



CONVENTION SUR LES ESPÈCES MIGRATRICES

Distribution: Générale

UNEP/CMS/ScC18/Doc.10.2.2
1 juin 2014

Français
Original: Anglais

18^{ème} RÉUNION DU CONSEIL SCIENTIFIQUE
Bonn, Allemagne, 1-3 juillet 2014
Point 10.2.2 de l'ordre du jour

TECHNOLOGIES D'ÉNERGIE RENOUVELABLE ET ESPÈCES MIGRATRICES: LIGNES DIRECTRICES POUR UN DÉPLOIEMENT DURABLE

Résumé

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 de l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA), au nom de toute la Famille CMS, l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) et BirdLife International UNDP/GEF/BirdLife Msb project, une compilation de lignes directrices sur la façon d'éviter ou d'atténuer les incidences du déploiement des technologies liées aux énergies renouvelables sur les espèces migratrices a été effectuée.

Le document joint à la présente note a été établi par des consultants, et il constitue un projet de texte préliminaire de la compilation. Il est remis à la 18^{ème} réunion du Conseil scientifique, pour examen.

TECHNOLOGIES D'ÉNERGIE RENOUVELABLE ET ESPÈCES MIGRATRICES: LIGNES DIRECTRICES POUR UN DÉPLOIEMENT DURABLE

(Préparé par le Secrétariat)

1. 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 toute la Famille CMS, l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) et BirdLife International UNDP/GEF/BirdLife Msb project, ont travaillé ensemble pour effectuer une analyse du déploiement des technologies liées aux énergies renouvelables et leurs incidences actuelles ou potentielles sur les espèces migratrices, et pour produire une série de lignes directrices sur la façon d'éviter ou d'atténuer ces incidences. Des détails sur cette initiative figurent dans le document UNEP/CMS/ScC18/Doc.10.2.
2. Dans le cadre de cette note de couverture, le projet de texte préliminaire d'une compilation de lignes directrices sur la façon d'éviter ou d'atténuer les incidences du déploiement des technologies liées aux énergies renouvelables sur les espèces migratrices est reproduit ci-après. La compilation a été préparée par des consultants du Bureau Waardenburg bv et des partenaires associés. Il est remis à la 18^{ème} réunion du Conseil scientifique, pour examen.
3. L'établissement du présent document a été rendu possible grâce aux contributions financières du Gouvernement allemand et du Gouvernement norvégien, par le biais des Secrétariats de la CMS et de l'AEWA, de BirdLife International dans le cadre du projet UNDP/GEF Msb, et d'IRENA.

Action requise:

Le Conseil scientifique est invité à:

- a) Examiner le projet de lignes directrices intitulé «*Technologies d'énergie renouvelable et espèces migratrices: Lignes directrices pour un déploiement durable*», et à fournir des orientations en vue de leur élaboration plus poussée et de leur finalisation, afin de les transmettre à la COP11, pour examen et adoption.

ANNEXE

Technologies d'énergie renouvelable et espèces migratrices : Lignes directrices pour un déploiement durable

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

Projet de texte préliminaire, 30 mai 2014

Technologies d'énergie renouvelable et espèces migratrices : Lignes directrices pour un déploiement durable

J. van der Winden¹

F. van Vliet¹

A. Patterson²

B. Lane³

(éditeurs)

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



Boere
Conservation Consultancy



Commandé par : l'Agence internationale pour les énergies renouvelables, la Convention sur les espèces migratrices, l'Accord sur les oiseaux d'eau d'Afrique-Eurasie, et Birdlife International UNDP/FEM/Birdlife Msb project

28 mai 2014
Rapport No. **xx-xxx**

Statut: Avant-projet

Rapport No.: xx-xx

Date de publication: 28 mai 2014

Titre: Technologies d'énergie renouvelable et espèces migratrices :
Lignes directrices pour un déploiement durable.

Éditeurs: F. van Vliet, A. Patterson, B. Lane
J. van der Winden

Auteurs H. Prinsen, A. Gyimesi, M. Boonman, xxxxxxxxx

Crédit photo page de couverture : PM

Nombre de pages y compris les annexes : xxx

Projet No.: 13-107

Responsable de projet : drs. J. van der Winden.

Nom et adresse du client : Agence internationale pour les énergies renouvelables
IRENA Secretariat, C67 Office Building, Khalidiyah (32nd)
Street, 19th floor , procurement office
Abu Dhabi, United Arab Emirates

Référence client : PL/PO/2013/O/0132

Approuvé pour publication : Teamleader Bird Ecology
drs. T. Boudewijn

Initiales :



Le Bureau Waardenburg n'est responsable d'aucun dommage résultant de l'application des résultats des travaux ou d'autres données obtenues du Bureau Waardenburg bv; le client exonère le Bureau Waardenburg de toute responsabilité à l'égard des tiers, en rapport avec ces applications.

© Bureau Waardenburg bv / Agence internationale pour les énergies renouvelables

Le présent rapport est établi à la demande du client mentionné ci-dessus, dont il est le propriétaire. Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, stockée dans un système de recherche documentaire, transmise et/ou médiatisée sous n'importe quelle forme ou par n'importe quel moyen, que ce soit électronique, électrique, chimique, mécanique, optique, par photocopie, enregistrement, ou tout autre moyen, sans une autorisation écrite préalable du client mentionné ci-dessus et du Bureau Waardenburg bv, et ne peut être utilisée sans autorisation à d'autres fins que celle pour laquelle le rapport a été établi.

Le système de gestion de la qualité du Bureau Waardenburg bv a été certifié par CERTIKED, en application de la norme ISO 9001:2008.

Préface

A préparer par IRENA et la Famille CMS

Table des matières

Préface.....	4
Table des matières.....	4
Tableau de mesures	6
1 Introduction	8
2 Lignes directrices générales	10
2.1 Introduction	10
2.2 Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE	10
2.3 Lignes électriques	12
2.4 Infrastructure de transport.....	12
2.5 Suivi avant et après la construction.....	14
2.6 Sources d'information et d'orientation recommandées	15
3 Énergie de la biomasse.....	17
3.1 Principales incidences	17
3.2 Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE	17
3.3 Meilleures pratiques d'atténuation.....	19
3.4 Suivi avant et après la construction.....	19
3.5 Sources d'information et d'orientation recommandées.....	19
3.6 Documentation	19
4 Énergie géothermique.....	21
4.1 Principales incidences	22
4.2 Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE	22
4.3 Meilleures pratiques d'atténuation.....	24
4.4 Suivi avant et après la construction.....	25
4.5 Sources d'information et d'orientation recommandées	26
4.6 Documentation	26
5 Énergie hydraulique.....	27
5.1 Principales incidences	27
5.2 Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE	27
5.3 Meilleures pratiques d'atténuation.....	30
5.4 Suivi avant et après la construction.....	34
5.5 Sources d'information et d'orientation recommandées	36
6 Énergie océanique.....	37
6.1 Principales incidences	37

6.2	Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE	37
6.3	Meilleures pratiques d'atténuation.....	38
6.4	Suivi avant et après la construction	38
6.5	Sources d'information et d'orientation recommandées	41
6.6	Documentation	41
7	Énergie solaire	42
7.1	Principales incidences	42
7.2	Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE	42
7.3	Meilleures pratiques d'atténuation.....	45
7.4	Suivi avant et après la construction	47
7.5	Sources d'information et d'orientation recommandées	48
8	Énergie éolienne	49
8.1	Principales incidences	49
8.2	Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE	49
8.3	Meilleures pratiques de planification et d'atténuation.....	56
8.4	Suivi avant et après la construction	56
8.5	Sources d'information et d'orientation recommandées	59
9	Synthèse / conclusion	65

Tableau de mesures

Le déploiement des technologies liées aux énergies renouvelables peut avoir un éventail d'incidences potentiellement significatives sur les espèces migratrices. En conséquence, il est recommandé que chaque pays prenne les mesures ci-après pour éviter, réduire à un minimum ou atténuer ces incidences potentielles. Chaque pays devrait appliquer ces mesures au stade de planification approprié du processus de développement. Cependant, ce tableau de mesures devrait être considéré comme un processus itératif : si nécessaire, les mesures devraient être réexaminées et révisées, à la lumière des nouvelles informations et décisions.

Mesure 1 : Élaborer et appuyer une planification stratégique à long terme des technologies liées aux énergies renouvelables. Appliquer des procédures d'évaluation stratégique environnementale (ESE) appropriées pour les décisions sur la nécessité d'avoir des technologies liées aux énergies renouvelables à l'échelle nationale, et appliquer des procédures d'évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE) semblables appropriées pour la construction d'installations d'énergie renouvelable, lorsqu'il a été décidé que le développement de ces technologies d'énergie renouvelable est requis. Les aspects liés aux risques présentés pour les espèces migratrices devraient être intégrés dans les procédures d'évaluation environnementale.

Mesure 2 : Développer et appuyer la collaboration entre toutes les parties prenantes (les promoteurs de technologies d'énergie renouvelable, les défenseurs de l'environnement, les organisations gouvernementales), par le biais de Mémoires d'entente conclus sur une base volontaire ou, si nécessaire, en imposant la coopération des promoteurs de technologies d'énergie renouvelable, pour une planification stratégique et une atténuation des effets défavorables sur les espèces migratrices, au moyen d'une législation.

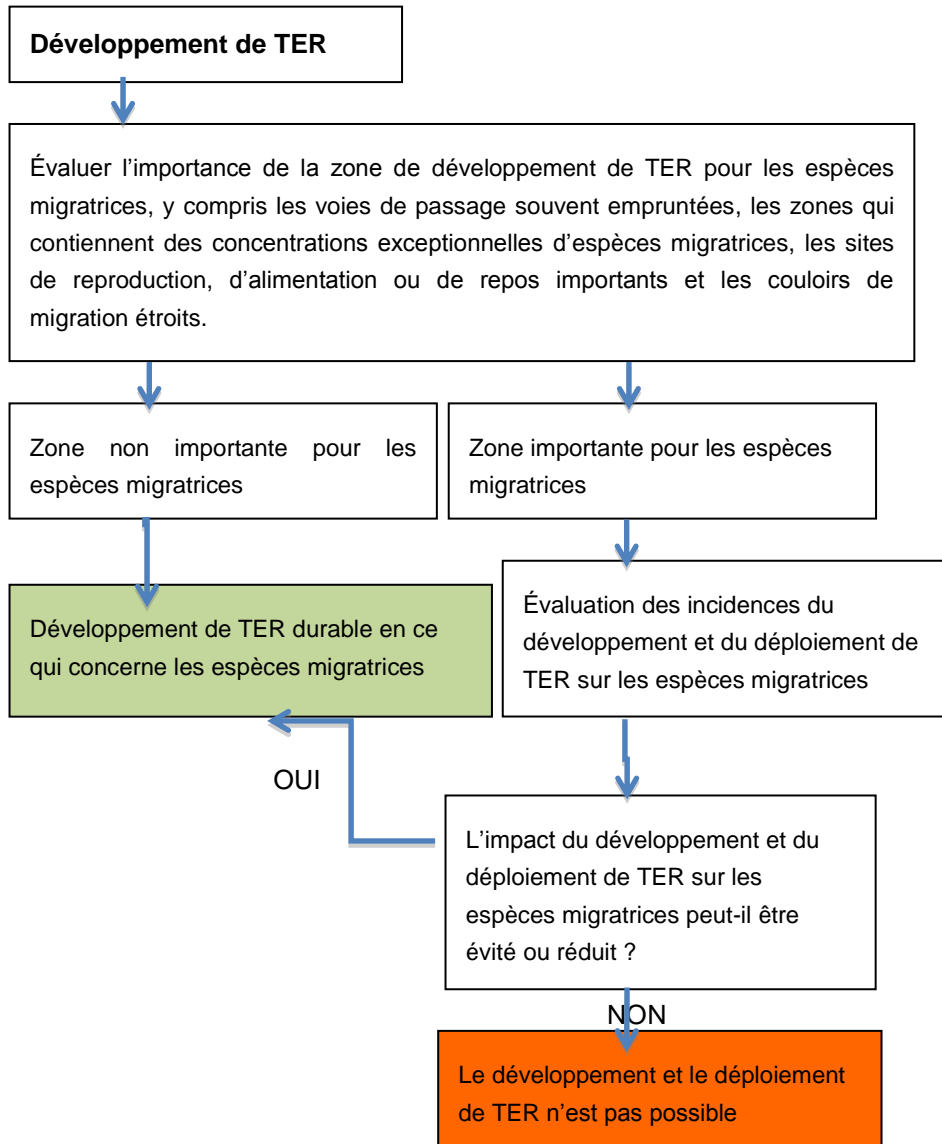
Mesure 3 : Cartographier les zones qui sont des « points chauds » pour les espèces migratrices. Créer des bases de données fondées sur la science et des séries de données spatiales sur les zones importantes pour les espèces migratrices, y compris les voies de passage souvent empruntées, les zones qui contiennent des concentrations exceptionnelles d'espèces migratrices, les sites de reproduction, d'alimentation ou de repos importants, et les couloirs de migration étroits. Ces séries de données permettent de renforcer la planification stratégique pour les mesures 1 et 2 et d'établir des priorités pour la mesure 4. S'il n'existe aucune donnée disponible, provenant de programmes de suivi périodiques par exemple, alors des données de terrain doivent être recueillies pendant au moins un an.

Mesure 4 : Envisager de prendre des mesures de *prévention* de l'impact des nouvelles installations d'énergie renouvelable sur les espèces migratrices, en ce qui concerne : l'emplacement, la conception, les procédés, les technologies, et les options 'interdites'.

Mesure 5 : Envisager de prendre des mesures d'*atténuation* des incidences des installations d'énergie renouvelable sur les espèces migratrices. Ces mesures visent à réduire (la gravité de) l'impact ou à limiter l'exposition d'organismes récepteurs à cet impact.

Mesure 6 : Élaborer et appuyer des programmes d'évaluation qui utilisent des protocoles normalisés pour évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation et améliorer les techniques d'atténuation des incidences, et pour surveiller la présence et les mouvements des espèces migratrices, afin de mesurer l'ampleur des incidences (par espèce).

Arbre de décisions sur le développement et le déploiement des technologies d'énergie renouvelable (TER) en ce qui concerne les espèces migratrices



1 Introduction

Une analyse des effets sur les espèces migratrices

Il est bien reconnu que la production de toute forme d'énergie à partir de sources renouvelables contribue de manière significative à l'atténuation du changement climatique (e.g. Rogelj *et al.* 2013, Edenhofer *et al.* 2012). En atténuant le changement climatique, la production de sources d'énergie 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 l'appauvrissement de la biodiversité. Nonobstant l'impact positif de l'atténuation du changement climatique sur la biodiversité, le déploiement des technologies d'énergie renouvelable (TER) peut aussi avoir des incidences défavorables sur les animaux sauvages, y compris les espèces migratrices.

Les effets du déploiement des technologies d'énergie renouvelable sur les espèces migratrices sont examinés en profondeur dans l'étude sur « Le déploiement des technologies d'énergie renouvelable et les espèces migratrices : une vue d'ensemble » (Van der Winden *et al.* 2014). Cette analyse a été publiée dans le cadre du « projet sur le déploiement des technologies d'énergie renouvelable et les espèces migratrices » (surnommé « projet sur les énergies renouvelables et les espèces migratrices »). L'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA), en collaboration avec les Secrétariats de la Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS¹) et de l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA) et Birdlife International, ont lancé ce projet, dans le but de contribuer au développement écologiquement rationnel des énergies renouvelables. L'analyse internationale fournit des informations générales importantes pour les présentes lignes directrices, qui sont un deuxième résultat du projet.

Lignes directrices pour l'atténuation et la prévention des incidences

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 d'orientation concernent le déploiement d'une technologie d'énergie renouvelable spécifique, sans mettre l'accent en particulier sur les espèces migratrices. Le présent rapport sur des lignes directrices vise à intégrer et à résumer les principaux documents d'orientation existants dans un seul document donnant une vue d'ensemble, en mettant l'accent sur les espèces migratrices. Il présente les solutions techniques et législatives mises au point et mises en œuvre pour éviter et/ou atténuer les incidences, y compris les facteurs qui conditionnent ou limitent leur efficacité, et donne une synthèse des enseignements tirés des expériences passées. Des instructions techniques précises sur l'élaboration des mesures d'atténuation ne font pas partie du champ d'investigation des présentes lignes directrices; pour de telles instructions, nous nous référons à la documentation technique existante. Il existe de nombreux exemples de lignes

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

directrices détaillées et des références expresses seront faites à ces lignes directrices, plutôt que de répéter le contenu des documents, même sous forme de résumé.

Les groupes ciblés par le rapport final des lignes directrices sont les responsables de politique générale au sein du gouvernement qui sont chargés du déploiement des technologies liées aux énergies renouvelables, ainsi que les promoteurs de projets. Le rapport pourra aussi intéresser les consultants, les gestionnaires de sites et d'autres praticiens qui contribuent à la planification, la conception, la mise en œuvre ou l'autorisation des plans ou projets relatifs aux énergies renouvelables.

2 Lignes directrices générales

2.1 Introduction

Un certain nombre de principes et de méthodes de base s'appliquent à toutes les formes de développement des énergies renouvelables. Ainsi, tout déploiement d'énergie renouvelable utilisera un certain type d'infrastructure (telles que des lignes électriques aériennes ou des câbles souterrains) pour transporter et/ou distribuer l'électricité générée au réseau électrique (inter)national et nécessitera des infrastructures d'accès pour les équipes de construction et de maintenance. Des orientations concises sont fournies ci-dessous sur ces aspects généraux, en se reportant pour l'essentiel à d'autres lignes directrices publiées sur les thèmes de la législation, des procédures d'évaluation stratégique environnementale et d'évaluation de l'impact sur l'environnement, des infrastructures de transport, des lignes électriques, et du suivi des incidences, respectivement. Le chapitre conclut par un 'guide sur les orientations', qui énumère les sources d'information et d'orientation recommandées sur ces thèmes. Lorsqu'elles sont disponibles, des orientations plus précises sur ces différents thèmes, pour chaque déploiement de technologie liée aux énergies renouvelables, seront présentées dans les chapitres suivants 3 à 8.

2.2 Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE

Législation et politiques générales

Il existe un large éventail d'obligations juridiques et semi-juridiques pour encourager les promoteurs d'énergie renouvelable 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 intégrées dans la législation nationale et dans les conventions, traités ou Mémoires d'entente internationaux.

La plupart des pays ont mis en place une législation qui régleme la construction et l'exploitation des installations d'énergie renouvelable (telles que les parcs éoliens, les barrages hydroélectriques, les centrales d'énergie solaire, etc.), en appliquant un système d'évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE), compte tenu des dispositions de la législation nationale en vigueur sur la conservation des habitats et de la faune sauvage. Plus la législation sur la conservation de la nature est stricte, plus elle influencera :

- 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 à certains endroits, en raison d'intérêts supérieurs liés à la conservation de la nature;
- L'obligation de compenser les incidences défavorables qui ne peuvent pas être atténuées.

La procédure d'évaluation de l'impact sur l'environnement vise à trouver et à créer le meilleur emplacement pour le déploiement de technologies d'énergie renouvelable, de façon

à réduire à un minimum les incidences sur le paysage et la biodiversité (au sens le plus large du terme). Il est préférable qu'une telle évaluation de l'impact sur l'environnement soit précédée d'une évaluation stratégique environnementale (ESE) à l'échelle nationale ou régionale, laquelle vise, au tout début du processus, à faire en sorte que les aspects environnementaux et d'autres aspects liés au développement durable éventuellement soient pris en compte de manière efficace dans l'élaboration des politiques générales, des plans et des programmes, et évalue le besoin général d'un déploiement de technologies liées aux énergies renouvelables (voir ci-dessous).

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 de technologies d'énergie renouvelable et les espèces migratrices, mise à part l'exception notable de l'énergie éolienne. La plupart des instruments internationaux importants relatifs à la conservation de la nature imposent des obligations plus générales qui exigent la bonne application des procédures normalisées d'évaluation stratégique environnementale et d'évaluation de l'impact sur l'environnement (voir ci-dessous). La législation spécifique applicable au déploiement des énergies renouvelables sera examinée dans les chapitres sur le déploiement de technologies d'énergie renouvelable spécifiques.

Évaluations stratégiques environnementales et évaluations de l'impact sur l'environnement

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. Du fait que de nombreuses espèces migratrices traversent un grand nombre de pays ou d'océans, une évaluation stratégique environnementale internationale est essentielle, mais n'a pas encore été effectuée. Une évaluation stratégique environnementale (ESE), suivie par une évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE) par site, constituent les outils nécessaires pour assurer une telle protection, et devraient être élaborées et appliquées.

L'évaluation stratégique environnementale est un moyen d'intégrer les considérations environnementales dans les politiques générales, les plans et les programmes, afin de parvenir aux meilleurs résultats pour toutes les parties concernées. Ceci est particulièrement efficace pour la planification à grande échelle des installations d'énergie renouvelable (comme les parcs éoliens, les panneaux solaires, les centrales hydroélectriques, etc.), où les zones les moins susceptibles de conflits sont identifiées de manière proactive et où les zones sensibles sont évitées, 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 relativement tard dans le processus de planification, il fournit un mécanisme utile et essentiel pour réduire à un minimum l'impact 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, pour couvrir tout le cycle de vie des espèces. Ceci contribuera largement à éviter des conflits ultérieurs avec les dispositions de la législation nationale et de la réglementation internationale en vigueur sur la conservation de la nature, lorsque des espèces qui bénéficient d'une protection stricte sont susceptibles d'être tuées ou perturbées de façon permanente par le déploiement de technologies liées aux énergies renouvelables.

Il est absolument essentiel d'avoir des données disponibles sur les espèces migratrices et sur les 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 adéquate du déploiement des énergies renouvelables, y compris des données sur la présence d'espèces migratrices et leurs voies de migration, peut déjà résoudre une grande partie des problèmes d'interaction entre le déploiement des technologies d'énergie renouvelable et les espèces migratrices. Malheureusement, un grand nombre de pays en développement ne disposent pas de ressources suffisantes pour effectuer des recherches approfondies sur le terrain, afin de recueillir des données pertinentes. Un système devrait être mis en place pour fournir un financement externe afin de pouvoir effectuer des enquêtes de base sur le terrain. Pour les projets de petite envergure, les promoteurs devraient prendre en charge et inclure les frais des études de référence dans leurs budgets de projets. Pour les programmes de construction de centrales de plus grande envergure, ce coût pourrait être pris en charge par les gouvernements, par le biais des organismes de développement nationaux ou de fonds internationaux, comme le Fonds pour l'environnement mondial (FEM). Un tel système pourrait être utilisé également par les pays qui souhaitent remplacer et/ou améliorer leurs installations dangereuses, comme les parcs éoliens dont les mâts sont en treillis.

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, sont fournies dans la Résolution Ramsar X.17 '*Évaluation de l'impact sur l'environnement et évaluation stratégique environnementale : orientations scientifiques et techniques actualisées, 2008*', dans 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), et dans 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). Il s'agit là de documents utiles et concrets qui énoncent les mesures requises pour la planification et l'application des évaluations stratégiques environnementales et des évaluations 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 Lignes électriques

Les installations de production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable ont besoin d'infrastructures pour les relier au réseau d'électricité. Lorsque ces connexions

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 les espèces 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 aux références qu'elles contiennent. Pour des instructions techniques détaillées sur l'élaboration des mesures d'atténuation, nous nous référons à la documentation technique existante et nous recommandons APLIC (2006, 2012), Haas *et al.* (2005) et Haas *et al.* (2008).

2.4 Infrastructure de transport

Les effets observés durant la construction d'installations de production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable, 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, nous nous référons aux 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 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, notamment 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. Il est essentiel d'assurer un suivi avant et après la construction des installations d'énergie renouvelable, pour recueillir davantage de données sur le terrain, afin de mieux connaître l'ampleur des problèmes et les espèces concernées dans des zones plus vastes.

Il importe que les enquêtes et le suivi avant et après la construction utilisent une méthode standard et reproductible, compatible avec les méthodes utilisées pour d'autres installations

d'énergie renouvelable. Ceci permet de comparer différentes installations d'énergie renouvelable et de faire des estimations plus fiables concernant les incidences de ces installations, en s'appuyant sur différentes études. Ceci peut aider à prévoir avec plus d'exactitude l'impact des futurs projets d'aménagement. Un suivi standard après la construction est nécessaire également pour tester l'efficacité des mesures d'atténuation appliquées, ainsi que les incidences prévues. Enfin, le suivi facilite la réalisation des évaluations de l'impact cumulatif sur des espèces données, puisque les résultats d'études semblables peuvent être agrégés.

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

Des stratégies de suivi spécifique du déploiement des technologies liées aux énergies renouvelables (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 Sources d'information et d'orientation recommandées

Les sources d'information et d'orientation recommandées sont énumérées ci-dessous; ce sont les lignes directrices les plus récentes et reconnues sur le sujet.

Planification stratégique, législation et procédures ESE et EIE

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.

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.

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>.

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>

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, AEWA 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

Construction et aménagement d'infrastructures

Luell, B., Bekker, G.J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlaváč, 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. AEWA Conservation. Guidelines No. 11, AEWA Technical Series No. 26, Bonn, Germany. http://www.unep-aewa.org/publications/conservation_guidelines/pdf/cg_11.pdf

Énergies renouvelables en général

Hötker, 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 Énergie de la biomasse

3.1 Principales incidences

La production de carburants à partir de bioénergie peut potentiellement avoir des incidences défavorables sur les animaux migrateurs, y compris sur les oiseaux et les mammifères terrestres, principalement en raison de l'altération des habitats. Les incidences spécifiques de la production de carburants à partir de bioénergie sur les animaux migrateurs sont décrites ci-dessous.

Production de cultures destinées aux biocarburants:

- Perte d'habitats des oiseaux et des mammifères terrestres, résultant de la conversion des habitats naturels en terres agricoles destinées à la production de biocarburants;
- Diminution des ressources alimentaires des oiseaux et des mammifères terrestres, en raison de la modification des types d'habitat.

Construction :

- Perte d'habitats des oiseaux et des mammifères terrestres, résultant de la construction d'installations destinées à une conversion aux biocarburants.

3.2 Législation, politiques générales et procédures ESE et EIE

Législation et politiques générales

L'intégration de l'énergie de la biomasse dans les portefeuilles énergétiques nationaux a suscité un intérêt considérable au cours des récentes années. Ceci est réalisé habituellement en utilisant des biocarburants mélangés avec des carburants classiques liquides à base de combustibles fossiles, pour le transport et le chauffage. Cependant, relativement peu d'initiatives de politique générale ou de mesures législatives ont été mises en œuvre sur la production de biocarburants et l'atténuation des incidences sur la faune sauvage migratrice. Ceci est vrai également pour les régions tropicales qui ont un potentiel élevé et un intérêt en matière de production de bioénergie, ainsi qu'une faune sauvage migratrice importante et vulnérable et des ressources des écosystèmes. Des exemples de législation et d'initiatives de politique générale mises en œuvre dans deux des plus gros pays producteurs de bioénergie, à savoir, les États-Unis et le Brésil, sont fournis dans l'encadré 3.1.

Encadré 3.1 Exemples de législation sur les 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.

Évaluations stratégiques environnementales (ESE)

Les évaluations stratégiques environnementales (ESE) de la production de carburants à base de biomasse sont un outil important pour la planification, la gestion et l'atténuation des incidences de cette technologie d'énergie renouvelable sur les espèces migratrices. Puisque la perte d'habitats peut avoir un impact significatif sur les espèces migratrices, des évaluations stratégiques environnementales devraient être effectuées pour les besoins de planification et de mise en œuvre des programmes de production à grande échelle de carburants à base de biomasse, 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 dans le cadre d'un programme sur les biocarburants

En 2004, le Gouvernement brésilien a adopté le Programme de production et d'utilisation de biodiesel (PNPB), qui intègre la volonté d'assurer une sécurité énergétique et des objectifs de développement rural. Le PNPB a mis en place une série de mesures d'incitation économique, des sources de financement, et des exigences en termes de pourcentage des mélanges pour la production intérieure de biodiesel. L'une des principales caractéristiques du PNPB est d'exiger que les raffineurs de biodiesel achètent les cultures de biomasse (principalement l'huile de palme) dans des petites exploitations familiales, favorisant ainsi le développement des énergies renouvelables et le développement économique rural (Langevin 2010). Bien qu'il ait réalisé ses objectifs, le PNPB n'a pas inclus une évaluation stratégique environnementale (ESE) du secteur du biodiesel en pleine expansion.

Pour répondre à cette lacune dans les connaissances, une évaluation stratégique environnementale a été proposée en 2011, afin d'examiner les possibilités d'expansion durable de la production de biomasse à partir d'huile de palme dans le nord du Brésil (de Carvalho, 2011). Les objectifs de l'évaluation stratégique environnementale étaient d'évaluer la croissance de la production d'huile de palme, afin de définir l'exploitation durable de l'huile de palme, facilitant ainsi la planification et la prise de décision. L'évaluation stratégique environnementale a utilisé une analyse de la documentation et une analyse de bureau de données spatiales pour identifier les terrains dégradés qui devraient être choisis de préférence pour étendre la production d'huile de palme, plutôt que des habitats de plus grande valeur sur le plan écologique.

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

Les évaluations de l'impact sur l'environnement sont un outil essentiel pour déterminer l'impact de la culture de carburants à base de biomasse et les pratiques de récolte sur la faune sauvage migratrice et ses habitats. Les évaluations de l'impact sur l'environnement de la production de carburants à base de biomasse devraient être axées sur les espèces qui subissent le plus d'incidences des installations d'énergie de la biomasse, à savoir, les espèces d'oiseaux des prairies et des forêts et les mammifères terrestres. En ce qui concerne les oiseaux migrateurs, les évaluations de l'impact sur l'environnement devraient avoir pour but de déterminer l'importance d'une zone d'installation potentielle pour les oiseaux migrateurs, en termes de ressources disponibles (nourriture, 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 identifier des mesures d'atténuation éventuelles qui pourraient aider à réduire l'impact des changements anticipés dans les habitats 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 grâce à des bonnes pratiques concernant le choix du site et la gestion durable des terres et des forêts, y compris les stratégies de plantation, la période et la méthode choisies pour la récolte, et le choix des espèces cultivées. Les principes de bonnes pratiques énumérés ci-dessous fournissent 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 néfastes sur les espèces migratrices et optimiser les avantages. Pour plus d'information, les praticiens devront consulter les orientations publiées plus détaillées.

Choix du site

- Cibler la production de biocarburants dans des zones de culture dégradées et abandonnées, pour éviter de convertir des habitats indigènes de haute qualité en champs de production de biocarburants (Fargione et al. 2010).

Conception, gestion durable des terres et des forêts

- Utiliser des espèces indigènes plutôt que des espèces introduites et/ou des cultures en lignes. Ceci permet d'accroître l'hétérogénéité des habitats et aboutit 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 les systèmes de rotation des cultures ou de culture en bandes alternantes pour améliorer la diversité des espèces. On trouve des exemples d'amélioration de la diversité des espèces d'oiseaux migrateurs dans les champs de panic, en fournissant à la fois des habitats de hautes herbes et d'herbes courtes (Murray and Best 2003, Roth et al. 2005, Bies et al. 2006).
- Cibler la production de biocarburants dans des zones de culture dégradées et abandonnées, pour éviter de convertir des habitats indigènes de haute qualité en champs de production de biocarburants (Fargione et al. 2010).
- Utiliser les biocarburants qui n'ont pas besoin de davantage de terrains, comme les résidus de bois et/ou de culture, les déchets animaux et/ou municipaux, les cultures de couverture végétale, et les algues (Fargione et al. 2009).

3.4 Suivi avant et après la construction

Des études sur les populations sont essentielles pour comprendre comment la production de carburants à base de biomasse peut affecter les espèces migratrices, essentiellement les oiseaux et les mammifères terrestres. Les études de référence sur les populations devraient déterminer quelles espèces utilisent les habitats proposés pour la culture de biocarburants et comment la diversité et l'abondance des espèces d'oiseaux et de mammifères changent avec la modification des habitats, ainsi que sur une basse saisonnière au moment des récoltes. Pour déterminer pleinement les effets des cultures de biomasse sur les espèces migratrices, trois types d'habitats devraient être étudiés : les habitats indigènes (i.e. les prairies ou les forêts), les zones de culture de biomasse à faible impact (i.e. les espèces d'herbes ou d'arbres indigènes) et les zones de culture de biomasse à impact élevé (i.e. les cultures en lignes non indigènes). Les études sur les zones cultivées devraient être effectuées avant et après les récoltes, afin de recenser les changements observés dans les populations d'oiseaux et de mammifères, dans différentes conditions de ressources alimentaires et de couvert végétal disponibles. Les études devraient être réalisées également 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 sur les populations devraient être effectuées avant que les habitats de prairies indigènes ou de pâturages soient convertis en zones de culture de biocarburants. 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 concernant l'emplacement des champs de culture de biomasse, et les zones d'impact des cultures devraient être celles qui fournissent les habitats les moins utiles pour les oiseaux migrateurs, les mammifères et les espèces rares.

Les études réalisées dans les champs de culture de biomasse 'en activité' peuvent aider à déterminer si des mesures de gestion pourraient 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 examinées plus haut.

3.5 Sources d'information et d'orientation recommandées

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.

Köppen, S., S. Markwardt, and H. Fehrenbach. 2013. Biofuels Screening Toolkit: Guidelines for Decision Makers.

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.

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.

UNEP/GEF/UNIDO sur les biocarburants, voir :

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

Bies, L. 2006. The Biofuels Explosion: Is Green Energy Good for Wildlife? Wildlife Society Bulletin 34(4):1203-05.

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.

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.

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 diverses technologies liées aux ressources géothermiques diffèrent à de nombreux égards, mais elles soulèvent plusieurs questions écologiques communes concernant les espèces migratrices. Les effets (potentiels) du développement et du déploiement des technologies liées à l'énergie géothermique sur les espèces migratrices peuvent être répartis dans les catégories suivantes :

Construction et démantèlement

1. La perte d'habitats des oiseaux et des mammifères, résultant de la construction de centrales et d'infrastructures géothermiques;
2. La détérioration des habitats des oiseaux, des mammifères et des poissons, résultant de l'impact sur la qualité des eaux de surface (rejet de déchets);
3. Le morcellement des habitats des oiseaux et des mammifères, résultant des infrastructures et d'autres structures (clôtures, bâtiments, etc.);
4. La perturbation des oiseaux et des mammifères, résultant des activités de construction;
5. La mortalité des oiseaux et des mammifères, résultant des collisions avec des véhicules.

Fonctionnement

1. La perturbation des oiseaux et des mammifères, résultant de nuisances sonores, lumineuses et thermiques;
2. Le 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).

La plupart des incidences recensées peuvent être réduites à un minimum grâce à des mesures d'atténuation et de suivi, ainsi que des procédures de gestion environnementale adéquates. Les effets de la transmission ou/ou du transport de l'énergie générée ne figurent pas dans la liste ci-dessus, mais sont examinés dans le chapitre 2.

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 contraintes juridiques sont des lignes de démarcation pour encadrer le développement des installations géothermiques, tout particulièrement 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, (voir : http://geodh.eu/wp-content/uploads/2012/11/K4RES-H_Geothermal_Regulation.pdf) est très diversifié. Les dispositions pertinentes de la législation nationale sont dispersées dans les lois sur l'exploitation minière, l'énergie, l'environnement, 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-Regulation.pdf> et <http://www.geoelec.eu/wp-content/uploads/2013/11/D6.2-Final-Report.pdf>.

Évaluations stratégiques environnementales

Les évaluations stratégiques environnementales réalisées sur de grandes échelles spatiales peuvent aider à détecter et à éviter les incidences graves des installations géothermiques sur l'environnement. Bien que certains pays aient procédé à des évaluations stratégiques environnementales pour gérer le développement des énergies renouvelables, ces évaluations visent rarement de façon spécifique l'énergie géothermique. Quelques exemples de planification stratégique générale de la géothermie, qui n'abordent pas en particulier 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'allocation 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 néfastes 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.rammaaetlun.is/english>

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

Dans le contexte des espèces migratrices, les évaluations de l'impact sur l'environnement des installations géothermiques devraient mettre l'accent en particulier sur :

1. Les espèces migratrices : les oiseaux, les mammifères et les poissons;
2. 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);
3. Les principales incidences du déploiement des technologies liées à l'énergie géothermique sur les espèces migratrices : voir le paragraphe 4.1;
4. Les mesures qui permettent d'éviter, de réduire à un minimum ou de limiter les effets néfastes importants du déploiement des technologies liées à l'énergie géothermique sur les espèces migratrices : voir le paragraphe 4.3.

Encadré 4.2 Exemple d'évaluation de l'impact sur l'environnement du déploiement de la technologie géothermique

États-Unis : Le Ministère de l'intérieur et de l'agriculture des États-Unis a adopté la Déclaration finale programmatique de l'impact sur l'environnement (PEIS) pour les concessions géothermiques dans l'ouest des États-Unis (2008), qui 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 de l'impact sur l'environnement concernant le 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

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. 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. Mener ces consultations 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, 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 toute installation dans les habitats sensibles 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 concernée 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.
- Empêcher la faune sauvage de boire les 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 un approvisionnement des animaux sauvages en eau potable 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.
- 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 d'eau et/ou recyclage.

Mesures d'atténuation pendant la phase opérationnelle

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

4.4 Suivi avant et après la construction

Suivi avant la construction / étude de référence

Les initiatives de suivi devraient mettre l'accent sur le choix du site des installations géothermiques, au regard de l'utilisation de la zone considérée par la faune sauvage migratrice (oiseaux, mammifères, poissons), tout particulièrement les espèces menacées et en danger. Déterminer quelles sont les espèces à risque et recueillir des informations sur la base desquelles les prévisions concernant l'ampleur des incidences sur les oiseaux peuvent être fondées. Le suivi avant la construction devrait inclure des études sur l'abondance, la dispersion, l'activité et les schémas de déplacement des espèces (sensibles). Les résultats des enquêtes sur la présence ou l'absence en général et sur la diversité et l'abondance de la faune sauvage migratrice devraient éclairer les décisions concernant l'emplacement des installations géothermiques. Le suivi devrait inclure tous les stades du cycle de vie des espèces concernées au moins, ce qui signifie généralement une période de suivi minimum de 12 mois.

Suivi après la construction

- Suivi des populations d'animaux migrants 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 Sources d'information et d'orientation recommandées

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 de l'énergie hydraulique sur les systèmes écologiques qui procurent des habitats aux animaux migrateurs incluent :

- La perte d'organismes aquatiques migrateurs, tels que les poissons, dans les turbines de centrales hydroélectriques en activité;
- Des changements dans les régimes hydrologiques des cours d'eau 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 migrateurs peuvent potentiellement subir un impact de l'énergie hydraulique. Les principales incidences de l'énergie hydraulique sur les espèces migratrices sont résumées ci-après, durant les phases de construction, de fonctionnement et de démantèlement des installations. Pour une description plus précise des incidences des installations hydroélectriques sur l'environnement et les espèces migratrices, veuillez consulter le document d'analyse de Kumar (2011).

Construction et démantèlement

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

Fonctionnement

1. 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;
2. 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;
3. Gain en habitats par le biais de la création de réservoirs d'eau vastes et profonds pour assurer le stockage de l'eau;
4. 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;

5. 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;
6. Détérioration des habitats en aval, en raison de régimes d'écoulement altérés qui ont 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);
7. Prolifération des espèces exotiques;
8. 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;
9. 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.

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 directives 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 directives 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.

Le Canada est aujourd'hui le troisième plus gros producteur d'hydroélectricité au monde, avec plus de 75 gigawatts (GW) de capacité installée, et a la possibilité de doubler ou plus cette capacité existante. La loi d'application du budget du Gouvernement canadien (Loi C-38), adoptée en 2012, vise à simplifier le processus d'examen de tous les types de projets. Bien que cette loi vise aussi à améliorer la protection de l'environnement, les groupes de défenseurs de l'environnement au Canada ont un point de vue différent à ce sujet. Certaines

mesures prévues dans la Loi C-38 ont déjà été mises en place, tandis que d'autres politiques et règlements d'application n'ont pas encore été élaborés. A titre d'exemple, les politiques et les règlements visant à modifier la loi sur les pêcheries n'ont pas encore été élaborés. Jusqu'à ce que toutes ces mesures aient été pleinement appliquées, il est difficile d'établir si cette loi a permis d'améliorer les procédures d'autorisation des installations d'hydroélectriques.

Les décideurs aux États-Unis sont confrontés à la nécessité d'accroître le pourcentage des énergies renouvelables en général et de gérer des infrastructures vieillissantes de production et de transmission d'électricité. En date de mars 2012, 29 États et le District de Columbia et Porto Rico avaient mis en place des normes concernant un portefeuille d'énergies renouvelables (Renewable Portfolio Standards). 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 relatives au 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 installations.

En Amérique latine, l'hydroélectricité est la principale source de production d'électricité, représentant environ 65% du total de l'électricité produite. La capacité hydroélectrique totale installée en Amérique latine s'élevait à 153 GW à la fin 2010. L'Amérique du Sud offre un paysage diversifié en termes de développement des énergies renouvelables, certains pays étant des chefs de file dans ce domaine, tandis que d'autres pays dépendent encore essentiellement des combustibles fossiles. Plusieurs pays procèdent actuellement à des évaluations du potentiel 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%.

Au cours des 10 prochaines années, on s'attend à ce que la consommation d'électricité au Brésil augmente de 4.5% en moyenne par an, passant de 443 TWh en 2011 à 736 TWh en 2021. On s'attend à ce que l'hydroélectricité représente environ 50% de la consommation d'électricité dans le pays en 2021. Pour répondre à cette demande supplémentaire et pour assurer la sécurité énergétique nationale, le Gouvernement brésilien a mis en avant la construction de nouvelles installations hydroélectriques. L'hydroélectricité représente aujourd'hui 80% de toute l'électricité produite au Brésil, mais demeure encore un potentiel en partie inexploité.

La politique énergétique de la Colombie est définie par le Plan énergétique national de 2006-2025 et la Stratégie énergétique intégrale (2003-2020). Sur une expansion totale de la production d'électricité prévue et commandée de 4GW jusqu'en 2021, 3GW seront constitués d'hydroélectricité. Des études récentes montrent que l'énergie éolienne est

utilisée lorsque les besoins énergétiques de la Colombie sont les plus élevés, c'est-à-dire, pendant la saison sèche et en début de soirée. Les décideurs examinent actuellement la possibilité d'un fonctionnement conjoint des parcs éoliens et des centrales hydroélectriques dans certains bassins hydrographiques, et la création de réseaux intelligents comprenant un stockage d'hydroélectricité pour appuyer l'énergie éolienne et d'autres énergies renouvelables (IHA 2013).

Évaluations stratégiques environnementales

L'évaluation stratégique environnementale (ESE) permet d'avoir un cadre pour identifier les sites les moins désirables, afin de les écarter au tout début du processus de planification pour certains types d'installation. Une évaluation stratégique environnementale peut être effectuée à la fois pour la réalisation et le fonctionnement d'un projet d'aménagement, et comprend une évaluation des travaux et des infrastructures connexes, de l'ampleur des incidences cumulatives, 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). Les 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 installations 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'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 produits 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.

Évaluations de l'impact sur l'environnement

Une évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE) est importante pour recenser les différentes incidences d'une installation hydroélectrique sur le milieu naturel local et pour identifier des stratégies d'atténuation. En ce qui concerne les espèces migratrices, les évaluations de l'impact sur l'environnement des installations hydroélectriques devraient 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. 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 de réduction des incidences sur les espèces de poissons migratrices et d'autres animaux sauvages migrateurs 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 migrateurs. Les effets d'obstacle éventuels et les effets néfastes 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).

Encadré 5.2. Exemples d'évaluations de l'impact sur l'environnement dans le cadre de la planification 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. A 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 la construction de toute installation, 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

Choix du site

Les incidences sur les habitats liées au choix du site varieront de manière significative selon l'emplacement de l'installation hydroélectrique. Les installations 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 d'inondation naturels qui peuvent avoir un impact sur la biodiversité. La manière la plus efficace d'éviter les effets néfastes des installations hydroélectriques sur les espèces migratrices de tous les taxons est d'aménager ces

installations en dehors des habitats critiques ou sensibles situés à proximité ou en aval du projet d'aménagement. Les installations 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).

D'autre part, on peut recommander d'améliorer les installations hydroélectriques existantes et la conception des nouvelles installations en prenant en considération et en réduisant à un minimum les blessures et la mortalité dues à une modification de la pression chez les poissons migrateurs durant leur passage dans les turbines (Brown et al. 2012).

Atténuation

Construction et démantèlement

Il existe de nombreuses mesures d'atténuation visant à réduire ou à éviter les incidences de la construction des installations hydroélectriques sur les espèces migratrices. Quelques exemples sont donnés ci-dessous :

- Choix du site pour éviter la perte d'habitats critiques;
- 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;
- Récupérer et replanter les espèces végétales protégées venant d'écosystèmes terrestres éliminés par l'installation d'un réservoir d'eau;
- 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 de « débits environnementaux » améliorés au moyen duquel ces débits sont considérés comme aussi importants que les régimes d'écoulement pour la production d'électricité ou l'irrigation;
- Des rejets d'eau périodiques provenant des grands réservoirs peuvent être utiles pour augmenter les flux de sédiments et de 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);
- La régénération et la conservation des zones forestières dans les bassins versants en amont peuvent réduire la sédimentation dans les réservoirs, ce qui permet de prolonger leur durée de fonctionnement et de maintenir leur capacité;
- 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, correspondant à la période de non nidification pendant l'année considérée, afin de protéger les activités

reproductives de grands rapaces résidents (Okutadami & Otori, Expansion Hydropower Project, Japan).

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

Fonctionnement

Les éléments ci-après sont adaptés 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 s'assurer que les incidences des installations hydroélectriques sur la diversité biologique sont 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 après que les mesures ont été appliquées, 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 migrateurs.
- 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 favoriseront la migration des poissons et diminueront 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 les barrages, 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 concevoir ces passages, afin de résoudre le problème du passage des poissons (Godinho and 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.

Retenue d'eau dans les réservoirs - Les mesures ci-après peuvent atténuer les incidences environnementales de la retenue 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.

5.4 Suivi avant et après la construction

Le suivi nécessite la collecte, l'analyse, l'interprétation et la communication d'informations physiques et biologiques spécifiques. Le suivi avant la construction est essentiel pour recueillir des données sur l'écologie d'un site, afin d'avoir des données de référence, et il fait partie du processus de planification. Ces données de référence peuvent être utilisées pour réaliser 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,

pour pouvoir comparer les résultats avec les données de référence, et pour déterminer si les mesures d'atténuation sont efficaces.

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 d'au moins deux ans, et devrait inclure des études sur les questions suivantes :

- Qualité de l'eau;
- Habitats aquatiques;
- Macroinvertébrés aquatiques;
- Communautés de poissons (abondance et comportement);
- Zones de reproduction des poissons (en amont des installations hydroélectriques) et zones qui n'incluent pas une 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 installations 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, de façon permanente. 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 aquatique des installations hydroélectriques, veuillez consulter l'étude de Lewis et al. (2013). D'autre part, il convient de souligner que les normes découlant du cadre adopté par la « Commission mondiale des barrages » doivent être appliquées.

5.5 Sources d'information et d'orientation recommandées

Les ressources ci-après sont les lignes directrices les plus récentes et reconnues sur l'atténuation des incidences des installations hydroélectriques sur l'environnement.

Energy Sector Management Assistance Program, 2012. Sample Guidelines: Cumulative Environmental Impact Assessment for Hydropower Projects in Turkey. Ankara, Turkey.

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.

International Centre for Environmental Management, 2010. MRC Strategic Environmental Assessment (SEA) of hydropower on the Mekong mainstream, Hanoi, Viet Nam.

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.

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.

International Energy Agency, 2012. Technology Roadmap – Hydropower. International Energy Agency, Paris, France.

International Hydropower Association, 2010. Hydropower Sustainability Assessment Protocol.

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.

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.

Office of Investment, 2012. Overseas Private Investment Corporation – Environmental Guidance – Renewable Energy – Hydropower.

World Commission on Dams framework: <http://www.internationalrivers.org/resources/dams-and-development-a-new-framework-for-decision-making-3939>

6 Énergie océanique

6.1 Principales incidences

Le développement des projets d'exploitation de l'énergie océanique dans les zones côtières et marines peut potentiellement avoir un impact sur les poissons migrateurs, les tortues marines, les oiseaux, les mammifères marins, et les crustacés et les calmars. Les incidences sur ces groupes d'espèces incluent la perte et la détérioration des habitats, une mortalité, des effets physiologiques, et des obstacles aux déplacements. Ces incidences sont expliquées en détail ci-après.

Construction

- Perte d'habitats des poissons, tortues marines, mammifères marins, et des crustacés et calmars;
- 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.

Fonctionnement

- Mortalité directe des poissons, tortues marines, oiseaux et mammifères marins;
- Perte 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

Les 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. 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 de politique océanique dans deux pays qui ont un potentiel élevé de développement de l'énergie océanique renouvelable : le Canada et les États-Unis.

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.

Évaluations stratégiques environnementales

Les évaluations stratégiques environnementales (ESE) du développement de l'énergie océanique sont un outil important pour la planification, le déploiement et la gestion des projets d'exploitation de l'énergie océanique renouvelable. Les évaluations stratégiques environnementales devraient tenir compte de tous les aspects des incidences environnementales et sociales d'un réseau de déploiement de technologies liées à l'énergie océanique à l'échelle industrielle, et fournir une vision stratégique et des lignes directrices pour évaluer les incidences sur l'environnement avant, pendant et après la construction d'un projet. Les évaluations stratégiques environnementales devraient prendre en compte les effets cumulatifs du déploiement de technologies multiples liées à l'énergie océanique, ainsi que les autres installations d'énergie renouvelable et non renouvelable dans une région donnée. Les évaluations stratégiques environnementales devraient identifier également les zones qui sont potentiellement adaptées à un déploiement des technologies liées à l'énergie océanique (en attendant la réalisation de l'évaluation de l'impact sur l'environnement, examinée ci-dessous) et, puisque la perte d'habitats constitue un impact majeur sur les espèces migratrices, les évaluations stratégiques environnementales devraient protéger les zones qui ne devraient pas être aménagées du fait de la présence de ressources naturelles importantes, telles que des habitats critiques pour la faune sauvage. Deux exemples d'évaluations stratégiques environnementales réalisées au Canada, dont le potentiel de développement des technologies liées à l'énergie océanique est élevé, sont fournis dans l'encadré 6.2.

Encadré 6.2. Exemples d'évaluations stratégiques environnementales concernant le potentiel énergétique au Canada

Le potentiel d'exploitation 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) de l'énergie marémotrice, pour des projets de démonstration et d'exploitation 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 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.

Évaluations de l'impact sur l'environnement

Des évaluations de l'impact sur l'environnement (EIE) devraient être réalisées pour tous les projets d'énergie océanique renouvelable susceptibles d'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. Le Ministère de l'intérieur des États-Unis a adopté 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 escomptées 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 tout projet d'exploitation de l'énergie océanique renouvelable partout dans le monde.

6.3 Meilleures pratiques d'atténuation

Choix du site et planification

- 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.

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).
- Avoir des observateurs à bord des navires chargés de la construction, de la maintenance et du démantèlement des installations, afin d'éviter la perturbation des espèces marines migratrices visibles dans la zone de 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.

6.4 Suivi avant et après la construction

Un suivi avant et après la construction est important pour la planification, la construction et le fonctionnement des installations exploitant l'énergie océanique. D'autre part, les activités de suivi menées *durant* la phase de construction sont importantes 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 évolutif des nouveaux projets d'aménagement pendant les phases de planification, de construction et de fonctionnement des installations, en utilisant des protocoles conçus minutieusement; un tel suivi sera pris en compte dans les propositions de projets futurs semblables (Witt et al. 2011, ORPC 2013).

Les études 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 la 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 comprendre tous les stades importants du cycle de vie annuel des oiseaux migrateurs, 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 d'un point de vue géographique et temporel, et devraient déterminer si la zone du projet d'aménagement 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 effectuées pendant la construction des installations exploitant l'énergie océanique peuvent contribuer largement à la prévention des incidences sur les animaux marins migrateurs pendant la phase active de construction. Le suivi pendant la construction devrait être effectué 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 migrateurs 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 fort sous-marin qui peut survenir pendant les activités de construction marine, telles que le battage de pieux, le forage, le dynamitage ou le pilonnage. L'étendue de l'utilisation de ces techniques de construction dans une zone de projet devrait conditionner 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 des 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 prévus avec les effets réels. Si nécessaire et 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, leurs déplacements, leur abri, ou leur 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.

6.5 Sources d'information et d'orientation recommandées

ACCOBAMS-MOP5/2013/Doc23. Implementation of underwater noise mitigation measures by industries: operational and economic constraints. (under preparation)

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%3Amop5-working-documents-and-resolutions&catid=34&Itemid=65

[USDOE] United States Department of Energy. 2009. Ocean Energy Technology Overview.

[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.

6.6 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/environmentalreport_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 incidences potentielles de l'exploitation de l'énergie solaire sur les écosystèmes incluent la mortalité directe des animaux migrateurs, la perte d'habitats, les perturbations ou déplacements contraints d'individus et de populations, et la détérioration des habitats. Les principales incidences des projets d'exploitation de l'énergie solaire sur les espèces migratrices sont résumées ci-après. On n'observe aucune différence particulière entre l'impact des phases de construction, de fonctionnement et de démantèlement des installations.

1. Mortalité des oiseaux, des mammifères et des insectes;
2. Perte d'habitats des oiseaux, des mammifères et des insectes;
3. Détérioration et/ou morcellement des habitats des oiseaux, des mammifères et des insectes;
4. Perturbations et/ou déplacements contraints des oiseaux, des mammifères et des insectes.

Pour les besoins d'identification de sources et de formulation d'orientations sur les meilleures pratiques de développement de projets d'énergie solaire respectueux de l'environnement, on supposera que la plupart des projets seront 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 installations d'énergie solaire.

Législation et politiques générales

En Europe, la directive « Habitats » et la directive « Oiseaux » fournissent des lignes directrices sur la protection de la biodiversité. 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 installations d'énergie solaire, l'application de l'article 6 de la directive « Habitats » comprend la réalisation d'évaluations adéquates pour les projets qui ont un impact sur les zones spéciales de conservation, lesquelles incluent la plupart du temps des habitats essentiels pour les animaux sauvages.

Le développement et le déploiement des technologies liées à l'énergie solaire dans l'hémisphère occidental se concentrent essentiellement aux États-Unis à l'heure actuelle. 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 concernant 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 le déploiement des technologies de l'énergie solaire. Le Western Solar Plan (examiné en détail ci-dessous) intègre la 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 considération ces questions lors de la création et du choix du site des futures installations d'énergie solaire.

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 de l'étude de Wilhelmsson et al. (2010))

- L'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 des bruits, des navires et d'autres formes de perturbations sur les petits cétacés, adoptée en 2006;
- La Convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière (Espoo, 1991);
- Le Protocole relatif à l'évaluation stratégique environnementale (Kyiv, 2003);
- La Convention sur le droit de la mer des Nations Unies. [il convient de vérifier sa pertinence].

Évaluations stratégiques environnementales

Les évaluations stratégiques environnementales (ESE) devraient être consultées durant la phase de planification, pour identifier les sites adéquats pour des installations d'énergie solaire. Les évaluations stratégiques environnementales informent les promoteurs en ce qui concerne des moyens efficaces et efficients de détecter et d'éviter des incidences sur l'environnement. Les zones qui subiront le moins d'impact environnemental et social et qui retireront le plus d'avantages sur le plan économique devraient être choisies comme sites pour les installations d'énergie solaire à grande échelle.

Un bon exemple d'évaluation stratégique environnementale du déploiement de projets d'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 installations d'énergie solaire à échelle industrielle sur des terrains publics dans dix principaux États bénéficiant d'un large ensoleillement dans le sud-ouest des États-Unis. Elle donne des orientations sur l'emplacement des installations d'énergie solaire sur des terrains publics, où les projets ne compromettent pas d'autres usages des ressources. On suppose que le développement de l'énergie solaire constituera 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 installations d'énergie solaire à échelle industrielle et facilitera leur développement. Au moins 30 projets d'installations d'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 expressément énoncées comme étant des zones d'exclusion du 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 sont tributaires d'une protection juridique des habitats et des espèces ou groupes d'espèces (espèces menacées par exemple), assurée par d'autres lois et règlements. Les zones d'exclusion incluent (sans se limiter à celles-ci) :

Box. 7.1 Exemples de zones d'exclusion dans le cadre de la planification 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 (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 Tétrás des armoises; les habitats de l'écureuil terrestre Mohave, du lézard cornu à queue plate, et du lézard frange-botté.
- L'habitat du grand Tétrás 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 Tétrás 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.

Évaluations de l'impact sur l'environnement

Une évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE) est nécessaire pour tous les projets d'installations d'énergie solaire, afin de déterminer les risques présentés 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'étendue potentielle des incidences sur les populations des espèces et leurs habitats.

Les États-Unis fournissent quelques excellents exemples d'évaluations de l'impact sur l'environnement exhaustives des installations d'énergie solaire à échelle industrielle. Le Ministère de l'intérieur des États-Unis a émis une Déclaration programmatique de l'impact sur l'environnement (PEIS) pour le développement de l'énergie solaire (2010), qui décrit les incidences et les préoccupations environnementales générales, y compris les incidences du développement de l'énergie solaire sur la faune sauvage migratrice dans le sud-ouest des États-Unis. Les principes énoncés dans la Déclaration programmatique peuvent être appliqués, d'une manière générale, à tous les futurs projets d'énergie solaire à grande échelle. Des évaluations de l'impact sur l'environnement propres à chaque site devraient être réalisées également pour les propositions de projets d'énergie solaire, afin d'identifier les conditions environnementales existantes, les incidences escomptées des projets, et les mesures d'atténuation recommandées qui s'appliquent spécifiquement 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

Les mesures ci-après sont les principales mesures prises pour éviter des incidences sur les espèces migratrices pendant la phase de planification d'un projet d'aménagement. Ces mesures sont applicables aux installations d'énergie solaire.

- Le choix du site est essentiel pour réduire à un minimum les incidences du projet.

- Consulter toute évaluation stratégique environnementale applicable et cartographier les valeurs écologiques pour identifier les zones où des installations d'énergie solaire sont acceptables.
- Effectuer 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.
- Contacter les organismes compétents au début du processus de planification, pour 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 pour la faune sauvage).
- Concevoir le projet d'aménagement de façon à éviter ou réduire à un minimum les incidences sur les habitats aquatiques.
- Développer les technologies d'énergie solaire sur les terrains de plus faible valeur en termes de conservation, afin de réduire l'impact du projet d'aménagement sur les zones de valeur plus élevée 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 d'énergie solaire ne devraient pas être situées près des points d'eau qui attirent les oiseaux migrateurs.
- Réduire à un minimum le nombre de traversées de rivières lorsque le tracé des routes d'accès est choisi. Lorsque les traversées de rivières ne peuvent pas être évitées, utiliser des rampes plutôt qu'un découpage des berges de la rivière. La conception des traversées de rivières doit prévoir des conditions à l'intérieur de la rivière qui permettent et maintiennent les déplacements et le passage sans danger des poissons.
- Choisir l'emplacement des structures de grande dimension de façon à éviter les trajectoires connues des oiseaux et des chauves-souris.
- Enquêter sur le point de savoir si la gestion des habitats au niveau du site pourrait procurer des avantages aux oiseaux et à la biodiversité.
- Assurer la participation des gouvernements, des entreprises de services publics, des consultants, des organisations de protection de l'environnement et d'autres parties prenantes, de façon à ce que les meilleures sources disponibles soient utilisées.
- 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 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 de courant direct à haut voltage (HVDC), 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 pour 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 installations d'énergie solaire (voir l'encadré 7.2).

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

Un bon exemple d'orientations pour 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 les installations d'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 sur le terrain des installations d'énergie solaire :

- « - Identifier les principaux éléments de la biodiversité du site, y compris les espèces juridiquement protégées, les espèces et les habitats représentant une valeur élevée en termes de conservation (...) et les zones désignées situées à proximité du site proposé;
- Identifier toute incidence potentielle découlant de l'aménagement du site, et définir des mesures d'atténuation pour gérer ces incidences;
 - Énoncer des objectifs spécifiques pour le site, en faveur des principaux éléments de la biodiversité, et les mesures d'amélioration des habitats qui sont 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 boîtes pour la nidification et le repos;
 - Résumer le régime 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. »

Atténuation

Construction et démantèlement

Les mesures d'atténuation ci-après peuvent être adaptées aux installations d'énergie solaire, pour 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

Réduction de la mortalité des oiseaux – Les mesures d'atténuation ci-après peuvent être adaptées aux installations d'énergie solaire, pour 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 migrateurs.
- 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.
- Placer des bandes blanches sur les côtés des panneaux solaires, pour réduire leur ressemblance à de l'eau, afin de dissuader les oiseaux et les insectes.
- 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, respectivement, fournissent d'excellents exemples de suivi et d'atténuation des incidences des installations d'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) a inclus un « Plan d'atténuation et de suivi des incidences sur la faune et la flore sauvages », qui comprend des mesures visant à s'assurer que la construction a lieu en dehors de la saison de nidification des oiseaux migrateurs 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.

Voir: http://www.blm.gov/pgdata/etc/medialib/blm/nv/field_offices/battle_mountain_field/blm_information/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 très complètes en ce qui concerne la couverture des incidences du projet de centrale solaire sur la flore, la faune et les habitats.

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

Les récentes pratiques d'évaluation de l'impact sur l'environnement ont inclus des mesures de compensation des incidences, qui prévoient des compensations pour l'environnement. Les exemples des États-Unis susmentionnés incluent de telles mesures, bien qu'elles se situent en dehors d'un système officiel de politique de compensation. Un exemple de politique de compensation environnementale est fourni par l'Australie, où les incidences sur les espèces migratrices énumérées (et sur d'autres questions qui revêtent une importance environnementale nationale) et protégées par la *Loi fédérale de 1999 sur la protection de l'environnement et la conservation de la biodiversité* doivent être compensées. Une compensation directe (sous forme d'habitats) est considérée comme le volet le plus important des compensations, tandis que les travaux de recherche et de suivi qui ne contribuent pas à des résultats sur le terrain sont considérés comme beaucoup moins prioritaires dans le groupe de mesures de compensation. Il y a un risque qu'une telle priorité, qui vise à juste titre à sauvegarder les habitats restants pour des espèces importantes, empêche des recherches innovantes sur les habitats et des méthodes de récupération des populations, lesquelles pourraient au bout de compte garantir l'avenir d'une espèce. L'équilibre à trouver entre les compensations directes et indirectes variera selon les espèces affectées. (Voir:

<http://www.environment.gov.au/system/files/resources/12630bb4-2c10-4c8e-815f-2d7862bf87e7/files/offsets-policy.pdf>)

7.4 Suivi avant et après la construction

Le suivi est un élément essentiel de la gestion de la biodiversité dans les installations d'énergie solaire. Les programmes de suivi avant la construction devraient être conçus de manière 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 installations d'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, pour pouvoir faire des comparaisons. Une méthode de gestion adaptative devrait être adoptée, au terme de laquelle les résultats du suivi influenceront la gestion continue du site.

Suivi avant la construction / étude de référence

Un aspect important des programmes de suivi avant la construction consiste à déterminer les risques biologiques associés au projet d'installation solaire, et de procéder à 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 effectué à tous les stades du cycle de vie des espèces visées. Le suivi avant la construction devrait être effectué pendant une durée suffisante, pour pouvoir recueillir des informations sur toutes les périodes pendant 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

Oiseaux – 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 pour le suivi avant la construction. Tout décès ou blessure d'une espèce migratrice sur le site d'une installation 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 installations d'énergie solaire sur la faune sauvage migratrice et devrait les publier chaque année.

7.5 Sources d'information et d'orientation recommandées

Puisqu'il n'existe qu'un petit nombre d'installations d'énergie solaire à échelle industrielle, les orientations disponibles sur l'atténuation et la gestion des incidences sur la faune sauvage migratrice sont peu nombreuses. Comme point de départ, on pourra 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'énergie solaire figurent à l'adresse :

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

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.

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. Pour une description détaillée des incidences des installations d'énergie éolienne sur les espèces migratrices, veuillez vous reporter au document d'analyse (van der Winden *et al.* 2014).

Construction et démantèlement

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

Fonctionnement

1. Mortalité des oiseaux et des chauves-souris.
2. Perturbations et/ou déplacements contraints des oiseaux, (chauves-souris), mammifères marins et poissons.
3. Modification de la structure communautaire des poissons et des crustacés.
4. 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 installations d'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 installations d'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 installations d'énergie éolienne et Natura 2000 (Union européenne 2011).

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 – Recommandation sur l'atténuation des nuisances de la production d'énergie éolienne sur la vie sauvage, adoptée par le Comité permanent de la Convention en décembre 2004.
- Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS) – Résolution sur les turbines éoliennes et les espèces migratrices, adoptée par la Conférence des Parties en 2002.
- Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA) – Résolution sur les énergies renouvelables et les oiseaux d'eau migrateurs, adoptée en 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.
- Accord relatif à la conservation des populations de chauves-souris d'Europe (EUROBATS) – Résolution sur l'impact potentiel des parcs éoliens sur les chauves-souris, adoptée en 2003.
- Accord sur la conservation des petits cétacés de la mer Baltique et de la mer du Nord (ASCOBANS) – Résolution sur les effets néfastes du bruit, des navires et d'autres formes de perturbations des petits cétacés, adoptée en 2006.
- 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).
- 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).
- Protocole relatif à l'évaluation stratégique environnementale (Kyiv, 2003) – Une évaluation stratégique environnementale doit être effectuée (entre autres) pour les installations destinées à l'exploitation de l'énergie éolienne pour la production d'énergie (Annexe II).

Encadré 8.1 Pays-Bas : critère de 1% de mortalité des oiseaux et des chauves-souris

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 résultant des turbines éoliennes, un critère de mortalité annuelle supplémentaire de 1% a été proposé dans les procédures, et est aujourd'hui reconnu par la loi. Il découle du critère du comité ORNIS relatif à la chasse durable, qui prévoit que « le terme 'petits nombres' signifie un échantillon de moins de 1% du taux de mortalité total annuel de la population en question » (valeur moyenne).

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 Convention baleinière internationale. 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, 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) et la Convention sur les espèces migratrices (CMS). Pour une description de la pertinence 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) déclare qu'il existe des différences importantes dans les lignes directrices nationales sur l'atténuation des effets des parcs éoliens en mer. Cependant, ils donnent des exemples de lignes directrices dans certains pays 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 réglementées par le Bureau de la gestion de l'énergie océanique (BOEM), en collaboration avec plusieurs autres organismes. Les futures installations d'énergie éolienne en mer aux États-Unis sont régies 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 de scénarios alternatifs 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 des installations d'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 installations d'énergie éolienne en mer ne peuvent pas être construites 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'énergie éolienne en mer.

Les installations d'énergie éolienne terrestre sont régies par différentes lois fédérales également, y compris une partie des lois énumérées ci-dessus, ainsi que par une réglementation étatique et locale. Les installations d'énergie éolienne situées dans les eaux territoriales (c'est-à-dire à moins de 3 miles marins des côtes) sont régies également par une réglementation étatique.

Évaluations stratégiques environnementales

Le moyen le plus efficace de détecter et d'éviter un impact des installations d'énergie éolienne sur l'environnement est de procéder à des évaluations stratégiques environnementales (ESE) à de grandes échelles spatiales. Les évaluations stratégiques environnementales permettent d'effectuer une planification stratégique et de choisir le site des installations d'énergie éolienne dans les 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 8.2. 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 grandes installations destinées à la production d'énergie éolienne.

Encadré 8.2 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, 5 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/planification-and-development/renewable-energy/onshore-wind>.

Région de la Drôme, France : En 2005, les autorités régionales 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. À 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 de 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).

Évaluations de l'impact sur l'environnement

Pour déterminer les incidences des plans ou projets spécifiques liés à l'énergie éolienne sur le milieu naturel, il est important 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, les évaluations de l'impact sur l'environnement des installations d'énergie éolienne devraient inclure tous les taxons potentiellement affectés. Tout particulièrement, les évaluations de l'impact sur l'environnement devraient être axées sur les incidences sur les oiseaux, les chauves-souris et la faune marine (au large des côtes), car ces groupes d'espèces subissent 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 néfastes potentiels sur les habitats 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, souvent nécessaire pour appuyer les évaluations 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 néfastes des installations d'énergie éolienne sur les espèces migratrices de tous les taxons est de choisir un emplacement pour l'énergie éolienne éloigné des habitats d'espèces rares et des principales voies de migration. Les sites critiques 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'ampleur des effets néfastes des installations d'énergie éolienne sur les oiseaux dépend en partie de la configuration des parcs éoliens. Un plus grand espace entre les turbines réduit ainsi le taux de collision des oiseaux et peut être aussi considéré comme un obstacle moins menaçant par les oiseaux locaux en quête de nourriture ou de reproduction. 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 planifiés entre plusieurs grands groupes de turbines, afin de fournir 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 les perturbations causées à la faune marine, telle que les mammifères marins et les poissons, par le bruit du battage. 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.

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

8.3.2 Atténuation

Murphy (2010) a évalué l'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 d'une partie de ces mesures d'atténuation est examinée dans plusieurs documents, y compris :

- Une évaluation du potentiel des dispositifs de dissuasion acoustique pour 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 généralement 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'activité migratoire 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).

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. 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 effaroucher 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).

Réduire l'impact du bruit 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 Suivi avant et après la construction

Ce paragraphe est axé sur le suivi avant et 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.

Le suivi avant et après la construction sont examinés séparément dans le présent paragraphe; en pratique, cependant, les deux sont étroitement liés. Plusieurs documents de lignes directrices exigent l'emploi d'un BACI-design (Before, After, Control, Impact) pour le suivi avant et après la construction. Cela signifie que le suivi devrait être effectué avant et après la construction des parcs éoliens d'une façon comparable, et qu'il devrait être effectué à l'intérieur du site du parc éolien et dans une ou plusieurs zones de contrôle.

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 principalement indiquer 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, au regard des 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 devrait être axé 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 de déterminer les schémas migratoires et la période de migration des mammifères marins et des poissons, par exemple. L'étude de référence devrait aussi établir 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 pour 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 en mer 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 d'une faune marine devrait être déterminée, 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 le suivi des oiseaux avant et après la construction dans les parcs éoliens en mer, veuillez vous reporter à : 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 orientations détaillées sur le suivi des chauves-souris avant et après la construction dans les parcs éoliens en mer et sur terre, veuillez vous reporter à : 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 orientations 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 effectué 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 Sources d'information et d'orientation recommandées

Le présent paragraphe résume les sources d'information et d'orientation spécifiques recommandées concernant les installations d'énergie éolienne. Il s'agit des lignes directrices les plus récentes 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Hötker, 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 Blacquièrre, G. 2010. Measuring underwater sound: tow ards 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 é chauvessouris è de la SFPEM (France). (cited in EUROBATS 2013).
- 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.
- 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.
- 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 Synthèse / conclusion

Ce chapitre résume quelques premières conclusions et recommandations. Il doit être amélioré, et compatible avec la politique et la stratégie d'IRENA et de la CMS.

Conclusions

- Les informations disponibles sur les lignes directrices pour les technologies liées aux énergies renouvelables et les effets sur les espèces migratrices sont très diversifiées. A titre d'exemple, des documents et des procédures robustes et exhaustifs sont disponibles sur les installations d'énergie éolienne et les barrages hydroélectriques, tandis que les lignes directrices spécifiques sur les effets de l'énergie géothermique sur la faune sauvages sont insuffisantes ou ne concernent pas spécifiquement cette technologie.
- Pour chaque technologie, des lignes directrices et des exemples pour des lignes directrices sont fournis, y compris des procédures nationales et régionales sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement, ainsi que des exemples de meilleures pratiques d'atténuation des incidences.
- Les chapitres peuvent être lus séparément et fournir ainsi des informations aux utilisateurs intéressés par une technologie d'énergie renouvelable particulière.
- Les lignes directrices mettent l'accent sur l'impact de la phase opérationnelle d'une technologie d'énergie renouvelable particulière. La phase de construction est abordée de façon générale, et des références sont fournies pour les lignes directrices générales ou les procédures d'évaluation de l'impact sur l'environnement des infrastructures.

Recommandations

- Renforcer la législation nationale et internationale. Une politique générale devrait être élaborée pour les incidences supranationales sur les populations d'espèces ou les voies de migration. On s'attend à une augmentation des incidences dans l'avenir. Une évaluation stratégique environnementale internationale du développement des technologies d'énergie renouvelable aidera à identifier les effets cumulatifs potentiels au-delà des frontières nationales. L'évaluation stratégique environnementale devrait prendre en considération les installations prévues et existantes dans d'autres secteurs, de sorte que ces installations ne créent pas, cumulativement, des obstacles ou des dangers imprévus.
- Élaborer, appliquer et proposer des critères d'impact fondés sur l'écologie et reconnus au niveau international, tels que le critère de 1% de mortalité annuelle supplémentaire de la faune sauvage, qui est utilisé actuellement aux Pays-Bas pour les oiseaux et les chauves-souris.
- Des évaluations stratégiques environnementales et des évaluations de l'impact sur l'environnement robustes devraient être réalisées au niveau national pour le développement des technologies liées aux énergies renouvelables. Veiller à ce que les espèces migratrices soient prises en compte dans ces processus. La plupart des

incidences sur les espèces migratrices sont liées à une planification et un emplacement inadéquats, et à une échelle inadéquate des installations.

- Cartographier les zones de “points chauds” pour les espèces migratrices. Mettre en place des bases de données fondées sur la science et des séries de données spatiales sur les zones importantes pour les espèces migratrices, y compris les voies de passage souvent empruntées, les zones qui contiennent des concentrations exceptionnelles d’espèces migratrices, les sites de reproduction, d’alimentation ou de repos importants, et les couloirs de migration étroits.
- De bons exemples de législation visant spécifiquement les technologies d’énergie renouvelable devraient être proposés aux pays qui ne disposent pas d’une législation adéquate. De bons exemples incluent les obligations d’atténuation des incidences, en ce qui concerne des passages ou des échelles à poissons efficaces, qui permettent aux espèces de poissons migrateurs de traverser les barrages.
- Suivi avant et après la construction. Élaborer et appuyer des programmes d’évaluation qui utilisent des protocoles normalisés pour assurer un suivi de l’efficacité des mesures d’atténuation, ainsi que pour améliorer les techniques d’atténuation et de détection de la présence et des déplacements des espèces migratrices, afin d’évaluer l’ampleur des incidences (par espèce).

Lacunes dans les connaissances:

Cette partie doit être complétée

- Les effets des projets d’énergie éolienne internationaux sur l’échelle des migrations dans les zones maritimes et côtières (oiseaux).
- Critères de mortalité pour évaluer l’impact sur de nombreux groupes d’espèces.
- Mesures d’atténuation des incidences de l’énergie géothermique sur la faune sauvage.

Annexes