'oiseaux et de mammifères	plusieurs espèces de poissons, une extinction, oiseaux d'eau	poissons, mammifères, oiseaux
énergie océanique	espèces de poissons, tortues de mer, oiseaux, crustacés, calmars	-	
énergie solaire	espèces d'insectes, d'oiseaux et mammifères	- (seulement à petite échelle)	- (seulement à petite échelle)
énergie éolienne	espèces d'oiseaux et chauves-souris	qq espèces d'oiseaux	oiseaux et chauves-souris

En général, les groupes d'espèces les plus susceptibles de subir les impacts comprennent les oiseaux, les mammifères et les poissons migrateurs. Les principaux impacts (potentiels) du déploiement des TER sur les espèces migratrices sont la perte d'habitats, la dégradation des habitats, les perturbations, les effets de barrière et la mortalité directe. L'étude présente quelques exemples faisant la preuve des effets du déploiement des TER (par ex. énergie hydraulique et poissons, et énergie éolienne et rapaces) sur des populations.

Un certain nombre de lacunes subsistent dans les connaissances, pouvant limiter l'évaluation des incidences potentielles. Relativement peu d'incidences ont été bien documentées à ce jour. La plupart des documents et analyses incluent des conjectures en ce qui concerne les incidences. Ceci est dû en partie au manque de suivi adéquat avant et après la construction, pouvant entraîner une exagération ou une sous-estimation des effets.

Lignes directrices pour l'atténuation et la prévention des incidences : objectif et approche

Au cours des récentes années, de nombreux documents d'orientation ont été publiés dans le monde entier, décrivant des méthodes et des solutions pour éviter et/ou atténuer les conflits entre le déploiement des technologies liées aux énergies renouvelables et la faune sauvage. La plupart de ces documents concernent le déploiement d'une technologie d'énergie renouvelable spécifique et ne mettent pas l'accent sur les espèces migratrices. Le présent rapport sur des lignes directrices vise à intégrer et à résumer les principaux documents existants dans un seul document donnant une vue d'ensemble, en mettant

l'accent sur les espèces migratrices. Le rapport décrit les solutions techniques et législatives qui ont été élaborées et appliquées pour éviter et/ou atténuer les incidences, y compris les facteurs qui déterminent ou limitent leur efficacité, et il fournit une synthèse des enseignements tirés de l'expérience acquise. Des orientations techniques détaillées sur l'élaboration des mesures d'atténuation ne font pas partie du champ d'application des présentes lignes directrices; pour de telles instructions, nous nous référons à la documentation technique existante. Il existe de nombreux exemples de lignes directrices détaillées; des références expresses seront faites à ces lignes directrices, plutôt que de répéter le contenu des documents, même sous forme de résumé.

Les lignes directrices décrites dans le présent rapport ont été élaborées principalement à l'intention des responsables politiques gouvernementaux et des promoteurs de projets spécialisés dans le domaine des technologies liées aux énergies renouvelables. Le présent rapport pourra être utile également pour des consultants, des gestionnaires de sites, des organisations non gouvernementales (ONG) et d'autres praticiens qui contribuent à la planification, la conception, l'application ou l'autorisation des plans ou projets relatifs aux énergies renouvelables.

Méthodologie

Les présentes lignes directrices s'appuient sur des documents d'orientation existants. Nous avons consulté les bases de données Internet ISI Web of Knowledge, Zoological Record et JSTOR, et avons utilisé le moteur de recherche GoogleTM. L'accent est mis sur les documents en anglais ; il n'y avait d'ailleurs pas d'études approfondies dans d'autres langues. Il est fort probable qu'il existe de nombreux exemples publiés dans d'autres langues, mais les questions importantes sont traitées dans des études ou des vues d'ensemble récentes en anglais. Si des lacunes sont recensées, elles ne sont pas nécessairement dues au manque de références, mais probablement aux limites posées par la méthodologie.

Documentation

- Chapin, F.S., III, E.S. Zaveleta, V.T. Eviner, R.L. Naylor, P.M. Vitousek, S. Lavorel, H.L. Reynolds, D.U. Hooper, O.E. Sala, S.E. Hobbie, M.C. Mack, and S. Diaz. 2000. Consequences of changing biotic diversity. *Nature* 405: 234-242.
- Edenhofer O, Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Matschoss, P., Kadner, S. 2012. IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation.
- Gitay, H., A. Suarez, and R.T. Watson. 2002. Climate change and biodiversity: IPCC Technical Paper V. Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva. 77 pp.
- Rogelj J., D.L. McCollum & K. Riahi 2013. The UN's 'Sustainable Energy for All' initiative is compatible with a warming limit of 2 °C. *Nature Climate Change* 3, 545–551.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2010. Global Biodiversity Outlook 3. Montréal.
- Van der Winden, J., F. van Vliet, C. Rein & B. Lane, 2014. Renewable Energy Technology Deployment and Migratory Species: an Overview. Report nr 14-019. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

2 Lignes directrices générales

2.1 Introduction

Un certain nombre de principes et de méthodes de base s'appliquent à la plupart des différents types de projets d'exploitation d'énergies renouvelables. Ainsi, par exemple, la plupart des projets d'exploitation d'énergie (renouvelable ou non renouvelable) à l'échelle industrielle utilisent un certain type d'infrastructure de transmission (comme les lignes électriques aériennes ou les câbles souterrains) pour transporter et/ou distribuer l'électricité produite aux réseaux électriques nationaux et internationaux. Bien que les infrastructures de transmission d'électricité soient souvent les mêmes que pour les énergies non renouvelables, les exigences liées à l'emplacement de certaines sources d'énergie renouvelable pourront conduire au déploiement d'infrastructures dans des zones qui n'auraient pas été utilisées pour des sources d'énergie non renouvelable. Ceci concerne également les infrastructures de transport nécessaires à la construction des installations et à l'accès des véhicules chargés de la maintenance des installations.

Le présent rapport met l'accent sur des lignes directrices spécifiques pour la phase d'exploitation des projets d'énergie renouvelable. Il existe de nombreuses lignes directrices pour la phase de construction de ces projets dans le monde; ces lignes directrices seront mentionnées lorsqu'elles ne visent pas spécifiquement les énergies renouvelables. D'autre part, le présent rapport n'a pas vocation à définir des critères de sélection des technologies d'énergie renouvelable. Ceci est déterminé en grande partie par les gouvernements, les besoins, les capacités technologiques, l'économie et les lois du marché. Le présent rapport vise à fournir des lignes directrices pour réduire à un minimum les incidences défavorables du déploiement des technologies liées aux énergies renouvelables sur les espèces migratrices.

Des orientations concises sont fournies ci-dessous sur ces aspects généraux, en mentionnant pour l'essentiel d'autres lignes directrices publiées concernant la législation, les procédures d'évaluation stratégique environnementale (ESE) et d'évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE), les infrastructures de transport, les infrastructures de transmission et de distribution d'électricité, et le suivi des incidences. L'évaluation stratégique environnementale sera effectuée en général plus tôt dans le processus décisionnel que l'évaluation de l'impact sur l'environnement, qui porte sur un projet spécifique. En pratique, ces deux procédures se chevauchent en partie : des solutions alternatives et les effets sur l'environnement sont ainsi pris en compte à tous les stades de la planification et de la réalisation des projets.

Les incidences qui résultent d'un projet spécifique sont liées à tout un éventail de facteurs, l'un d'entre eux étant la taille du projet. Comme pour d'autres types de projets d'aménagement, lorsque tous les autres facteurs sont égaux, un projet d'aménagement à grande échelle aura plus d'impact qu'un projet à petite échelle. De nombreux autres facteurs influencent aussi le type et l'étendue des effets sur les espèces migratrices. L'emplacement est un facteur très important, et un mauvais choix de l'emplacement des

installations peut avoir plus d'impact qu'un projet de plus grande taille placé à un autre endroit. En ce qui concerne les espèces migratrices notamment, les incidences ne limiteront pas seulement à la zone du projet. Tout impact négatif sur le site d'un projet peut avoir des répercussions sur une espèce ou une population dans toute son aire de répartition. Comme pour d'autres types de projets d'aménagement, les incidences potentielles des technologies liées aux énergies renouvelables sur les espèces migratrices peuvent être cumulatives, résultant de plusieurs déploiements de technologies d'énergie renouvelable comparables ou différents, ainsi que d'autres projets et pressions exercées sur l'environnement.

Le présent chapitre conclut par un 'guide sur des lignes directrices', qui énumère les sources d'information et d'orientation recommandées sur ces thèmes. Lorsqu'elles sont disponibles, des lignes directrices plus précises sur ces différents thèmes, pour chaque déploiement de technologie d'énergie renouvelable, seront présentées dans les chapitres 3 à 8.

2.2 Législation, politiques générales et procédures d'évaluation stratégique environnementale (ESE) et d'évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE)

2.2.1 Législation et politiques générales

Il existe un large éventail d'obligations juridiques et quasi-juridiques visant à encourager les promoteurs de projets liés aux énergies renouvelables à réduire l'impact du déploiement des technologies d'énergie renouvelable sur les espèces migratrices, au moyen d'une planification stratégique et/ou de l'application de mesures d'atténuation ou de compensation appropriées. Ces obligations sont inscrites dans la législation nationale et dans les conventions, traités ou Mémoires d'entente internationaux.

En Europe, la directive « Habitats » et la directive « Oiseaux » donnent des orientations pour assurer la protection de la biodiversité. L'article 6 de la directive « Habitats » énonce ainsi une série de lignes directrices qui doivent être appliquées aux plans et projets susceptibles d'avoir un effet significatif sur un site Natura 2000.

La plupart des pays ont à présent une législation qui exige une évaluation de l'impact sur l'environnement pour la construction et l'exploitation des centrales d'énergie renouvelable (telles que les parcs éoliens, les barrages hydroélectriques, les centrales d'énergie solaire, etc.). Au cours des dernières décennies, des réglementations relatives à une évaluation stratégique environnementale (ESE) ont été introduites dans de nombreux pays. Ceux-ci disposent maintenant de dispositions nationales juridiques ou autres relatives à l'ESE, par ex. des textes réglementaires, des décisions ministérielles, des circulaires et des avis. Le processus d'EIE en particulier garantit que la législation internationale et nationale en vigueur sur la conservation des habitats et de la faune sauvage est prise en considération dans les projets d'aménagements d'énergie renouvelable. Plus la législation sur la conservation de la nature est stricte, bien appliquée et respectée, plus elle pourra avoir une influence importante sur :

- L'emplacement du déploiement de technologies d'énergie renouvelable dans le paysage;

- Les mesures d'atténuation des incidences qui sont appliquées;
- La décision d'interdire la construction d'installations d'énergie renouvelable dans certains endroits, en raison d'intérêts supérieurs liés à la conservation de la nature;
- L'obligation de prévoir une compensation pour les incidences défavorables qui ne peuvent pas être atténuées (comme dans le cadre de la Directive Habitats de l'Union européenne, par exemple).

Une procédure d'aménagement stratégique (appuyée par une évaluation stratégique environnementale) vise à trouver et à créer le meilleur emplacement pour le déploiement de technologies d'énergie renouvelable, de façon à réduire à un minimum l'impact sur l'environnement, le paysage et la biodiversité (au sens le plus large du terme). Une évaluation stratégique environnementale (ESE) à l'échelle nationale ou régionale visant, au tout début du processus, à faire en sorte que les aspects environnementaux et d'autres aspects éventuels relatifs au développement durable soient pris en compte de manière effective dans l'élaboration des politiques générales, influencera l'élaboration des plans et programmes, et permettra d'évaluer le besoin général d'un déploiement de technologies liées aux énergies renouvelables (voir ci-dessous). Une évaluation de l'impact sur l'environnement propre à chaque site s'efforcera d'intégrer les considérations relatives à l'environnement dans la conception et le fonctionnement des installations.

A l'heure actuelle, un petit nombre d'instruments internationaux relatifs à la conservation de la nature seulement ont formulé des recommandations et des mesures spécifiques à l'intention des Parties, sur les incidences éventuelles du déploiement des technologies d'énergie renouvelable sur les espèces migratrices, mise à part l'exception notable de l'énergie éolienne et des infrastructures de lignes électriques. La plupart des instruments internationaux importants ayant trait à la conservation de la nature imposent des obligations plus générales qui exigent la bonne application de procédures normalisées concernant l'évaluation stratégique environnementale et l'évaluation de l'impact sur l'environnement (voir ci-dessous). La législation spécifique applicable au déploiement des énergies renouvelables sera examinée dans les chapitres consacrés au déploiement de différentes technologies d'énergie renouvelable.

Conventions et Accords internationaux pertinents sur la nature et la biodiversité (voir aussi l'Annexe I du document de l'Union européenne 2011 et l'Annexe 4 du document d'analyse de Wilhelmsson et al. 2010)

- Convention de Berne relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (« Convention de Berne » – Recommandation n° 109 (2004) sur l'atténuation des nuisances de la production d'énergie éolienne sur la vie sauvage. (Adoptée par le Comité permanent en décembre 2004). http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/nature/bern/default_en.asp
- Convention de Bonn sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS) – Résolution 7.5 de la CMS sur les turbines éoliennes et les espèces migratrices (2002). <http://www.cms.int/en/document/wind-turbines-and-migratory-species>
- .
- Directive 79/409/CEE sur la conservation des oiseaux sauvages (Directive Oiseaux)
- http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/birdsdirective/index_en.htm

- Directive 92/43/CEE sur la conservation des habitats naturels ainsi que de la flore et la faune sauvages (Directive Habitats)
 - http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/index_en.htm
 - Directive 2001/42/CE sur l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement (Directive ESE)
 - <http://ec.europa.eu/environment/eia/sea-legalcontext.htm>
 - Protocole de l'évaluation stratégique environnementale (Kiev, 2003) - Une évaluation stratégique environnementale sera réalisée (entre autres) pour des Installations destinées à l'exploitation de l'énergie éolienne pour la production d'énergie (Annexe II) http://www.unece.org/env/eia/sea_protocol.html
 - Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA) – Résolution 5.16 de la MOP de l'AEWA sur les énergies renouvelables et les oiseaux d'eau migrateurs ; La Rochelle, France, 18 mai 2012. Cette résolution demande aux Parties contractantes de prendre des mesures spécifiques pour réduire les incidences défavorables potentielles des parcs éoliens terrestres et marins sur les oiseaux d'eau. <http://www.unep-aewa.org/en/documents/agreement-text>
 - Accord relatif à la conservation des populations de chauves-souris d'Europe, Londres, R-U, 4 décembre 1991 (EUROBATS) – Résolution sur l'impact potentiel des parcs éoliens sur les chauves-souris, adoptée en 2003. http://www.eurobats.org/official_documents/agreement_text
- Accord sur la conservation des petits cétacés de la mer Baltique, du nord-est de l'Atlantique et des mers d'Irlande et du Nord (ASCOBANS) – Résolution sur les effets néfastes du bruit, des navires et d'autres formes de perturbations des petits cétacés, adoptée en 2006. <http://www.ascobans.org>
- Résolution n° 2 Adverse Effects of Underwater Noise on Marine Mammals during Offshore Construction Activities for Renewable Energy Production
- http://www.ascobans.org/sites/default/files/basic_page_documents/MOP6_2009-2_UnderwaterNoise.pdf
 - Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-est (OSPAR) – Orientations OSPAR sur les considérations environnementales pour le développement des parcs éoliens en mer (2008). http://www.ospar.org/content/content.asp?menu=01481200000000_000000_000000
- Convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière (Espoo, 1991) – les Parties établissent une procédure d'évaluation de l'impact sur l'environnement permettant la participation du public pour (entre autres) les grandes installations destinées à l'exploitation de l'énergie éolienne pour la production d'énergie (Annexe I.)

2.2.2 Évaluation stratégique environnementale (ESE) et évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE)

La planification du déploiement des énergies renouvelables d'une manière stratégique sur une zone géographique plus vaste est l'un des moyens les plus efficaces de réduire à un minimum l'impact du déploiement des énergies renouvelables sur les espèces migratrices, au tout début du processus de planification. Les évaluations stratégiques environnementales (ESE) suivies d'évaluations de l'impact sur l'environnement (EIE) propres au site constituent les instruments nécessaires pour assurer que les impacts du

déploiement d'énergies renouvelables sur les espèces migratrices sont réduits au minimum, et elles devront être en place et appliquées.

La directive européenne (2001/42/CE) sur l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement, appelée également la directive ESE, est l'un des instruments internationaux prescrivant l'application des évaluations stratégiques environnementales. Cette directive, entrée en vigueur en 2004, s'applique aux États membres de l'Union européenne. Elle requiert une évaluation environnementale aux niveaux national, régional et local pour certains plans et programmes susceptibles d'avoir des incidences importantes sur l'environnement. Le protocole ESE de la Convention Espoo (Convention de la CEE-ONU sur l'EIE dans un contexte transfrontière, Kiev, 2003) présente des dispositions semblables. Ce protocole est un accord international traitant des effets transfrontaliers dans la Convention d'Espoo. Il est adopté par plusieurs pays et comprend un article séparé encourageant l'utilisation des ESE dans le cadre de politiques et de législations. Lorsque les espèces migratrices traversent plusieurs pays ou océans, une évaluation stratégique environnementale doit être réalisée au titre du Protocole sur l'évaluation stratégique environnementale relatif à la Convention Espoo de l'UNECE. La nature des espèces migratrices signifie qu'elles peuvent seulement utiliser certaines zones durant des périodes limitées. Même pour les zones que les espèces traversent sans s'arrêter, les projets d'aménagement ont le potentiel d'avoir un impact sur ces espèces. Toute évaluation ou suivi doit prendre en considération les changements temporels concernant la présence d'espèces. Le suivi devrait tenir compte des changements temporels concernant l'abondance des espèces et devrait être effectué durant les saisons pertinentes et aux moments appropriés. La variation temporelle entre les différentes années devrait être prise en compte également.

Bien souvent, l'évaluation stratégique environnementale est utilisée comme moyen de trouver un équilibre entre tous les intérêts en présence, y compris les intérêts économiques et sociaux. Cependant, il s'agit d'un outil d'intégration des politiques environnementales, visant à augmenter la prise en compte des considérations environnementales dans la planification, en réunissant les plans de développement, les plans environnementaux et les priorités en matière de conservation, pour s'assurer que les conflits et que les incidences cumulatives sont réduits à un minimum et que le projet d'aménagement est approprié. L'évaluation stratégique environnementale devrait examiner les incidences cumulatives de projets multiples d'énergie renouvelable, ainsi que les effets d'autres projets d'exploitation d'énergies renouvelables et non renouvelable dans une région donnée. Bien que ceci concerne tous les secteurs et échelles de projet, l'évaluation stratégique environnementale convient particulièrement à la planification à grande échelle d'installations de production d'énergies renouvelables (comme les parcs éoliens, les centrales d'énergie solaire, les centrales hydroélectriques, etc.), car elle permet d'identifier d'une manière proactive les zones les moins susceptibles de conflits et d'éviter les zones vulnérables, bien avant d'atteindre le stade de projets individuels. Le processus d'évaluation de l'impact sur l'environnement permet ensuite d'évaluer les incidences au niveau du projet. Bien que ce processus intervienne au niveau de projets individuels et tardivement dans le processus de planification, l'évaluation de l'impact sur l'environnement constitue un mécanisme utile et essentiel pour réduire à un minimum l'impact d'un projet d'aménagement sur les espèces migratrices.

Déjà à ce premier stade d'élaboration des politiques générales et du processus décisionnel, des informations devraient être recueillies sur les zones sensibles, la présence d'espèces migratrices et leurs voies de migration, à partir de sources disponibles ou, si aucune information n'est disponible, dans le cadre d'un programme de recherche sur le terrain durant au moins un an et, dans les sites pour lesquels on dispose de peu de données ou qui sont utilisés par des espèces caractérisées par une grande variation interannuelle, un minimum de deux ans de collecte de données devrait s'appliquer, notamment en mer (Gove *et al.* 2013). Il est essentiel d'avoir des données pour la phase de planification, afin d'éviter des conflits avec la réglementation nationale et internationale applicable en matière de conservation et pour atténuer les incidences potentielles du déploiement des technologies d'énergie renouvelable sur les espèces protégées.

Il importe au plus haut point d'avoir des données disponibles sur les espèces migratrices et permettant d'identifier la présence ou l'absence de zones sensibles et/ou protégées avant ou pendant les procédures d'évaluation stratégique environnementale et d'évaluation de l'impact sur l'environnement. Une planification prudente et efficace du déploiement des technologies d'énergie renouvelable, utilisant des données concernant la présence d'espèces migratrices et leurs voies de migration, peut déjà permettre d'éviter et de réduire le problème d'interactions négatives entre le déploiement des technologies d'énergie renouvelable et les espèces migratrices. Dans certains pays, malheureusement, notamment dans un grand nombre de pays en développement, il existe très peu de données et un manque de ressources pour pouvoir effectuer des recherches approfondies sur le terrain, afin de recueillir des données pertinentes. Il conviendra idéalement d'adopter des mécanismes visant à résoudre ce problème, y compris en apportant un savoir-faire et un soutien financier. Bien qu'ils soient généralement financés par les promoteurs eux-mêmes, dans le cadre des procédures d'évaluation de l'impact sur l'environnement de chaque projet, les programmes de construction de centrales de plus grande envergure pourraient être facilités par les gouvernements, par le biais d'organismes de développement nationaux ou de fonds internationaux, comme le Fonds pour l'environnement mondial (FEM). Un tel système pourrait fonctionner également pour les pays qui souhaitent remplacer et/ou améliorer leurs installations déjà en place qui ont des incidences importantes sur les espèces migratrices.

Les évaluations de l'impact sur l'environnement (EIE) pour les TER doivent prendre en considération les impacts potentiels sur les espèces migratrices. Des lois, des ordonnances administratives ou des directives politiques peuvent définir les dispositions relatives aux EIE. Des dispositions juridiques claires et spécifiques sont internationalement reconnues comme constituant la base la plus adéquate pour ces évaluations. Les processus d'EIE doivent répondre aux exigences et normes de pratiques internationalement acceptées.

Normalement, l'initiateur du projet met en œuvre l'évaluation de l'impact sur l'environnement conformément aux instructions données par l'autorité compétente. Une agence environnementale (ou un organisme spécialiste des EIE) supervise le processus et examine l'étude réalisée. Habituellement, les études des EIE sont réalisées par une équipe interdisciplinaire qui est spécialement engagée pour cette tâche et qui dispose d'un éventail approprié de scientifiques et d'autres expertises. La participation du public ou des parties prenantes constitue l'un des principes fondamentaux du processus d'EIE. Dans la

pratique, il existe des différences notables dans les conditions spécifiques de la participation du public. Cette dernière a les objectifs suivants : 1) informer les parties prenantes sur la proposition et ses effets probables, 2) prendre en compte dans l'EIE et lors de la prise de décision les informations, les points de vue et les préoccupations du public.

Les volets, les étapes et les activités d'un processus d'EIE dépendent des exigences du pays, de l'État ou du donateur. Toutefois, la plupart des processus d'EIE présentent une structure commune (voir la représentation graphique ci-dessous) et l'application des principales étapes est la norme de base en vue de bonnes pratiques. Afin de garantir la qualité de l'EIE, chaque étape devrait être appliquée de manière itérative en tant qu'élément d'une approche de « processus intégral ».

L'atténuation est au cœur du processus d'EIE. Elle doit être en accord avec la hiérarchie de l'atténuation (éviter, puis minimiser, suivi par la compensation des impacts). Le suivi (étape 4) est essentiel pour évaluer ces mesures.

Des informations plus détaillées sur les procédures d'évaluation stratégique environnementale et d'évaluation de l'impact sur l'environnement, et les avantages retirés en termes de conservation de la nature, figurent dans les documents suivants : la Résolution Ramsar X.17 *'Évaluation de l'impact sur l'environnement et évaluation stratégique environnementale : orientations scientifiques et techniques actualisées, 2008'* ; le document d'information technique T-PVS/Inf15e_2013 de la Convention de Berne, intitulé *'Parcs éoliens et oiseaux : une analyse actualisée des effets des parcs éoliens sur les oiseaux et des orientations sur les meilleures pratiques de planification intégrée et d'évaluation de l'impact'* (Gove et al. 2013); les Lignes directrices de conservation No. 11 de l'AEWA, intitulées *'Lignes directrices sur la façon d'éviter, de réduire à un minimum ou d'atténuer l'impact des aménagements d'infrastructure et les perturbations connexes affectant les oiseaux'* (Tucker & Treweek, 2008); les orientations du projet sur les oiseaux planeurs migrateurs (MSB) pour l'énergie éolienne, l'énergie solaire et les lignes électriques; les orientations de la Commission d'aide au développement de l'OCDE sur l'évaluation stratégique environnementale : Appliquer l'évaluation stratégique environnementale, Document d'orientation sur des bonnes pratiques pour la coopération en matière de développement (OECD 2006); et la Convention sur la diversité biologique (CBD). Ce sont tous des documents utiles et concrets qui énoncent les mesures requises pour la planification et l'application des procédures d'évaluation stratégique environnementale et d'évaluation de l'impact sur l'environnement. L'Annexe B des Lignes directrices No.11 de l'AEWA donne la liste des conventions internationales et d'autres réglementations qui exigent des études d'impact, et des orientations connexes dans des documents d'information.

2.3 Infrastructure de transmission et de distribution d'électricité

Les installations de production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable, comme toutes les centrales de production d'électricité, ont besoin d'infrastructures pour les relier au réseau d'électricité. Lorsque ces connections existent sous forme de lignes électriques aériennes en particulier, on peut s'attendre à un impact sur les espèces

migratrices. Les lignes électriques aériennes sont l'une des principales causes de mortalité non naturelle des oiseaux dans de grandes parties du monde, estimée à plusieurs millions de victimes d'électrocution ou de collision chaque année. Les espèces de chauve-souris migratrices peuvent être affectées également, en particulier celles de plus grande taille qui peuvent subir une électrocution lorsqu'elles utilisent les lignes électriques à moyenne tension comme perchoir.

Pour des orientations détaillées sur les mesures législatives et techniques adéquates, les meilleures pratiques d'installation de lignes électriques, des mesures d'avant-garde en matière d'atténuation et/ou de prévention des incidences, et des pratiques d'évaluation et de suivi, nous nous référons aux 'Lignes directrices de l'AEWA/CMS sur la façon d'éviter ou d'atténuer l'impact des réseaux électriques sur les oiseaux migrateurs dans la région d'Afrique-Eurasie' (Prinsen et al. 2011) et les références qu'elles contiennent. Il est également fait référence aux 'Orientations sur des moyens appropriés d'évaluer l'impact des réseaux électriques sur les oiseaux planeurs migrateurs le long de la voie de migration de la vallée du Rift / Mer rouge' (Gyimesi & Prinsen en prép. ainsi qu'aux conseils de Birdlife pour cette région : <http://migratorysoaringbirds.undp.birdlife.org/en/documents>. Pour des orientations techniques détaillées sur la prévention et l'atténuation des impacts des réseaux électriques, nous recommandons l'Avian Power Line Interaction Committee (APLIC ; 2006, 2012), Haas et al. (2005) et Haas et al. (2008).

2.4 Infrastructure de transport

Les effets observés durant la construction de centrales de production d'électricité à partir d'énergies renouvelables, y compris les infrastructures d'accès, les zones de stockage et de travaux, sont généralement les mêmes que les effets observés pour les projets de construction semblables, et peuvent inclure une mortalité (victimes de collision par exemple), ainsi que des effets de perturbation directs ou indirects, un accès facilité pour les braconniers, la perte d'habitats, le morcellement et/ou la détérioration des habitats ou des voies de migration.

Pour des orientations plus précises, veuillez consulter les Lignes directrices de conservation No.11 de l'AEWA, intitulées 'Lignes directrices sur la façon d'éviter, de réduire à un minimum ou d'atténuer l'impact des aménagements d'infrastructure et les perturbations connexes qui affectent les oiseaux d'eau' (Tucker & Treweek 2008) et 'Faune sauvage et commerce illicite : un manuel européen pour identifier les conflits et mettre au point des solutions' (Luell et al. 2003).

2.5 Évaluation avant la construction, et suivi avant et après la construction

Le document d'accompagnement intitulé 'Le déploiement des technologies d'énergie renouvelable et les espèces migratrices : une vue d'ensemble' montre que dans de grandes parties du monde, en particulier en Asie, en Afrique et en Amérique du Sud, il existe peu de données de recherche et de suivi disponibles sur les interactions entre le déploiement des technologies liées aux énergies renouvelables et les espèces migratrices. La collecte de données sur le terrain dans le cadre d'un suivi avant et après la construction

d'un nouveau projet d'exploitation d'énergie renouvelable est essentielle pour mieux connaître l'étendue du problème et les espèces concernées dans ces régions.

Il importe que les évaluations, les enquêtes et le suivi avant et après la construction utilisent une méthode standard et reproductible, compatible avec les méthodes utilisées pour d'autres projets d'exploitation d'énergies renouvelables. A cet égard, la méthode BACI (Before-After-Control-Impact) est extrêmement pertinente et devrait être considérée comme reflétant les meilleures pratiques. Ceci implique d'effectuer un suivi avant et après la construction d'une façon comparable, et d'effectuer le suivi sur le site en question, ainsi que dans une ou plusieurs zones de contrôle. Ceci permettra de faire des comparaisons entre différents projets d'exploitation d'énergies renouvelables et de produire des estimations plus fiables, fondées sur des éléments probants, concernant les incidences de ces projets à partir de différentes études. Ceci pourra aider à prévoir avec plus d'exactitude l'impact des futurs projets. Un suivi standard après la construction est nécessaire également pour évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation appliquées et vérifier les incidences anticipées. Enfin, les études devraient aussi faciliter une évaluation des effets cumulatifs sur certaines espèces, puisque les résultats d'études semblables peuvent être agrégés.

Il est donc essentiel d'allouer des ressources non seulement aux programmes de suivi avant et après la construction des installations, mais aussi, de veiller à ce que les résultats de ces programmes soient communiqués et publiés, aux fins d'utilisation plus large.

Des stratégies de suivi spécifiques du déploiement de technologies d'énergie renouvelable (suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux dans les parcs éoliens, par exemple) seront examinées dans les chapitres 3 à 8.

2.6 Résumé des lignes directrices et outils existants

Ce paragraphe donne un résumé des sources d'information, outils et orientations recommandés; cette liste n'a pas vocation à énumérer toutes les sources disponibles, mais plutôt, à indiquer les lignes directrices les plus récentes, pertinentes, utiles et reconnues sur le sujet.

Planification stratégique, législation et procédures ESE et EIE

BirdLife International 2014 The MSB Sensitivity Mapping
<http://migratorysoaringbirds.undp.birdlife.org/en/sensitivity-map>

Birdlife International n.d. Birds and Wind Farms within the Rift Valley/ Red Sea Flyway. Migratory Soaring Birds Project. Wind Energy Guidance v.1. Developers & consultants. <http://migratorysoaringbirds.undp.birdlife.org/en/documents>

Birdlife International n.d. Birds and Solar Energy within the Rift Valley/ Red Sea Flyway. Migratory Soaring Birds Project. Solar Energy Guidance v.1. Developers & consultants. <http://migratorysoaringbirds.undp.birdlife.org/en/documents>

Burger, J. & M. Gochfeld, 2012. A Conceptual Framework Evaluating Ecological Footprints and Monitoring Renewable Energy: Wind, Solar, Hydro, and Geothermal. Energy and Power Engineering, Vol. 4 No. 4, 2012, pp. 303-314. doi: 10.4236/epe.2012.44040.

- Convention on Biological Diversity (CBD) 2014. Identification, monitoring, indicators and assessments. COP 6 Decision VI/7. <http://www.cbd.int/decision/cop/?id=7181>
- Gove, B., R.H.W. Langston, A. McCluskie, J.D. Pullan & I. Scrase. Wind farms and birds: an updated analysis of the effects of wind farms on birds, and best practice guidance on integrated planning and impact assessment. RSPB/BirdLife in the UK. Technical document T-PVS/Inf(2013)15 to Bern Convention Bureau Meeting, Strasbourg, 17 September 2013.
- Gyimesi A. & Prinsen H.A.M., in prep. Guidance on appropriate means of impact assessment of electricity power grids on migratory soaring birds in the Rift Valley / Red Sea Flyway. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- IUCN 2014. IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>
- Rajvanshi, A. 2008. Mitigation and compensation in environmental assessment. Chapter 17 in T.B Fischer, P. Gazzola, U. Jha-Thakur, I. Belcakova, and R. Aschemann, eds. Environmental Assessment Lecturers' Handbook, EC Penta Erasmus Mundus Project, February 2008. <http://www.twoeam-eu.net/handbook/05.pdf>.
- Ramsar Convention on Wetlands 2008. Resolution X.17 Environmental Impact Assessment and Strategic Environmental Assessment: Updated Scientific and Technical Guidance. www.ramsar.org/pdf/res/key_res_x_17_e.pdf
- Slootweg R., A. Kolhoff, R. Verheem, R. Hoft 2006. Biodiversity in EIA and SEA — background document to CBD decision VIII/28: guidelines on biodiversity-inclusive impact assessment. The Netherlands: Commission for Environmental Assessment.
- The OECD DAC Network on Environment and Development Co-operation (ENVIRONET) SEA Guidance and Advisory Notes (all available at the SEA Task Team website. <http://www.seataskteam.net/guidance.php>
- The OECD DAC Guidance on SEA: Applying Strategic Environmental Assessment. Good Practice Guidance for Development Co-operation, OECD, Paris. <http://www.oecd.org/dac/environment-development/37353858.pdf>
- United Nations 2014. The Integrated Biodiversity Assessment Tool (IBAT). <https://www.ibatforbusiness.org/login> and <http://business.un.org/en/documents/8112> and http://www.unep-wcmc.org/system/dataset/_file_fields/files/000/000/090/original/IBAT-overview.pdf?139844_0561

Lignes électriques

- 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. <http://www.aplic.org>
- APLIC (Avian Power Line Interaction Committee), 2012. Mitigating bird collisions with power lines: the state of the art in 2012. Edison Electric Institute, Washington D.C. <http://www.aplic.org>
- Birdlife International n.d. Birds and Power Lines within the Rift Valley/ Red Sea Flyway. Migratory Soaring Birds Project. Power Lines Guidance v.1. Developers & consultants. <http://migratorysoaringbirds.undp.birdlife.org/en/documents>
- Haas, D., Nipkow, M., Fiedler, G., Schneider, R., Haas, W. & Schürenberg, B., 2005. Protecting birds from powerlines. Nature and Environment, No. 140. Council of Europe Publishing, Strassbourg.
- Haas, D. & Schürenberg, B. (Eds), 2008. Bird electrocution; general principles and standards of bird protection at power lines (in German). 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. <http://www.birdsandpowerlines.org>
- Prinsen, H.A.M., J.J. Smallie, G.C. Boere & N. Pires (Compilers), 2011. Guidelines on how to avoid or mitigate impact of electricity power grids on migratory birds in the African-Eurasian region. CMS Technical Series No. XX, AEW Technical Series No. XX, Bonn, Germany.
http://www.cms.int/species/otis_tarda/meetings/MoS3/documents/GB_Mos3_Doc_07_4_3_Rev1_Guidelines_Infrastructure.pdf
- Prinsen, H.A.M., Smallie, J.J., Boere, G.C. & Pires, N. (Compilateurs), 2012. Lignes directrices sur la façon d'éviter ou d'atténuer l'impact des lignes électriques sur les oiseaux migrateurs dans la région Afrique-Eurasie. Lignes directrices de conservation de l'AEWA n° 14, Série technique de la CMS n° 29, Série technique de l'AEWA n° 50. Bonn, Allemagne. <http://www.unep-aewa.org/en/publication/guidelines-how-avoid-or-mitigate-impact-electricity-power-grids-migratory-birds-african>

Construction et aménagement d'infrastructures

- Luell, B., Bekker, G.J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlaváček, V., Keller, V., B., Rosell, C., Sangwine, T., Tørsløv, N., Wandall, B. le Maire, (Eds.) 2003. Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions.
- Raab, R., Julius, E., Spakovszky, P. & Nagy, S. (2009): Guidelines for best practice on mitigating impacts of infrastructure development and afforestation on the Great Bustard. Prepared for the CMS Memorandum of Understanding on the conservation and management of the Middle-European population of the Great Bustard. BirdLife International. Brussels.
http://www.cms.int/species/otis_tarda/meetings/MoS3/documents/GB_Mos3_Doc_07_4_3_Rev1_Guidelines_Infrastructure.pdf
- Tucker, G. & Treweek, J. 2008. Guidelines on how to avoid, minimise or mitigate the impact of infrastructure developments and related disturbance affecting waterbirds. AEW Conservation. Guidelines No. 11, AEW Technical Series No. 26, Bonn, Germany.
http://www.unep-aewa.org/publications/conservation_guidelines/pdf/cg_11.pdf

Énergies renouvelables en général

- Hötter, H., Thomsen, K.-M. & H. Jeromin, 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats - facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut imNABU, Bergenhusen.

3 Bioénergie

3.1 Principales incidences

Les impacts potentiels de la bioénergie sur les espèces migratrices incluent la mortalité directe, les perturbations, la perte d'habitats ainsi que la fragmentation et la dégradation de ces derniers. La perte et la dégradation des habitats représentent les principales incidences de la technologie de la bioénergie sur les espèces migratrices. Les oiseaux et les mammifères terrestres sont les principaux groupes d'espèces pouvant être touchés, mais les poissons peuvent également subir des incidences néfastes. La production de bioénergie se fait sur la base de diverses matières premières et méthodes. C'est pourquoi les incidences (au niveau de leur potentiel et de leur importance) de la bioénergie sur les espèces migratrices sont variables. En outre, elles sont propres à chaque site et à chaque espèce. Le présent chapitre porte essentiellement sur la production à grande échelle de biocarburants pour la bioénergie. En général, la bioénergie produite à l'aide de matières premières spécialisées se caractérise par des besoins relativement importants en termes d'utilisation des sols et par des besoins en eau pouvant être importants. L'utilisation des sols et leur changement d'affectation ainsi que l'utilisation de l'eau sont les principaux sujets de préoccupation en ce qui concerne les incidences de la bioénergie sur les espèces migratrices.

Construction et démantèlement

-
-
- Perte et fragmentation des habitats des oiseaux et des mammifères terrestres résultant de la construction de centrales de bioénergie, de routes d'accès et de lignes électriques.
- Dégradation des habitats pour les oiseaux, les mammifères terrestres et les poissons en raison de la consommation d'eau, ainsi que des émissions de produits chimiques et de déchets dans les eaux de surface.
- Perturbations des oiseaux et des mammifères terrestres causées par le bruit, la lumière etc. du fait des activités de construction.
- Mortalité des oiseaux et des mammifères terrestres résultant des activités de construction, des déversements de produits chimiques et de collisions avec des véhicules.
- **Fonctionnement** Perte et fragmentation des habitats des oiseaux et des mammifères terrestres résultant du changement d'affectation direct et indirect des sols, et de la coupe à blanc de forêts avant et durant la production de carburants.
- Dégradation des habitats des mammifères terrestres et des oiseaux résultant de l'intensification de l'agriculture et des pratiques forestières ainsi que d'une exploitation accrue du bois. L'utilisation des résidus de récoltes en tant que biocarburant diminue la disponibilité de cette ressource pour la faune migratrice. La réduction de l'eau disponible, tout particulièrement dans les zones sèches,

peut entraîner une perte de zones humides et de ressources en eau dans des sites de transit cruciaux pour les animaux migrateurs. La diminution de la quantité de nourriture et d'eau disponible peut aboutir à une mortalité accrue et à des tailles de populations réduites..

Pour une description détaillée des répercussions des projets de développement de bioénergie sur les espèces migratrices, nous faisons référence à l'étude de Van der Winden et al. (2014).

3.2 Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE

Les procédés utilisés dans la production de bioénergie sont divers. Ils incluent la production de biomasse pour les biocarburants, la production de biocarburants qui elle-même peut comprendre plusieurs procédés, et l'usage de biocarburants dans les centrales de bioénergie. Du fait d'une telle complexité, les législations et politiques générales en vigueur couvrent généralement une partie seulement de ces procédés. Pour certains procédés, comme la production de biomasse, la législation en vigueur sera moins pertinente que pour la construction d'une centrale de bioénergie par exemple. Les indicateurs de viabilité environnementale pour la bioénergie et le changement indirect d'affectation des sols du Partenariat mondial sur la bioénergie abordent quelques-unes de ces questions.

Législation et politiques générales

L'intégration de la bioénergie dans les portefeuilles énergétiques nationaux a suscité un intérêt considérable au cours des récentes années. Ceci est réalisé en partie en utilisant des biocarburants mélangés à des carburants classiques liquides à base de combustibles fossiles pour le transport, et la combustion de biomasse solide pour l'électricité et/ou le chauffage (voir le rapport d'analyse pour une vue d'ensemble complète). En Europe, la production d'électricité et le chauffage sont les plus gros secteurs qui utilisent la technologie moderne de bioénergie. Cependant, relativement peu d'initiatives de politique générale ou de mesures législatives ont été mises en place pour la production de bioénergie, de biomasse ou de biocarburants et l'atténuation des incidences sur la faune sauvage migratrice. On peut citer à titre d'exemple les critères de viabilité environnementale de la Directive sur les énergies renouvelables de l'Union européenne portant sur les biocarburants liquides utilisés dans le secteur des transports. Il existe également peu de politiques générales dans les régions tropicales qui ont un potentiel élevé et un intérêt en matière de production de biomasse pour la bioénergie, ainsi qu'une faune sauvage migratrice et des habitats importants et vulnérables. Des exemples de législation et d'initiatives de politique générale mises en œuvre dans deux des plus gros pays producteurs de biocarburants, à savoir, les États-Unis et le Brésil, sont fournis dans l'encadré 3.1.

Encadré 3.1 Exemples de législation relative aux biocarburants dans les Amériques

États-Unis

- Loi de 2009 sur la relance et le réinvestissement (American Recovery and Reinvestment Act of 2009) – appuie le financement de différents programmes de subvention de carburants alternatifs et de technologie avancée des véhicules, et des initiatives en matière de recherche et développement, et des programmes d'amélioration des véhicules.
- Loi de 2008 sur la stabilisation économique d'urgence/loi sur l'amélioration et l'extension énergétique (Emergency Economic Stabilization Act/Energy Improvement and Extension Act of 2008) – amende et prolonge les crédits d'impôt existants pour le mélange et la production de biodiesel, prolonge les droits d'accise existants pour les carburants alternatifs, et prolonge les crédits d'impôt pour les infrastructures alternatives de ravitaillement en carburants.
- Loi de 2007 sur l'indépendance et la sécurité énergétique (Energy Independence and Security Act of 2007) – inclut des dispositions sur l'augmentation de l'approvisionnement en sources de carburants renouvelables alternatifs, en établissant une norme de carburant renouvelable obligatoire, qui comprend l'utilisation de biocarburants cellulosiques et de carburants diesel à partir de biomasse.
- Loi de 2005 sur la politique énergétique (Energy Policy Act of 2005) – a mis en place les crédits d'impôt pour la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable, pour l'électricité générée à partir de cultures de biomasse qui sont plantées exclusivement dans le but d'être utilisées pour produire de l'électricité.
- Loi de 2002 sur la sécurité des exploitations agricoles et les investissements en milieu rural (Farm Security and Rural Investment Act of 2002) – inclut des mesures d'incitation importantes pour la production et l'utilisation de la biomasse et a financé de nombreux projets qui traitent de questions allant de la production de la biomasse à l'amélioration des procédés dans les raffineries

Initiative brésilienne sur les biocarburants

Dans un rapport de 105 pages (non daté, mais publié en 2009 ou après) intitulé « L'avenir de la bioénergie et de la biomasse au Brésil » et rédigé par l'Association brésilienne de l'industrie de la biomasse et des énergies renouvelables (ABIB), les termes « faune sauvage » et « habitat » sont utilisés une fois seulement. Le programme brésilien de production et d'utilisation de biodiesel (décrit plus en détail ci-dessous) n'examine pas non plus l'impact de l'expansion de l'énergie de la biomasse sur la faune sauvage migratrice ou les habitats. Ces exemples témoignent d'un manque de prise en considération de l'impact des cultures destinées à la production de carburants à partir de biomasse sur la faune sauvage migratrice et ses habitats, y compris dans les régions tropicales qui sont diversifiées et vulnérables sur le plan écologique.

Évaluation stratégique environnementale (ESE)

L'évaluation stratégique environnementale (ESE) permet d'établir un cadre pour identifier les zones à haut risque, afin que les promoteurs sachent que les difficultés rencontrées en termes d'évaluation environnementale et de mesures d'atténuation seront plus grandes, et que le risque de refus d'une autorisation sera plus élevé. L'évaluation stratégique environnementale, la planification stratégique et l'aménagement du territoire applicables à la production de biomasse pour la bioénergie peuvent être un outil important pour la planification, la gestion et l'atténuation des incidences de cette technologie d'énergie renouvelable sur les espèces migratrices. En Europe, cependant, les changements d'affectation des terres agricoles ou des forêts ne sont pas soumis à une politique

d'aménagement du territoire, et ne font donc pas l'objet généralement d'une évaluation stratégique environnementale. Puisque la perte et la dégradation des habitats peut avoir un impact significatif sur les espèces migratrices, une évaluation stratégique environnementale devrait être effectuée aux fins de planification et de mise en œuvre des programmes de production à grande échelle de biomasse pour la bioénergie, d'une manière aussi responsable que possible sur le plan social et environnemental. Un exemple d'évaluation stratégique environnementale préparée dans le cadre d'un programme de production de biocarburants figure dans l'encadré 3.2.

Encadré 3.2. Évaluation stratégique environnementale

Cadre pour quantifier l'impact environnemental des plans bioénergétiques.

Finnan et al (2011) ont quantifié l'impact sur l'environnement d'un plan de bioénergie du gouvernement irlandais visant à remplacer par de la biomasse 30 % de la tourbe utilisée dans trois centrales thermiques situées dans la région des Midlands. L'impact sur l'environnement a été évalué en conformité avec la directive (ESE) de l'UE relative aux évaluations stratégiques environnementales (2001/42/CE). Quatre plans proposant des solutions alternatives pour fournir de la biomasse à l'usine thermique ont été examinés dans le cadre de cette étude : (1) importation de coques de noix de palmiers d'Asie du Sud-Est, (2) importation de tourteaux d'olives d'Espagne et (3) plantation de saules ou (4) de Miscanthus au voisinage des centrales. Les incidences de chaque solution sur chacun des récepteurs environnementaux proposés par la directive ESE ont d'abord été quantifiées avant que ces données ne soient normalisées à l'échelle irlandaise, régionale ou mondiale. Pour chacun des plans de remplacement examiné, les impacts positifs sur l'environnement étaient très limités comparés avec les impacts négatifs. La comparaison des valeurs indicatrices normalisées a confirmé que les répercussions négatives sur l'environnement de chaque plan proposé se concentraient sur le lieu où la biomasse est produite. L'analyse a révélé que les incidences néfastes sur l'environnement de l'importation de biomasse sont considérablement plus importantes que celles associées à l'utilisation de saules ou de Miscanthus poussant à l'endroit d'anciennes prairies. L'utilisation de tourteaux d'olives avait des effets négatifs plus importants sur l'environnement comparée à celle de la tourbe, alors que le remplacement de celle-ci soit par des saules, soit par des Miscanthus entraînait une réduction importante de la pression sur l'environnement. Le cadre d'évaluation proposé associe la portée de l'ESE avec les bénéfices quantitatifs de l'évaluation du cycle de vie et peut être utilisé pour évaluer les incidences sur l'environnement des plans de bioénergie (résumé de Finnan et al. 2011).

Évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE)

L'évaluation de l'impact sur l'environnement est un outil essentiel pour déterminer l'impact de la culture de carburants à base de biomasse et des pratiques de récolte sur la faune sauvage migratrice et ses habitats. En Europe, cependant, une évaluation de l'impact sur l'environnement n'est pas requise en principe pour les changements dans la production de cultures sur des terrains agricoles. L'évaluation de l'impact sur l'environnement de la production de carburants à base de biomasse devrait cependant être axée sur les espèces qui subissent le plus d'incidences des projets d'exploitation de l'énergie de la biomasse, à savoir, les espèces d'oiseaux des prairies et forestiers et les mammifères terrestres. En ce qui concerne les oiseaux migrateurs, l'évaluation de l'impact sur l'environnement devrait avoir pour but de déterminer l'importance d'une zone de projet potentielle pour les oiseaux migrateurs, en termes de ressources disponibles (alimentation, eau, couvert végétal, reproduction, etc.), et indiquer comment ces ressources pourraient être affectées par des changements dans les habitats résultant du projet d'aménagement. La présence

d'espèces menacées ou en danger dans la zone du projet, à n'importe quel moment durant le cycle de vie annuel des espèces, devrait faire partie également de l'évaluation de l'impact sur l'environnement. L'évaluation de l'impact sur l'environnement devrait aussi recenser des mesures d'atténuation éventuelles pouvant aider à réduire l'impact des changements dans les habitats anticipés en raison du projet d'aménagement sur les espèces migratrices.

3.3 Meilleures pratiques d'atténuation

Un grand nombre d'effets défavorables peuvent être réduits ou évités en choisissant des matières premières à base de biomasse pour la consommation d'énergie, une utilisation efficace des ressources de la biomasse, des bonnes pratiques d'emplacement des terres cultivées et des centrales, et une gestion durable des sols et des forêts, y compris des stratégies de plantation, le bon choix de la période et de la méthode de récolte, et le choix des espèces cultivées. Les principes de bonnes pratiques énumérés ci-dessous constituent les principaux éléments de bonnes pratiques en matière de production d'énergie de la biomasse qui pourraient être appliqués pour réduire à un minimum les effets défavorables sur les espèces migratrices et optimiser les avantages. Pour plus d'information, les praticiens devront consulter des orientations publiées plus détaillées.

Choix du site

- Cibler la production de biomasse pour la bioénergie dans des zones à faible valeur en termes de conservation, ne convenant pas de préférence à une production alimentaire destinée aux êtres humains ou aux animaux, pour les champs de production de biocarburants (Fargione *et al.* 2010). Éviter de convertir les zones à valeur élevée en termes de conservation et éviter la concurrence avec les terres agricoles qui conduit à un déplacement des zones de production alimentaire pour les êtres humains ou les animaux dans des zones prioritaires en termes de conservation.
- Choisir un emplacement des centrales de bioénergie pour que celles-ci dépendent de ressources de biomasse locales et puissent évaluer l'impact de la production de biomasse, et ne dépendent pas d'une biomasse transportée sur de longues distances ou importée.

Conception, gestion durable des terres et des forêts

- Utiliser des biocarburants qui ne nécessitent pas des terrains supplémentaires et ne font pas concurrence à la production alimentaire destinée aux êtres humains ou aux animaux, comme par exemple les résidus de bois ou de cultures (Fargione *et al.* 2009; Hartman *et al.* 2011).
- Utiliser des sources ligneuses secondaires qui n'augmentent pas directement les récoltes, comme par exemple les résidus de cultures, les résidus industriels et les résidus ligneux, les déchets animaux/municipaux, les cultures de couvert végétal et les algues (Fargione *et al.* 2009).
- Utiliser des espèces indigènes plutôt que des espèces introduites et/ou des cultures ou arbres plantés en lignes. Ceci permet d'augmenter l'hétérogénéité des habitats, aboutissant à une augmentation de la diversité des espèces d'oiseaux et d'insectes

(Murray and Best 2003, Fargione et al. 2009, Fargione et al. 2010, Hartman 2011, Robertson et al. 2011).

- Utiliser des systèmes de rotation des cultures ou de culture en bandes alternantes pour améliorer la diversité des espèces, ainsi qu'une agroforesterie bien gérée. On trouve des exemples d'amélioration de la diversité des espèces d'oiseaux migrateurs dans les champs de panic, qui fournissent à la fois des habitats d'herbes hautes et courtes (Murray and Best 2003, Roth et al. 2005, Bies et al. 2006).
- Cibler la production de biomasse dans des zones cultivées déjà dégradées et éviter de convertir des habitats indigènes de haute qualité en champs de production de biomasse (Fargione et al. 2010).
- Utiliser des couloirs d'habitats pour maintenir ou augmenter la connectivité et réduire le morcellement des habitats.
- Évaluer et prévoir des zones interdites à la récolte de biomasse, dans des zones importantes pour la biodiversité et la faune sauvage, comme les tourbières, les zones humides et les forêts à valeur élevée en termes de conservation (Fargione et al. 2010).
- Utiliser la biomasse issue d'une gestion des paysages et des habitats qui appuie les efforts déployés pour maintenir ou améliorer les habitats et la biodiversité, comme la tonte des prairies, la taille des haies et l'élagage des arbres (Fargione et al. 2009).
- Appliquer une bonne gestion des terres et des forêts.

3.4 Évaluation avant la construction et suivi avant et après la construction

La construction des centrales de bioénergie aura sans doute des effets semblables aux autres types d'aménagement similaires sur les espèces migratrices. Ceci peut inclure, entre autres, la perte d'habitats, une attirance ou des perturbations, et une mortalité directe. Des précisions sont fournies ci-dessous sur les points importants qui concernent spécifiquement la bioénergie. Pour des informations générales sur l'évaluation et le suivi, veuillez consulter les lignes directrices générales et le rapport d'analyse.

Il importe d'entreprendre des études sur les populations pour comprendre comment la production de biomasse peut affecter les espèces migratrices, essentiellement les oiseaux et les mammifères terrestres. Idéalement, des études axées sur les populations devraient être effectuées pour les espèces se trouvant dans les habitats que l'on propose de convertir à une production de biomasse, en expliquant comment la diversité et l'abondance des espèces d'oiseaux et de mammifères sont modifiées par des changements dans les habitats, ainsi que de façon saisonnière au moment des récoltes. Dans les zones où une production de biomasse est proposée, des études devraient estimer la valeur des habitats existants pour les espèces migratrices et évaluer les effets potentiels des changements d'affectation des sols. Les habitats essentiels pour les espèces migratrices, tels que les zones de préoccupation en termes de conservation et les habitats menacés devraient être identifiés, ainsi que les effets des changements dans les cultures sur les terrains agricoles existants.

Des études devraient être faites dans les zones cultivées avant et après les récoltes, afin d'identifier les changements dans les populations d'oiseaux et de mammifères, dans différentes conditions de ressources alimentaires et de couvert végétal disponibles. Les études devraient être effectuées à un moment qui correspond aux différentes périodes du cycle de vie annuel des espèces, en particulier la migration, la reproduction et l'hivernage.

Idéalement, les études de populations ainsi que l'évaluation d'autres incidences sur l'environnement doivent être effectuées dans les zones que l'on propose de convertir à une production de biomasse, afin d'éviter une conversion de prairies, pâturages ou forêts indigènes en zones de culture de biomasse. Les études devraient quantifier la diversité et l'abondance des espèces migratrices, et déterminer si la zone considérée abrite des espèces menacées ou en danger. Ces études devraient éclairer les décisions sur l'emplacement des zones de culture et de récolte de la biomasse, et les zones affectées devraient être celles qui contiennent les habitats les moins utiles pour les oiseaux migrateurs, les mammifères et les espèces rares.

Les études réalisées dans les zones de culture et de récolte de la biomasse 'en activité' peuvent aider à déterminer si des mesures de gestion peuvent permettre d'augmenter la valeur des habitats des oiseaux migrateurs ou des mammifères. Pour atteindre cet objectif, des mesures de gestion prudentes pourraient inclure celles qui ont été décrites plus haut.

L'évaluation et suivi avant la construction et le suivi après la construction sont examinés séparément dans le présent paragraphe; en pratique, cependant, les deux sont étroitement liés. Plusieurs documents de lignes directrices exigent d'utiliser la méthode BACI (Before-After-Control-Impact) pour le suivi avant et après la construction. Ceci implique d'effectuer un suivi avant et après la construction d'une façon comparable, et d'effectuer le suivi sur le site en question, ainsi que dans une ou plusieurs zones de contrôle.

3.5 Résumé des lignes directrices et outils existants

Ce paragraphe donne un résumé des sources d'information, outils et orientations recommandés; cette liste n'a pas vocation à énumérer toutes les sources disponibles, mais plutôt, à indiquer les lignes directrices les plus récentes, pertinentes, utiles et reconnues sur le sujet.

- 1) Fargione, J. E., T. R. Cooper, D. J. Flaspohler, J. Hill, C. Lehman, T. McCoy, S. McLeod, E. J. Nelson, K. S. Oberhauser, and D. Tilman. 2009. Bioenergy and wildlife: threats and opportunities for grassland conservation. *BioScience* 59(9):767-77.
- 2) Fargione, J. E., R. J. Plevin, and J. D. Hill. 2010. The ecological impact of biofuels. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 41:351-77.
- 3) GBEP 2011. The Global Bioenergy Partnership Sustainability Indicators for Bioenergy First edition
http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/Indicators/The_GBEP_Sustainability_Indicators_for_Bioenergy_FINAL.pdf
- 4) Köppen, S., S. Markwardt, and H. Fehrenbach. 2013. Biofuels Screening Toolkit: Guidelines for Decision Makers.

- 5) ILUC 2012. Indirect Land Use Change (ILUC) http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-787_en.htm
- 6) National Wildlife Federation. 2013. Perennial Herbaceous Biomass Production and Harvest in the Prairie Pothole Region of the Northern Great Plains: Best Management Guidelines for Achieve Sustainability of Wildlife Resources.
- 7) The Heinz Center and The Pinchot Institute. 2009. Ensuring Forest Sustainability in the Development of Wood Biofuels and Bioenergy: Implications for Federal and States Policies.
- 8) UNEP/GEF/UNIDO for biofuels, see: http://www.unido.org/fileadmin/user_media_upgrade/What_we_do/Topics/Energy_access/Guidelines_for_Decision_Makers__FINAL_WEB_20022014.pdf

3.6 Documentation

- Andrade, R. M. T. de and A. Miccolis. 2010. Biodiesel in the Amazon. ICRAF Working Paper no. 113. Nairobi, Kenya: World Agroforestry Centre.
- Bies, L. 2006. The Biofuels Explosion: Is Green Energy Good for Wildlife? *Wildlife Society Bulletin* 34(4):1203-05.
- Cook, J. H., J. Beyea, and K. H. Keeler. 1991. Potential impacts of biomass production in the United States on biological diversity. *Annual Review of Energy and the Environment* 16:401-31.
- de Carvalho, C.M. 2011. Strategic Environmental Assessment for Sustainable Expansion of Palm Oil Biofuels in Brazilian North Region. *Energy & Environment*. 22(5):565-76.
- Fargione, J. E., T. R. Cooper, D. J. Flaspohler, J. Hill, C. Lehman, T. McCoy, S. McLeod, E. J. Nelson, K. S. Oberhauser, and D. Tilman. 2009. Bioenergy and wildlife: threats and opportunities for grassland conservation. *BioScience* 59(9):767-77.
- Fargione, J. E., R. J. Plevin, and J. D. Hill. 2010. The ecological impact of biofuels. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 41:351-77.
- Finnan, J., Styles, D., Fitzgerald, J., Connolly, J. and Donnelly, A. (2012), Using a Strategic Environmental Assessment framework to quantify the environmental impact of bioenergy plans. *GCB Bioenergy*, 4: 311–329. doi: 10.1111/j.1757-1707.2011.01143.x
- Hartman, J. C., J. B. Nippert, R. A. Orozco, C. J. Springer. 2011. Potential ecological impacts of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) biofuel cultivation in the Central Great Plains, USA. *Biomass and Bioenergy* 35:3415-21.
- Lapola, D. M., R. Schaldach, J. Alcamo, A. Bondeau, J. Koch, C. Koelking, and J. A. Priess. 2010. Indirect land-use changes can overcome carbon savings from biofuels in Brazil. *PNAS* 107(8):3388-3393.
- Murray, L. D. and L. B. Best. 2003. Short-term bird response to harvesting switchgrass for biomass in Iowa. *The Journal of Wildlife Management* 67(3):611-21.
- Robertson, B. A., P. J. Doran, E. R. Loomis, J. R. Robertson, and D. W. Schemske. 2011. Avian use of perennial biomass feedstocks as post-breeding and migratory stopover habitat. *PLoS ONE* 6(3):e16941.
- Roth, A. M., D. W. Sample, C. A. Ribic, L. Paine, D. J. Undersander, and G. A. Bartelt. 2005. Grassland bird response to harvesting switchgrass as a biomass energy crop. *Biomass and Bioenergy* 28:490-498.

4 Énergie géothermique

4.1 Principales incidences

Les différentes technologies liées aux ressources géothermiques diffèrent à de nombreux égards, mais elles soulèvent plusieurs questions écologiques communes concernant les espèces migratrices et leurs systèmes écologiques. Les effets potentiels du déploiement des technologies liées à l'énergie géothermique sur les espèces migratrices sont récapitulés ci-dessous pour les phases de construction, de fonctionnement et de démantèlement des projets. Pour une description détaillée des répercussions des projets de développement d'énergie géothermique sur les espèces migratrices, nous faisons référence à l'étude de Van der Winden et al. (2014).

Construction et démantèlement

- Perte d'habitats des oiseaux et des mammifères, résultant de la construction de centrales et d'infrastructures géothermiques.
- Détérioration des habitats des oiseaux, des mammifères et des poissons, résultant de l'impact sur la qualité des eaux de surface (rejet de déchets).
- Morcellement des habitats des oiseaux et des mammifères, résultant des infrastructures et d'autres structures (clôtures, bâtiments, etc.).
- Perturbation des oiseaux et des mammifères, résultant des activités de construction.
- Mortalité des oiseaux et des mammifères, résultant de collisions avec des véhicules.

Fonctionnement

- Perturbation des oiseaux et des mammifères, résultant de nuisances sonores, lumineuses et thermiques et des infrastructures du site.
- Morcellement des habitats des oiseaux, des mammifères et des poissons, résultant de l'impact sur la qualité de l'eau de surface (rejet de déchets), sa température et sa quantité (prélèvement d'eau).

4.2 Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE

Pour une description générale de la législation, des politiques générales et de l'importance des évaluations stratégiques environnementales (ESE) et des évaluations de l'impact sur l'environnement (EIE), et des lignes directrices pour celles-ci, veuillez vous reporter au paragraphe 2.2.

Législation et politiques générales

Le cadre institutionnel, la législation et les obligations juridiques délimitent les frontières des projets d'exploitation de l'énergie géothermique, notamment en vue d'assurer la protection des espèces migratrices. Il n'existe aucune législation ou politique générale spécifique concernant le développement des technologies liées à l'énergie géothermique et la faune sauvage (espèces migratrices). Le cadre législatif et réglementaire applicable à l'énergie géothermique à l'échelle mondiale, et au sein de l'Union européenne par

exemple (http://geodh.eu/wp-content/uploads/2012/11/K4RES-H_Geothermal_Regulations.pdf), est très diversifié. Les dispositions pertinentes de la législation nationale sont dispersées dans les lois relatives à l'exploitation minière, à l'énergie, à l'environnement, à la gestion de l'eau et la géologie, et sont parfois contradictoires.

Plusieurs rapports ont fait des propositions pour améliorer le cadre réglementaire applicable à l'électricité géothermique en général, tels que :

<http://www.geoelec.eu/wp-content/uploads/2011/09/D4.1-Report-on-Geothermal-Regulations.pdf> et <http://www.geoelec.eu/wp-content/uploads/2013/11/D6.2-Final-Report.pdf>.

Évaluation stratégique environnementale

L'évaluation stratégique environnementale (ESE) permet d'établir un cadre pour identifier les zones à haut risque, afin que les promoteurs sachent que les difficultés rencontrées en termes d'évaluation environnementale et de mesures d'atténuation seront plus grandes, et que le risque de refus d'une autorisation sera plus élevé. Une évaluation stratégique environnementale réalisée à une grande échelle spatiale peut aider à détecter et à éviter les incidences les plus graves des installations géothermiques sur l'environnement. Bien que certains pays aient procédé à une évaluation stratégique environnementale pour gérer des projets d'exploitation d'énergies renouvelables, ces évaluations visent rarement de manière spécifique l'énergie géothermique. Quelques exemples de planification stratégique générale de la géothermie, qui n'abordent pas spécifiquement les espèces migratrices, sont décrits dans l'encadré 4.1.

Encadré 4.1 Exemples de planification stratégique de l'énergie géothermique

États-Unis : Les États-Unis, qui possèdent la plus grande capacité d'énergie géothermique installée dans le monde (Association pour l'énergie géothermique, 2013), ont élaboré une Déclaration programmatique de l'impact sur l'environnement (PEIS) pour les concessions géothermiques (BLM et USFS 2008) sur les terres fédérales de la partie occidentale du pays. La Déclaration programmatique a évalué différentes options pour l'emplacement de terrains, définis comme fermés ou disponibles pour des concessions, et analysé les clauses de protection des ressources vulnérables. La Déclaration programmatique a aussi décrit les propositions d'amendement des plans d'affectation des sols fédéraux, afin d'adopter les allocations, les clauses, les procédures, et les meilleures pratiques de gestion recommandées. http://permanent.access.gpo.gov/LPS123922/LPS123922/www.blm.gov/wo/st/en/prog/energy/geothermal/geothermal_nationwide/Documents/Final_PEIS.html.

Pérou : Le Plan directeur pour le développement de l'énergie géothermique au Pérou a été élaboré au nom du Ministère de l'énergie et des mines au Pérou (Agence de coopération internationale du Japon, 2013). Ce plan ne prévoit pas expressément une évaluation des incidences du développement de l'énergie géothermique sur l'environnement au Pérou. Cependant, il prend en considération la réduction des effets défavorables sur l'environnement, en identifiant les zones sensibles sur le plan écologique. Il recense également les domaines à améliorer, tels que la formation du personnel des agences gouvernementales aux procédures d'évaluation de l'impact sur l'environnement pour les projets liés à l'énergie géothermique.

Islande : Le Gouvernement islandais a décidé, en 1997, d'élaborer un Plan directeur pour tous les projets potentiels de centrales géothermiques et hydroélectriques. Toutes les propositions de projet devraient être évaluées et classées en fonction de plusieurs éléments, mais aussi au regard de

l'impact des installations sur l'environnement. Les travaux ont été menés par un Comité directeur de 16 membres, et environ 50 experts ont été nommés dans quatre groupes de travail (y compris des experts de la faune et de la flore sauvages). Le Comité n'avait pas pour vocation de préciser les exigences requises pour les évaluations de l'impact sur l'environnement (EIE), mais plutôt, d'identifier quels projets d'aménagement étaient le plus adaptés, en appliquant des critères liés à la production d'énergie, l'économie et la protection de la nature. Les experts ont évalué les incidences potentielles des différents projets de centrales proposés sur la flore et la faune. Ils ont examiné les données disponibles pour chaque projet proposé et les ont répartis, en fonction de leur qualité, dans trois catégories : bon (A), moyen (B) et insatisfaisant (C); ils ont aussi suggéré plusieurs tâches de collecte de données, afin d'améliorer la base de données dans les zones concernées. Pour classer les projets proposés, le groupe de travail a examiné plusieurs façons de réaliser l'évaluation et a sélectionné une procédure à trois étapes, utilisant une analyse multicritères. La première étape a consisté à évaluer les valeurs du site, puis, dans un deuxième temps, l'impact du projet d'aménagement a été évalué et enfin, dans un troisième temps, les projets proposés ont été classés, en allant du moins bon au meilleur choix du point de vue du patrimoine écologique et culturel, en utilisant un processus hiérarchique analytique qui inclut les valeurs du site et les incidences prévues.

<http://www.ramamaetlun.is/english>

Encadré 4.2 Exemple d'évaluation stratégique environnementale du déploiement de la technologie géothermique

États-Unis : Les Ministères de l'intérieur et de l'agriculture aux États-Unis ont publié la Déclaration finale programmatique de l'impact sur l'environnement (PEIS) (appelée évaluation stratégique environnementale dans d'autres pays) pour les concessions géothermiques dans l'ouest des États-Unis (2008). Cette déclaration décrit les incidences générales et les préoccupations environnementales, y compris les incidences sur la faune sauvage migratrice, du développement de l'énergie géothermique. Les principes énoncés dans la Déclaration programmatique peuvent être appliqués, d'une manière générale, à toute évaluation stratégique environnementale du développement futur de l'énergie géothermique.

http://permanent.access.gpo.gov/LPS123922/LPS123922/www.blm.gov/wo/st/en/prog/energy/geothermal/geothermal_nationwide/Documents/Final_PEIS.html

Évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE)

Dans le contexte des espèces migratrices, les évaluations de l'impact sur l'environnement des projets d'exploitation de l'énergie géothermique devraient mettre l'accent en particulier sur :

- Les espèces migratrices : les oiseaux, les mammifères et les poissons.
- La fonction et l'importance de la zone d'impact pour les espèces migratrices: s'agit-il de voies de passage souvent empruntées, y trouve-t-on des concentrations exceptionnelles d'espèces migratrices ou des sites de reproduction ou d'alimentation importants pour les espèces migratrices, ou des goulots d'étranglement (couloirs de migration étroits).
- Les principales incidences du déploiement des technologies liées à l'énergie géothermique sur les espèces migratrices : voir le paragraphe 4.1.
- Les mesures qui permettent d'éviter, de réduire à un minimum ou de limiter les effets défavorables importants du déploiement des technologies liées à l'énergie géothermique sur les espèces migratrices : voir le paragraphe 4.3.

4.3 Meilleures pratiques d'atténuation

Afin de déterminer si des incidences peuvent être évitées ou atténuées, quelles mesures peuvent être prises, à quel point les mesures d'atténuation seront efficaces, et le rapport coût-efficacité des mesures prises, des facteurs propres à chaque projet et à chaque site doivent être évalués. Il convient de mettre au point une série de mesures d'atténuation définitives applicables au projet, en consultation avec les organismes fédéraux compétents chargés de la gestion des ressources et les parties prenantes concernées. Ces consultations devront être menées au tout début du processus d'élaboration du projet et, de préférence, avant de choisir le site et la conception définitive du projet. Cette partie examine les mesures d'atténuation requises, à partir de l'examen des incidences décrites au paragraphe 4.1.

(<http://teeic.indianaffairs.gov/er/geothermal/mitigation/eco/index.htm>).

Choix du site

- Éviter tout projet d'aménagement dans les habitats vulnérables ou prioritaires pour les espèces migratrices, en procédant à une évaluation préalable par site des espèces migratrices qui seront potentiellement affectées et de l'importance de la zone considérée pour ces espèces.

Conception

- Concevoir de manière adéquate des couloirs pour les conduites. Éviter de bloquer les voies de migration des animaux, en enterrant les conduites ou en les surélevant, pour permettre le passage sans encombre des animaux.
- Réduire à un minimum la perte d'habitats, en utilisant les techniques de forage directionnel.
- Éviter que les animaux sauvages boivent des eaux usées géothermiques, en séparant et en isolant les fluides géothermiques dans des bassins de récupération en polyéthylène haute densité (PEHD) bien clôturés, avant leur élimination par réinjection dans le réservoir.
- Assurer l'approvisionnement en eau potable des animaux sauvages à différents endroits, pour éviter qu'ils soient tentés de boire les eaux usées géothermiques, notamment en cas de sécheresse.
- Clôturer les bassins de conditionnement des eaux usées pour empêcher que les animaux sauvages viennent en contact direct avec ces eaux.
- Utiliser la technologie d'injection dans les puits géothermiques, afin de réduire l'affaissement des terrains et la contamination des masses d'eau locales par les eaux usées.
- Refroidir par réinjection et/ou recyclage de l'eau.

Mesures d'atténuation pendant la phase opérationnelle

- Éviter le gaspillage des ressources hydriques et récupérer l'eau de pluie.

4.4 Évaluation avant la construction et suivi avant et après la construction

L'évaluation et suivi avant la construction et le suivi après la construction sont examinés séparément dans le présent paragraphe; en pratique, cependant, les deux sont étroitement liés. Plusieurs documents de lignes directrices exigent d'utiliser la méthode BACI (Before-After-Control-Impact) pour le suivi avant et après la construction. Ceci implique d'effectuer un suivi avant et après la construction d'une façon comparable, et d'effectuer le suivi sur le site en question, ainsi que dans une ou plusieurs zones de contrôle.

Évaluation et suivi avant la construction / étude de référence

Les efforts déployés pour le suivi devraient être axés sur le choix du site des installations géothermiques, au regard de l'utilisation de la zone en question par la faune sauvage migratrice (oiseaux, mammifères, poissons), en particulier les espèces définies comme étant menacées dans le cadre de la Liste rouge de l'UICN, ou qui sont considérées comme une priorité de conservation locale, régionale ou nationale. Il conviendra de déterminer quelles sont les espèces à risque et de recueillir des informations constituant la base des prévisions concernant l'ampleur des incidences sur les oiseaux. L'évaluation avant la construction devrait inclure des études sur l'abondance, la dispersion, l'activité et les déplacements des espèces migratrices. Les résultats des études sur la présence ou l'absence d'espèces en général et sur la diversité et l'abondance de la faune sauvage migratrice devraient éclairer les décisions sur l'emplacement des installations géothermiques. Le suivi devrait inclure au minimum tous les stades du cycle de vie des espèces concernées, ce qui signifie généralement une période de suivi minimum de 12 mois.

Suivi après la construction

- Suivi des populations d'animaux migrateurs concernés.
- Suivi des masses d'eau (quantité, qualité et température, débits) qui subissent un impact (en raison du prélèvement d'eau et/ou du rejet de déchets).

4.5 Résumé des lignes directrices et outils existants

Il existe peu d'orientations sur les mesures concernant l'énergie géothermique en vue d'éviter, d'atténuer et de compenser les incidences sur la faune sauvage (migratrice). La référence ci-dessous peut apporter des conseils utiles.

Bureau of Land Management and United States Forest Service. 2008. Final Programmatic Environmental Impact Statement for Geothermal Leasing in the Western United States. <http://teeic.indianaffairs.gov/er/geothermal/mitigation/eco/index.html>

4.6 Documentation

Abbasi, S. A. and N. Abbasi. 2000. The likely adverse environmental impacts of renewable energy sources. *Applied Energy* 65:121-144.

- Bureau of Land Management and United States Forest Service. 2008. Final Programmatic Environmental Impact Statement for Geothermal Leasing in the Western United States.
- [GEA] Geothermal Energy Association. 2012. Geothermal: International Market Overview Report.
- Japan International Cooperation Agency. 2013. Master plan for the development of geothermal energy in Peru. Final Report. Prepared for the Peruvian Ministry of Energy and Mines.
- Kagel, A., D. Bates, and K. Gawell. 2007. A guide to geothermal energy and the environment. Geothermal Energy Association.
- Matek, B. 2013. Geothermal Power: International Market Overview. Washington, D.C.: Geothermal Energy Association.
- Northrup, J. M. And G. Wittemyer. 2012. Characterising the impacts of emerging energy development on wildlife, with an eye towards mitigation. Ecology Letters 16:112-125.3.0 Hydropower.

5 Énergie hydraulique

5.1 Principales incidences

Les incidences potentielles du stockage conventionnel de l'énergie hydraulique sur les systèmes écologiques et les espèces migratrices incluent :

- La mortalité d'organismes aquatiques migrants, tels que les poissons dans les turbines de centrales hydroélectriques en activité.
- Des changements dans les régimes hydrologiques des cours d'eau et des plaines d'inondations affectés.
- La perte d'habitats en raison de perturbations ou de déplacements contraints, suite à l'installation de réservoirs.
- Des obstacles à la migration des organismes aquatiques, comme les poissons, dans les cours d'eau.
- Une mauvaise qualité de l'eau, en raison d'une modification des régimes d'écoulement.
- Une sédimentation des cours d'eau en amont des installations hydroélectriques.

Les poissons, oiseaux, mammifères et reptiles migrants peuvent potentiellement subir un impact résultant à la fois du stockage de l'énergie hydraulique et de l'énergie hydraulique au fil de l'eau. Les principales incidences résultent généralement du stockage de l'énergie hydraulique, car ces projets d'aménagement sont souvent à plus grande échelle et ont un impact plus important sur les habitats. Les principales incidences potentielles de l'aménagement et du déploiement de technologies d'énergie hydraulique sur les espèces migratrices sont résumées ci-après, pendant les phases de construction, de fonctionnement et de démantèlement des installations. Pour une description plus précise des incidences des installations hydroélectriques sur les espèces migratrices, veuillez consulter l'analyse de Van der Winden *et al.* (2014).

Construction et démantèlement

- Mortalité des poissons, des oiseaux et des reptiles, résultant du braconnage, de déversements éventuels de produits chimiques, et du drainage des zones humides.
- Perte d'habitats des poissons, des oiseaux, des mammifères et des reptiles.
- Obstacle aux déplacements des poissons, des mammifères aquatiques et des tortues d'eau douce.
- Détérioration des habitats des poissons et des tortues d'eau douce, en raison d'une modification de l'hydrologie dans les zones situées en amont et en aval.
- Altération des habitats des poissons, en raison d'une modification des processus d'érosion et de sédimentation dans les zones situées en aval.

Fonctionnement

- Mortalité directe des poissons et, potentiellement, des tortues, en raison des turbines et d'une modification de la pression de l'eau lorsque les organismes aquatiques traversent les centrales hydroélectriques.
- Perte d'habitats dans les rivières peu profondes et à débit rapide, les bords des rivières, et les zones de fraie où des barrages hydroélectriques sont construits.
- Gain en habitats par la création de réservoirs d'eau vastes et profonds pour assurer le stockage de l'eau.

- Obstacle aux déplacements, en raison des structures physiques construites le long des voies de migration des poissons, des mammifères aquatiques et des tortues d'eau douce. Des améliorations sont possibles en installant des échelles et des ascenseurs à poissons.
- Modification saisonnière de l'hydrologie et de la température de l'eau, y compris la perte de zones de frai et de seuils de température qui déclenchent la ponte.
- Détérioration et perte d'habitats résultant d'une modification des régimes d'écoulement qui a un impact direct sur les poissons et les oiseaux d'eau, ainsi que des incidences sur les prédateurs des poissons, tortues, mammifères aquatiques et oiseaux d'eau. On observe également des changements dans la végétation des cours d'eau et des bancs de sable, lesquels modifient la géomorphologie des parties inférieures des cours d'eau, aboutissant à un déclin des possibilités de reproduction des poissons, des oiseaux, des mammifères aquatiques et des reptiles (sites de reproduction des tortues par exemple).
- Prolifération des espèces exotiques.
- Accumulation des eaux de ruissellement toxiques des bassins versants dans les réservoirs hydroélectriques, aboutissant à une augmentation de la bioaccumulation dans les organismes qui utilisent ces réservoirs.
- Réduction des taux d'inondation dans les zones situées en aval, entraînant une baisse de la reproduction des poissons, des tortues et des oiseaux d'eau.

Il est fait référence au chapitre 6 aux impacts et aux lignes directrices se rapportant aux barrages marémoteurs.

5.2 Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE

Législation et politiques générales

La législation et les politiques générales relatives à l'installation et à la maintenance des centrales hydroélectriques, en ce qui concerne la faune et la flore sauvages, varient substantiellement selon les pays et les continents. Quelques exemples de lignes directrices et de politiques générales sont fournis ci-après pour illustrer cela.

En Europe, la Directive-cadre sur l'eau (2000) fournit une approche législative pour la gestion et la protection de l'eau, basée sur les formations géographiques et hydrologiques naturelles (bassins hydrographiques). Un des objectifs de la Directive-cadre sur l'eau est d'assurer le bon état écologique et chimique de l'eau, et de protéger la santé humaine, l'approvisionnement en eau, les écosystèmes naturels et la biodiversité, laquelle inclut les espèces migratrices. En ce qui concerne les installations hydroélectriques, l'application des articles 5 et 6 de la Directive-cadre inclut l'examen des incidences de l'activité humaine sur l'environnement, et des lignes directrices pour la surveillance de l'état des eaux de surface.

La Directive-cadre sur l'eau donne un cadre pour la politique générale de l'Union européenne en matière d'eau, et elle est complétée par d'autres réglementations applicables à différents aspects de l'usage de l'eau énumérés ci-dessous.

- La Directive sur les eaux souterraines (2006).
- La Directive sur les normes de qualité environnementale (2008).

- Deux décisions de la Commission (2005 et 2008) sur l'état écologique ont mis en place un registre pour presque 1500 sites inclus dans un exercice d'étalonnage, afin de permettre une comparaison entre les normes environnementales des différents pays, et ont publié les résultats. Ceci inclut les normes relatives aux cours d'eau et les normes écologiques connexes.

Aux États-Unis, un total de 29 États, le District de Columbia et le territoire de Porto Rico disposaient de normes pour un portefeuille d'énergies renouvelables (Renewable Portfolio Standards) en date de mars 2012. Chaque État fixe ainsi ses propres objectifs et désigne les technologies qui sont admissibles. Bien que l'hydroélectricité soit reconnue comme une ressource entièrement renouvelable, son statut de technologie admissible varie d'État à État. Lorsque les normes susmentionnées incluent l'hydroélectricité, des conditions sont souvent imposées en ce qui concerne la taille, l'emplacement ou l'âge des installations, ce qui limite l'admissibilité. Cependant, on observe depuis quelques années une tendance à un traitement plus inclusif de l'hydroélectricité. En janvier 2013, la loi sur l'efficacité de la réglementation de l'hydroélectricité a été adoptée à l'unanimité comme politique générale, pour promouvoir la croissance des installations hydroélectriques de petite taille au fil de l'eau. En janvier 2013 également, la Loi sur l'allègement fiscal pour les contribuables américains a inclus le prolongement d'un an du crédit d'impôt sur la production (PTC) pour le développement des énergies renouvelables. Les préoccupations environnementales concernant le passage des poissons ont abouti au démantèlement de certains barrages aux États-Unis. Ceci nécessite souvent de prendre des décisions de compromis entre la restauration des écosystèmes et les avantages socioéconomiques actuels retirés des centrales hydroélectriques.

Plusieurs pays d'Amérique latine procèdent actuellement à des évaluations du potentiel de l'hydroélectricité et à des réformes de politique générale. A titre d'exemple, le Paraguay a effectué une évaluation du potentiel national de l'hydroélectricité pendant l'année 2012, pour déterminer l'emplacement des projets. L'Argentine a achevé son Plan pour 2030, y compris un axe principal pour la politique énergétique, basé sur l'hydroélectricité et l'énergie nucléaire, afin de réduire la part du gaz dans le marché de l'électricité, de 52% à 30%. De même, le Chili a publié sa Stratégie énergétique nationale pour 2012-2030, visant à augmenter la part de marché de l'hydroélectricité de 34% à 48%.

Évaluation stratégique environnementale (ESE)

L'évaluation stratégique environnementale (ESE) permet d'établir un cadre pour identifier les zones à haut risque, afin que les promoteurs sachent que les difficultés rencontrées en termes d'évaluation environnementale et de mesures d'atténuation seront plus grandes, et que le risque de refus d'une autorisation sera plus élevé. Une évaluation stratégique environnementale peut être effectuée à la fois pour la réalisation et le fonctionnement d'une centrale hydroélectrique, et comprend une évaluation des travaux et des infrastructures connexes, de l'ampleur des effets cumulatifs, du rôle et des capacités des tiers, et de l'impact des principaux fournisseurs, en utilisant une expertise adéquate et en évitant des lacunes importantes (Association internationale pour l'hydroélectricité, 2010). La Commission mondiale des barrages a proposé des critères et des lignes directrices

pour appliquer des priorités stratégiques aux projets de barrages. Ceci inclut cinq principales mesures à prendre pour gérer leur impact sur l'environnement:

- Mesures propres à éviter les effets défavorables anticipés d'un gros barrage, en choisissant des projets alternatifs.
- Mesures propres à réduire au minimum les incidences sur l'environnement, en modifiant des aspects de la conception du projet, une fois qu'un projet de barrage a été décidé.
- Mesures d'atténuation intégrées dans une conception ou un système de fonctionnement nouveau ou existant d'un barrage, afin de réduire l'impact sur les écosystèmes à un niveau acceptable.
- Mesures qui compensent les effets résiduels inévitables, en renforçant les attributs des écosystèmes dans les bassins versants situés au-dessus d'un barrage ou dans d'autres sites.
- Mesures propres à restaurer certaines caractéristiques des écosystèmes riverains.

Pour assurer le succès des mesures d'atténuation, les conditions à respecter incluent:

- Une bonne base d'information et un personnel compétent et bien informé sont disponibles pour formuler des choix complexes auprès des décideurs.
- Un cadre juridique et des mécanismes de respect des lois adéquats.
- Un processus de coopération avec l'équipe de conception et les parties prenantes.
- Un suivi des retours d'information et une évaluation de l'efficacité des mesures d'atténuation.
- Des ressources financières et institutionnelles suffisantes.

Des données de référence doivent être recueillies pour déterminer et documenter l'état du milieu naturel avant la construction du projet, afin de pouvoir mesurer les changements observés après la construction du projet. Pour les centrales hydroélectriques, la procédure d'évaluation stratégique environnementale est décrite de façon détaillée dans le document de l'Association internationale pour l'hydroélectricité (2010). Quelques exemples de planification stratégique de l'énergie hydraulique sont fournis dans l'encadré 5.1

Encadré 5.1 Exemples de planification stratégique de l'exploitation de l'énergie hydraulique

Fleuve Mékong : La Commission du Fleuve Mékong est une organisation intergouvernementale de bassin hydrographique, qui fournit un cadre institutionnel pour mettre en œuvre l'Accord du Mékong de 1995 pour une coopération régionale dans le bassin du Mékong. L'évaluation stratégique environnementale vise à recenser les opportunités et les risques potentiels, en évaluant des stratégies de développement alternatif de l'hydroélectricité sur le fleuve Mékong (Centre international de gestion de l'environnement, 2010).

Vietnam : Le Centre international de gestion de l'environnement a préparé une évaluation stratégique environnementale pilote, axée sur les effets potentiels de l'hydroélectricité planifiée sur la biodiversité. L'évaluation pilote a fourni une méthodologie et une gamme d'outils pour évaluer les effets de l'hydroélectricité sur la biodiversité au niveau stratégique. L'évaluation a identifié également les zones géographiques et les groupes de projets du 6^{ème} plan de développement énergétique qui nécessitent un examen plus poussé et des mesures d'atténuation pour assurer leur durabilité et réduire leurs incidences défavorables sur la biodiversité et l'économie (Centre international de gestion de l'environnement, 2007).

États-Unis : Le Ministère de l'énergie aux États-Unis a commandé une évaluation du potentiel énergétique de nouvelles installations hydroélectriques en tronçons (Kao *et al.* 2014). Cette évaluation a utilisé des caractéristiques techniques, environnementales et socioéconomiques essentielles pour identifier les possibilités de nouvelles installations hydroélectriques dans 3 millions de rivières. Les séries de données et les outils mis au point au moyen de cette évaluation ont vocation à être souples, de façon à pouvoir être adaptés pour répondre aux besoins analytiques des parties prenantes individuelles.

Évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE)

Une évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE) est importante pour identifier les différentes incidences d'une centrale hydroélectrique sur le milieu naturel local ainsi que pour déterminer des stratégies d'atténuation. En ce qui concerne les espèces migratrices, l'évaluation de l'impact sur l'environnement d'un projet de centrale hydroélectrique devrait mettre l'accent en particulier sur l'importance de la zone concernée pour les poissons migrateurs, ainsi que pour les mammifères aquatiques et les tortues d'eau douce. L'impact sur les voies de migration des espèces de poissons diadromes devrait être examiné en particulier, et l'évaluation de l'impact sur l'environnement devrait inclure un plan de réduction des incidences sur les espèces de poissons migratrices et d'autres animaux sauvages migrants qui seront affectés par le déploiement de cette technologie. D'autre part, les répercussions éventuelles d'une modification des régimes d'écoulement (souvent causée par des variations dans la demande d'électricité) sur l'inondation et la sédimentation des zones humides en aval des barrages hydroélectriques doivent être prises en compte, car elles peuvent avoir un impact significatif sur la reproduction des poissons et des oiseaux migrants. Les effets d'obstacle éventuels et les effets défavorables sur les habitats des espèces migratrices devraient être pris en compte également. Des exemples de lignes directrices ont été fournis dans le Programme d'aide à la gestion du secteur énergétique (2012).

L'évaluation de l'impact sur l'environnement devrait aussi aborder les incidences relatives à la perte d'habitats et à la réduction de la quantité, de la qualité et de la répartition dans le temps des débits d'eau, et aux incidences potentielles que ceci peut avoir sur les espèces migratrices, comme l'impact des barrages situés dans le delta intérieur du Niger sur les espèces migratrices originaires du Paléarctique. De nombreux types d'habitats dont dépendent les espèces migratrices sont seulement occupés pendant une période donnée durant le cycle de vie annuel, en hiver par exemple, ou pendant la période de reproduction. L'évaluation de l'impact sur l'environnement doit être conçue pour tenir compte de ces considérations.

Encadré 5.2 Exemples d'évaluation de l'impact sur l'environnement dans le cadre de la planification de l'exploitation de l'énergie hydraulique

Amériques : La construction de nouveaux barrages hydroélectriques en Amérique du nord a été interrompue au cours des dernières décennies et de nombreux barrages plus anciens ont été démantelés, ou sont démantelés à l'heure actuelle. À l'inverse, cette technologie d'énergie renouvelable est en expansion en Amérique latine, notamment dans le bassin hydrographique amazonien, qui offre un potentiel considérable de développement de l'hydroélectricité. Au Brésil, des évaluations de l'impact sur l'environnement sont exigées par la législation pour les projets susceptibles d'avoir des incidences défavorables sur la faune et la flore sauvages, y compris les centrales hydroélectriques. Des évaluations de l'impact sur l'environnement robustes et défendables concernant les installations hydroélectriques devraient inclure une analyse des alternatives au projet

proposé, y compris une alternative « aucune action » interdisant tout projet d'aménagement, ainsi qu'une analyse des ressources environnementales existantes et des effets escomptés sur ces ressources en conséquence du projet. Il existe de nombreux exemples d'évaluations de l'impact sur l'environnement des installations hydroélectriques aux États-Unis qui utilisent un tel modèle. Les évaluations de l'impact sur l'environnement des installations hydroélectriques devraient mettre l'accent sur les incidences sur les ressources aquatiques du système de cours d'eau affecté et sur les ressources terrestres qui seront affectées par une inondation permanente ou une submersion des habitats situés en amont. Les incidences sur les voies de migration des espèces de poissons diadromes devraient être examinées en particulier, et l'évaluation de l'impact sur l'environnement devrait inclure un plan d'atténuation des incidences sur les espèces de poissons migratrices et d'autres animaux sauvages migrateurs qui seront affectés par le déploiement de cette technologie.

5.3 Meilleures pratiques d'atténuation

Planification

La planification de la construction des barrages hydroélectriques doit utiliser une approche intégrée, qui tient compte des considérations économiques, sociales et environnementales. La Commission mondiale des barrages, une organisation non-gouvernementale qui s'intéresse particulièrement à cette question, a publié un document à ce sujet (WCD 2000). Ce document fournit un exemple d'une approche globale et intégrée pour les études de faisabilité des barrages. Le chapitre 9, en particulier, propose un certain nombre de mesures qui permettent d'obtenir des meilleurs résultats économiques, sociaux et environnementaux, dans le cadre de la planification et la réalisation des projets d'aménagement de barrages, y compris ceux qui sont construits pour produire de l'électricité. Ces mesures incluent aussi des critères pour déterminer si des résultats intégrés spécifiques seront sans doute atteints. Les mesures sont résumées ci-dessous :

- Évaluer les besoins – existe-t-il un besoin réel justifiant la construction d'un barrage hydroélectrique?
- Examiner attentivement différentes options – le projet de barrage est-il le moyen le plus viable sur le plan économique, social et environnemental de répondre à ce besoin?
- Préparation minutieuse du projet – Est-ce que toutes les autorisations et accords nécessaires sont en place avant de lancer un appel d'offre pour la construction d'un barrage?
- Réalisation du projet – Est-ce que le projet de barrage a obtenu toutes les autorisations et accords nécessaires, avant de commencer à fonctionner?
- Fonctionnement du barrage – Est-ce que toutes les procédures sont en place pour modifier le fonctionnement d'une manière adaptative, afin de donner suite au suivi des résultats obtenus?

Les mesures décrites ci-dessus fournissent un cadre très satisfaisant et constituent les mesures habituelles que les projets de barrages doivent appliquer pour pouvoir réussir. L'intégration des questions écologiques dans chaque mesure et l'utilisation de critères pour évaluer le succès de chaque mesure dans le cadre du processus de planification du projet sont essentielles pour faire en sorte que le barrage hydroélectrique soit construit et fonctionne en ayant un impact acceptable sur l'environnement et, en particulier, un impact acceptable sur les espèces migratrices.

Choix du site

Les incidences sur les habitats liées au choix du site varient de manière significative selon l'emplacement de la centrale hydroélectrique. Les centrales hydroélectriques peuvent potentiellement entraîner un morcellement et une transformation des écosystèmes aquatiques et terrestres, modifier les régimes d'écoulement en aval et altérer les habitats naturels, les comportements migratoires, les écosystèmes des plaines inondables, les pêcheries en aval et les cycles de crues naturels, qui peuvent avoir un impact sur la biodiversité. La meilleure façon d'éviter les effets défavorables des centrales hydroélectriques sur les espèces migratrices de tous les taxons est d'installer ces centrales à l'écart des habitats critiques ou sensibles et des zones de conservation prioritaires (comme les zones importantes pour les oiseaux et la biodiversité (IBA) et les zones clés pour la biodiversité (KBA)), situés à proximité ou en aval du projet d'aménagement. Les projets d'aménagement à grande échelle peuvent potentiellement faire disparaître des habitats uniques au fond des vallées, qui peuvent être des habitats critiques pour des espèces menacées (Office of Investment Policy, 2012).

Mesures d'atténuation

Construction et démantèlement

Il existe un grand nombre de mesures d'atténuation propres à réduire ou à éviter l'impact de la construction des centrales hydroélectriques sur les espèces migratrices. Quelques exemples sont donnés ci-dessous :

- Éviter d'installer des grands barrages sur le principal axe d'un système fluvial, de façon à permettre les migrations à grande échelle de la faune sauvage tributaire du cours d'eau.
- Éviter d'installer des barrages dans des zones caractérisées par un taux d'érosion élevé.
- Mettre en place et maintenir un débit minimum du cours d'eau, pour répondre aux besoins des écosystèmes situés en aval et pour répondre aux besoins liés à la migration des organismes aquatiques.
- Envisager et concevoir des passages ou des échelles à poissons efficaces, pour permettre le passage des espèces de poissons migratrices à travers les barrages.
- Les améliorations apportées à la conception des turbines, des déversoirs et des évacuateurs de crues ont permis avec succès de réduire à un minimum les blessures et la mortalité des poissons et d'autres organismes aquatiques.
- Envisager de réduire ou d'atténuer les incidences des réservoirs sur les écosystèmes situés en aval, par des inondations planifiées et un programme d'amélioration de la quantité, de la qualité et de la répartition dans le temps des débits d'eau accordant autant d'importance à ces débits qu'aux régimes d'écoulement pour la production d'électricité ou l'irrigation. Il est essentiel de prendre en compte la zone d'impact du projet pour garantir le succès des mesures d'atténuation.
- Des rejets d'eau périodiques provenant des grands réservoirs peuvent être utiles pour augmenter les flux à la fois des sédiments et des nutriments vers les habitats situés en aval dans les zones fluviales.
- Fournir des compensations pour les habitats terrestres éliminés en raison de l'installation de réservoirs, en créant des habitats gérés ailleurs (c'est-à-dire, des compensations environnementales).

- Choisir le moment de la construction de façon à éviter les périodes vulnérables (à savoir, les saisons de reproduction et de migration importantes des organismes aquatiques).

A titre d'exemple, une période de construction a été limitée à quatre mois dans l'année, correspondant à la période durant laquelle des grands rapaces locaux ne nichent pas, afin de protéger leurs activités reproductives (Okutadami & Otori, Expansion Hydropower Projet, Japan).

Pour des lignes directrices détaillées sur l'atténuation des incidences de la construction et du démantèlement des installations hydroélectriques, veuillez consulter la documentation ci-après : International Energy Agency 2006a, 2006b, 2012, et Office of Investment 2012.

Fonctionnement

Ce qui suit est adapté de la publication de l'Agence internationale pour l'énergie 2006b.

La phase opérationnelle de l'atténuation des incidences est axée sur les questions essentielles. Les questions qui intéressent le plus les espèces migratrices incluent les suivantes :

- La diversité biologique
- Les régimes hydrologiques
- La migration des poissons et la navigation fluviale
- La qualité de l'eau
- La retenue d'eau dans les réservoirs

Diversité biologique – Les mesures ci-après sont essentielles pour faire en sorte que les incidences des centrales hydroélectriques sur la diversité biologique soient atténuées.

- Comprendre l'influence du projet sur le milieu environnant, et sélectionner et appliquer des mesures de conservation adéquates, basées sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement.
- Régénérer la végétation par des plantations.
- Préserver l'écosystème fluvial en maintenant des débits minimums qui imitent les régimes hydrologiques naturels.
- Appliquer des mesures de prévention de l'introduction des espèces exotiques envahissantes pendant toute la durée des projets.
- Effectuer un suivi des mesures après leur application pour évaluer leur efficacité et pour adapter la gestion à la lumière des résultats du suivi.

Régimes hydrologiques - Les mesures ci-après sont importantes pour atténuer les incidences potentiellement néfastes d'une modification du régime hydrologique.

- Maintenir les débits du cours d'eau au niveau requis pour assurer le maintien de sa fonction écologique et de ses habitats associés, qui peuvent être importants pour les animaux aquatiques migrants.
- Augmenter les débits aux points d'entrée des passages à poissons, pour dissuader le passage des poissons situés en aval dans les turbines et pour encourager une migration vers le bas (Fjelstad *et al.* 2012).

- Gérer les réservoirs de manière à tenir compte des besoins de toute espèce migratrice qui utilise les habitats créés par le réservoir (tels que le passage saisonnier de poissons ou d'oiseaux d'eau).
- Utiliser judicieusement les écluses, conçues de manière à ne pas faire obstacle au passage des poissons, afin de créer des zones d'eau permanente dans les rivières affectées par des débits réduits, en raison du fonctionnement des barrages hydroélectriques, créant ainsi des habitats refuges pendant les périodes critiques de l'année ou durant les périodes de sécheresse, pour les espèces migratrices et d'autres espèces aquatiques.
- Effectuer un suivi après que les mesures ont été appliquées, pour évaluer leur efficacité et pour adapter la gestion à la lumière des résultats du suivi.

Migration des poissons et navigation fluviale - Les mesures ci-après favorisent la migration des poissons et diminuent le taux de mortalité et les dommages subis par les poissons qui traversent les turbines hydrauliques ou les évacuateurs de crues.

- Installation de passages à poissons artificiels, pour reconnecter des cours d'eau fragmentés et permettre les déplacements des poissons. L'installation et le suivi devraient inclure les déplacements migratoires en amont et en aval des barrages, les voies de migration des espèces, les débits d'écoulement et de rejets d'eau avant et après la construction d'une installation, la répartition des habitats dans l'espace, le comportement des espèces, la dynamique de recrutement des populations et les stades du cycle de vie des espèces (Agostinho et al. 2011, Godinho and Kynard 2009, et Pompeu et al. 2012).
- Mise en place de mesures propres à attirer et à diriger les poissons loin des points d'entrée d'eau dans les centrales hydroélectriques (mesures acoustiques, lampe à mercure, lampe à sodium).
- Lors de la conception des passages à poissons, des biologistes spécialistes des poissons et des ingénieurs devraient travailler ensemble pour résoudre le problème du passage des poissons (Godinho et Kynard 2009).

Qualité de l'eau – Les mesures ci-après doivent être appliquées pour améliorer la qualité de l'eau dans les réservoirs et dans les zones situées en aval.

- Contrôler la température pour tenir compte de la croissance des poissons, en construisant des installations de prise d'eau sélective.
- Réduire la turbidité de l'eau, en sélectionnant le fonctionnement des barrages et en construisant des tunnels de dérivation.
- Éliminer la survenance d'une odeur ou d'un goût anormal de l'eau dans les réservoirs, en installant des équipements d'aération et de circulation de l'eau d'épaisseur maximale.

Retenues d'eau dans les réservoirs - Les mesures ci-après peuvent atténuer l'impact environnemental des retenues d'eau dans les réservoirs.

- Réduire l'ampleur de la régulation des niveaux d'eau dans les réservoirs et préserver les zones humides en maintenant des niveaux d'eau appropriés dans les réservoirs.
- Recherches environnementales pour étudier la faisabilité et les conséquences de régimes de niveaux d'eau alternatifs dans les réservoirs, où la gestion de ces niveaux tient compte des résultats optimaux pour l'environnement.

Des recommandations peuvent être faites pour améliorer les installations hydroélectriques existantes et concevoir de nouvelles installations afin de prendre en compte et minimiser les blessures et la mortalité découlant des variations de pression subies par les poissons migrateurs au passage des turbines (Brown et al. 2012).

5.4 Évaluation avant la construction et suivi avant et après la construction

L'évaluation et le suivi nécessitent la collecte, l'analyse, l'interprétation et la communication d'informations physiques et biologiques spécifiques. Un suivi avant la construction est essentiel pour recueillir des données sur l'écologie d'une zone affectée, afin d'avoir des données de référence, et fait partie du processus de planification. Ces données de référence peuvent être utilisées pour effectuer une évaluation de l'impact sur l'environnement et pour mettre en place des mesures d'atténuation des incidences du projet. Un suivi après la construction devrait être effectué de façon à pouvoir comparer les résultats aux données de référence, et pour évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation. Ceci devrait concerner toutes les espèces et les groupes d'espèces qui peuvent potentiellement être affectés par le projet d'aménagement.

L'évaluation et suivi avant la construction et le suivi après la construction sont examinés séparément dans le présent paragraphe; en pratique, cependant, les deux sont étroitement liés. Plusieurs documents de lignes directrices exigent d'utiliser la méthode BACI (Before-After-Control-Impact) pour le suivi avant et après la construction. Ceci implique d'effectuer un suivi avant et après la construction d'une façon comparable, et d'effectuer le suivi sur le site en question, ainsi que dans une ou plusieurs zones de contrôle.

Lors de l'élaboration des programmes de suivi environnemental d'un projet, il est important de tenir compte de l'étendue de la zone affectée. Dans le cas des barrages, le site même du barrage et du réservoir sont à l'évidence affectés, mais il en est de même pour tous les cours d'eau situés en aval, les zones riveraines et les plaines inondables connexes à cause des incidences du barrage, car ce dernier modifie les débits naturels et les régimes de crues. Ces habitats sont souvent cruciaux pour les espèces migratrices, y compris des populations importantes et des habitats critiques (comme les sites de reproduction et de halte), qui peuvent complètement disparaître à moins que des mesures de suivi et de gestion adaptative des régimes d'écoulement soient prises, influencées par un suivi à une échelle appropriée. Pour les barrages hydroélectriques, ces mesures doivent inclure tous les écosystèmes situés en aval qui sont tributaires des cours d'eau affectés.

Évaluation et suivi avant la construction / étude de référence

Poissons – Le suivi devrait avoir pour but de recueillir les informations requises pour prévoir les incidences des installations hydroélectriques sur l'environnement et pour obtenir les données de référence requises pour un suivi à long terme. Le suivi avant la construction devrait être effectué pendant une durée de deux ans au moins, et devrait inclure des études sur les questions suivantes :

- Qualité de l'eau.
- Habitats aquatiques.
- Macro-invertébrés aquatiques.

- Communautés de poissons (abondance et comportement).
- Sites de reproduction des poissons (en amont des installations hydroélectriques) et zones qui ne sont pas des sites de reproduction (en amont ou en aval des installations).

Suivi environnemental physique – Différentes caractéristiques physiques des cours d'eau devraient être surveillées et/ou modélisées à partir de données historiques sur les bassins versants et le climat, dans le cadre d'enquêtes de référence pour évaluer les incidences environnementales et pour surveiller l'impact de la phase opérationnelle des centrales hydroélectriques. Ces caractéristiques incluent :

- La profondeur de l'eau et sa vitesse d'écoulement.
- Les paramètres liés aux sédiments.
- L'érosion des rives et, le cas échéant, la décomposition de la tourbe.
- Le dépôt de sédiments en amont et en aval de l'installation hydroélectrique.
- L'oxygène dissous et la température de l'eau, y compris les tendances saisonnières avant la construction et durant la phase opérationnelle.
- La pression totale du gaz dissous, en amont et en aval de l'installation hydroélectrique.

Suivi après la construction

Poissons – Le suivi des poissons après la construction devrait se poursuivre pendant plusieurs années au moins et, idéalement, sur une base continue. Il devrait utiliser les mêmes méthodes, les mêmes sites et les mêmes périodes pour l'échantillonnage que pour le suivi avant la construction. De cette façon, le programme de suivi sera intégré et cohérent, et il fournira une évaluation plus efficace, comparable et statistiquement robuste concernant l'impact du projet.

Lignes directrices

Pour des lignes directrices détaillées sur le suivi du milieu aquatique dans les centrales hydroélectriques, veuillez consulter l'étude de Lewis et al. (2013). D'autre part, il convient de souligner que les normes résultant du cadre adopté par la « Commission mondiale des barrages » doivent être appliquées.

5.5 Résumé des lignes directrices et outils existants

Ce paragraphe donne un résumé des sources d'information, outils et orientations recommandés; cette liste n'a pas vocation à énumérer toutes les sources disponibles, mais plutôt, à indiquer les lignes directrices les plus récentes, pertinentes, utiles et reconnues sur le sujet.

- 1) Energy Sector Management Assistance Program, 2012. Sample Guidelines: Cumulative Environmental Impact Assessment for Hydropower Projects in Turkey. Ankara, Turkey.
- 2) Gough, P., P. Philipsen, P.P. Schollema & H. Wanningen, 2012. From sea to source; International guidance for the restoration of fish migration highways.
- 3) International Centre for Environmental Management, 2007. Pilot Strategic Environmental Assessment in the Hydropower Sub-sector, Vietnam. Final Report:

- Biodiversity Impacts of the hydropower components of the 6th Power Development Plan. Prepare for The World Bank, MONRE, MOI & EVN, Hanoi, Vietnam.
- 4) International Centre for Environmental Management, 2010. MRC Strategic Environmental Assessment (SEA) of hydropower on the Mekong mainstream, Hanoi, Viet Nam.
 - 5) International Energy Agency, 2006a. Implementing agreement for hydropower technologies and programmes - Annex III, Hydropower and environment: present context and guidelines for future actions, Volume I: Summary and recommendations.
 - 6) International Energy Agency, 2006b. Implementing agreement for hydropower technologies and programmes - Annex VIII, Hydropower good practice: environmental mitigation measures and benefits. New Energy Foundation, Japan.
 - 7) International Energy Agency, 2012. Technology Roadmap – Hydropower. International Energy Agency, Paris, France.
 - 8) International Hydropower Association, 2010. Hydropower Sustainability Assessment Protocol.
 - 9) Lewis, F.J.A., A.J. Harwood, C. Zyla, K.D. Ganshorn, and T. Hatfield. 2013. Long term Aquatic Monitoring Protocols for New and Upgraded Hydroelectric Projects. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/166. ix + 88p.
 - 10) Kumar, A., T. Schei, A. Ahenkorah, R. Caceres Rodriguez, J.-M. Devernay, M. Freitas, D. Hall, A. Killingtveit, Z. Liu, 2011: Hydropower. In IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlomer, C. von Stechow (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
 - 11) Office of Investment, 2012. Overseas Private Investment Corporation – Environmental Guidance – Renewable Energy – Hydropower.
 - 12) World Commission on Dams framework, 2000: <http://www.internationalrivers.org/resources/dams-and-development-a-new-framework-for-decision-making-3939> and http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/world_commission_on_dams_final_report.pdf
 - 13) World Commission on Dams (2000) Dams and development: a new framework for decision making. Earthscan, London and Sterling VA.

5.6 Documentation

Brown, R.S., B.D. Pfugrath, A.H. Colotelo, C.J. Brauner, T.J. Carlson, Z.D. Deng & A.G. Seaburg, 2012. Pathways of barotrauma in juvenile salmonids exposed to simulated hydroturbine passage: Boyle's law vs. Henry's law. Fisheries Research 121-122: 43-50. <http://brauner-home.zoology.ubc.ca/files/2008/06/91.pdf>.

6 Énergie océanique

6.1 Principales incidences

Le développement des projets d'exploitation de l'énergie océanique, qui inclut ici l'énergie des vagues, des marées et des courants marins, peut potentiellement avoir un impact sur les poissons migrateurs, les tortues marines, les oiseaux, les mammifères marins, les crustacés et les calmars. Les incidences sur ces groupes d'espèces incluent la perte et la détérioration des habitats, une mortalité des espèces, des effets physiologiques et des obstacles à leurs déplacements. En plus d'un impact sur l'environnement au large des côtes, les projets d'exploitation de l'énergie océanique peuvent avoir un impact sur les zones intertidales et les zones côtières, en raison des barrages et des infrastructures de contrôle et infrastructures connexes installés à terre. Les principales incidences potentielles de l'exploitation et du déploiement des technologies d'énergie océanique sur les espèces migratrices sont récapitulées ci-dessous pour les phases de construction, de fonctionnement et démantèlement des projets. Pour une description détaillée des répercussions des projets de développement d'énergie océanique sur les espèces migratrices, nous faisons référence à l'étude de Van der Winden et al. (2014).

Construction et démantèlement

- Perte d'habitats des poissons, tortues marines, mammifères marins, et des crustacés et calmars.
- Perte d'habitats intertidaux importants pour les espèces benthiques, et pour les oiseaux en particulier.
- Détérioration des habitats des poissons, tortues marines, oiseaux, mammifères marins, et des crustacés et calmars.
- Mortalité directe des oiseaux, des tortues marines et des mammifères marins, due à un enchevêtrement ou une collision avec des structures.
- Perturbations causées par le battage ou par les turbines, affectant principalement les mammifères marins.

Fonctionnement

- Mortalité directe des oiseaux, des tortues marines et des mammifères marins, due à une collision ou un enchevêtrement.
- Perte d'habitats intertidauxPerte d'habitats des poissons, tortues marines, oiseaux, et crustacés et calmars.
- Détérioration des habitats des poissons, tortues marines, oiseaux, mammifères marins, et des crustacés et calmars.
- Obstacle aux déplacements des poissons, tortues marines et mammifères marins.

6.2 Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE

Législation et politiques générales

Certains pays qui ont un potentiel élevé de développement des technologies liées à l'énergie océanique ont mis en place des politiques océaniques qui recensent les valeurs fondamentales, les buts et les stratégies de gestion et d'exploitation de leurs ressources océaniques (Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO). Ces

initiatives de politique générale incluent souvent un objectif de développement de l'énergie océanique renouvelable dans les eaux territoriales du pays. Voir l'encadré 6.1 pour des exemples d'initiatives de politiques océaniques dans deux pays qui ont un potentiel élevé de développement de l'énergie océanique, à savoir, le Canada et les États-Unis. Des recommandations, lignes directrices et réglementations concernant les effets du bruit sous-marin sur l'environnement ont été élaborées par de nombreuses instances internationales, comme la Commission européenne, la Commission des mammifères marins des États-Unis, la Convention OSPAR, la Convention sur le droit de la mer (UNCLOS), la CMS, l'ASCOBANS et la Commission baleinière internationale (IWC).

En Europe, les directives Habitats et Oiseaux ainsi que la directive-cadre sur l'eau de l'UE fournissent des instruments essentiels de protection et des possibilités de compensation et d'atténuation dans un cadre législatif. Voir POSTNOTE nr 435, June 2013: Environmental impact of tidal barrages.

Encadré 6.1 Exemples de législation sur la faune et la flore sauvages marines dans les Amériques

La Loi sur les océans du Canada, adoptée en 1997, prévoit que la stratégie nationale d'exploitation des océans sera basée sur les principes de développement durable et de gestion intégrée des activités dans les eaux côtières et marines. La Loi sur les océans demande au Ministre de la pêche et des océans de diriger et de faciliter l'élaboration d'une stratégie nationale de gestion des océans, comprenant le développement et le déploiement des technologies d'énergie renouvelable, ainsi que la protection du milieu marin, y compris à priori les espèces migratrices et leurs habitats.

Les États-Unis ont adopté une politique océanique nationale en 2010, laquelle fournit un cadre pour une approche de gestion par écosystème exhaustive et intégrée en matière de politique océanique. Le plan de mise en œuvre de la politique océanique nationale reconnaît le besoin de développer les technologies liées à l'énergie océanique renouvelable et de commencer à produire de l'électricité venant de cette source, tout en protégeant en même temps les ressources marines, au moyen d'une planification rationnelle de l'espace marin et du développement durable.

Évaluation stratégique environnementale (ESE)

L'évaluation stratégique environnementale (ESE) permet d'établir un cadre pour identifier les zones à haut risque, afin que les promoteurs sachent que les difficultés rencontrées en termes d'évaluation environnementale et de mesures d'atténuation seront plus grandes, et que le risque de refus d'une autorisation sera plus élevé. L'évaluation stratégique environnementale (ESE) du développement de l'énergie océanique est un outil important pour la planification, le déploiement et la gestion des projets d'exploitation de l'énergie océanique. L'évaluation stratégique environnementale devrait tenir compte de tous les aspects de l'impact sur l'environnement d'un réseau de projets d'exploitation de l'énergie océanique à échelle industrielle, et fournir une vision stratégique et des lignes directrices pour évaluer l'impact sur l'environnement avant, pendant et après la construction d'un projet. L'évaluation stratégique environnementale devrait prendre en compte les effets cumulatifs des projets d'exploitation de l'énergie océanique multiples, ainsi que les effets d'autres projets d'exploitation d'énergies renouvelables et non renouvelables dans une région donnée. L'évaluation stratégique environnementale devrait identifier également les zones qui

sont potentiellement adaptées au déploiement de technologies liées à l'énergie océanique et aux barrages marémoteurs (en attendant la réalisation de l'évaluation de l'impact sur l'environnement, examinée ci-dessous) et, puisque la perte d'habitats constitue une incidence majeure sur les espèces migratrices, l'évaluation stratégique environnementale devrait protéger les zones qui ne devraient pas être aménagées du fait de la présence de ressources naturelles importantes, comme des habitats critiques pour la faune sauvage. Deux exemples d'évaluations stratégiques environnementales réalisées au Canada, qui a un potentiel élevé de développement des technologies liées à l'énergie océanique, sont fournis dans l'encadré 6.2.

Encadré 6.2. Exemples d'évaluation stratégique environnementale du potentiel de développement de l'énergie océanique au Canada

Le potentiel du développement de l'énergie océanique au Canada est élevé et, au milieu des années 2000, le Ministère de l'énergie de la province de Nouvelle-Ecosse a commandé la réalisation d'une évaluation stratégique environnementale (ESE) pour des projets de démonstration et d'exploitation d'énergie marémotrice, dans la Baie de Fundy. L'évaluation stratégique environnementale a inclus une analyse des interactions entre les technologies liées à l'énergie marine renouvelable et l'environnement, y compris les espèces migratrices, et de la façon dont les différentes phases du déploiement des technologies de transformation de l'énergie marémotrice auront probablement un impact sur différents aspects du milieu marin. Dans le cadre d'un suivi de l'évaluation stratégique environnementale de la Baie de Fundy, une deuxième évaluation stratégique environnementale a été commandée par le Gouvernement de Nouvelle-Ecosse, portant sur l'énergie marine renouvelable dans la région côtière de Cap Breton. Le rapport d'information générale à l'appui de l'évaluation stratégique environnementale de Cap Breton a été complété en 2012. Ce rapport décrit les conditions environnementales actuelles dans la région de Cap Breton, y compris les communautés d'animaux sauvages migrateurs qui se trouvent dans cette zone : oiseaux marins, mammifères marins, et espèces de poissons migrateurs, pour appuyer une future planification du déploiement des technologies liées à l'énergie océanique dans la région.

Le Ministère de l'intérieur aux États-Unis a publié une Déclaration finale programmatique de l'impact sur l'environnement (PEIS) pour le développement et la production d'énergies alternatives dans la zone externe du plateau continental (2007), qui décrit les ressources océaniques existantes dans la zone d'aménagement proposée, fournit une analyse des alternatives au projet proposé, décrit les incidences attendues du projet proposé sur les ressources naturelles, et propose des stratégies de suivi et d'atténuation qui aideront à réduire à un minimum les incidences sur la faune sauvage migratrice et ses habitats. Un exemple d'évaluation de l'impact sur l'environnement des projets d'exploitation de l'énergie océanique a été préparé par le Ministère de l'intérieur des États-Unis en 2007. La Déclaration programmatique de l'impact sur l'environnement (PEIS) pour le développement et la production d'énergies alternatives dans la zone externe du plateau continental recense les incidences et les préoccupations environnementales générales, y compris les incidences du développement de l'énergie océanique renouvelable sur les animaux marins migrateurs dans l'océan Atlantique, l'océan Pacifique et le Golfe du Mexique. Les principes énoncés dans la Déclaration programmatique peuvent être appliqués, d'une manière générale, à n'importe quel projet d'exploitation de l'énergie océanique dans le monde.

Évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE)

Une évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE) devrait être effectuée pour tout projet d'exploitation de l'énergie océanique ou marémotrice qui peut potentiellement avoir un impact sur les espèces migratrices ou leurs habitats, y compris les oiseaux migrateurs, les chauves-souris, les mammifères marins, les tortues marines, les poissons, les crustacés et les calmars.

6.3 Meilleures pratiques d'atténuation

Planification et choix du site

- Un processus minutieux de choix et d'examen du site devrait être appliqué pour éviter de localiser le projet d'aménagement dans des couloirs de migration importants ou des habitats sensibles (Boehlert *et al.* 2008).
- La construction, la maintenance et le démantèlement des installations devraient être effectués à des périodes autres que les périodes de migration importantes, durant lesquelles des espèces migratrices peuvent se trouver dans la zone en question, afin de réduire les interactions défavorables avec la faune sauvage migratrice.

Mesures d'atténuation

- Réduire au minimum l'utilisation d'attaches ou de lignes d'ancrage mal attachées, afin de réduire le risque d'enchevêtrement des espèces (Boehlert *et al.* 2008).
- Utiliser des observateurs à bord de navires pour informer la cessation temporaire des activités de construction, maintenance et démantèlement, afin d'éviter la perturbation des espèces marines migratrices visibles dans la zone des travaux, y compris les tortues marines et les mammifères marins.
- Utiliser des appareils antibruit (tels que des murs à bulles ou des déflecteurs) autour de la zone de travaux pendant les phases de construction à hauts décibels, pour éviter un impact physiologique sur les mammifères marins et les tortues marines.
- Les câbles souterrains situés dans la zone des installations exploitant l'énergie océanique et à l'endroit du raccordement à l'arrivée à terre devraient être enterrés en profondeur à l'intérieur de la couche sédimentaire, de façon à réduire à un minimum ou à éliminer l'impact du champ électromagnétique sur les tortues marines et les mammifères marins.
- Il existe peu d'élément de preuve de l'efficacité des mesures d'atténuation, mais les turbines à très basse chute (Very Low-Head ou VLH) ont montré des résultats prometteurs dans la réduction de la mortalité des poissons.
- Il n'existe aucune preuve de mesures efficaces d'atténuation de la perte des habitats intertidaux induite par les barrages

6.4 Évaluation avant la construction et suivi avant et après la construction

Une évaluation et un suivi avant et après la construction sont importants durant les phases de planification, de construction et de fonctionnement des installations exploitant l'énergie océanique. De plus, le suivi effectué durant la phase de construction est important pour atténuer les incidences sur les espèces marines migratrices. Comme pour les projets d'exploitation de l'énergie éolienne en mer, un suivi pendant la construction est

probablement essentiel pour les installations liées à l'exploitation de l'énergie océanique. Il est recommandé d'assurer un suivi adaptatif des nouveaux projets d'aménagement pendant les phases de planification, construction et fonctionnement des installations, en utilisant des protocoles conçus minutieusement; un tel suivi sera pris en compte dans les propositions de futurs projets semblables (Witt et al. 2011, ORPC 2013).

L'évaluation et suivi avant la construction et le suivi après la construction sont examinés séparément dans ce paragraphe; en pratique, cependant ils sont étroitement reliés. Plusieurs documents de lignes directrices exigent d'utiliser l'approche BACI (Before- After-Control-Impact) pour le suivi avant et après la construction. Ceci implique d'effectuer un suivi avant et après la construction d'une façon comparable, et d'effectuer le suivi sur le site en question, ainsi que dans une ou plusieurs zones de contrôle.

Les études d'évaluation et de suivi avant la construction devraient être axées sur la diversité et l'abondance de la faune sauvage marine dans la zone potentiellement affectée, et sur une description des habitats de la zone en question, en termes de ressources disponibles pour la faune sauvage marine. Ces données de référence devraient éclairer les décisions concernant le choix du site des installations exploitant l'énergie océanique, les types de technologies liées à l'énergie océanique utilisés sur un site donné, et des mesures d'atténuation adéquates à appliquer pendant et après la phase de construction. Les études faites sur les oiseaux avant la construction devraient inclure un examen de la diversité, l'abondance, la dispersion et l'activité des espèces d'oiseaux migratrices, en particulier celles qui sont le plus susceptibles d'être affectées par le projet d'aménagement. Le suivi devrait inclure tous les stades importants du cycle de vie annuel des oiseaux migrants, notamment la migration, la reproduction et l'hivernage. Les études faites sur les espèces marines migratrices (comme les poissons, les tortues marines, les mammifères marins, les calmars et les crustacés) avant la construction devraient être axées sur l'étude des comportements migratoires au niveau géographique et temporel, et devraient déterminer si la zone du projet fournit des ressources essentielles aux espèces marines migratrices, ou abrite des populations d'espèces marines migratrices à n'importe quel moment de l'année.

Les études de suivi durant la construction des installations exploitant l'énergie océanique peuvent beaucoup contribuer à la prévention des incidences sur les animaux marins migrants pendant la phase active de construction. Un suivi durant la construction devrait être assuré lorsqu'il existe une possibilité que des espèces marines migratrices se trouvent dans la zone du projet pendant la phase de construction. Les tortues marines et les mammifères marins sont probablement les deux taxons d'animaux marins migrants qui sont le plus susceptibles d'être affectés par les activités de construction, notamment lorsque ces activités génèrent du bruit sous-marin. Les capacités auditives des tortues marines et des mammifères marins peuvent être endommagées par un bruit sous-marin élevé, qui peut survenir pendant les activités de construction marine, comme le battage de pieux, le forage, le dynamitage ou le pilonnage. L'ampleur de l'utilisation de ces techniques de construction dans une zone de projet devrait déterminer l'intensité du suivi des tortues marines et des mammifères marins durant la phase de construction. Lorsque des tortues marines ou des mammifères marins sont détectés à proximité d'activités génératrices de bruit pouvant potentiellement entraîner des dommages auditifs, des mesures d'atténuation devraient être appliquées pour éviter de tels dommages.

Le suivi après la construction peut être utilisé pour évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation des incidences et comparer les effets anticipés avec les effets réels. Si besoin et si possible, des modifications peuvent être apportées au fonctionnement des installations exploitant l'énergie océanique, pour éviter un impact sur les animaux marins migrateurs pendant les périodes critiques. Les études faites après la construction sur les espèces migratrices qui sont susceptibles d'être affectées par les installations exploitant l'énergie océanique devraient pouvoir être comparées avec les études faites avant la construction, afin de comparer directement les résultats. Les études faites après la construction devraient déterminer si des espèces migratrices continuent d'utiliser la zone du projet aussi souvent qu'avant sa construction, si la structure des populations de différents taxons a changé (et si oui, comment), et si le projet semble avoir des incidences négatives (ou positives) sur les espèces migratrices qui continuent d'utiliser la zone du projet pour leur alimentation, déplacement, abri, ou reproduction. Les effets du bruit et du champ électromagnétique générés par les câbles sous-marins sur les espèces marines migratrices sont un élément important à prendre en considération dans les études réalisées après la construction.

Les études sur les effets des mesures d'atténuation telles que les turbines à très basse chute (VLH) et sur les possibilités d'atténuer les incidences sur les habitats intertidaux sont essentielles.

6.5 Résumé des lignes directrices et outils existants

Ce paragraphe donne un résumé des sources d'information, outils et lignes directrices recommandés ; cette liste n'a pas vocation à énumérer toutes les sources disponibles, mais plutôt, à indiquer les lignes directrices les plus récentes, pertinentes, utiles et reconnues sur le sujet.

- 1) ACCOBAMS-MOP5/2013/Doc23. Implementation of underwater noise mitigation measures by industries: operational and economic constraints. (under preparation)
- 2) ACCOBAMS-MOP5/2013/Doc24. Methodological guide: Guidance on Underwater Noise Mitigation Measures (under preparation).
- 3) http://www.accobams.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1164%3Aamop5-working-documents-and-resolutions&catid=34&Itemid=65
- 4) [USDOE] United States Department of Energy. 2009. Ocean Energy Technology Overview.
- 5) [USDOI] United States Department of the Interior. 2007. Programmatic Environmental Impact Statement for Alternative Energy Development and Production and Alternate Use of Facilities on the Outer Continental Shelf. Volume II, Chapter 5.
- 6) UNESCO Intergovernmental Oceanographic Commission. 2014. http://ioc-unesco.org/index.php?option=com_content&view=article&id=362&Itemid=100036
- 7) POSTNOTE number 435, 2013. Environmental impact of tidal energy barrages. House of Parliament, Parliamentary office of science & technology.

6.6 Documentation

- AECOM. 2012. Marine Renewable Energy: Background Report to Support a Strategic Environmental Assessment (SEA) for the Cape Breton Coastal Region, inclusive of the Bras d'Or Lakes. Prepared by AECOM for the Nova Scotia Department of Energy.
- Boehlert, G. W., G. R. McMurray, and C. E. Tortorici (eds.). 2008. Ecological effects of wave energy in the Pacific Northwest. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO-92.
- [OEER] Offshore Energy Environmental Research. 2008. Fundy Tidal Energy Strategic Environmental Assessment: Final Report. Prepared by the OEER Association for the Nova Scotia Department of Energy.
- [ORPC] Ocean Renewable Power Company. 2013. Cobscook Bay Tidal Energy Project 2012 Environmental Monitoring Report Final Draft. FERC Project No. P012711-005. Accessed online at: http://www.orpc.co/permitting_doc/environmental_report_Mar2013.pdf
- [USDOI] United States Department of the Interior. 2007. Programmatic Environmental Impact Statement for Alternative Energy Development and Production and Alternate Use of Facilities on the Outer Continental Shelf. Volume II, Chapter 5.
- Witt, M. J., E. V. Sheehan, S. Bearhop, A. C. Broderick, D. C. Conley, S. P. Cotterell, E. Crow, W. J. Grecian, C. Halsband, D. J. Hodgson, P. Hosegood, R. Inger, P. I. Miller, D. W. Sims, R. C. Thompson, K. Vanstaen, S. C. Votier, M. J. Attrill, and B. J. Godley. 2011. Assessing wave energy effect on biodiversity: the Wave Hub experience. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 370:502-529.

7 Énergie solaire

7.1 Principales incidences

Les principales incidences de l'énergie solaire thermodynamique à concentration (CSP) sont la mortalité directe des espèces migratrices ou les perturbations qu'elles subissent. Dans le contexte de l'énergie solaire photovoltaïque (panneaux solaires), l'incidence essentielle est la perte d'habitats. Ces incidences sont résumées ci-après. On n'observe aucune différence particulière au niveau des impacts entre les phases de construction, de fonctionnement et de démantèlement des installations. Pour une description détaillée des répercussions des projets de développement d'énergie solaire sur les espèces migratrices, nous faisons référence à l'étude de Van der Winden et al. (2014).

Énergie solaire thermodynamique à concentration

- La perte d'habitats des oiseaux, des mammifères et des insectes peut être dans certains cas d'une grande ampleur.
- Mortalité des oiseaux, des mammifères et des insectes, résultant de collisions suite à une attirance et d'une incinération.
- Détérioration et/ou morcellement des habitats des oiseaux, des mammifères et des insectes, tels qu'une diminution de l'eau disponible.
- Perturbations et/ou déplacements contraints des oiseaux, des mammifères et des insectes, qui sont attirés vers des habitats inadéquats.

Énergie solaire photovoltaïque

- La perte d'habitats des oiseaux, des mammifères et des insectes peut être dans certains cas d'une grande ampleur.
- Détérioration et/ou morcellement des habitats des oiseaux, des mammifères et des insectes, tels qu'une diminution de l'eau disponible.

Pour les besoins d'identification de sources, et de formulation de lignes directrices sur les meilleures pratiques de développement des projets d'énergie solaire respectueux de l'environnement, on partira du principe que la plupart des projets se situeront dans des zones terrestres et non dans des lacs, des cours d'eau, ou des habitats marins ou océaniques.

7.2 Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE

Pour une description de la législation, des politiques générales et de l'importance des évaluations stratégiques environnementales (ESE) et des évaluations de l'impact sur l'environnement (EIE), et des lignes directrices pour celles-ci, veuillez vous reporter au paragraphe 2.2. Le paragraphe ci-après décrit les instruments et les stratégies qui concernent spécifiquement les projets d'exploitation de l'énergie solaire.

Législation et politiques générales

L'article 6 de la directive « Habitats » énonce une série de lignes directrices qui doivent être appliquées aux plans et projets qui sont susceptibles d'avoir des effets notables sur

un site Natura 2000. En ce qui concerne les projets d'exploitation de l'énergie solaire, l'application de l'article 6 de la directive « Habitats » inclut la réalisation d'évaluations adéquates pour les projets qui peuvent potentiellement avoir des effets significatifs sur l'intégrité des zones spéciales de conservation, des zones de protection spéciale ou des sites Ramsar, nombre de ces zones incluant des habitats essentiels pour les animaux sauvages.

Les projets d'exploitation de l'énergie solaire dans l'hémisphère occidental se concentrent essentiellement actuellement aux États-Unis et en Allemagne; d'autres centrales solaires à échelle industrielle se trouvent en Espagne et au Maroc. Les autres pays d'Amérique ont soit un potentiel peu élevé de développement de l'énergie solaire, ou mettent l'accent actuellement sur la production d'électricité à partir de combustibles fossiles, ou s'appuient sur d'autres formes d'énergies renouvelables (comme l'hydroélectricité). Plusieurs États américains ont mis en place des obligations imposant un pourcentage minimum de production d'électricité à partir d'énergie solaire et offrent un financement, des incitations fiscales et des prêts pour le développement de cette ressource. A l'échelle nationale, les Ministères de l'énergie et de l'intérieur aux États-Unis ont adopté plusieurs programmes de politique générale visant à encourager les projets d'exploitation de l'énergie solaire. Le Western Solar Plan (examiné en détail ci-dessous) intègre une planification stratégique du développement de l'énergie solaire dans le sud-ouest des États-Unis, et la SunShot Initiative vise à rendre l'énergie solaire concurrentielle du point de vue des coûts, par rapport à l'énergie à base de combustibles fossiles d'ici à 2020. En ce qui concerne les espèces migratrices et leurs habitats, le Western Solar Plan identifie le besoin de prendre en compte ces questions lors de la création et du choix du site des futures installations exploitant l'énergie solaire.

Évaluation stratégique environnementale (ESE)

L'évaluation stratégique environnementale (ESE) permet d'établir un cadre pour identifier les zones à haut risque, afin que les promoteurs sachent que les difficultés rencontrées en termes d'évaluation environnementale et de mesures d'atténuation seront plus grandes, et que le risque de refus d'une autorisation sera plus élevé. L'évaluation stratégique environnementale (ESE) devrait être réalisée durant la phase de planification, afin d'identifier des sites adéquats pour les projets d'exploitation de l'énergie solaire. Le Ministère de l'intérieur des États-Unis a publié un projet de Déclaration programmatique de l'impact sur l'environnement (PEIS) pour le développement de l'énergie solaire (2010), qui décrit l'impact général et les préoccupations environnementales, y compris l'impact sur les animaux migrants, résultant de l'exploitation de l'énergie solaire dans le sud-ouest des États-Unis. Les principes énoncés dans la Déclaration programmatique peuvent être appliqués, d'une manière générale, à tout futur projet d'exploitation de l'énergie solaire à grande échelle.

Un bon exemple d'évaluation stratégique environnementale des projets d'exploitation de l'énergie solaire est celle réalisée pour le sud-ouest des États-Unis d'Amérique. Cette évaluation, intitulée Déclaration programmatique de l'impact sur l'environnement (PEIS), a été préparée par le Ministère de l'intérieur des États-Unis, le Bureau de la gestion des terres aux États-Unis (BLM) et Ministère de l'énergie des États-Unis (DoE). L'évaluation vise à fournir des orientations pour le développement des projets d'exploitation de l'énergie solaire à échelle industrielle sur des terrains publics dans six principaux États (Sunshine

States) bénéficiant d'un large ensoleillement dans le sud-ouest des États-Unis. Elle donne des orientations sur l'emplacement des projets d'exploitation de l'énergie solaire dans des terrains publics, où les projets ne compromettent pas d'autres usages des ressources. On part du principe que le développement de l'énergie solaire constitue un « usage exclusif », excluant généralement d'autres usages. L'évaluation recense une série de Zones d'énergie solaire à l'intérieur desquelles le gouvernement accordera une priorité aux projets d'exploitation de l'énergie solaire à échelle industrielle et facilitera leur développement. Au moins 30 projets d'exploitation de l'énergie solaire à échelle industrielle ont été approuvés dans la région au cours des quatre dernières années, et 70 demandes de projet supplémentaires sont en attente d'autorisation.

Les zones indiquées ci-dessous intéressent directement la protection des espèces migratrices et de leurs habitats, et sont définies expressément comme étant des zones excluant le développement de l'énergie solaire. L'encadré 7.1 énumère ces zones d'exclusion. Il convient de souligner que nombre de ces zones d'exclusion dépendent d'une protection juridique des habitats et des espèces ou groupes d'espèces (espèces menacées par exemple), qui est assurée par d'autres lois et règlements. Les zones d'exclusion incluent (sans se limiter à celles-ci) :

Encadré 7.1 Exemples de zones d'exclusion dans la planification de l'exploitation de l'énergie solaire aux États-Unis

- Toutes les zones de préoccupation environnementale critique (Areas of Critical Environmental Concern) identifiées dans les plans d'affectation des sols en vigueur (y compris les aires de gestion de la faune et de la flore sauvages des déserts (DWMAs) dans la zone de planification du district du désert de Californie).
- Toutes les zones d'habitat critique désignées et proposées pour les espèces protégées par la Loi de 1973 sur les espèces menacées (telle qu'amendée), telles qu'identifiées dans les plans de récupération des espèces correspondants. Voir : (http://ecos.fws.gov/tess_public/TESSWebpageRecovery?sort=1).
- Toutes les zones pour lesquelles le Bureau de la gestion des terres (BLM) s'est engagé, auprès des organismes gouvernementaux partenaires et d'autres entités, à gérer les habitats des espèces vulnérables, y compris les zones critiques, les zones de nidification et d'hivernage du Tétras des armoises; les habitats de l'écureuil terrestre Mohave, du lézard cornu à queue plate, et du lézard frange-botté.
- L'habitat du grand Tétras des armoises (habitats actuellement occupés, sites de couvaison et d'hivernage), tel qu'identifié par le BLM en Californie, au Nevada et dans l'Utah, et l'habitat du Tétras de Gunnison (habitats actuellement occupés, sites de couvaison et d'hivernage), tel qu'identifié par le BLM dans l'Utah.
- En Californie, les terrains classés dans la Catégorie C de la zone de planification de l'aire de conservation du désert de Californie (CDCA).
- Tous les sites liés aux déplacements de la Tortue du désert identifiés dans les plans d'affectation des sols en vigueur, les plans d'atténuation des incidences de chaque projet, ou les points de vue biologiques.
- Tous les couloirs de migration du grand gibier recensés dans les plans d'affectation des sols en vigueur.

- Toutes les zones d'hivernage du grand gibier recensées dans les plans d'affectation des sols en vigueur.
- Les aires naturelles de recherche recensées dans les plans d'affectation des sols en vigueur.
- Les rivières sauvages, scéniques et récréatives désignées par le Parlement, y compris les couloirs ou terrains connexes, ou les terrains recensés en vue d'une protection par le biais d'un plan sur les couloirs fluviaux.
- Les tronçons de rivières identifiés comme étant admissibles ou adaptés à un statut de « rivière sauvage ou scénique » dans les plans d'affectation des sols en vigueur, y compris les couloirs ou terrains connexes recensés en vue d'une protection par le biais d'un plan d'affectation des sols.
- Les forêts anciennes recensées dans les plans d'affectation des sols en vigueur.
- En Californie, les terrains administrés par le BLM, dont le transfert au Service des parcs nationaux est proposé, avec l'accord du BLM.

Évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE)

Une évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE) est requise pour tous les projets d'exploitation de l'énergie solaire, afin d'identifier les risques posés par les installations pour l'environnement. En ce qui concerne les espèces migratrices, l'évaluation de l'impact sur l'environnement prendra en considération toutes les espèces migratrices qui peuvent potentiellement se trouver dans la région, et évaluera l'ampleur potentielle des incidences sur les populations d'espèces et leurs habitats. L'évaluation de l'impact sur l'environnement informe les promoteurs au sujet de moyens effectifs et efficaces de détecter et d'éviter des incidences sur l'environnement.

Les États-Unis fournissent quelques excellents exemples d'évaluations de l'impact sur l'environnement exhaustives des projets d'exploitation de l'énergie solaire à échelle industrielle. Une évaluation de l'impact sur l'environnement propre à chaque site devrait être réalisée pour les propositions de projets d'exploitation de l'énergie solaire, afin de déterminer les conditions environnementales existantes, les incidences attendues du projet, et les mesures d'atténuation préconisées, applicables au projet proposé. De bons exemples incluent :

- Le projet Crescent Dunes au Nevada;
- Le projet Genesis Solar Energy en Californie.

7.3 Meilleures pratiques d'atténuation

Planification et choix du site

Les mesures ci-après représentent les principales mesures prises pour éviter des incidences sur les espèces migratrices pendant la phase de planification d'un projet d'aménagement d'énergie solaire. Ces mesures peuvent être appliquées aux projets d'exploitation de l'énergie solaire.

- Le choix du site est crucial pour réduire à un minimum les incidences du projet.
- Consulter toute évaluation stratégique environnementale applicable et cartographier les valeurs écologiques, afin d'identifier les zones où des projets d'exploitation de l'énergie solaire sont acceptables.

- Procéder à une évaluation de l'impact sur l'environnement propre à chaque site, y compris des études adéquates sur la faune sauvage migratrice.
- Examiner toute autre information disponible sur les espèces et les habitats dans la zone étudiée.
- Communiquer avec les organismes compétents au début du processus de planification, afin d'identifier les espèces migratrices qui peuvent potentiellement se trouver dans la zone étudiée.
- Éviter les zones qui bénéficient d'une protection juridique (tels que les sites Ramsar ou les sites d'importance nationale ou infranationale), et d'autres sites vulnérables comme les zones humides, les aires de repos importantes pour les oiseaux et les chauves-souris, et les sites de reproduction ou les sites de rassemblement migratoire importants, ainsi que les principaux sites qui sont des 'goulots d'étranglement' (couloirs de migration étroits).
- Concevoir le projet d'aménagement de façon à éviter ou réduire à un minimum les incidences sur les habitats aquatiques, en empêchant par exemple les ruissellements dans les cours d'eau voisins et en modifiant la conception du drainage du site.
- Développer les technologies d'énergie solaire sur les terrains à plus faible valeur en termes de conservation, afin de réduire l'impact du projet d'aménagement sur les zones à plus forte valeur en termes de conservation.
- Éviter les prélèvements d'eau de surface ou d'eau souterraine qui ont un impact sur les habitats sensibles et les habitats occupés par des espèces menacées ou des espèces migratrices. La capacité d'approvisionnement local en eau de surface ou en eau souterraine afin d'avoir suffisamment d'eau pour le refroidissement, si besoin, devrait être prise en compte dès le début, lors du choix du site et de la conception du projet.
- Les installations exploitant l'énergie solaire ne devraient pas être situées près des points d'eau qui attirent les oiseaux migrants.
-
- Bien choisir l'emplacement des structures de grande taille, de façon à éviter de les placer sur les trajectoires importantes des oiseaux et des chauves-souris.
- Enquêter sur le point de savoir si la gestion des habitats au niveau du site peut procurer des avantages aux oiseaux et à la biodiversité.
- Assurer la participation des gouvernements, des entreprises de services publics, des consultants, des organisations de défense de l'environnement et d'autres parties prenantes, de façon à ce que les informations les plus récentes soient disponibles et utilisées, en plus des lignes directrices fournies dans le présent rapport.
- Utiliser des formes alternatives de technologies d'énergie solaire, telles que des capteurs paraboliques, des collecteurs avec moteur et des systèmes photovoltaïques, plutôt que des installations constituées d'une tour centrale (Roeb et al 2011). Réduire le nombre de bassins d'évaporation ou utiliser des types de technologies d'énergie solaire alternatives qui n'utilisent pas de bassins d'évaporation. Si des bassins d'évaporation sont nécessaires, en fonction du type d'installation solaire, alors ils pourraient être entourés d'une clôture et de filets, lorsque cela est possible (McCrary et al. 1986, Solar PEIS 2010).
- Lorsqu'une tour centrale est utilisée comme installation solaire, le nombre et l'intensité des points en mode veille devraient être gardés à un minimum, afin de réduire la mortalité des oiseaux à la suite de brûlures (McCrary et al. 1986).

- Développer les technologies d'énergie solaire plus près des villes et dans les villes (sur les toits par exemple), ainsi que dans des zones qui subissent déjà des incidences (Marquis 2009).
- Éviter de développer les technologies d'énergie solaire dans les zones qui sont des couloirs de migration ou des voies aériennes de migration importants (Solar PEIS 2010).
- Utiliser des câbles enterrés plutôt que des lignes de transmission aérienne, afin de réduire à un minimum le morcellement des habitats et les risques de collision pour les oiseaux.

En plus d'une planification visant à réduire à un minimum les incidences sur les espèces migratrices et la biodiversité en général, il est possible également d'améliorer les habitats à l'intérieur des sites des centrales solaires (voir l'encadré 7.2).

Encadré 7.2. Planification de l'exploitation de l'énergie solaire au Royaume-Uni

Un exemple d'orientations sur les meilleures pratiques de planification du développement de l'énergie solaire au Royaume-Uni (BRE 2014) concerne les lignes directrices pour l'élaboration des plans de gestion de la biodiversité (BMPs) dans le cadre des projets d'exploitation de l'énergie solaire qui présentent un intérêt pour la protection de la faune sauvage migratrice (non marine) et de leurs habitats, ainsi que l'intégration d'une amélioration de la biodiversité dans la planification et la gestion de terrain des centrales d'énergie solaire :

- « Identifier les principaux éléments de la biodiversité du site, y compris les espèces juridiquement protégées, les espèces et les habitats qui ont une valeur élevée en termes de conservation (...) et les zones désignées situées à proximité du site proposé ;
- Identifier toute incidence potentielle résultant de l'aménagement du site, et définir des mesures d'atténuation pour gérer ces incidences ;
- Énoncer des objectifs spécifiques pour le site, qui profitent aux éléments essentiels de la biodiversité, et des mesures d'amélioration des habitats prévues pour atteindre ces objectifs ;
- Contribuer à la biodiversité dans le paysage plus vaste et aux réseaux écologiques locaux, en améliorant la connectivité entre les habitats existants ;
- Identifier des espèces végétales à planter et des sources adéquates de semences et de végétaux ;
- Envisager des mesures d'amélioration plus larges, telles que des abris pour la nidification et le repos ;
- Résumer le système de gestion des habitats pendant toute la durée de vie du site ;
- Fournir un plan de suivi du site, et adapter la gestion, selon qu'il convient, à la lumière des résultats de ce suivi ;
- Indiquer comment le site sera démantelé. »

Mesure d'atténuation

Construction et démantèlement

Les mesures d'atténuation ci-après peuvent être adaptées aux projets d'exploitation de l'énergie solaire, afin de réduire à un minimum les incidences sur les espèces migratrices.

- Bien choisir le moment de la construction de façon à éviter les périodes sensibles (la saison de reproduction par exemple).
- Des haies entre les différentes sections peuvent réduire les risques de collision pour les oiseaux d'eau.

Fonctionnement

Énergie solaire thermodynamique à concentration

Réduction de la mortalité des oiseaux – Les mesures d'atténuation ci-après peuvent être adaptées aux projets d'exploitation de l'énergie solaire (énergie solaire concentrée), afin de réduire à un minimum les incidences sur les espèces d'oiseaux migrateurs.

- Bien choisir le moment des activités de maintenance, de façon à éviter les périodes sensibles.
- Réduire à un minimum l'éclairage requis pour satisfaire les objectifs de sûreté et sécurité. Eteindre tous les éclairages qui ne sont pas nécessaires pendant la nuit, pour éviter d'attirer les oiseaux migrants.
- Utiliser des barrières, des filets et des grillages pour faire en sorte que les bassins d'évaporation ne soient pas accessibles aux oiseaux et à d'autres animaux. L'objectif est de réduire la possibilité : a) d'être attirés; b) de se noyer; c) d'être empoisonnés.
- .
- Utiliser des techniques de dissuasion des oiseaux, y compris : la gestion des habitats sur le site; la lutte contre les prédateurs; les techniques anti-perchoir; les techniques qui empêchent la nidification; les filets ou d'autres systèmes d'enclos; effrayer ou chasser les oiseaux en utilisant des chiens entraînés ou des rapaces; dispositifs de dissuasion par radar et dissuasion bioacoustique ciblée de longue portée, ou dissuasion visuelle.

Les projets Crescent Dunes et Genesis Solar au Nevada et en Californie, États-Unis, (CSP), fournissent respectivement d'excellents exemples de suivi et d'atténuation des incidences des projets d'exploitation de l'énergie solaire à échelle industrielle sur la biodiversité. Il convient de noter que ces mesures incluent des mesures de compensation directes (protection des habitats) et indirectes (travaux de recherche).

L'évaluation de l'impact sur l'environnement du premier projet (Crescent Dunes) prévoit un « Plan d'atténuation et de suivi des incidences sur la faune et la flore sauvages », qui inclut des mesures propres à assurer que la construction a lieu en dehors de la saison de nidification des oiseaux migrants et que les bassins de refroidissement de l'eau sont gérés de façon à dissuader les oiseaux. Le plan comprend également des mesures propres à atténuer et à compenser les incidences sur les espèces d'animaux non-migrateurs menacées. Les mesures énoncées incluent, par exemple:

- Des appareils anti-perchoirs seront installés sur le contour des bassins, pour éviter que les oiseaux aient accès à l'eau pour boire.
- Des clôtures seront utilisées pour dissuader les animaux sauvages terrestres, y compris les petits mammifères, les amphibiens et les reptiles, d'accéder aux bassins.

- A la fin de chaque journée de travail, les zones d'excavation qui peuvent piéger des animaux sauvages devraient être inspectées pour voir si des animaux s'y trouvent, avant de procéder au remblayage de ces zones. Si un remblayage n'est pas possible, toutes les zones d'excavation devront inclure des pentes à leurs extrémités, fournissant des rampes aux animaux sauvages pour s'échapper, ou recouvertes pour empêcher entièrement l'accès des animaux sauvages.

Pour plus d'information, veuillez consulter:

http://www.blm.gov/pgdata/etc/medialib/blm/nv/field_offices/battle_mountain_field/blm_informati on/nepa/crescent_dunes_solar.Par.86958.File.dat/Appendix%20E.pdf

Les conditions de certification de la centrale d'énergie solaire Genesis reflètent les pratiques actuelles et sont complètes en ce qui concerne la couverture des incidences du projet de centrale solaire sur la flore, la faune et les habitats. Les mesures énoncées incluent, par exemple :

- Limiter les zones de perturbation en assurant leur marquage par des drapeaux et contenir les activités à l'intérieur de ces zones.
- Éviter le piégeage de tortues et d'autres animaux sauvages dans les tranchées, les tuyaux et les caniveaux. Pour faciliter cela, les tranchées seront remblayées à la fin de chaque journée de travail et des clôtures seront installées.

Pour de plus amples informations, veuillez consulter:

http://www.blm.gov/pgdata/etc/medialib/blm/ca/pdf/palmsprings/genesis.Par.19404.File. dat/Vol2_Genesis%20PA-FEIS_Apdx-G-Certification.pdf.

7.4 Évaluation avant la construction et suivi avant et après la construction

Le suivi est un élément essentiel pour évaluer et gérer la biodiversité sur le site des projets d'exploitation de l'énergie solaire. Les programmes d'évaluation avant la construction devraient être conçus de façon à pouvoir identifier des indicateurs clés et à établir les conditions de référence pour les espèces migratrices et leurs habitats. Les résultats du suivi doivent être recueillis de façon à pouvoir être mesurés et comparés systématiquement au cours du temps, afin de déterminer si les mesures d'atténuation ont été efficaces. Le suivi des projets d'exploitation de l'énergie solaire est axé sur la biodiversité, y compris la diversité et l'abondance des espèces d'oiseaux et de reptiles, l'état des pâturages et le maintien des plantations ou les travaux de restauration des habitats effectués dans le cadre du projet. Le suivi devrait être effectué avant et après la construction des installations d'énergie solaire, afin de pouvoir faire des comparaisons. Une méthode de gestion adaptative devrait être adoptée, en vertu de laquelle les résultats du suivi influenceront la gestion continue du site.

L'évaluation et suivi avant la construction et le suivi après la construction sont examinés séparément dans le présent paragraphe; en pratique, cependant, les deux sont étroitement liés. Plusieurs documents de lignes directrices exigent d'utiliser la méthode BACI (Before-After-Control-Impact) pour le suivi avant et après la construction. Ceci implique d'effectuer un suivi avant et après la construction d'une façon comparable, et d'effectuer le suivi sur le site en question, ainsi que dans une ou plusieurs zones de contrôle.

Évaluation et suivi avant la construction / Étude de référence

Un aspect important des programmes de suivi avant la construction consiste à identifier les risques biologiques associés au projet d'exploitation de l'énergie solaire, et à effectuer une évaluation de l'impact sur l'environnement. L'évaluation de l'impact sur l'environnement identifiera les risques et les moyens de les atténuer. Le suivi avant la construction comprendra le recensement de la diversité et de l'abondance des espèces dans la zone étudiée. Un suivi des espèces menacées et des espèces migratrices dans la zone étudiée devrait être assuré à tous les stades du cycle de vie des espèces concernées. Le suivi avant la construction devrait être effectué pendant une durée suffisante, afin de pouvoir recueillir des informations sur toutes les périodes durant lesquelles une espèce migratrice se trouve sur le site considéré, et devrait tenir compte de la variabilité naturelle, autant que possible.

Suivi après la construction

Le suivi après la construction devrait se poursuivre pendant une durée suffisante, afin d'établir si les espèces migratrices concernées ont subi un impact significatif. Ce suivi doit utiliser les mêmes méthodes, les mêmes sites et les mêmes périodes d'échantillonnage que le suivi avant la construction. Tout décès ou blessure d'une espèce migratrice sur le site d'une centrale solaire devrait être enregistré et signalé à tout moment. Lorsque cela est possible, un programme national réalisé sous les auspices d'un organisme national, tel qu'une association industrielle ou un organisme gouvernemental, devrait consolider les données sur l'impact des projets d'exploitation de l'énergie solaire sur la faune sauvage migratrice et devrait les publier chaque année.

7.5 Résumé des lignes directrices et outils existants

Ce paragraphe donne un résumé des sources d'information, outils et lignes directrices recommandés; cette liste n'a pas vocation à énumérer toutes les sources disponibles, mais plutôt, à indiquer les lignes directrices les plus récentes, pertinentes, utiles et reconnues sur le sujet.

Puisqu'il n'existe qu'un petit nombre de centrales solaires à échelle industrielle, les lignes directrices disponibles sur l'atténuation et la gestion des incidences sur la faune sauvage migratrice sont peu nombreuses. Comme point de départ, veuillez consulter :

Patton, T., L. Almer, H. Hartmann, and K.P. Smith, 2013, *An Overview of Potential Environmental, Cultural, and Socioeconomic Impacts and Mitigation Measures for Utility-Scale Solar Development*, ANL/EVS/R-13/5, prepared by Environmental Science Division, Argonne National Laboratory, Argonne, IL, June. Argonne National Laboratory, Chicago, USA.

Des informations sur la façon d'intégrer des résultats pour la conservation de la biodiversité dans les projets d'exploitation de l'énergie solaire figurent dans la documentation ci-après :

Birdlife International n.d. Birds and Solar Energy within the Rift Valley/ Red Sea Flyway. Migratory Soaring Birds Project. Solar Energy Guidance v.1. Developers & consultants. <http://migratorysoaringbirds.undp.birdlife.org/en/documents>

BRE 2014. Biodiversity guidance for solar developments. Eds G E Parker and L Greene.
BRE National Solar Centre.

Gough, P., P. Philipsen, P.P. Schollemma & H. Wanningen, 2012. From sea to source;
International guidance for the restoration of fish migration highways.

Les évaluations stratégiques environnementales, les plans d'atténuation des incidences et les conditions de certification mentionnés plus haut pour le sud-ouest des États-Unis fournissent des informations très utiles également.

7.6 Documentation

Marquis, A.L. 2009. "Solar Rush: California's Solar Boom Threatens the Very Places it's Meant to Protect". National Parks, Winter, 16-19.

McCrary, M.D., McKernan, R.L., Schreiber, R.W., Wagner, W.D. & Sciarotta, T.C. 1986. Avian mortality at a solar energy power plant. *Journal of Field Ornithology* 57: 135-141.

Pearce-Higgins, J.W. & Green, R.E. 2014. *Birds and Climate Change: Impacts and Conservation Responses*. Cambridge University Press, Cambridge.

Roeb, M., Säck, J.P., Rietbrock, P., Prah, C., Schreiber, H., Neises, M., de Oliveira, L., Graf, D., Ebert, M., Reinalter, W., Meyer-Grünefeldt, M., Sattler, C., Lopez, A., Vidal, A., Elsberg, A., Stobbe, P., Jones, D., Steele, A., Lorentzou, S., Pagkoura, C., Zygogianni, A., Agrafiotis, C., & Konstandopoulos, A. (2011). Test operation of a 100 kw pilot plant for solar hydrogen production from water on a solar tower. *Solar Energy*, 85, 634-644.

8 Énergie éolienne

8.1 Principales incidences

Les incidences potentielles des parcs éoliens sur les systèmes écologiques incluent la perte d'habitats résultant de perturbations ou de déplacements contraints, les effets d'obstacle, et la mortalité due aux collisions. Le bruit sous-marin pendant la phase de construction des parcs éoliens en mer et le champ électromagnétique des câbles sous-marins ont été cités comme facteurs potentiels défavorables pour la faune marine. Les principales incidences des parcs éoliens sur les espèces migratrices sont résumées ci-après, pour la phase de construction et/ou démantèlement et la phase de fonctionnement des installations. Pour une description détaillée des incidences des installations d'énergie éolienne sur les espèces migratrices, veuillez consulter le document d'analyse (van der Winden et al. 2014).

Phase de Construction et de démantèlement

- Perte d'habitats des oiseaux, chauves-souris, mammifères terrestres, poissons, calmars et crustacés.
- Détérioration et/ou morcellement des habitats des oiseaux, chauves-souris, poissons et calmars, et mammifères marins.
- Perturbations et/ou déplacements contraints des oiseaux, chauves-souris, mammifères marins, mammifères terrestres, poissons, calmars et crustacés.
- Effets physiologiques sur les mammifères marins, poissons et calmars.
- Mortalité des mammifères marins, poissons et crustacés.
- Gain en habitats pour les poissons, les calmars et les crustacés, et mammifères marins.

Phase de fonctionnement

- Mortalité des oiseaux et des chauves-souris.
- Perturbations et/ou déplacements contraints des oiseaux, (chauves-souris), mammifères marins et poissons.
- Modification de la structure communautaire des poissons et des crustacés.
- Effets physiologiques sur les poissons et les crustacés.

Les effets de la transmission et/ou du transport de l'énergie produite ne sont pas inclus dans la liste ci-dessus, mais sont examinés dans le chapitre 2.

8.2 Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE

Pour une description générale de la législation, des politiques générales et de l'importance des évaluations stratégiques environnementales (ESE) et des évaluations de l'impact sur l'environnement (EIE), et des lignes directrices pour celles-ci, veuillez vous reporter au paragraphe 2.2. Le paragraphe ci-après décrit les instruments et les stratégies qui concernent spécifiquement les projets d'exploitation de l'énergie éolienne.

Législation et politiques générales

En Europe, la directive « Habitats » et la directive « Oiseaux » fournissent des lignes directrices pour la protection de la biodiversité. L'article 6 de la directive « Habitats »

énonce un éventail de lignes directrices qui doivent être appliquées aux plans et projets qui sont susceptibles d'avoir des effets notables sur un site Natura 2000. En ce qui concerne les projets d'exploitation de l'énergie éolienne, l'application de l'article 6 de la directive « Habitats », y compris la réalisation d'évaluations appropriées, est décrite en détail dans le Document d'orientation pour les projets d'exploitation de l'énergie éolienne et les sites Natura 2000 (Union européenne 2011).

Législation et politiques générales visant spécifiquement la faune marine

Il existe des lignes directrices et une réglementation nationales et internationales en matière de suivi et d'atténuation des effets des parcs éoliens sur les mammifères marins. Des recommandations, lignes directrices et réglementations qui concernent spécifiquement les effets du bruit sous-marin et/ou des parcs éoliens en mer sur l'environnement ont été élaborées par de nombreuses instances internationales, comme la Commission européenne, la Commission des mammifères marins des États-Unis, la Convention OSPAR, la Convention sur le droit de la mer (UNCLOS), la CMS, l'ASCOBANS et la Commission baleinière internationale (IWC). Ces instruments sont pertinents car ils peuvent, ils sont, ou ils devraient être adoptés au niveau national. Les recommandations, lignes directrices et réglementations internationales incluent la directive européenne sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement, la directive « Habitats », la politique maritime intégrée de l'Union européenne, la directive-cadre sur la stratégie marine, ainsi que la Convention sur les espèces migratrices (CMS) et ses accords affiliés tels que l'Accord sur la conservation des petits cétacés de la mer Baltique de l'Atlantique nord-est et des mers d'Irlande et du Nord (ASCOBANS). Pour une description du caractère pertinent de ces instruments pour les mammifères marins, en ce qui concerne les parcs éoliens en mer, veuillez consulter l'analyse d'ICES (2010).

ICES (2010) explique qu'il existe des différences importantes dans les lignes directrices nationales sur l'atténuation des effets des parcs éoliens en mer. Cependant, ils fournissent des exemples de lignes directrices de certains pays portant sur la prévention et/ou l'atténuation des effets défavorables sur les mammifères marins dans le cadre de la construction des parcs éoliens en mer (voir le tableau 3 dans ICES 2010)).

Législation relative aux parcs éoliens (en mer) aux États-Unis

Les futures installations d'énergie éolienne en mer dans les eaux fédérales des États-Unis sont régies par le Bureau de la gestion de l'énergie océanique (BOEM), en collaboration avec plusieurs autres organismes. Les futurs projets d'exploitation de l'énergie éolienne en mer aux États-Unis sont régis par plusieurs lois sur l'environnement visant à protéger la faune et la flore sauvages, y compris les espèces migratrices et leurs habitats. Ces lois incluent :

- La loi de 1969 sur la politique environnementale nationale – requiert une analyse complète des incidences potentielles sur l'environnement de tout projet d'aménagement qui nécessite un examen approfondi du gouvernement fédéral. Cette analyse doit inclure une analyse des solutions alternatives au projet d'aménagement, et proposer une stratégie de suivi et d'atténuation lorsque des ressources naturelles sont susceptibles de subir un impact.
- La loi de 1973 sur les espèces en danger – tout projet d'aménagement susceptible d'avoir des incidences défavorables sur les espèces visées par la loi sur les espèces

en danger doit obtenir une autorisation du Service des poissons et de la faune sauvage des États-Unis (USFWS) et/ou du Service de la pêche marine nationale (NMFS).

- La loi de 1972 sur la protection des mammifères marins – assure la protection de tous les mammifères marins – quel que soit leur état de conservation –, y compris les cétacés, les pinnipèdes et les ours polaire (*Ursus maritimus*). Les promoteurs de projets d'exploitation de l'énergie éolienne en mer doivent tenir compte des espèces potentiellement affectées par leurs installations, et prévoir des mesures d'atténuation, de suivi et de communication des données.
- La loi Magnuson-Stevens sur la conservation et la gestion des pêcheries – requiert la désignation et la protection des habitats essentiels pour les poissons (Essential Fish Habitats), pour les espèces de poissons gérées au niveau fédéral. Dans le cadre de l'évaluation environnementale des propositions d'installations d'énergie éolienne en mer, une évaluation des habitats essentiels pour les poissons doit être effectuée et remise au Service de la pêche marine nationale, pour examen.
- La loi sur les sanctuaires marins nationaux – prévoit la création et la protection de sanctuaires marins nationaux afin de préserver les ressources marines spéciales. Les projets d'exploitation de l'énergie éolienne en mer ne peuvent pas être construits dans des sanctuaires marins désignés, et les effets potentiels sur un sanctuaire situé à proximité doivent être examinés durant l'évaluation environnementale des projets d'exploitation de l'énergie éolienne en mer.

Les parcs éoliens terrestres sont régis par une série de lois fédérales également, y compris une partie des lois énumérées ci-dessus, ainsi que par une réglementation étatique et locale. Les parcs éoliens situés dans les eaux territoriales (c'est-à-dire à moins de 3 miles marins des côtes) sont soumis également à une réglementation étatique.

Évaluation stratégique environnementale (ESE)

L'évaluation stratégique environnementale (ESE) permet d'établir un cadre pour identifier les zones à haut risque, afin que les promoteurs sachent que les difficultés rencontrées en termes d'évaluation environnementale et de mesures d'atténuation seront plus grandes, et que le risque de refus d'une autorisation sera plus élevé. Le moyen le plus efficace de détecter et d'éviter un impact des projets d'exploitation de l'énergie éolienne sur l'environnement est d'effectuer une évaluation stratégique environnementale (ESE) à de grandes échelles spatiales. L'évaluation stratégique environnementale permet d'effectuer une planification stratégique et de choisir l'emplacement des projets d'exploitation de l'énergie éolienne dans des zones qui subiront le moins d'impact environnemental et social et qui retireront le plus d'avantages sur le plan économique. Quelques exemples de bonnes pratiques en matière de planification stratégique des parcs éoliens sont fournis dans l'encadré 8.1. Au titre de la directive 2001/42/EC, les plans et programmes nationaux ou internationaux à l'intérieur des États membres de l'Union européenne qui sont susceptibles d'avoir un impact environnemental important doivent faire l'objet d'une évaluation stratégique environnementale; ceci inclut les projets d'exploitation de l'énergie éolienne à grande échelle.

Encadré 8.1 Exemples de planification stratégique des parcs éoliens

Écosse : Le patrimoine naturel écossais a adopté une note d'orientation stratégique concernant l'emplacement des parcs éoliens en mer, qui inclut une série de cartes de sensibilité. Au total, cinq

cartes ont été élaborées, dont deux d'entre elles décrivent la sensibilité associée à des intérêts liés aux paysages et aux usages récréatifs, et deux cartes décrivent la sensibilité découlant des intérêts liés à la biodiversité et aux sciences de la terre. La dernière carte réunit ces sensibilités dans trois zones générales qui représentent trois niveaux relatifs d'opportunités et de contraintes. Dans l'ensemble, les cartes donnent un aperçu général des endroits où les possibilités d'aménagement de parcs éoliens sont les plus probables, et les endroits où se trouvent les contraintes les plus importantes en termes de patrimoine naturel. (Un résumé du texte figure dans le document d'orientation pour les installations d'énergie éolienne et Natura 2000, Union européenne 2011). Voir aussi :

<http://www.snh.gov.uk/planning-and-development/renewable-energy/onshore-wind>.

Région de la Drôme, France : En 2005, les autorités départementales de la Drôme, en France, ont décidé d'élaborer un plan pour l'énergie éolienne dans toute la région. Des cartes de zonage des sols détaillées ont été préparées, par le biais d'une consultation étroite et d'un dialogue avec tous les groupes d'intérêt. Chaque groupe a pu identifier différentes zones à potentiel élevé, moyen ou faible, en termes de ressources éoliennes, d'entreprises publiques compétentes, et d'accès au réseau d'électricité. A partir de cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages, visant certaines espèces spécifiques, une carte de synthèse a été élaborée pour délimiter les zones particulièrement vulnérables sur le plan environnemental. Ces cartes détaillées visent à fournir un système d'alerte précoce pour éviter des conflits potentiels avec ces espèces importantes, de sorte que les parcs éoliens puissent être aménagés en fonction de ces connaissances. (Pour un résumé du texte, voir le document d'orientation pour les installations d'énergie éolienne et Natura 2000, Union européenne 2011). Voir aussi:

http://www.drome.equipement.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=146.

Parcs éoliens en mer au Danemark : Dans le cadre d'une politique énergétique nationale à long terme, le choix du site de 23 parcs éoliens en mer au Danemark (à l'intérieur de sept zones plus vastes) a été évalué. Les sites ont été sélectionnés dans le cadre d'une démarche de planification stratégique, en tenant compte par exemple des conditions de vent, des valeurs de la nature, de la visibilité, et du raccordement au réseau électrique. (Pour un résumé du texte, voir le document d'orientation sur les installations d'énergie éolienne et Natura 2000, Union européenne 2011). Voir aussi : <http://ec.europa.eu/ourcoast/download.cfm?fileID=983>

Pays-Bas : Le Gouvernement néerlandais s'efforce de concentrer les installations d'énergie éolienne terrestre à grande échelle dans les zones considérées comme « les plus appropriées ». En conséquence, le Gouvernement néerlandais a élaboré une vision sur l'énergie éolienne terrestre, qui a été adoptée en mars 2014. Au total, 11 zones ont été désignées aux Pays-Bas pour les installations d'énergie éolienne à grande échelle. L'impact de l'énergie éolienne sur le milieu naturel a été un des critères utilisés pour identifier les zones « les plus appropriées » pour les installations d'énergie éolienne à grande échelle. Voir aussi :

<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/nieuws/2014/03/31/kabinet-volgt-provincies-in-aanwijzing-11-gebieden-voor-windenergie-op-land.html>.

Parcs éoliens en mer en Amérique du Nord et Amérique du Sud : Il n'existe aucune installation d'énergie éolienne en mer importante à échelle industrielle au large des côtes de l'Amérique du Nord ou de l'Amérique du Sud. Cependant, plusieurs projets d'aménagement de telles installations sont en attente d'autorisation, et des travaux sont menés actuellement pour appuyer ces propositions. Les États-Unis ont commencé un processus de concessions de terrains dans la zone externe du plateau continental à des promoteurs d'énergie éolienne, à l'intérieur de la zone économique exclusive des États-Unis dans l'Atlantique du nord-ouest. Un plan stratégique élaboré par le Ministère de l'énergie des États-Unis a été adopté en 2011, pour appuyer le potentiel d'installations d'énergie éolienne en mer dans le pays. La Stratégie nationale de l'énergie éolienne en mer vise à orienter les mesures des régulateurs, afin de promouvoir les installations d'énergie éolienne en mer d'une manière responsable. Le rapport reconnaît également le manque d'informations disponibles sur l'impact du choix du site et du fonctionnement des installations d'énergie éolienne en mer sur les

ressources environnementales, y compris les espèces migratrices, dans les eaux des États-Unis (Ministère de l'énergie des États-Unis, 2011).

Vallée du Rift / Mer Rouge : L'Outil de carte de sensibilité pour les oiseaux planeurs migrateurs (de Birdlife) a vocation à permettre aux concepteurs, aux responsables chargés de la planification et autres parties prenantes concernées, d'avoir accès aux informations sur la répartition des espèces d'oiseaux planeurs le long de la voie de migration Vallée du Rift / Mer Rouge. Ces informations peuvent contribuer à éclairer des décisions à prendre sur la localisation sans risque de nouveaux aménagements, tels que les fermes éoliennes, assurant que les incidences néfastes soient réduites au minimum le long de sur cette voie de migration (tinyurl.com/MSBmap).

Afrique du Sud : BirdLife Afrique du Sud, l'Endangered Wildlife Trust ainsi que plusieurs spécialistes des oiseaux ont élaboré une carte de sensibilité des oiseaux aux parcs éoliens pour l'Afrique du Sud. Cette carte a pour objectif d'indiquer les endroits du pays qui hébergent des espèces que l'on croit sensibles au développement de parcs éoliens. Il conviendra de prendre des précautions lors de l'aménagement de parcs éoliens dans ces zones. (<http://www.birdlife.org.za/conservation/terrestrial-bird-conservation/birds-and-renewable-energy/wind-farm-map>).

Évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE)

Pour déterminer l'impact des plans ou projets spécifiques d'exploitation de l'énergie éolienne sur le milieu naturel, il importe de procéder à une évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE) (Voir par exemple: Bowyer et al. 2009, European Union 2011, Ledec et al. 2011, Gove et al. 2013). En ce qui concerne les espèces migratrices, l'évaluation de l'impact sur l'environnement d'un projet d'exploitation de l'énergie éolienne devrait viser tous les taxons potentiellement affectés. Tout particulièrement, l'évaluation de l'impact sur l'environnement devrait être axée sur l'impact sur les oiseaux, les chauves-souris et la faune marine (au large des côtes), car ces groupes d'espèces subiront le plus d'impact de la construction et/ou du fonctionnement des parcs éoliens. Pour les parcs éoliens en mer et sur terre, les effets défavorables potentiels sur les habitats et les voies de migration des espèces migratrices devraient être pris en compte également. Une description détaillée des évaluations de l'impact sur l'environnement des parcs éoliens figure dans les analyses du PNUD-CEDRO (2011) et de Gove et al. (2013). Pour des lignes directrices spécifiques concernant le suivi avant la construction, qui est nécessaire pour appuyer l'évaluation de l'impact sur l'environnement, veuillez vous reporter au paragraphe 8.4.

8.3 Meilleures pratiques de planification et d'atténuation

8.3.1 Planification

Choix du site

Le moyen le plus efficace d'éviter les effets défavorables des installations d'énergie éolienne sur les espèces migratrices de tous les taxons est de choisir un emplacement éloigné des habitats d'espèces rares, de leurs principales voies de migration et des sites essentiels le long des voies de migration. Les sites essentiels incluent, par exemple, les goulots d'étranglement migratoires, les zones humides, les zones côtières et les crêtes montagneuses. A l'échelon local, l'attraction des espèces sujettes à collision vers les zones

de parcs éoliens devrait être évitée, en étudiant attentivement la conception de la zone environnante, y compris l'affectation des sols.

Configuration des parcs éoliens

L'étendue des effets défavorables des installations d'énergie éolienne sur les oiseaux est liée partie à la configuration des parcs éoliens. Un plus grand espace entre les turbines réduit ainsi le taux de collision des oiseaux et peut être un obstacle moins menaçant pour les oiseaux locaux en quête de nourriture ou en période de reproduction (données extraites des recherches effectuées sur les effets du parc éolien en mer d'Egmond aan Zee, Pays-Bas). Pour éviter les effets d'obstacle, les longues lignes de turbines devraient être installées parallèlement aux principales voies de migration, et des couloirs peuvent être prévus entre plusieurs grands groupes de turbines, afin d'avoir des voies de migration aérienne sans danger dans toute la zone. Ceci permet aussi de réduire le risque de collision, car les oiseaux peuvent plus facilement traverser les parcs éoliens sans danger.

Type de turbine

Le taux de collision des oiseaux locaux (vols à courte distance) diminue lorsqu'on augmente l'espace situé sous les pales de rotor. Pendant la phase opérationnelle, les plus grandes turbines semblent moins perturber les petits oiseaux qui se reproduisent à terre que les turbines plus petites. Le fait d'utiliser des mâts en dur pour les turbines, plutôt que des constructions en treillis, permet d'éviter que les oiseaux de proie utilisent les mâts comme perchoir. S'agissant des chauves-souris, les informations disponibles sur l'influence du type de turbine (comme la hauteur, ou la surface du rotor) sur la mortalité des chauves-souris ne sont pas concluantes. En ce qui concerne la faune marine, les structures sous-marines sont plus importantes. Pour certains types de fondation, l'enfoncement de pieux n'est pas nécessaire, ce qui permet d'éviter des perturbations pour la faune marine, comme les mammifères marins et les poissons. Cependant, le choix d'un type particulier de fondation dépend en grande partie des caractéristiques des fonds marins et de la profondeur de l'eau. En conséquence, le battage de pieux ne peut pas toujours être évité.

3

Pour une documentation décrivant les mesures d'atténuation liées à l'emplacement, la configuration ou le type de turbine des éoliennes, voir : Hötter *et al.* (2006), Wilhelmsson *et al.* (2010), BirdLife Europe (2011), U.S. Fish and Wildlife Service (2012).

8.3.2 Mesures d'atténuation

Murphy (2010) a évalué le secteur d'industrie des énergies renouvelables marines du point de vue des mammifères marins, en faisant la synthèse des travaux effectués par le groupe de travail ICES sur l'écologie des mammifères marins. Pour les turbines éoliennes en mer, il donne une vue d'ensemble des sources d'impact, des études d'impact pertinentes, des besoins en matière de recherche, et des mesures d'atténuation pendant la construction (y compris une inspection du site avant la construction), le fonctionnement et le démantèlement des installations. Des informations extraites de ces travaux figurent dans les paragraphes ci-dessous.

Construction et démantèlement

Mammifères marins (et autre faune marine affectée par le bruit) – Le groupe de travail ICES sur l'écologie des mammifères marins a recensé les mesures d'atténuation ci-après pour la construction des turbines éoliennes en mer en général : la construction devrait avoir lieu pendant les périodes de faible abondance des espèces, et le bruit provenant d'autres sources (navires, bateaux, etc.) devrait être limité (ICES 2010). En ce qui concerne spécifiquement le battage de pieux, ils ont recensé différentes mesures d'atténuation, y compris : détecter la présence de mammifères marins en utilisant des observateurs visuels, utiliser des dispositifs de dissuasion acoustique, utiliser des procédures de montée en charge, réduire l'énergie émise à des fréquences pertinentes, limiter la période d'installation aux périodes de faible abondance des mammifères marins, et recenser d'autres possibilités techniques pour installer les turbines éoliennes (constructions alternatives comme les fondations à trépied, veste ou gravité, les structures flottantes ou plateformes et/ou d'autres méthodes que l'enfoncement de pieux, comme par exemple un système hydraulique ou de forage). Le démantèlement des turbines éoliennes en mer est en grande partie semblable au retrait d'autres types de structures en mer, comme les plateformes pétrolières et gazières. Une option pour éviter des incidences défavorables pourrait être de laisser les structures sur place (Wilhelmsson et al. 2010).

L'efficacité de certaines mesures d'atténuation est examinée dans plusieurs documents, y compris :

- Une évaluation du potentiel des dispositifs de dissuasion acoustique, afin d'atténuer l'impact du bruit sous-marin résultant de la construction de parcs éoliens en mer sur les mammifères marins, a été effectuée par SMRU Ltd. en 2007.
- L'élaboration de mesures d'atténuation du bruit pendant la construction des parcs éoliens en mer, par Koschinski & Lüdemann (2013), couvre les rideaux à bulles, les caisses d'isolation, les caissons hydrauliques, les amortisseurs de bruit hydrauliques et les améliorations acoustiques du processus de battage (Koschinski & Lüdemann 2013).

Fonctionnement

Pour la phase opérationnelle, les mesures d'atténuation sont axées en général sur une réduction de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris, car il s'agit de l'impact le plus élevé sur les systèmes écologiques.

Réduction de la mortalité des oiseaux – La mesure la plus efficace consiste à fermer temporairement les turbines pendant les périodes à haut risque, tels que les pics d'activités de migration ou de quête de nourriture, ou en cas de vent très fort (venant d'une certaine direction). Le moment précis de ces périodes à haut risque varie selon les sites et est lié en grande partie au paysage et à l'emplacement géographique des parcs éoliens. Des orientations pour une approche sur les meilleures pratiques d'utilisation de la technique appelée « fermeture sur demande » sont fournies par Collier & Poot (en cours d'élaboration).

Plusieurs autres stratégies d'atténuation visant à réduire le taux de collision des oiseaux sont examinées dans la documentation. Cependant, l'efficacité de ces mesures fait l'objet de débats, et il existe peu d'exemples d'application concrète de ces mesures. Quelques exemples de mesures incluent :

- Augmenter la visibilité des turbines éoliennes en utilisant des motifs contrastés sur les pales, ou de la peinture ultraviolet.
- Installer des fausses turbines au bout des lignes ou sur les côtés, afin de réduire le nombre de collisions d'oiseaux qui essaient d'éviter les parcs éoliens.
- Utiliser des dispositifs d'effarouchement comme dissuasion, afin de réduire l'intensité des vols d'oiseaux dans les parcs éoliens.
- Réduire l'intensité des lumières et optimiser l'intervalle entre les flashes pour éviter que les oiseaux soient attirés vers les turbines éoliennes.

Voir par exemple : Hötter et al (2006), Drewitt & Langston (2006), Birdlife International n.d.

Réduction de la mortalité des chauves-souris – A l'heure actuelle, une seule mesure d'atténuation a été démontrée comme réduisant de manière efficace la mortalité des chauves-souris. Une réduction ciblée, c'est-à-dire en arrêtant ou en ralentissant les pales de rotor d'une turbine éolienne durant les périodes d'activité importante des chauves-souris est la seule méthode connue qui limite efficacement la mortalité des chauves-souris. Un ralentissement entraîne inévitablement une baisse de la production d'énergie et il est donc essentiel de limiter ce ralentissement aux périodes d'activité importante des chauves-souris. Il a été démontré que l'augmentation de la vitesse d'entrée (la vitesse du vent la plus faible à laquelle les pales d'une turbine commencent à tourner) et le changement d'angle des pales des turbines afin de réduire leur fonctionnement pendant les périodes de vent faible permettent de réduire la mortalité des chauves-souris de 44% jusqu'à 93%, et n'entraîne que 1% au plus de perte de production totale annuelle d'énergie dans ce cas précis. Arnett et al (2013) ont suggéré que des vitesses d'entrée comprises entre 1,5 et 3 mètres/seconde représentent une approche faisable sur le plan écologique et économique. Il existe quelques méthodes de ralentissement qui sont plus précises : voir les algorithmes de ralentissement respectueux des chauves-souris mis au point en Allemagne (Behr et al. 2011) et le système français appelé Chirotech. Voir aussi Lagrange et al. (2012), Arnett et al. (2013).

Plusieurs autres stratégies d'atténuation visant à réduire le taux de collision des chauves-souris sont examinées dans la documentation scientifique. Cependant, l'efficacité des mesures fait l'objet de débats, et il existe peu d'exemples d'application concrète de ces mesures. Quelques exemples de mesures incluent :

- Dissuader ou effrayer les chauves-souris en utilisant des ultra-sons, des lumières ou des radars.
- Adapter les caractéristiques du paysage pour influencer la présence et l'activité des chauves-souris sur le site des parcs éoliens.
- Réduire la quantité d'insectes attirés vers les turbines éoliennes (et en conséquence, les chauves-souris éventuellement attirées par celles-ci) en peignant les turbines en violet.

Voir par exemple : Nicholls & Racey (2009), Long et al. (2010), Arnett et al. (2011).

Réduction de l'impact des nuisances sonores sur les mammifères marins – Les incidences potentielles sur les mammifères marins pendant la phase opérationnelle peuvent être réduites à un minimum en modifiant les turbines et les fondations de façon à réduire le bruit à des fréquences pertinentes, ou en procédant aux activités de maintenance importantes pendant les périodes où le nombre de mammifères marins présents dans la

zone est faible, et en sélectionnant les navires de services sur la base d'un impact minimal (ICES 2010).

8.4 Évaluation avant la construction et suivi avant et après la construction

Ce paragraphe aborde l'évaluation et le suivi avant la construction et le suivi après la construction des (habitats des) oiseaux, chauves-souris et faune marine, car les installations d'énergie éolienne constituent généralement une menace spécifique pour ces groupes d'espèces. Pour une description générale de l'importance du suivi avant et après la construction et des lignes directrices pour celles-ci, veuillez vous reporter au chapitre 2.

L'évaluation et suivi avant la construction et le suivi après la construction sont examinés séparément dans le présent paragraphe; en pratique, cependant, les deux sont étroitement liés. Plusieurs documents de lignes directrices exigent d'utiliser la méthode BACI (Before-After-Control-Impact) pour le suivi avant et après la construction. Ceci implique d'effectuer un suivi avant et après la construction d'une façon comparable, et d'effectuer le suivi sur le site en question, ainsi que dans une ou plusieurs zones de contrôle.

La mortalité des oiseaux et des chauves-souris due aux collisions avec des turbines est une question importante à examiner, lorsqu'on évalue les effets des projets de parcs éoliens sur les espèces migratrices. En plus d'évaluer le nombre potentiel de collisions, au moyen généralement de modèles de taux de collision (voir ci-dessous), il est important de replacer ces chiffres dans le contexte des effets potentiels au niveau des populations. Plusieurs exemples sur la manière d'évaluer les effets d'une mortalité additionnelle sur une population donnée sont fournis dans l'encadré 8.2.

Encadré 8.2 Évaluer les effets d'une mortalité additionnelle au niveau des populations

Critère de 1% aux Pays-Bas

Dans la législation sur la nature des Pays-Bas, des critères ont été établis concernant les effets acceptables sur la faune sauvage. En ce qui concerne la mortalité des oiseaux et des chauves-souris due aux turbines éoliennes, un critère de mortalité annuelle supplémentaire de 1% a été proposé dans les procédures, et est aujourd'hui reconnu par la loi. Récemment, ce critère a été utilisé pour l'évaluation de projets multiples de parcs éoliens. Poot *et al.* (2011) ont souligné que ce critère de 1% de mortalité annuelle supplémentaire est bien au-dessous du taux de mortalité nécessaire pour avoir un impact sur les populations d'oiseaux de la mer du Nord. La valeur de 1 % est issue des indications sur l'application de l'article 9 de la directive Oiseaux² qui spécifie qu'un « petit nombre » dans le contexte des dérogations indiquées à l'article 9 correspond à un nombre inférieur à 1 % du taux de mortalité annuel d'ensemble dans la population considérée.

Modèles de population

Retrait biologique potentiel

Pour les espèces en danger critique, une approche de retrait biologique potentiel (PBR) peut être utilisée (Lebreton 2005, Niel & Lebreton 2005, Dillingham & Fletcher 2008).

² Pages 60-65 de http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/wildbirds/hunting/guide_en.htm

Évaluation et suivi avant la construction / étude de référence

Oiseaux – Une fonction importante du suivi avant la construction est de déterminer quelles sont les espèces à risque et de recueillir des informations à partir desquelles les prévisions concernant l'ampleur des incidences sur les oiseaux peuvent être fondées. Le suivi avant la construction devrait inclure des études de l'abondance, la dispersion, l'activité et les comportements migratoires des espèces d'oiseaux (sensibles). Le suivi inclut généralement des études sur les migrations des oiseaux et des études sur la reproduction, les lieux de rassemblement et l'hivernage des oiseaux. Les méthodes qui peuvent être utilisées sont les techniques d'enquête visuelle et acoustique, ainsi que les systèmes automatisés, comme par exemple la télémétrie radar ou radio. Les études en mer peuvent être faites par un avion, ou à bord d'un navire ou sur une plateforme à l'intérieur ou à proximité de la zone du parc éolien. La durée du suivi devrait inclure au moins tous les stades du cycle de vie des espèces concernées (reproduction, hivernage, migration), ce qui signifie généralement une période de suivi minimum de 12 mois. Pour faire une estimation du nombre d'oiseaux victimes de collisions, il est fortement recommandé d'utiliser des modèles sur le taux de collision. Les informations recueillies pendant le suivi avant la construction devraient être utilisées comme informations de base pour ces modèles.

Chauves-souris – Egalement, en ce qui concerne les chauves-souris, le suivi avant la construction devrait identifier principalement les espèces à risque et les éléments du paysage utilisés par les chauves-souris. Le suivi devrait inclure des études sur l'activité des espèces, ainsi que études sur les zones de repos. Les études d'activité devraient couvrir tous les différents stades fonctionnels (tels que la migration, la quête de nourriture et la dispersion des colonies). Un grand nombre de méthodes différentes peuvent être appliquées et, selon les circonstances propres à chaque cas, la méthode la plus appropriée devrait être sélectionnée. Des exemples de méthodes incluent les enquêtes qui utilisent des détecteurs de chauves-souris manuels ou automatisés, le suivi par radio, le piégeage, du matériel de vision nocturne (caméra infrarouge ou thermique) et les radars. Il convient de tenir compte de la hauteur à laquelle les études de terrain doivent être effectuées. Les enquêtes sont souvent faites à hauteur du sol, mais dans de nombreux cas, il est nécessaire d'obtenir des informations sur l'activité des chauves-souris à hauteur du rotor. En exploitant les possibilités propres à chaque site, tels qu'un mât, ou un mât météorologique situé dans la zone du parc éolien, des détecteurs de chauves-souris peuvent être installés en hauteur pour obtenir ces informations.

Faune marine – L'étude de référence ou le suivi avant la construction devraient être axés sur les espèces et l'abondance de la faune marine (mammifères, poissons, calmars et crustacés) et sur l'importance et la fonction de la zone considérée pour ces espèces. D'autre part, il convient d'identifier les schémas migratoires et la période de migration des mammifères marins et des poissons, par exemple. L'étude de référence devrait aussi déterminer si la zone du projet fournit des ressources essentielles aux espèces marines migratrices.

Pour que l'étude de suivi de référence puisse évaluer les effets des parcs éoliens en mer sur les mammifères marins, le groupe de travail ICES sur l'écologie des mammifères marins a conseillé (au paragraphe 4.5) de :

- Mettre en place de moyens qui permettent d'assurer une diffusion efficace des résultats présentant un intérêt commun et mettre à disposition les précédents rapports d'évaluation de l'impact sur l'environnement et les données de référence recueillies auparavant pour les futures études et évaluations.
- Favoriser les études multinationales et encourager des décisions en matière de gestion des parcs éoliens en mer, lesquelles doivent être basées sur les populations concernées et/ou les unités de gestion des espèces de mammifères marins concernées, indépendamment des frontières nationales.
- Au fur et à mesure que le développement des parcs éoliens s'étend au large et dans des eaux nouvelles, le suivi devrait être élargi pour inclure toutes les espèces de mammifères marins qui se trouvent habituellement dans ces zones, ainsi que les espèces de mammifères marins qui représentent une préoccupation particulière.
- L'emplacement géographique des parcs éoliens en mer devrait tenir compte de la répartition des mammifères marins durant toute l'année, toute une journée et dans des conditions climatiques et hydrographiques habituelles.
- Renforcer les efforts prodigués pour mettre au point des normes d'évaluation communes sur le bruit et l'abondance de mammifères marins.

Suivi après la construction

Oiseaux – Le suivi après la construction devrait être relié au suivi avant la construction, et le même type d'enquêtes devrait être réalisé pour obtenir des informations sur les effets actuels. D'autre part, la mortalité des oiseaux peut être quantifiée en utilisant les recherches de victimes de collision. Ces études devraient aussi évaluer l'efficacité des recherches et le taux de charognards, pour pouvoir mesurer le taux de collision réel.

Chauves-souris – Egalement, en ce qui concerne les chauves-souris, les effets réels du fonctionnement des parcs éoliens devraient être déterminés en reliant le suivi après la construction à l'étude de référence. Comme pour les oiseaux, le taux de collision réel peut être déterminé à partir des enquêtes sur les victimes de collision, y compris l'évaluation de l'efficacité des recherches et le taux de charognards. Pour les chauves-souris, l'impact direct dû au fonctionnement des parcs éoliens n'est entièrement connu car, la plupart du temps, on ne connaît pas la cause des collisions. En conséquence, il est important d'effectuer également des études sur le comportement (recherche de nourriture) des chauves-souris à proximité des turbines éoliennes.

Faune marine – Le suivi après la construction des parcs éoliens devrait être relié à l'étude de référence, afin de pouvoir mesurer les effets réels du fonctionnement des parcs éoliens sur la faune marine. Ceci signifie qu'après la construction également, la présence ou l'absence d'une faune marine devrait être établie, ainsi que la fonction de la zone pour les espèces présentes. D'autre part, les informations sur le bruit sous-marin produit par le fonctionnement des parcs éoliens peuvent être recueillies en même temps que des informations sur le comportement des poissons ou des mammifères marins, par exemple, dans une vaste zone autour des parcs éoliens. Enfin, l'influence du champ électromagnétique généré par les câbles sous-marins peut être évaluée en reliant la répartition et l'abondance des espèces après la construction aux données recueillies avant la construction des parcs éoliens.

En ce qui concerne le suivi de l'impact des parcs éoliens en mer sur les mammifères marins, le groupe de travail ICES sur l'écologie des mammifères marins a conseillé (au paragraphe 4.5) de :

- Accroître les efforts prodigués pour caractériser les sources de bruit sous-marin liées à la construction et au fonctionnement des parcs éoliens en mer. De tels efforts devraient inclure la mise en place de normes communes de mesure et de caractérisation du bruit sous-marin (e.g. Southall et al., 2007, de Jong et al, 2010).
- Mettre au point des méthodes qui permettent d'évaluer les effets cumulatifs sur les mammifères marins du niveau de bruit sous-marin résultant de la construction et du fonctionnement simultanés dans d'autres zones situées à proximité.
- Effectuer d'autres recherches sur le comportement des mammifères marins lié à l'augmentation du niveau du bruit sous-marin, en particulier sur la façon dont ces changements ont un impact, au bout du compte, sur les paramètres des populations.
- Accroître les efforts prodigués pour définir les propriétés fondamentales du système auditif des mammifères marins et la façon dont le bruit perturbe leur physiologie et leur comportement.

Lignes directrices

- Pour des lignes directrices détaillées sur l'évaluation et le suivi des oiseaux avant et après la construction dans les parcs éoliens en mer, veuillez consulter la publication ci-après : Jenkins et al. (2011).
- Des lignes directrices sur le suivi des oiseaux avant et après la construction d'installations au large des côtes figurent dans : Fox et al. (2006).
- Des lignes directrices pour les études sur l'efficacité des recherches et le retrait des charognards sont fournies par : Smallwood (2007).
- Des exemples de documents qui décrivent les modèles de taux de collision sont fournis par : Tucker (1996), Troost (2008), Band (2012) and Smales et al. (2013).
- Pour des lignes directrices détaillées sur le suivi des chauves-souris avant et après la construction dans les parcs éoliens en mer et sur terre, veuillez consulter la publication : Rodrigues et al. (2008).
- Des lignes directrices sur le suivi des chauves-souris avant la construction dans les parcs éoliens terrestres sont fournies par : Hundt et al. (2011).
- Des lignes directrices détaillées sur le suivi des oiseaux et des chauves-souris actifs la nuit, avant et après la construction des parcs éoliens (terrestres) sont fournies par: Kunz et al. (2007).
- Des lignes directrices nationales sur le suivi et l'atténuation des effets des parcs éoliens incluent, pour l'Allemagne : BSH (2007a; 2007b; 2008); pour le Royaume-Uni: Cefas (2004), DEFRA (2005), JNCC (en consultation); pour les Pays-Bas : Prins et al. (2008).
- En 2009, SMRU Ltd a réalisé une analyse stratégique des données de surveillance des parcs éoliens en mer liées aux conditions d'autorisation FEPA en ce qui concerne les mammifères marins. Ils ont examiné les programmes de suivi des mammifères marins mis en œuvre pour évaluer les effets des parcs éoliens en mer au Royaume-Uni et au Danemark et formulé des recommandations formulées pour un futur suivi (Cefas 2010).
- Les obligations juridiques en matière de suivi des mammifères marins varient selon les pays (voir par exemple le paragraphe 8.2 - législation, politiques générales et

procédures d'évaluation stratégique environnementale et d'évaluation de l'impact sur l'environnement dans ce chapitre, et le tableau 3 d'ICES 2010).

8.5 Résumé des lignes directrices et outils existants

Ce paragraphe donne un résumé des sources d'information, outils et lignes directrices recommandés; cette liste n'a pas vocation à énumérer toutes les sources disponibles, mais plutôt, à indiquer les lignes directrices les plus récentes, pertinentes, utiles et reconnues sur le sujet.

- Arnett, E.B., G.D. Johnson, W.P. Erickson & C.D. Hein, 2013. A synthesis of operational mitigation studies to reduce bat fatalities at wind energy facilities in North America. A report submitted to the National renewable Energy laboratory. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- Arnett, E.b., C.D. Hein, M.R. Schirmacher, M. Baker, M.M.P. Huso & J.M. Szewczak, 2011. Evaluating the effectiveness of an ultrasonic acoustic deterrent for reducing bat fatalities at wind turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- Band, W., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risk for offshore wind farms. Guidance document. SOSS Crown Estate.
- BirdLife Europe, 2011. Meeting Europe's Renewable Energy Targets in Harmony with Nature (eds. Scrase I. and Gove B.). The RSPB, Sandy, UK.
- BirdLife International 2014 The MSB Sensitivity Mapping <http://migratorysoaringbirds.undp.birdlife.org/en/sensitivity-map>
- Birdlife International n.d. Birds and Wind Farms within the Rift Valley/ Red Sea Flyway. Migratory Soaring Birds Project. Wind Energy Guidance v.1. Developers & consultants. <http://migratorysoaringbirds.undp.birdlife.org/en/documents>
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Concept for the Protection of Harbour Porpoises from Sound Exposures during the Construction of Offshore Wind Farms in the German North Sea (Sound Protection Concept). Report in English.
- Bowyer, C., D. Baldock, G. Tucker, C. Valsecchi, M. Lewis, P. Hjerp & S. Gantioler, 2009. positive planning for onshore wind. Expanding onshore wind energy capacity while conserving nature. A report by the Institute for European Environmental Policy commissioned by the Royal Society for the Protection of Birds.
- BSH. 2007a. Standard - Design of offshore wind turbines. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH).
- BSH. 2007b. Standard - Investigations of the Impacts of Offshore Wind Turbines on the Marine Environment. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH).
- BSH. 2008. Standard – Ground investigations for offshore wind farms. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH).
- Cefas, 2010. Strategic review of offshore wind farm monitoring data associated with FEPA Licence Conditions. Project Code ME1117.
- Cefas, 2004. Guidance note for environmental impact assessment in respect of FEPA and CPA requirements. Prepared on behalf of the Marine Consents and Environmental Unit (MCEU). Version 2, June 2004.

- Collier, M.P. & M.J.M. Poot, in prep. Review and guidance on use of “shutdown-on-demand” for wind turbines to conserve migrating soaring birds in the Rift Valley/Red Sea Flyway. Report nr. 13-282. Bureau Waardenburg, Culemborg. Report prepared for BirdLife International, under the UNDP-Jordan/GEF Migratory Soaring Birds (MSB) project.
- DEFRA, 2005. Nature conservation Guidance on Offshore Windfarm Development: a Guidance Note for Developers Undertaking Offshore Wind farm Developments. Prepared by Department of Environment, Food and Rural Affairs.
- Dillingham P.W. & D. Fletcher 2008. Estimating the ability of birds to sustain additional human-caused mortalities using a simple decision rule and allometric relationship. *Biol. Cons.* 141:1738-1792.
- Dolman, S.J. and Simmonds, M.P. 2010. Towards best environmental practice for cetacean conservation in developing Scotland’s marine renewable energy. *Marine Policy*, 34, 1021–1027.
- Drewitt, A.L. & R.H.W. Langston, 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148: 29-42.
- EUROBATS, 2013. Progress Report of the IWG in “Wind Turbines and Bat Populations”. Doc.EUROBATS.AC18.6. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn.
- EUROBATS, 2014. Report of the Intersessional Working Group on Wind Turbines and Bat Populations http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/pdf/Advisory_Committee/Doc_StC9_AC19_12_ReportIWG_WindTurbines%20incl_Annexes.pdf
- European Union 2011, Guidance document, wind energy developments and Natura 2000. http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Wind_farms.pdf
- Fox, A.D., M. Desholm, J. Kahlert, T. K. Christensen & I.K. Petersen, 2006. Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds. *Ibis* 148: 129-144.
- Gove, B., R.H.W. Langston, A. McCluskie, J.D. Pullan & I. Scrase. Wind farms and birds: an updated analysis of the effects of wind farms on birds, and best practice guidance on integrated planning and impact assessment. RSPB/BirdLife in the UK. Technical document T-PVS/Inf(2013)15 to Bern Convention Bureau Meeting, Strasbourg, 17 September 2013.
- Hötter, H., K.-M. Thomsen & H. Köster, 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. Facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Hundt, L., K. Barlow, R. Crompton, R. Graves, S. Markham, J. Matthews, M. Oxford, P. Shepherd & S. Sowler, 2011. Bat surveys – good practice guidelines 2nd edition. Surveying for onshore wind farms. Bat Conservation Trust, London.
- ICES. 2010. Report of the Working Group on Marine Mammal Ecology (WGMME), 12–15 April 2010, Horta, The Azores. ICES CM 2010/ACOM:24. 212 pp.
- Jenkins, A.R., C.S. van Rooyen, J.J. Smallie, M.D. Anderson & H.A. Smit, 2011. Best practice guidelines for avian monitoring and impact mitigation at proposed wind energy development sites in southern Africa. Produced by the Wildlife & Energy Programme of the Endangered Wildlife Trust & BirdLife South Africa.
- de Jong, C. A. F., Ainslie, M. A., and Blacquiere, G. 2010. Measuring underwater sound: towards measurement standards and noise descriptors. TNO report TNO-DV 2009 C613. TNO.

- Koschinski S. & Lüdemann K, 2013. Development of noise mitigation measures in offshore windfarm construction. Commissioned by the Federal Agency for Nature Conservation.
- Kunz, T.H., E.B. Arnett, B.M. Cooper, W.P. Erickson, R.P. Larkin, T. Mabee, M.L. Morrison, M.D. Strickland & J.M. Szewczak, 2007. Assessing impacts of wind-energy development on nocturnally active birds and bats: a guidance document. *The Journal of Wildlife Management* 71: 2449-2486.
- Lagrange H., E. Roussel, A.-L. Ughetto, F. Melki & C. Kerbirou (2012) Chirotech – Bilan de 3 années de régulation de parcs éoliens pour limiter la mortalité des chiroptères. Rencontres nationales « chauves-souris » de la SFEPM (France). (cité dans EUROBATS 2013).
- Lebreton J.D. 2005. Dynamical and statistical models for exploited populations. *Aust. N. Z. J. Stat* 47(1): 49-63.
- Ledec, G.C., K.W. Rapp & R.G. Aiello, 2011. Greening the wind. Environmental and social considerations for wind power development in Latin America and Beyond. Full Report. Energy Unit, Sustainable Development Department Latin America and Caribbean Region, The World Bank.
- Long, C.V., J.A. Flint & P.A. Pepper, 2010. Insect attraction to wind turbines: Does colour play a role? *European Journal of Wildlife Research* 72: 323-331.
- Murphy, S., 2010. Assessment of the marine renewables industry in relation to marine mammals: synthesis of work undertaken by the ICES Working Group on Marine Mammal Ecology (WGMME).
<http://iwc.int/private/downloads/4r0qft5f9vaccwg4ggk0wggws/Synthesis%20of%20work%20undertaken%20by%20the%20ICES%20WGMME%20on%20the%20marine%20renewables%20industry.pdf>
- Nicholls, B. & P.A. Racey, 2009. The aversive effect of electromagnetic radiation on foraging bats – a possible means of discouraging bats from approaching wind turbines. *PLoS ONE* 4: e6246.
- Niel C. & J.D. Lebreton 2005. Using demographic invariants to detect overharvested bird populations from incomplete data. *Conservation Biology* 19(3): 826 – 835.
- Poot, M.J.M., van Horssen, P.W., Collier, M.P., Lensink, R. & Dirksen, S. 2012. Cumulative Effects of Wind Farms in the Dutch North Sea on Bird Populations. Bureau Waardenburg Research Report 11-026, Culemborg, the Netherlands.
- Prins, T.C., Twisk, F., Van den Heuvel-Greve, M.J., Troost, T.A. and Van Beek, J.K.L. 2008. Development of a framework for Appropriate Assessments of Dutch offshore wind farms. IMARES report Z4513.
- Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, J. Goodwin & C. Harbusch, 2008. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication Series No. 3 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany.
- Smales, I., S. Muir, C. Meredith & R. Baird, 2013. A description of the Biosis model to assess risk of bird collisions with wind turbines. *Wildlife Society Bulletin*, 37(1), 59-65.
- Smallwood, K.S., 2007. Estimating wind turbine-caused bird mortality. *Journal of Wildlife Management* 71(8): 2781-2791.
- SMRU Ltd., 2007. Assessment of the potential for acoustic deterrents to mitigate the impact on marine mammals of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. Commissioned by COWRIE Ltd (project reference DETER-01-07).

- Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J., Gentry, R., Green, C.R., Kastak, C.R., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A., and Tyack, P.L. 2007. Marine Mammal Noise Exposure Criteria. *Aquatic Mammals* 33: 411–521.
- Troost, T., 2008. Estimating the frequency of bird collisions with wind turbines at sea. Guideline for using the spreadsheet “Bird collisions Deltares v1-0.xls”. Deltares, Delft.
- Tucker, V.A., 1996. A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors. *Journal of Solar Energy Engineering* 118, 253-262.
- UNDP-CEDRO, 2011. Environmental Impact Assessment for wind farm developments 2012, a guideline report. Prepared by Biotope for the UNDP-CEDRO Project.
- USDOE United States Department of Energy, 2011. A national offshore wind strategy: creating an offshore wind energy industry in the United States.
- U.S. Fish and Wildlife Service, 2012. Land-based wind energy guidelines. U.S. Fish & Wildlife service.
- Wilhelmsson, D., T. Malm, R. Thompson, J. Tchou, G. Sarantakos, N. McGormick, S. Luitjens, M. Gullström, J.K. Patterson Edwards, O. Amir & A. Dubi, 2010. Greening Blue Energy: Identifying and managing the biodiversity risks and opportunities of offshore renewable energy. Gland, Switzerland: IUCN.
- Williams, D.R., Pople, R.G., Showler, D.A., Dicks, L.V., Child, M.F., zu Ermgassen, E.K.H.J. and Sutherland, W.J. (2012) *Bird Conservation: Global evidence for the effects of interventions*. Exeter, Pelagic Publishing.
- van der Winden, J., F. van Vliet, C. Rein & B. Lane, 2014. Renewable Energy Technology Deployment and Migratory Species: an Overview. Report nr. 14-019. Bureau Waardenburg, Boere Conservation Consultancy, Brett Lane & Associates and ESS Group. Commissioned by International Renewable Energy Agency, Convention on Migratory Species, African-Eurasian Waterbird Agreement and Birdlife International, UNDP/GEF/Birdlife MSB project.

9 Recommandations

Ce chapitre résume des recommandations d'actions et de recherche à entreprendre concernant la réduction à un minimum des incidences des projets d'exploitation d'énergies renouvelables sur les espèces migratrices.

Intégrer les espèces migratrices dans la planification stratégique

Entreprendre une planification stratégique des projets d'exploitation d'énergies renouvelables à une échelle internationale, ce qui permet de prendre en compte les espèces migratrices afin de gérer efficacement les effets cumulatifs des projets d'exploitation d'énergies renouvelables sur les espèces migratrices. La plupart des incidences sur les espèces migratrices sont liées à une planification, un emplacement et une échelle inadéquats. L'évaluation des effets cumulatifs à l'échelle des populations durant tout le cycle de vie des espèces (périodes de reproduction, de migration, et de non-reproduction) constitue actuellement un défi important à relever en matière de conservation. On s'attend à une augmentation des effets cumulatifs dans l'avenir. Une évaluation stratégique internationale des projets d'exploitation d'énergies renouvelables doit être réalisée pour déterminer les effets cumulatifs des projets au-delà des frontières nationales. Cette évaluation devrait tenir compte des effets cumulatifs des projets d'exploitation d'énergie renouvelable multiples, ainsi que des effets d'autres projets d'exploitation d'énergies renouvelables et non renouvelables, de sorte que les projets pris dans leur ensemble ne créent pas des obstacles ou des dangers non anticipés. Les projets d'exploitation d'énergies renouvelables qui peuvent potentiellement avoir un impact défavorable important sur les espèces migratrices devraient être évités.

Élaborer des outils de cartographie de la sensibilité

Il est fortement recommandé d'élaborer plus avant une cartographie de la sensibilité des zones à une échelle internationale. Les cartes de sensibilité sont des instruments utiles pour faciliter le processus de planification stratégique des projets d'exploitation d'énergies renouvelables. Les cartes de sensibilité aident à visualiser la sensibilité relative des zones situées le long d'une voie de migration, afin d'éclairer le processus de choix du site des futurs projets d'exploitation d'énergies renouvelables. En utilisant des outils de cartographie de la sensibilité au début du processus de planification stratégique, les zones à haut risque du point de vue des espèces migratrices peuvent être identifiées (alerte précoce) et les risques présentés pour ces espèces peuvent être évités ou réduits substantiellement grâce à un choix du site adéquat à une grande échelle. On trouve déjà de bons exemples d'outils de cartographie de la sensibilité.

Renforcer la législation et la réglementation nationales et internationales sur l'évaluation stratégique environnementale et l'évaluation de l'impact sur l'environnement

Renforcer la législation et la réglementation nationales et internationales concernant l'impact des projets d'exploitation d'énergies renouvelables sur les espèces migratrices et les voies de migration. Utiliser des exemples de bonnes pratiques dans l'élaboration d'une législation concernant une technologie d'énergie renouvelable particulière, tel que décrit dans le présent rapport sur des lignes directrices.

Des procédures d'évaluation stratégique environnementale et d'évaluation de l'impact sur l'environnement nationales adéquates devraient être appliquées aux projets d'exploitation d'énergies renouvelables. Ceci n'est pas toujours évident, notamment dans le cas de la bioénergie, car les changements d'affectation des terres agricoles ne sont généralement pas soumis à une politique d'aménagement du territoire ou à une évaluation environnementale.

Définir des critères d'impact

Élaborer, proposer et appliquer des critères d'impact fondés sur l'écologie et reconnus à l'échelle internationale pour évaluer les effets y compris les incidences cumulatives des technologies d'énergie renouvelable au niveau des populations d'espèces migratrices.

Entreprendre une évaluation de l'impact sur l'environnement au niveau des projets

Appliquer les lignes directrices, les recommandations et les critères internationaux relatifs à l'environnement existants dans l'évaluation de l'impact sur l'environnement au niveau des projets et l'utilisation des sources d'énergie renouvelable. Veiller à ce que les espèces migratrices soient prises en compte dans ce processus.

Appliquer des mesures propres à éviter et/ou atténuer les incidences

Éviter et/ou atténuer les incidences des technologies liées aux énergies renouvelables sur les espèces migratrices en appliquant des orientations en matière de bonnes pratiques. Les bonnes pratiques incluent une conception, un emplacement, une construction, un fonctionnement et une maintenance adéquats des projets d'exploitation d'énergies renouvelables.

Adopter une stratégie de gestion adaptative dans les projets d'exploitation d'énergies renouvelables

Encourager l'adoption de stratégies de gestion adaptative comprenant un suivi et une évaluation scientifique continus, afin de réduire les incertitudes concernant l'impact et d'améliorer les mesures d'atténuation au cours du temps. Il est important d'effectuer une évaluation avant la construction et un suivi après la construction pour fournir des informations qui éclaireront les décisions en matière de planification, tant pour les projets planifiés que pour des futurs projets. Au début de la phase de planification des nouveaux projets d'exploitation d'énergies renouvelables, il conviendra d'entreprendre des études propres à chaque site et à chaque technologie pour déterminer le mieux possible les conflits potentiels avec les espèces migratrices se trouvant dans la zone considérée (évaluation avant la construction) et pour évaluer les mesures d'atténuation et les incidences anticipées du projet (suivi après la construction). Ces informations pourront être utilisées également pour améliorer les techniques d'atténuation des incidences d'autres projets d'exploitation d'énergies renouvelables dans l'avenir. Le suivi après la construction est aujourd'hui une norme obligatoire pour les parcs éoliens de grande envergure et les nouvelles lignes électriques dans le nord-ouest de l'Europe, par exemple, et demeure essentiel pour maintenir un niveau de connaissances adéquat. D'autre part, les études de suivi de l'efficacité des mesures d'atténuation devraient être toujours publiées (dans la revue *Conservation Evidence* par exemple), afin d'assurer un large accès aux informations.

Groupe de travail

Constituer un groupe de travail multipartite pour faciliter le processus visant à réconcilier les projets du secteur énergétique avec la conservation des espèces migratrices. Le groupe de travail devrait promouvoir l'application des décisions et lignes directrices existantes, favoriser l'élaboration de nouvelles lignes directrices et plans d'action nécessaires, promouvoir la recommandation et l'adoption de mesures adéquates pour résoudre des problèmes spécifiques, et faciliter le comblement des lacunes dans les connaissances.

Autres travaux de recherche

Voies de migration

Pour toutes les technologies liées aux énergies renouvelables, les principales lacunes dans les connaissances sur l'impact (potentiel) des projets d'exploitation d'énergies renouvelables sur les espèces migratrices concernent une connaissance précise des zones importantes pour les espèces migratrices, telles que les voies de passage souvent empruntées, les zones qui abritent des concentrations exceptionnelles d'espèces migratrices, les sites de reproduction, d'alimentation ou de halte importants, et les couloirs de migration étroits. Les voies de migration et les modes d'utilisation de l'habitat d'un grand nombre d'espèces restent sous-étudiés et nécessitent d'autres recherches. Des informations précises sur ces zones seront cruciales pour assurer un emplacement et une conception adéquats des projets d'exploitation d'énergies renouvelables.

Impact des projets d'exploitation d'énergies renouvelables sur les espèces migratrices

En plus de connaître les voies de migration, il convient d'assurer un suivi de l'impact sur l'environnement des projets d'exploitation d'énergies renouvelables existants pendant toute leur durée de vie, afin de mieux connaître leur impact sur les espèces migratrices. A ce jour, très peu d'études ont été réalisées sur les incidences des projets à une plus grande échelle, comme à l'échelle des populations ou de l'ensemble d'une voie de migration (les itinéraires aériens intercontinentaux des oiseaux, par exemple). La plupart de ces études restent théoriques et ne sont pas fondées sur des données probantes. Pour tous les projets d'exploitation d'énergies renouvelables, les conséquences à long terme et à l'échelle des populations des déploiements à grande échelle nécessitent d'autres travaux.

Mesures d'atténuation efficaces

D'autres recherches doivent être effectuées sur des mesures nouvelles et innovantes qui permettent d'éviter et/ou d'atténuer les incidences des projets d'exploitation d'énergies renouvelables sur les espèces migratrices, et sur l'efficacité de ces mesures. A ce jour, peu de mesures d'atténuation ont été mises en place. Tout particulièrement, il convient de mettre en place des mesures abordables, propres à réduire substantiellement les risques présentés pour les espèces migratrices, tout en ayant un impact minimum sur le fonctionnement des installations liées à l'exploitation d'énergies renouvelables.

Des connaissances accrues sur les incidences des TER sur les espèces migratrices ainsi que des mesures d'atténuation efficaces permettront de mieux éclairer les prises de décision à l'appui du déploiement accéléré futur des énergies renouvelables, réalisé d'une façon conciliable avec la protection des espèces migratrices. Au niveau du projet,

l'amélioration des connaissances devrait aider à rationaliser les évaluations de l'impact sur l'environnement des projets portant sur les énergies renouvelables