



La compensation écologique pour les projets éoliens terrestres et photovoltaïques au sol en France et en Allemagne

Mai 2021

Autrices :

Adeline Bas • adeline.bas@gmail.com

Léa Dieckhoff • lea.dieckhoff@eifer.org

Contact :

Stéphanie Jallet, OFATE • stephanie.jallet.extern@bmwi.bund.de

Soutenu par :



Soutenu par :



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Disclaimer

Le présent texte a été rédigé par des expertes externes pour l'Office franco-allemand pour la transition énergétique (OFATE). Cette contribution est diffusée via la plateforme proposée par l'OFATE. Les points de vue énoncés dans la note représentent exclusivement ceux des autrices. La rédaction a été effectuée avec le plus grand soin. L'OFATE décline toute responsabilité quant à l'exactitude et l'exhaustivité des informations contenues dans ce document.

Tous les éléments de texte et les éléments graphiques sont soumis à la loi sur le droit d'auteur et/ou d'autres droits de protection. Ces éléments ne peuvent être reproduits, en partie ou entièrement, que suite à l'autorisation écrite de l'auteur ou de l'éditeur. Ceci vaut en particulier pour la reproduction, l'édition, la traduction, le traitement, l'enregistrement et la lecture au sein de banques de données ou autres médias et systèmes électroniques.

L'OFATE n'a aucun contrôle sur les sites vers lesquels les liens qui se trouvent dans ce document peuvent vous mener. Un lien vers un site externe ne peut engager la responsabilité de l'OFATE concernant le contenu du site, son utilisation ou ses effets.

Précisions sur la publication et sur les autrices

Le document présente le cadre législatif et les pratiques de la compensation écologique en Allemagne et en France. Il se base sur une revue de la littérature et sur des entretiens menés avec des acteurs de la compensation du Bade-Wurtemberg. L'analyse est appliquée aux projets photovoltaïques au sol et aux parcs éoliens terrestres.

EIFER (*Europäisches Institut für Energieforschung* EDF - KIT EWIV) est un centre de recherche et développement fondé en 2002 par EDF et l'université de Karlsruhe (aujourd'hui *Karlsruher Institut für Technologie* - KIT). Une équipe de chercheurs d'EIFER travaille depuis une quinzaine d'années sur l'analyse des réglementations environnementales et énergétiques européennes et plus précisément sur la prise en compte de la biodiversité dans les projets d'aménagement.

Adeline Bas est économiste de l'environnement et Léa Dieckhoff ingénieure agronome. Elles travaillent toutes les deux sur la séquence Éviter-Réduire-Compenser en France et en Allemagne et sur l'évaluation des services écosystémiques.



Résumé

La compensation écologique est la dernière étape d'une démarche appelée « de non perte nette de biodiversité » dont l'objectif est de permettre à un projet d'aménagement d'aboutir à un bilan écologique neutre. L'origine de la compensation écologique remonte pour la France comme pour l'Allemagne à l'année 1976, date à laquelle elle a été introduite dans les lois relatives à la protection de la nature. L'objectif de ce document est de mettre en regard les principes de la compensation écologique, issus de la législation française et allemande, et leur application dans le cadre des projets éoliens terrestres et photovoltaïques au sol. Dans un premier temps, les cadres législatifs européen, français et allemand de la compensation écologique auxquels doivent se conformer ces projets d'énergie renouvelable sont décrits. La seconde partie du document se concentre sur la pratique de la compensation au cas par cas et par mutualisation de part et d'autre du Rhin.

Remerciements

Nous tenons à remercier Sandra Clermont, Esther Dinh, Ines Imbert et Manon Pons pour leur contribution importante dans la recherche et l'analyse du contenu rapporté dans ce document.

La description du cadre législatif et de la pratique de la compensation en Allemagne s'appuie sur une revue de la littérature et des entretiens réalisés auprès d'acteurs de la compensation du Bade-Wurtemberg. C'est pourquoi nous remercions vivement les personnes suivantes pour leur précieuse aide dans la compréhension du système allemand de la compensation : Anne Böhm (*Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg* – Office de l'Environnement du Bade-Wurtemberg), Thomas Breunig et Marlene Kassel (*Institut für Botanik und Landschaftskunde* – Institut de botanique et du paysage), Dr. Gerhard Bronner (*Landesnaturschutzverband Baden-Württemberg* – Association de protection de la nature du Bade-Wurtemberg, *GVV Umweltbüro Donaueschingen* – Bureau de l'Environnement de la Fédération de communes de Donaueschingen), Klaus Frei, Walter Dutzi et Sascha Koslowski (*Mailänder Consult*), Norbert Hacker et Ulrike Rohde (*Umweltamt Karlsruhe* – Office de l'Environnement de Karlsruhe), Armin Hasenfratz (*Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald* – Office d'arrondissement Breisgau-Hochschwarzwald), Beate Jeuther (*Planungsbüro für angewandten Naturschutz* – Bureau d'études pour la protection de la nature), Tobias Korta et Heinrich Eiermann (*Regierungspräsidium Karlsruhe* – Conseil de district de Karlsruhe), Dr. Christian Küpfer (*Planungsbüro StadtLandFluss* – Bureau d'études StadtLandFluss, *Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen* – Université d'économie et d'environnement de Nürtingen-Geislingen), Bettina Lisbach (*Bürgermeisterin für Umwelt und Gesundheit, Stadt Karlsruhe* – Adjointe au maire en charge de l'environnement et de la santé, ville de Karlsruhe), Dr. Martin Maier (*Flächenagentur Baden-Württemberg GmbH*), Richard Mössner (*Landsiedlung Baden-Württemberg GmbH*), Stephanie Rebsch, Suzanne Guillier, et Linda Heizmann (*Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg* – Fondation pour la protection de la nature du Bade-Wurtemberg), Dr. Albert Reif et Jessica Rabenschlag (*Universität Freiburg* – Université de Freiburg), Dr. Reinhold Schaal et Katharina Buchmaier (*Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg* – Ministère de l'Environnement, du Climat et de l'Energie du Bade-Wurtemberg), Dr. Annette Silberhorn-Hemminger (*Stadt Esslingen* – Ville d'Esslingen), Dr. Gisela Wachinger (*Dialogik*), Hartmut Weinrebe (*BUND* - Fédération allemande pour l'environnement et la protection de la nature), Tilo Wiedemann et Tamara Schnurr (*Regionalverband Mittlerer Oberrhein* – Syndicat de région Mittlerer Oberrhein).

Nous remercions aussi Andreas Scheytt (*Gemeinde Mönshheim* – Commune de Mönshheim) et Olaf Essig (*Teckwerke Bürgerenergie eG*) qui ont répondu à nos sollicitations sur deux exemples de compensation en Allemagne.



Contenu

Disclaimer	2
Précisions sur la publication et sur les autrices	2
Résumé	3
Remerciements	3
I. Introduction	5
II. Le cadre législatif de la compensation écologique en Europe, en France et en Allemagne	11
II.1. Le cadre législatif européen	11
II.2. Le cadre législatif français	12
II.2.1. Les procédures requérant la séquence ERC	12
II.2.2. Les caractéristiques de la compensation écologique (Code de l'environnement)	14
II.2.3. Les caractéristiques de la compensation forestière (Code forestier)	15
II.3. Le cadre législatif allemand	15
II.3.1. Les procédures requérant une démarche de non perte nette de biodiversité	15
II.3.2. La compensation écologique dans le cadre du règlement sur l'atténuation des impacts (<i>Eingriffsregelung</i> selon la loi sur la protection de la nature et selon le Code de la construction)	17
II.3.3. La compensation écologique dans le cadre du droit sur la protection des espèces (<i>Artenschutzrecht</i>)	19
III. La pratique de la compensation en France et en Allemagne	20
III.1. La compensation au cas par cas	20
III.1.1. En France	20
III.1.2. Dans le Bade-Wurtemberg	22
III.2. La compensation mutualisée	23
III.2.1. En France	24
III.2.2. En Allemagne et plus spécifiquement dans le Bade-Wurtemberg	26
III.2.2.1. Description générale de la compensation mutualisée en Allemagne	26
III.2.2.2. La compensation mutualisée dans le Bade-Wurtemberg	27
III.3. Le cas particulier des impacts paysagers	32
Glossaire	33
Abréviations	35
Ressources sur les énergies renouvelables en lien avec la biodiversité et le paysage	36
Références bibliographiques	37
Annexe	41

I. Introduction

Le présent document a pour objectif de décrire le cadre législatif allemand et français de la compensation écologique appliqué aux parcs éoliens terrestres et photovoltaïques au sol. Il vise également à exposer la mise en œuvre pratique de ce cadre législatif dans les deux pays.

La compensation écologique est l'un des instruments de politique publique visant à enrayer l'érosion de la biodiversité¹. Les enjeux de biodiversité ont aujourd'hui rejoint le changement climatique sur le devant de la scène médiatique et politique suite, notamment, aux annonces faites en 2019 par la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques* (IPBES) (Díaz et al., 2020). Cette plateforme, qui constitue l'équivalent du GIEC pour la biodiversité, a en effet mis en avant l'accélération du taux d'extinction des espèces que certains scientifiques n'hésitent pas à évoquer comme étant une sixième crise d'extinction (Ceballos et al., 2015). La dégradation de la biodiversité, c'est-à-dire de la variabilité du vivant dans toutes ses dimensions, ainsi que les interactions au sein de ce vivant, est devenue un enjeu majeur pour nos sociétés car cette biodiversité constitue le support de bienfaits ou de services² utilisés dans notre quotidien (approvisionnement en nourriture et en eau, atténuation des inondations, médicaments, activités de loisirs, spiritualité, etc.) (cf. Figure 1). Une dégradation de la biodiversité induit par conséquent une détérioration de la fourniture de ces bienfaits ou services venant ainsi contraindre les activités humaines (Díaz et al., 2020).

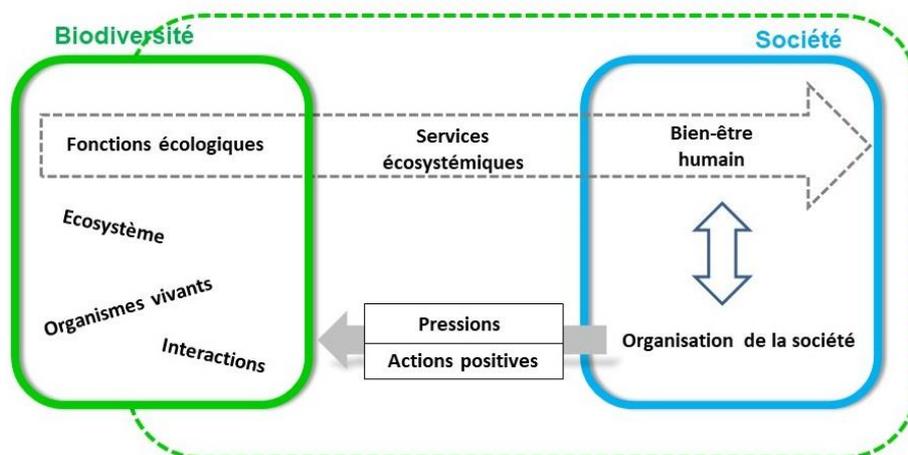


Figure 1 - Représentation simplifiée des interactions Nature – Société. Fonctions écologiques* : processus propres à l'écosystème, renvoient au fonctionnement des écosystèmes.

Les enjeux climatiques et de biodiversité sont interdépendants. Le climat influence l'état des écosystèmes* et sa modification constitue l'une des pressions à l'origine du déclin de la biodiversité³. A l'inverse, les écosystèmes jouent un rôle sur le climat en participant par exemple à la régulation de la température et des précipitations (UICN, 2018). Les énergies renouvelables comme le photovoltaïque et l'éolien, non émettrices de CO₂ durant leur phase d'exploitation, contribuent à limiter le réchauffement climatique et, de ce fait, ont en principe une incidence positive sur la biodiversité à une échelle mondiale. Néanmoins, l'installation d'un parc éolien terrestre ou photovoltaïque au

¹ Les termes marqués d'un astérisque sont définis dans le glossaire à la fin du document.

² Les bienfaits retirés de la nature par l'homme sont matérialisés par le concept de services écosystémiques. Trois catégories de services écosystémiques sont à distinguer : services d'approvisionnement (nourriture, bois, eau, etc.), services de régulation (du climat, du cycle de l'eau, etc.) et services culturels (activités de loisirs, spiritualité, etc.) (Díaz et al., 2015) (De Groot et al., 2010). Les services écosystémiques ne sont pas uniquement des contributions positives de la nature au bien-être humain. Ils peuvent également prendre une forme négative comme par exemple la prolifération de moustiques.

³ Les cinq pressions à l'origine du déclin de la biodiversité sont : la destruction et la fragmentation des habitats, la pollution des milieux, la surexploitation de ressources biologiques (surpêche par exemple), l'introduction et la dissémination d'espèces exotiques envahissantes (renouée du Japon, frelon asiatique par exemple) et le changement climatique (<https://ipbes.net/global-assessment>).

sol peut conduire à une dégradation locale de la biodiversité qui peut ne pas être contrebalancée par l'incidence positive citée précédemment en raison du problème d'échelle (dégradation locale/incidence positive globale) et d'une difficulté à mesurer si la dégradation locale est intégralement compensée par l'effet positif global.

Ainsi, un parc éolien terrestre ou photovoltaïque peut contribuer à certaines des pressions recensées comme étant à l'origine de l'érosion de la biodiversité, en particulier la destruction et la fragmentation des habitats. En cas par exemple de défrichement ou d'installation d'une clôture autour du parc, l'installation d'éoliennes ou de panneaux photovoltaïques peut entraîner une modification et un morcellement des habitats en place et constituer un obstacle aux déplacements des espèces. À noter néanmoins que, sous certaines conditions, un parc photovoltaïque peut contribuer à la diversité des espèces végétales et animales (Peschel et al., 2019). Le lien entre biodiversité et parc éoliens terrestres et photovoltaïques est détaillé dans l'Encadré 1 à la fin de l'introduction.

La prise en compte des impacts écologiques locaux générés par les projets d'aménagement est encadrée par un processus appelé « évaluation environnementale ». Ce processus, appliqué dans une grande majorité de pays dont la France et l'Allemagne (Morandeau, Vilaysack, 2012; Wende, Tucker, et al., 2018), fait partie des instruments de politique publique pour limiter l'érosion de la biodiversité. L'évaluation environnementale vise à tenir compte des effets du projet d'aménagement⁴ sur la biodiversité en amont de sa réalisation pour lui permettre d'atteindre l'objectif de zéro perte nette de biodiversité*. Aussi, un projet éolien ou photovoltaïque au sol doit se conformer à ce processus dont les principales étapes sont résumées par la **Figure 2**. Une évaluation de l'état initial du site sur lequel sera installé le parc éolien ou photovoltaïque doit être réalisée pour déterminer les espèces et habitats présents, leur qualité et leurs enjeux. Puis, une évaluation *a priori* des effets directs*, indirects* et cumulés* du parc sur les espèces et habitats est menée. En fonction des niveaux d'enjeux et des effets évalués, une évolution de la configuration du projet initial peut-être envisagée (modification de l'emprise et de l'agencement du parc par exemple). Une fois la configuration finale du projet arrêtée, une démarche visant à garantir une non perte nette de biodiversité est à prévoir. Elle constitue le cœur de l'évaluation environnementale.

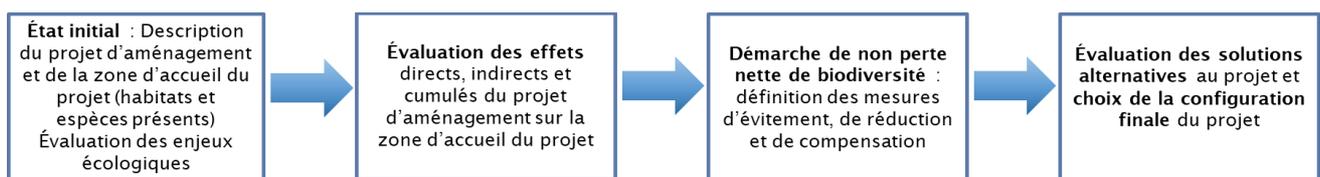


Figure 2 - Les principales étapes du processus d'évaluation environnementale

La démarche de non perte nette de biodiversité se compose d'une succession d'étapes visant à permettre à un projet d'aménagement d'aboutir à un bilan écologique neutre (cf. **Figure 3**). Cette démarche se concrétise par la mise en place de mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts écologiques par le porteur de projet⁵. Les mesures d'évitement sont à réaliser en premier lieu et ont pour objectif une absence totale d'impact (par exemple, évitement géographique d'une zone abritant des espèces protégées). Si les mesures d'évitement ne sont pas suffisantes pour garantir l'absence d'impact, des mesures de réduction sont alors à déployer pour réduire le niveau de dégradation (par exemple, adaptation du calendrier des travaux pour limiter le dérangement des espèces). Enfin, des mesures de compensation écologique sont à mettre en œuvre si des impacts résiduels importants persistent malgré la réalisation de mesures d'évitement et de réduction (par exemple, restauration de haies).

⁴ L'évaluation environnementale, en France comme en Allemagne, concerne les projets d'aménagement mais également les plans et programmes visant à planifier un ensemble d'actions sur un territoire (plan de gestion de l'eau, plan de gestion des déchets, document d'urbanisme, etc.). Le présent document se focalisera uniquement sur l'évaluation environnementale appliquée aux projets d'aménagement.

⁵ Le nombre d'étapes de la démarche de non perte nette de biodiversité varie d'un pays à un autre. En Allemagne, les étapes d'évitement et de réduction sont fusionnées en une seule, conduisant ainsi à une démarche de non perte nette de biodiversité composée de deux étapes. En France, les trois étapes Évitement, Réduction et Compensation sont déclinées.

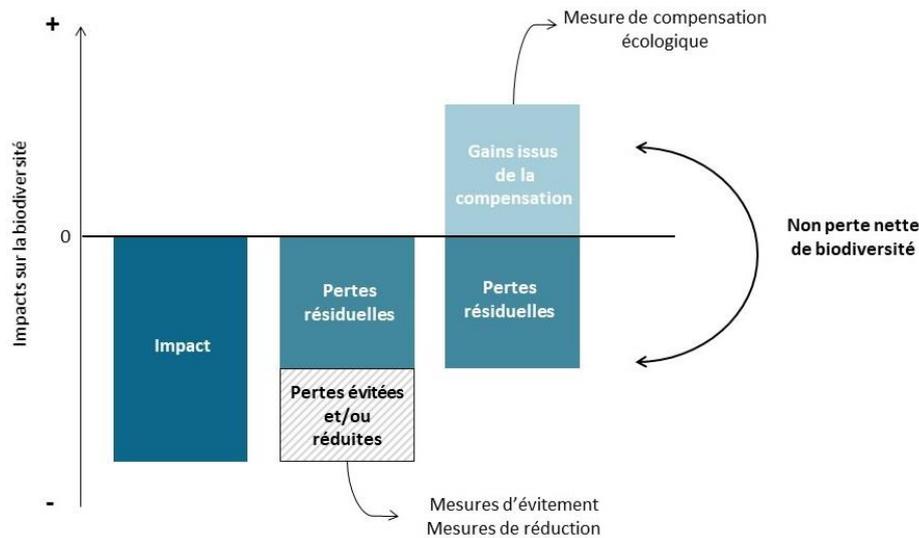


Figure 3 - Les étapes de la démarche de non perte nette de biodiversité en France et en Allemagne. À noter qu'en Allemagne, les étapes d'évitement et de réduction sont regroupées en une seule étape.

La compensation écologique implique le respect d'un certain nombre de critères. La mesure de compensation doit tout d'abord respecter une contrainte d'équivalence écologique. Le niveau d'équivalence écologique peut varier selon le cadre légal des pays. Une équivalence écologique stricte est le niveau le plus exigeant puisque les gains écologiques apportés par la mesure de compensation doivent être similaires aux pertes écologiques occasionnées par le projet d'aménagement (même milieux, qualité, quantité). Une équivalence écologique plus souple peut être envisagée si le cadre légal le permet. Dans ce cas, les gains écologiques ne sont pas strictement identiques aux pertes. La compensation doit ensuite être additionnelle par rapport aux mesures existantes, autant sur le plan écologique que financier. Une mesure déjà actée ne peut être qualifiée de mesure de compensation. La compensation doit enfin être réalisée à proximité du lieu d'impact et avoir une durée de vie aussi longue que celle de l'impact. Les modalités de mise en œuvre de ces critères varient d'un pays à un autre.

La compensation écologique est mise en œuvre selon trois modes d'organisation (variable selon les pays) : au cas par cas, par mutualisation ou via un fonds de compensation (Vaissière, 2014). La compensation au cas par cas est mise en œuvre directement par le porteur de projet (généralement via la contractualisation avec des agents spécialisés). La compensation mutualisée est mise en œuvre très en amont de tout projet d'aménagement par un opérateur autre que le porteur de projet. Cet opérateur supporte les investissements pour réaliser les actions de compensation pour ensuite vendre des unités de compensation (dont la valeur est calculée en « éco-points » en Allemagne) auprès des porteurs de projet. Le fonds de compensation, quant à lui, est un fonds regroupant des sommes collectées au titre de la compensation et provenant de différents porteurs de projet. Ce fonds est géré par des institutions publiques ou des associations. Les fonds collectés sont utilisés pour la mise en œuvre d'actions de conservation de la biodiversité.

Les enjeux opérationnels autour de la compensation écologique constituent une des difficultés majeures à la mise en œuvre de la démarche de non perte nette de biodiversité. C'est pourquoi elle fait l'objet d'une attention particulière dans la littérature scientifique et grise (BBOP, 2009; Bezombes et al., 2018; Bull et al., 2013; Maron et al., 2012). Nous souhaitons, à travers ce document, mettre en regard les principes de la compensation écologique issus de la législation française et allemande, et leur application dans le cadre des projets éoliens terrestres et photovoltaïques au sol. Nous proposons dans un premier temps de décrire les cadres législatifs européen, français et allemand de la compensation écologique auxquels doivent se conformer ces projets d'énergie renouvelable (section II) pour ensuite aborder la pratique de la compensation de part et d'autre du Rhin (section III).

Encadré 1 - Liens entre biodiversité et parcs éoliens terrestres et photovoltaïques au sol

Les parcs éoliens et photovoltaïques sont associés à des impacts locaux sur la biodiversité, qui peuvent être, selon les cas et la configuration des projets, positifs (liés à l'effet microclimat ou à l'ombrage des panneaux photovoltaïques par exemple) ou négatifs (liés à la mortalité d'animaux par exemple). Les impacts cités ci-après sont variables selon les espèces et les habitats. En outre, leur apparition et leur intensité peuvent varier selon les mesures d'évitement et de réduction mises en œuvre.

Exemples d'impact	Phase du projet ⁶	Composantes du milieu concernées	Exemples de mesures d'évitement et de réduction associées
Perte physique d'habitat, destruction de spécimens 	Construction, exploitation ⁷ , démantèlement	Habitats, flore et faune, sol	<ul style="list-style-type: none"> Choix de l'implantation (évitement de terrains à forte valeur écologique ou habitats d'espèces patrimoniales) Protection (balisage, clôture) des espèces ou habitats à protéger pendant les travaux Limitation de l'emprise du chantier Planification du chantier hors période de reproduction des espèces sensibles Limitation des surfaces artificialisées à leur minimum
Introduction accidentelle d'espèce exotique envahissante 	Construction, démantèlement	Habitats, flore et faune	<ul style="list-style-type: none"> Absence d'apport de terre externe au site Nettoyage des machines et des outils avant leur entrée sur le chantier⁸
Perte d'habitats par dérangement (phénomène d'effarouchement), modification des chaînes trophiques 	Exploitation	Principalement oiseaux et chiroptères*	<ul style="list-style-type: none"> Choix de l'implantation Positionnement des éoliennes hors des zones sensibles (« micro-siting »)
Changement ou déplacement d'habitat (effet « microclimat » des panneaux, ombrage, attraction pour les panneaux ⁹) 	Exploitation	Faune et flore	<ul style="list-style-type: none"> Positionnement des panneaux photovoltaïques hors des zones sensibles, espacement des panneaux (« micro-siting ») Choix de technologies permettant de minimiser les impacts (verre anti-reflet...)

⁶ La phase d'exploitation des parcs dure entre 25 et 35 ans. S'il y a démantèlement et non renouvellement du parc à la fin de cette durée, le site est remis en état.

⁷ Dans certains cas, des habitats naturels, y compris patrimoniaux, peuvent se reconstituer pendant la phase d'exploitation (Calidris, Energii solutions, 2019; Valorem, Simethis, 2016).

⁸ Une surveillance du site à la suite des travaux permet aussi d'éliminer les espèces envahissantes avant une installation de trop grande ampleur (Calidris, Energii solutions, 2019).

⁹ Les panneaux solaires peuvent être reconnus comme des plans d'eau par les insectes. Cet effet peut être positif par exemple pour les oiseaux insectivores qui trouvent une ressource concentrée sur un nouveau site de nourrissage (Calidris, Energii solutions, 2019).

Exemples d'impact	Phase du projet	Composantes du milieu concernées	Exemples de mesures d'évitement et de réduction associées
Mortalité (collision, barotraumatisme*) 	Exploitation	Oiseaux et chiroptères	<ul style="list-style-type: none"> Choix de l'implantation Positionnement des éoliennes hors des zones sensibles, aménagement de couloirs de vol (« micro-siting ») Bridage des éoliennes (par exemple : arrêt pendant les périodes migratoires ou selon les périodes d'activité favorables aux chiroptères en fonction de l'heure, du vent, de la température ou de la pluviométrie) Installation de systèmes de dissuasion acoustique ou visuelle Augmentation de la visibilité des pales¹⁰
Effet « barrière » (perturbations comportementales), fragmentation de l'habitat 	Construction, exploitation	Faune (en particulier oiseaux et chiroptères), habitats	<ul style="list-style-type: none"> Choix de l'implantation Positionnement des éoliennes hors des zones sensibles (« micro-siting ») Utilisation de clôtures autour des panneaux photovoltaïques maximisant le maintien des continuités écologiques (disposition, clôtures laissant passer les petits mammifères...)
Impact sur le paysage, effet stroboscopique, ombrage, réflexion solaire, bruit 	Construction, exploitation	Humains	<ul style="list-style-type: none"> Choix de l'implantation (en fonction du relief par exemple) Respect de distance avec les habitations Intégration dans le paysage (haies autour d'un parc photovoltaïque...)

Tableau 1 - Principaux effets génériques documentés des parcs éoliens terrestres et photovoltaïques sur les milieux naturels, la faune et la flore, et mesures d'évitement et d'atténuation associées. D'après (Ministère de l'Écologie, 2010; Ministère de l'Environnement de l'Énergie et de la Mer, 2016; UICN, 2021).

À noter que des effets positifs sur la biodiversité ont été constatés pour certaines configurations de parcs photovoltaïques dans le cadre d'une étude visant à analyser 75 centrales photovoltaïques allemandes (Peschel et al., 2019). Les principales conclusions de cette étude sont :

- Les centrales photovoltaïques étudiées présentent généralement un meilleur bilan en matière de biodiversité qu'avant la construction de l'installation. Cela pourrait s'expliquer par une mise en place sur des terrains auparavant pauvres en biodiversité (friches industrielles, terrains exploités en agriculture intensive¹¹ par exemple).
- Certaines configurations de parcs favorisent cet effet positif, en particulier un espacement suffisant entre les panneaux ce qui est bénéfique aux insectes, aux reptiles et aux oiseaux nicheurs.
- Les parcs photovoltaïques permettent le maintien de certains habitats ouverts (pouvant être bénéfiques à certaines espèces) en empêchant la succession écologique et la fermeture du milieu.
- Les centrales photovoltaïques implantées en zone agricole peuvent constituer des espaces de repli et d'alimentation pour les animaux (insectes, reptiles, oiseaux) si elles font l'objet d'une gestion extensive :

¹⁰ Quand la réglementation le permet.

¹¹ Une étude conduite en France parvient à la même conclusion concernant les parcs photovoltaïques implantés sur d'anciennes parcelles agricoles exploitées en agriculture intensive (Calidris, Energii solutions, 2019).



pas de fertilisation ni de traitement phytosanitaire, pâturage ou pratiques de fauche différenciée permettant un couvert fleuri constant.

- Plus généralement, les centrales photovoltaïques gérées de façon à favoriser la biodiversité peuvent faire office, pour les petites centrales, d'espaces relais entre deux réservoirs de biodiversité voire, pour les plus grandes, de véritables habitats.

Ainsi, en Bade-Wurtemberg, les parcs photovoltaïques peuvent compenser leurs impacts sur le site même de l'installation et sont dispensés d'une compensation supplémentaire en-dehors du site s'ils respectent certaines conditions et moyennant une autorisation par l'autorité environnementale (*untere Naturschutzbehörde*). En Bavière, une motion a été adoptée fin 2020 par le Parlement bavarois pour introduire une règle similaire (Bayerischer Landtag, 2020; Enkhardt, 2020).

Côté français, Enerplan a lancé fin 2019 une étude sur l'impact des centrales photovoltaïques sur la biodiversité (Enerplan, 2020; Fabrégat, 2019).



II. Le cadre législatif de la compensation écologique en Europe, en France et en Allemagne

L'origine de la compensation écologique remonte pour la France comme pour l'Allemagne à l'année 1976, date à laquelle elle a été introduite dans les lois relatives à la protection de la nature (Loi n°76-629 du 10 juillet 1976 en France - *Bundesnaturschutzgesetz* en Allemagne). Ces deux lois ont en effet posé le cadre de l'évaluation environnementale au sein de laquelle la démarche de non perte nette de biodiversité est intégrée.

Le cadre législatif et réglementaire relatif à l'environnement de l'Allemagne et de la France s'est ensuite enrichi au cours des années notamment sous l'impulsion du droit européen.

II.1. Le cadre législatif européen

Les directives européennes appelées Oiseaux¹² (1979) et Habitats¹³ (1992) sont venues élargir et renforcer la démarche de non perte nette de biodiversité des États membres. En identifiant les espèces et habitats d'intérêt communautaire et en exigeant leur maintien ou l'atteinte d'un état de conservation favorable*, ces deux directives sont considérées comme les piliers de la législation européenne en matière de protection de la nature (Sundseth, 2015) (cf. Encadré 2).

Les directives Oiseaux et Habitats ont fait l'objet d'une transposition dans chaque État membre (cf. sections II.2 et II.3).

Les directives Oiseaux et Habitats ont abouti à la désignation, par les États membres, de zones naturelles accueillant les espèces et habitats désignés et donc protégés par ces deux directives. Ces zones naturelles, appelées « sites Natura 2000 », font partie du réseau européen Natura 2000 qui vise à améliorer et maintenir un réseau écologique cohérent.

L'annexe I de la directive Oiseaux ainsi que l'annexe IV de la directive Habitats listent par ailleurs les espèces animales et végétales faisant l'objet d'une protection stricte.

Si un projet d'aménagement (y compris les projets en lien avec l'énergie) vient menacer l'intégrité du réseau Natura 2000 ou l'état de conservation des espèces strictement protégées (annexe I de la directive Oiseaux et annexe IV de la directive Habitats), il convient de vérifier en premier lieu si l'impact peut être évité ou réduit (par exemple, choix d'un emplacement différent, dispositif d'arrêt des éoliennes pour éviter les collisions avec les chauves-souris et les oiseaux). En cas d'impact résiduel sur des habitats ou des espèces protégés, des mesures de compensation écologique sont requises. Les mesures de compensation écologique associées aux impacts de projets d'aménagement sur les sites Natura 2000 et aux espèces protégées font l'objet de rapportage* auprès de la Commission européenne.

Outre ces deux directives spécifiques à la protection de la nature, la directive sur l'évaluation des incidences de projet sur l'environnement¹⁴ (2011) est venue spécifier les différentes étapes du processus d'évaluation des effets d'un projet d'aménagement.

¹² Directive 79/409/CEE du Conseil du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages, remplacée par la directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009 ([lien](#))

¹³ Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages ([lien](#))

¹⁴ Directive 2011/92/UE sur l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, connue sous le nom de directive Étude d'impact ou directive EIE (dernière actualisation : 2014/52/UE) ([lien](#))

Encadré 2 - Les directives Oiseaux et Habitats (directive 2009/147/CE, directive 92/43/CEE)

La directive Oiseaux protège tous les oiseaux sauvages européens et leur habitat. La directive Habitats, adoptée 13 ans plus tard, étend le champ d'application de la directive Oiseaux à près de 1 000 autres espèces animales et végétales (et leurs habitats) rares, menacées ou très localisées.

Les directives Oiseaux et Habitats imposent tout d'abord aux États membres la désignation de deux catégories de zones de protection : les zones de protection spéciale (ZPS) pour les espèces d'oiseaux listées à l'annexe I de la directive Oiseaux et les zones spéciales de conservation (ZSC) pour les habitats et espèces listés aux annexes I et II de la directive Habitats. Les ZPS et ZCS sont appelés communément « sites Natura 2000 » et forment le réseau du même nom. Un projet d'aménagement ayant des impacts négatifs significatifs¹⁵ sur un site Natura 2000, après les phases d'évitement et de réduction, est autorisé uniquement si le projet répond à un intérêt public majeur et s'il n'y a pas d'alternative au projet. Des mesures de compensation écologique sont alors nécessaires pour maintenir la cohérence du réseau Natura 2000 (article 6 de la directive Habitats).



Ces deux directives imposent ensuite aux États membres l'instauration d'un régime de protection stricte de l'ensemble des espèces d'oiseaux sauvages en Europe (annexe I de la directive Oiseaux) ainsi que les autres espèces animales et végétales menacées listées dans l'annexe IV de la directive Habitats. Ce régime de protection stricte implique notamment l'interdiction de détériorer et détruire des sites de reproduction ou des aires de repos des espèces. Il est possible de déroger à cette protection stricte, c'est-à-dire de réaliser un projet d'aménagement conduisant à la dégradation de la population d'espèces protégées, si un certain nombre de conditions sont réunies dont : l'absence de solution alternative satisfaisante au projet d'aménagement ; le projet répond à un intérêt public majeur ; la dérogation délivrée par les autorités administratives ne nuit pas au maintien dans un état de conservation favorable des populations des espèces protégées au sein de leur aire de répartition naturelle* (article 16 de la directive Habitats, article 9 de la directive Oiseaux). Dans le cadre d'une demande de dérogation à la protection stricte d'espèces protégées, des mesures de compensation écologique sont alors nécessaires pour répondre à l'objectif de maintien des populations des espèces protégées concernées.

II.2. Le cadre législatif français

II.2.1. Les procédures requérant la séquence ERC

En France, les directives européennes ainsi que des dispositifs nationaux ont façonné le cadre législatif et réglementaire de la démarche de non perte nette de biodiversité, appelée « séquence Éviter-Réduire-Compenser » (ERC).

Les principales procédures intégrant la séquence ERC¹⁶ auxquelles doit se conformer un projet éolien terrestre ou photovoltaïque au sol sont résumées par la Figure 4. Ces dernières relèvent du Code de l'environnement et du Code forestier.

¹⁵ Les impacts négatifs sont dits significatifs lorsqu'ils remettent en cause l'intégrité du réseau Natura 2000.

¹⁶ Outre les autorisations environnementales, un projet éolien terrestre ou photovoltaïque doit obtenir d'autres autorisations relevant d'autres champs juridiques qui ne font pas l'objet du présent document (par exemple autorisations au titre du [Code de l'urbanisme](#) ou du [Code de l'énergie](#)).

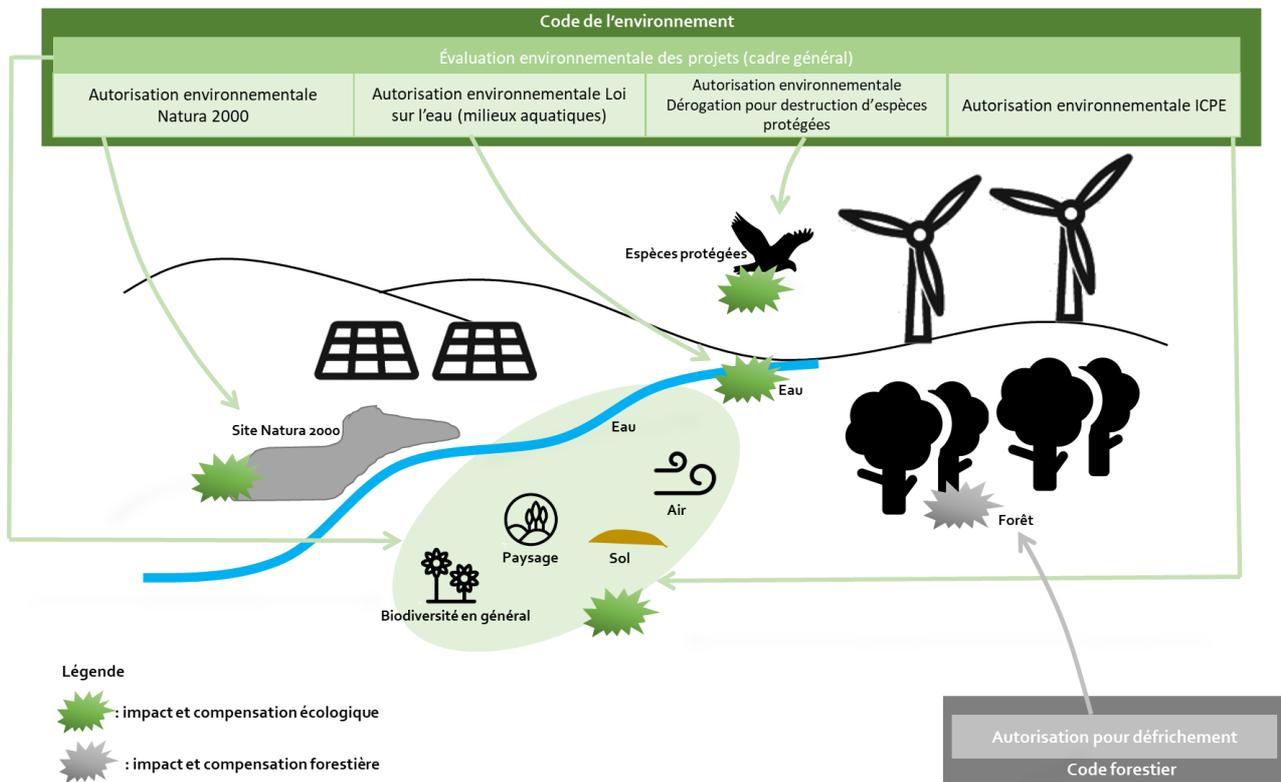


Figure 4 - Ensemble des procédures environnementales à respecter en France par les projets éoliens et photovoltaïques au sol en cas d'impacts sur les milieux et espèces visés par ces procédures (N.B. : Les parcs photovoltaïques ne sont pas concernés par la réglementation ICPE). ICPE : installations classées pour la protection de l'environnement. Origine des pictogrammes : Freepik.

Dans le cadre du Code de l'environnement, la procédure appelée « évaluation environnementale des projets »¹⁷ est le cadre général appliqué à tout projet d'aménagement soumis à évaluation environnementale (soit de manière systématique, soit au cas par cas), dont les parcs éoliens et photovoltaïques. Cette procédure vise à appliquer la séquence ERC à la biodiversité en général (biodiversité protégée et non protégée)¹⁸. D'autres procédures viennent ensuite compléter ce cadre général lorsque le projet d'aménagement affecte des composantes de biodiversité spécifiques : dérogation pour la destruction d'espèces protégées¹⁹, de sites Natura 2000²⁰ ou encore de milieux aquatiques²¹. Enfin, la procédure relative à des projets rassemblés sous l'intitulé « installations classées pour la protection de l'environnement²² » (ICPE) exige également la mise en œuvre de la séquence ERC. Les parcs éoliens font partie des ICPE et sont donc soumis à cette procédure spécifique (à la différence des parcs photovoltaïques au sol). La réalisation d'un projet éolien ou photovoltaïque mobilise également le Code forestier dès lors que le projet induit le défrichement d'une zone forestière²³. La séquence ERC spécifique aux enjeux forestiers est alors déclinée. En résumé, un projet éolien ou photovoltaïque implique une compensation écologique et une compensation forestière si les milieux visés par le Code de l'environnement et le Code forestier sont affectés.

¹⁷ L. 122-1 à L. 122-3 et R. 122-1 à R.122-14 du Code de l'environnement

¹⁸ La procédure d'évaluation environnementale a un champ d'application plus large que les écosystèmes (comme le prévoit la directive Étude d'impact) et concerne également des composantes humaines (santé, bruit, etc.). Néanmoins, ces aspects humains ne sont pas traités dans le présent document.

¹⁹ Protection selon les directives Habitats et Oiseaux et les listes établies au niveau national et régional - L. 411-1 à L. 411-3, R. 411-1 à R. 411-14 du Code de l'environnement

²⁰ Directives Habitats et Oiseaux - L. 414-4 à L. 414-7 et R. 414-19 à R. 414-29 du Code de l'environnement

²¹ Loi sur l'eau - L. 214-1 à L. 214-6, L. 216-1 à L. 216-2 et R. 214-1 à R. 214-5 du Code de l'environnement

²² Les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) sont un ensemble d'aménagements pouvant présenter des dangers et des nuisances pour les riverains, la santé ou encore l'environnement (industries chimiques, carrières, parcs éoliens, etc.).

²³ L. 341-1 à L. 342-1 et R. 341-1 à R. 341-7 du Code forestier



Chaque procédure citée précédemment implique la réalisation, par le porteur de projet, d'une étude d'impact qui évalue les effets du projet éolien ou photovoltaïque sur la biodiversité et des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées. L'administration examine ensuite l'étude d'impact pour décider d'autoriser ou non le projet. Pour simplifier les procédures, le porteur de projet peut fournir un seul dossier²⁴ combinant les exigences des différentes procédures d'évaluation environnementale au titre du Code de l'environnement et la procédure spécifique au défrichement²⁵.

II.2.2. Les caractéristiques de la compensation écologique (Code de l'environnement)

Les principales caractéristiques de la compensation écologique, prévues dans le cadre du Code de l'environnement, sont énoncées ci-après :

- Anticipation de la compensation écologique : la compensation doit être réalisée en amont du projet et donc avant la survenue des impacts, et ce quel que soit le type de biodiversité dégradé (sites Natura 2000, espèces protégées, milieux aquatiques, etc.).
- Impacts compensés : le cadre législatif français stipule que seuls les impacts résiduels significatifs sont à compenser, sans pour autant définir avec précision à partir de quelle limite un impact devient significatif.
- Équivalence écologique : l'équivalence écologique stricte est requise, c'est-à-dire que la mesure de compensation écologique doit porter sur les mêmes habitats, espèces et fonctions que ceux dégradés par le projet.
- Types de compensation écologique envisageables : restauration d'écosystèmes, création d'écosystèmes, évolution des pratiques de gestion d'un milieu (par exemple, modifications des pratiques agricoles vers des pratiques plus favorables à la biodiversité).
- Mode d'organisation de la compensation : le cadre législatif prévoit une compensation écologique mise en œuvre au cas par cas ou par mutualisation. Les sites de compensation mutualisée sont appelés « sites naturels de compensation » (SNC) en France (cf. section III.2.1. pour la description des SNC).
- Pérennité et proximité : la mesure de compensation écologique doit être effective durant toute la durée des impacts et doit être réalisée au plus proche du site dégradé. Le cadre législatif ne donne néanmoins pas plus de précision sur la définition de la pérennité et de la proximité.
- Proportionnalité : le contenu de l'étude d'impact, et donc de la séquence ERC, doit être proportionnel à la sensibilité environnementale de la zone d'accueil du projet et à l'importance du projet d'aménagement.
- Additionnalité : les mesures compensatoires doivent être additionnelles par rapport aux mesures existantes, autant sur le plan écologique que financier.

À noter que la compensation financière pour des impacts écologiques n'est pas autorisée en France.

La loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages de 2016 (loi dite Biodiversité) est venue préciser les modalités de mise en œuvre de la compensation écologique qui, jusque-là, étaient encadrés par des documents de doctrine non réglementaires et non contraignants²⁶. Cette loi a ainsi institutionnalisé la compensation mutualisée (site naturel de compensation) qui était en expérimentation depuis 2008. Elle a rendu obligatoire l'atteinte de résultat (auparavant, seule une obligation de moyens était demandée), et la géolocalisation des mesures de compensation à travers un outil appelé GeoMCE²⁷ (mis à disposition du public). La loi Biodiversité a également rendu obligatoire la transmission par les porteurs de projets des données d'inventaire de biodiversité, collectées dans le cadre des études d'impact, au système national de capitalisation des données relatives à la biodiversité : l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN). Enfin, un outil juridique, appelé obligation réelle environnementale*, a été défini, permettant de rendre pérennes des mesures de compensation. Cet outil se matérialise sous la forme d'un

²⁴ Cette demande d'autorisation unique rassemble les autorisations environnementales (relevant du [Code de l'environnement](#)), l'autorisation pour défrichement ([Code forestier](#)) mais aussi des autorisations non environnementales (autorisation d'exploiter les installations de production d'électricité ([Code de l'énergie](#)), autorisation pour l'établissement d'éoliennes ([Code des transports](#), [Code de la défense](#) et [Code du patrimoine](#))).

²⁵ [L. 181-1](#) et [L. 181-2](#) du Code de l'environnement

²⁶ La [Doctrine nationale ERC](#) (2012) et les [Lignes directrices ERC](#) (2013)

²⁷ [Lien](#) vers GeoMCE



contrat permettant aux propriétaires fonciers de s'engager à la préservation de l'environnement de leur foncier sur une durée allant jusqu'à 99 ans (il n'y a pas de durée minimale exigée). Il est alors possible d'associer ce type de contrat à une mesure de compensation écologique pour garantir sa pérennité dans le temps, d'autant plus que le contrat perdure même en cas de changement de propriétaire.

II.2.3. Les caractéristiques de la compensation forestière (Code forestier)

La compensation forestière, liée à un défrichement, diffère de la compensation écologique car elle ne repose pas uniquement sur des critères écologiques, mais revêt également une dimension économique et sociale. Ainsi, elle implique de compenser les mêmes fonctions écologiques, économiques et sociales que celles dégradées par le projet. C'est donc une compensation mixte à la fois écologique, économique et sociale. La compensation forestière peut être réalisée en nature (c'est-à-dire par des actions directes sur le milieu : restauration, création de milieux boisés) ou être financière. Le Code forestier prévoit des ratios pour déterminer la surface à compenser. Ces ratios varient d'une région à une autre (par exemple en région Île-de-France, le défrichement d'un hectare implique une compensation sur 3 hectares).

II.3. Le cadre législatif allemand

II.3.1. Les procédures requérant une démarche de non perte nette de biodiversité

Le cadre législatif et réglementaire allemand de la démarche de non perte nette de biodiversité est le résultat de dispositifs fédéraux, des Länder et de la transposition du droit européen. Les principales procédures²⁸ intégrant la démarche de non perte nette de biodiversité auxquelles doit se conformer un projet éolien terrestre ou photovoltaïque au sol sont résumées par la **Figure 5**.

²⁸ Outre les autorisations environnementales, un projet éolien terrestre ou photovoltaïque au sol doit obtenir d'autres autorisations relevant d'autres champs juridiques qui ne font pas l'objet du présent document (par exemple permis de construire – *Baugenehmigung* – ou, pour l'éolien, autorisation selon la loi sur la protection contre les nuisances environnementales – *Bundes-Immissionsschutzgesetz*).

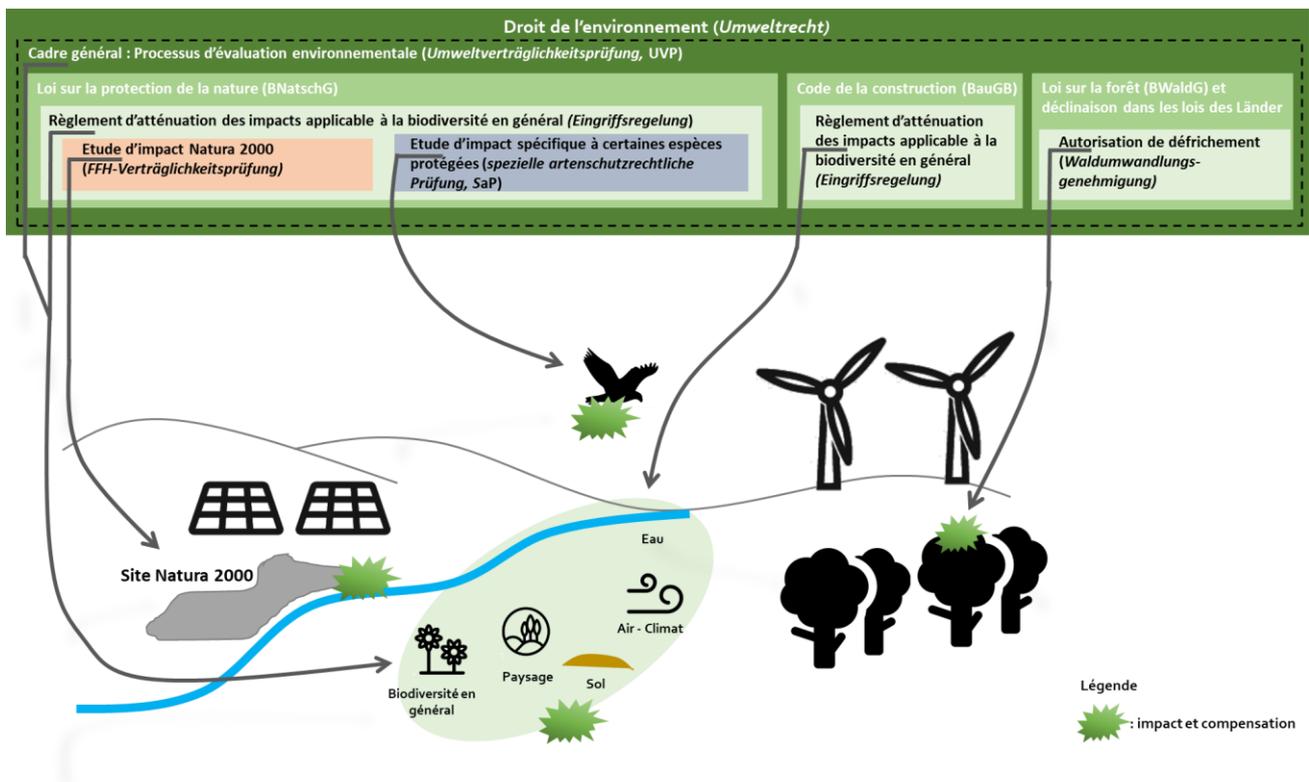


Figure 5 - Ensemble des procédures environnementales à respecter en Allemagne par les projets éoliens et photovoltaïques au sol en cas d'impacts sur les milieux et espèces visés par ces procédures (N.B. : Les projets photovoltaïques ne sont pas concernés par l'UVP). Origine des pictogrammes : Freepik.

Le droit allemand décline la démarche de non perte nette de biodiversité à travers quatre lois fédérales : la loi sur l'évaluation environnementale (*Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung, UVPG**), la loi sur la protection de la nature (*Bundesnaturschutzgesetz, BNatSchG**), le Code de la construction (*Baugesetzbuch, BauGB**) et la loi sur la forêt (*Bundeswaldgesetz, BWaldG**)²⁹. Contrairement à ce qui se passe en France avec la terminologie « séquence ERC », il n'existe pas en Allemagne de terminologie unifiée pour désigner la démarche de non perte nette de biodiversité.

L'évaluation environnementale (*Umweltverträglichkeitsprüfung, UVP**) découle de la loi sur l'étude d'impact (UVPG). Elle concerne les projets de grande ampleur et s'applique à toutes les espèces animales et à la diversité biologique, au sol comme support physique (*Fläche*), au sol comme ressource naturelle (*Boden*), à l'eau, à l'air, au climat, au paysage, aux hommes (en particulier à la santé humaine), au patrimoine culturel ainsi qu'aux interactions entre ces différents éléments (§2 (1) de l'UVPG). L'UVPG liste les projets soumis de manière systématique ou au cas par cas à une étude d'impact (donc à l'UVP). Pour les parcs éoliens, le caractère systématique ou au cas par cas de l'étude d'impact varie selon le nombre et la hauteur des éoliennes (étude d'impact systématique à partir de 20 éoliennes de plus de 50 mètres de haut). Les parcs photovoltaïques ne font pas partie des projets listés par l'UVPG et ne sont donc pas soumis à une étude d'impact de type UVP. Ils ne sont néanmoins pas exemptés d'étude d'impact dès lors qu'ils dégradent une composante environnementale désignée par les autres procédures décrites ci-après.

²⁹ La démarche de non perte nette de biodiversité déclinée dans la loi fédérale sur l'eau (*Wasserhaushaltsgesetz – WHG*) n'est pas considérée dans ce document car les projets éoliens et photovoltaïques n'ont en général pas d'impacts sur les milieux concernés par cette loi.



La loi sur la protection de la nature (BNatSchG) rassemble diverses procédures imbriquées allant du cadre général à des cas plus spécifiques :

- Le « règlement sur l'atténuation des impacts » (*Eingriffsregelung*^{*}) est une démarche de non perte nette de biodiversité déclinée pour les projets de grande ampleur réalisés en périphérie du périmètre des communes (parc éolien, voie ferrée, autoroute, parc photovoltaïque, etc.).
- La procédure d'évaluation environnementale Natura 2000 (*Fauna-Flora-Habitat-Verträglichkeitsprüfung*, FFH-VP) est mise en œuvre lorsqu'un projet d'aménagement affecte un site Natura 2000.
- La procédure d'évaluation environnementale propre à certaines espèces protégées (*spezielle artenschutzrechtliche Prüfung*, saP) vient enfin compléter les procédures relatives à la BNatSchG. Elle implique la mise en œuvre d'une démarche de non perte nette de biodiversité lorsqu'un projet d'aménagement est susceptible d'avoir des impacts sur certaines espèces protégées. La procédure saP relève du droit sur la protection des espèces (*Artenschutzrecht*^{*}).

Le processus d'atténuation des impacts de l'*Eingriffsregelung*, visant à une non perte nette de biodiversité, est également décliné dans le Code de la construction (BauGB) pour les projets d'aménagement réalisés au cœur du périmètre communal, c'est-à-dire les zones qui sont sujettes à un plan d'urbanisation (B-Plan, comme pour les habitations individuelles et collectives, les zones commerciales...)³⁰. Il est donc appliqué dans deux cadres législatifs (BNatSchG et BauGB), avec des modalités qui diffèrent, selon la localisation du projet (en périphérie ou au cœur du périmètre communal) (cf. section II.3.2). La démarche s'applique aux composantes suivantes : sol, eau, air, climat, animaux, plantes, ainsi qu'au paysage en tant qu'entité perçue par les humains (*Landschaftsbild*).

La loi sur la forêt (BWaldG) vient enfin compléter le panorama des principales législations du droit de la protection de la nature à travers la mise en œuvre d'une démarche de non perte nette de biodiversité notamment en cas de défrichement. Les modalités d'application sont définies par les lois forestières des Länder. Dans le Bade-Wurtemberg comme en France, l'estimation de l'impact du défrichement ne considère pas que les aspects écologiques, mais également économiques et sociaux. D'autre part, une compensation financière ne peut intervenir que si le défrichement n'est pas intégralement compensé par des mesures en nature comme un reboisement (§9 de la loi du Bade-Wurtemberg sur la forêt *Landeswaldgesetz*, LWaldG).

Les compensations écologiques mises en œuvre dans le cadre du processus de l'atténuation des impacts (*Eingriffsregelung*) selon la loi de la protection de la nature (BNatSchG) et le Code de la construction (BauGB) ainsi que dans le cadre du droit sur la protection des espèces (*Artenschutzrecht*) sont détaillées ci-après.

II.3.2. La compensation écologique dans le cadre du règlement sur l'atténuation des impacts (*Eingriffsregelung* selon la loi sur la protection de la nature et selon le Code de la construction)

La démarche de non perte nette de biodiversité (« règlement sur l'atténuation des impacts », *Eingriffsregelung*) s'applique aux projets éoliens et photovoltaïques. C'est la localisation du projet qui va déterminer le cadre légal selon lequel est mise en œuvre l'*Eingriffsregelung* (§18 de la BNatSchG). Lorsque le projet éolien ou photovoltaïque est implanté en périphérie du périmètre des communes, c'est l'*Eingriffsregelung* de la loi sur la protection de la nature qui est mobilisé (§13-17 de la BNatSchG). Pour les projets localisés au cœur du périmètre des communes (et pour ceux concernés par un nouveau plan d'urbanisation en périphérie des communes), c'est l'*Eingriffsregelung* du Code de la construction qui s'applique (§1a, §135a du BauGB).

Les lois sur la protection de la nature propres à chaque Land précisent les modalités d'application de l'*Eingriffsregelung* selon la loi fédérale sur la protection de la nature (BNatSchG). De ce fait, les modalités de mise en œuvre de l'*Eingriffsregelung* peuvent varier d'un Land à l'autre. C'est pourquoi nous présenterons les pratiques du

³⁰ Le Code de la construction prévoit des exceptions à l'application de la démarche de non perte nette de biodiversité pour certains projets portés par les communes (§13a et 13b BauGB), non présentées ici.

Bade-Wurtemberg en matière d'*Eingriffsregelung* – BNatSchG dans la section III qui est un Land bien avancé sur le sujet de la compensation.

Il n'est pas prévu que les dispositions du Code de la construction (BauGB) fassent l'objet d'une transposition dans la législation des Länder, elles s'appliquent lors de la rédaction des documents d'urbanisme des communes (« Plan d'utilisation du sol » *Flächennutzungsplan* et « Plan d'urbanisation » *Bebauungsplan*). Quelques variantes dans la mise en œuvre sont cependant possibles. Par exemple, dans le Bade-Wurtemberg, il sera bientôt obligatoire d'inscrire la mesure de compensation dans un registre public selon le §18 de la loi sur la protection de la nature du Land (*Naturschutzgesetz*, NatSchG).

Le **Tableau 2** résume les points communs et divergents en matière d'exigences de compensation écologique selon qu'elle est mise en œuvre dans le cadre de l'atténuation des impacts (*Eingriffsregelung*) selon la loi sur la protection de la nature (BNatSchG) ou selon le Code de la construction (BauGB).

Caractéristiques de la compensation écologique	Atténuation des impacts selon la loi sur la protection de la nature (<i>Eingriffsregelung</i> sous BNatSchG)	Atténuation des impacts selon le Code de la construction (<i>Eingriffsregelung</i> sous BauGB)
Biens environnementaux concernés	Les « biens naturels » (<i>Naturgüter</i>) et leurs fonctions : espèces animales et végétales, sol en tant que ressource naturelle (<i>Boden</i>), eau, air, climat et leurs interactions. Le paysage en tant qu'entité perçue par les humains (<i>Landschaftsbild</i>). (§7 (1) 2 et §14 BNatSchG)	Les « biens naturels » (<i>Naturgüter</i>) et leurs fonctions : espèces animales et végétales, sol en tant que ressource naturelle (<i>Boden</i>), sol en tant que support physique (<i>Fläche</i>), eau, air, climat et leurs interactions. Le paysage en tant qu'entité propre (<i>Landschaft</i>) et perçue par les humains (<i>Landschaftsbild</i>). La biodiversité en général (<i>biologische Vielfalt</i>). (§1 (6) 7 a) et §1a BauGB)
Objectif de la compensation écologique	Conserver la capacité fonctionnelle des écosystèmes et du paysage.	
Impacts compensés	L' <i>Eingriffsregelung</i> s'applique dès lors que les impacts sont significatifs (<i>erheblich</i>) (non définition dans la loi du terme « significatif »).	
Équivalence écologique	Équivalence fonctionnelle stricte (compensation dite <i>Ausgleich</i>) ou équivalence fonctionnelle relâchée (compensation dite <i>Ersatz</i>).	
Types de compensation envisageables	Restauration, amélioration d'écosystèmes et de fonctions écologiques, création d'écosystèmes, évolution des pratiques de gestion (par exemple modification de pratiques agricoles pour des pratiques davantage favorables à la biodiversité).	
Mode d'organisation de la compensation	Compensation au cas par cas. Compensation mutualisée (<i>Ökokonto</i> *, <i>Flächenpool</i>). Compensation monétaire (<i>Ersatzzahlung</i>) : utilisée pour la compensation des impacts paysagers et la compensation des autres composantes écologiques lorsque la compensation en nature ne permet pas de compenser l'intégralité des pertes.	Compensation au cas par cas. Compensation mutualisée (<i>Ökokonto</i> , <i>Flächenpool</i>).
Anticipation de la compensation	Réalisation de la compensation en amont des projets d'aménagement pour la compensation mutualisée. Cette contrainte est moins stricte pour la compensation au cas par cas.	
Pérennité	La compensation doit être effective durant toute la durée des impacts.	
Proximité	La compensation doit être réalisée dans un certain périmètre autour du lieu d'impact mais sans nécessairement être à proximité immédiate du site dégradé.	

Tableau 2 - Les caractéristiques de la compensation écologique dans le cadre de l'atténuation des impacts (*Eingriffsregelung*) selon la loi sur la protection de la nature (BNatSchG) et selon le Code de la construction (BauGB).



II.3.3. La compensation écologique dans le cadre du droit sur la protection des espèces (*Artenschutzrecht*)

Selon le droit relatif aux espèces et habitats protégés (*Artenschutzrecht*), inclus dans loi sur la protection de la nature (BNatSchG), les exigences de compensation écologique varient en fonction du niveau de protection des espèces et habitats protégés.

Le niveau de protection le plus large est appelé « protection générale » (*Allgemeiner Artenschutz* (§ 39 BNatSchG)). La loi sur la protection de la nature ne cite pas explicitement les espèces et habitats bénéficiant d'une protection générale mais énonce une série de règles et d'interdictions (ne pas couper les haies sauvages entre le 1^{er} mars et le 30 septembre par exemple). Ce niveau de protection générale implique de manière implicite qu'une attention particulière doit être portée à toutes les espèces et habitats avec néanmoins des règles souples pour ne pas bloquer les projets d'aménagement.

Par ailleurs, une démarche spécifique de non perte nette de biodiversité s'applique à certains habitats et espèces protégés (§44 (5) BNatSchG) : espèces listées dans l'annexe IV de la directive européenne Habitats, espèces d'oiseaux européens tels que définies selon la directive Oiseaux, autres espèces menacées listées dans le décret fédéral sur la protection des espèces de faune et de flore sauvages (*Bundesartenschutzverordnung, BArtSchV**), à savoir les espèces menacées pour lesquelles l'Allemagne a une forte responsabilité de conservation. Ce sont ces espèces qui font l'objet de la procédure d'évaluation environnementale propre aux espèces protégées (*spezielle artenschutzrechtliche Prüfung, saP*). Dans ce cas, la mesure de compensation est appelée « mesure de compensation anticipée » (*Vorgezogene Ausgleichsmaßnahme* ou *CEF-Maßnahme*³¹, *Continuous Ecological Functionality-measure*), c'est-à-dire que la mesure doit être effective avant que l'impact du projet ne se produise (par exemple : l'espèce dérangée par le projet a adopté le nouvel habitat). Une équivalence fonctionnelle stricte est demandée (compensation dite *Ausgleich*) où l'habitat dégradé doit être compensé par le même type d'habitat. Les mesures de compensation envisageables sont la restauration d'écosystèmes, la création d'écosystèmes et la création d'habitats de substitution (par exemple, nichoirs et gîtes). La compensation ne peut être réalisée qu'au cas par cas et doit être réalisée dans la proximité fonctionnelle du site impacté.

Si les mesures d'évitement, de réduction et CEF prévues sont insuffisantes pour maintenir le bon état de conservation de la (méta)population de l'espèce concernée, une demande de dérogation doit être faite, par exemple s'il n'existe aucune alternative au projet ou s'il s'agit d'un projet d'intérêt général (§45 (7) BNatSchG). Dans ce cas, des mesures de compensation appelées « mesures garantissant un état de conservation favorable » (*Maßnahmen zur Sicherung des Erhaltungszustands* ou *FCS-Maßnahmen, Favourable Conservation Status*) peuvent être mises en place : ces dernières garantissent le maintien dans un bon état de conservation de la population des espèces concernées à l'échelle d'une région biogéographique.

Dans tous les autres cas impliquant des espèces et habitats protégés, ce sont les règles de l'atténuation des impacts (*Eingriffsregelung*) selon la loi sur la protection de la nature (BNatSchG) qui sont appliquées pour la compensation écologique (cf. section II.3.2).

³¹ Cette terminologie spécifique renvoie à celle utilisée dans les [procédures associées aux directives Habitats et Oiseaux](#).



III. La pratique de la compensation en France et en Allemagne

La mise en œuvre de la compensation dans chacun des deux pays est présentée ci-après. Compte tenu de la variété des réglementations et pratiques selon les Länder, en Allemagne, nous présentons la pratique de la compensation dans le Bade-Wurtemberg qui est un Land bien avancé en matière de compensation. Nous verrons que les pratiques de compensation françaises et allemandes se rejoignent en partie pour la compensation au cas par cas mais diffèrent pour la compensation mutualisée.

III.1. La compensation au cas par cas

III.1.1. En France

La compensation au cas par cas est le mode d'organisation de la compensation le plus pratiqué en France. La compensation écologique est en effet généralement directement mise en œuvre par le porteur du projet avec l'appui de bureaux d'études spécialisés.

Dans la pratique, la compensation au cas par cas n'est pas homogène au sein du territoire français. Le Code de l'environnement définit dans les grandes lignes le contenu de la compensation écologique mais ses modalités de mise en œuvre demeurent encore assez floues. De plus, malgré la production de guides par l'administration régionale (les Directions régionales de l'Aménagement et du Logement, DREAL) et le ministère en charge de l'Environnement³², il n'existe pas de cadre méthodologique défini à l'échelle du territoire français pour dimensionner la compensation écologique. Il s'agit d'une des raisons expliquant la variabilité dans la mise en œuvre de la compensation (Jacob et al., 2014). Les méthodes de dimensionnement varient selon les bureaux d'études missionnés par les porteurs de projets pour réaliser les études d'impact, ce qui conduit *de facto* à des résultats différents en matière de surfaces et d'éléments compensés. De nombreuses méthodes de dimensionnement s'appuient sur une logique surfacique pour déterminer le niveau de compensation. Elles aboutissent à un ratio surfacique, c'est-à-dire à un nombre d'hectares compensés par nombre d'hectares détruits. Cette pratique, décriée par de nombreux acteurs (État, associations, chercheurs) (Dantec, 2017), a conduit des bureaux d'études et chercheurs à développer des méthodes dépassant le simple raisonnement surfacique. Des paramètres supplémentaires sont alors inclus dans le dimensionnement de la compensation, tels que des pondérations pour tenir compte d'impacts sur les fonctionnalités (Wawrzyczek et al., 2018), des paramètres permettant une analyse des impacts à différentes niveaux (biodiversité dans sa globalité, au niveau de l'habitat, au niveau de l'espèce) (Bezombes et al., 2018) ou encore des pondérations établies en fonction de la qualité des habitats détruits et compensés (Quétier et al., 2015; Truchon et al., 2020). À noter enfin que l'hétérogénéité des méthodes de dimensionnement devrait à l'avenir être réduite par « l'approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique » actuellement en cours d'élaboration par le ministère en charge de l'Environnement. Cette approche déclinée sous la forme d'un arbre de décision vise à simplifier et homogénéiser les pratiques sur le territoire français (guide à paraître en 2021).

La compensation au cas par cas vise essentiellement les habitats et espèces protégés. Ce sont surtout les procédures liées à la destruction d'espèces protégées, l'atteinte aux sites Natura 2000 et aux milieux aquatiques qui sont à l'origine des mesures de compensation (Regnery et al., 2013). Du point de vue de l'équivalence écologique, la mesure de compensation porte en pratique sur le même type d'habitats et d'espèces dégradés. Pour les zones humides, une attention particulière est portée sur l'équivalence fonctionnelle (fonctions hydrauliques, épuration et support de biodiversité). En l'absence de précision du cadre législatif et réglementaire, la distance entre le lieu de l'impact et le site compensatoire pour les espèces et habitats protégés est dans la pratique généralement de quelques dizaines de kilomètres (Dantec, 2017; Lombard Latune, 2018). Dans le cas des zones humides, la mesure de compensation doit être

³² Des guides sectoriels ont par exemple été élaborés pour cadrer la mise en œuvre de la séquence ERC dans les études d'impacts : [Guide relatif à l'élaboration des études d'impact des projets de parcs éoliens terrestres, 2016](#) ; [Installations photovoltaïques au sol – guide de l'étude d'impact, 2011](#).

localisée dans le même sous-bassin versant que le lieu de l'impact (conformément aux documents de planification de la gestion de l'eau appelés « Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux », SDAGE).

La durée de mise en œuvre de la compensation se situe aujourd'hui autour de 30 ans (Latune et al., 2019). Un nouveau dispositif de pérennisation des mesures de compensation, l'obligation réelle environnementale (ORE – cf. section II.2.2), a été introduit par la loi Biodiversité, mais est encore aujourd'hui peu utilisé. La durée et la fréquence du suivi de l'efficacité des mesures de compensation sont variables selon les espèces et habitats (elles sont fixées dans l'arrêté d'autorisation du projet). Le suivi peut être très fréquent les premières années pour suivre par exemple l'installation de nichoirs et de gîtes pour les oiseaux et les chauves-souris. Il peut aussi être plus espacé et durer toute la durée du projet. C'est par exemple le cas pour la protection de nids de certaines espèces d'oiseaux.

Pour faire face à la difficulté à trouver du foncier pour réaliser les mesures de compensation écologique, les porteurs de projet peuvent avoir recours à des mesures agro-environnementales. Il s'agit généralement d'une contractualisation entre le porteur de projet et un agriculteur pour que ce dernier mette en place des pratiques agricoles favorables à la biodiversité (retard de fauche, couvert d'interculture agro-faunistique*, jachère, etc.).

Un exemple de mesures de compensation écologique, et plus largement de mesures ERC, proposées dans le cadre d'un projet éolien, sont présentées dans l'Encadré 3.

Encadré 3 - Exemple des mesures ERC d'un projet éolien dans le département des Ardennes (Préfet des Ardennes)

La société de projet « Energie du Partage 10 » a reçu en juillet 2017 l'[autorisation d'exploiter](#) un parc éolien de 5 aérogénérateurs d'une puissance totale de 16,5 MW sur la commune de Pauvres, dans les Ardennes.

Voici quelques-unes des mesures listées dans l'arrêté préfectoral d'autorisation :

- Mesure d'évitement pendant la phase de travaux : « Afin de respecter la période de reproduction et de nidification de l'avifaune, les travaux de terrassement [...] sont réalisés entre le 15 juillet et le 31 mars. Si cela ne peut se faire et que les travaux devaient avoir lieu en période de nidification, l'exploitant diligentera un écologue afin de s'assurer de l'absence de nidification d'espèces protégées au niveau des emprises. Les rapports de l'écologue sont transmis à l'inspection des installations classées avant le début des travaux pour validation. »
- Mesure d'évitement en phase d'exploitation : « Les éventuelles cavités au niveau des nacelles sont fermées pour éviter toute entrée de chiroptères ».
- Mesure de réduction en phase d'exploitation : « Afin de réduire les éventuels impacts sur les chiroptères en période de migration, l'exploitant procédera à un bridage selon le protocole suivant : en période d'émancipation des jeunes et de migration automnale entre le 15 juillet et le 31 octobre, entre 1 heure avant le coucher du soleil et 1 heure après le lever, lorsque la température est supérieure à 8°C, lorsque la vitesse du vent est inférieure à 6 m/s. »
- Mesures de compensation : « Des parcelles de biodiversité dite « ordinaire » (type vergers ou prairies) seront maintenues dans leur état initial par l'exploitant à proximité du parc, par la signature de baux sur toute la durée de l'exploitation. Ces terrains seront supervisés par une exploitation ou un écologue qui en assurera la bonne gestion écologique via une activité maintenue mais subordonnée à une gestion extensive favorable à la biodiversité. [...] L'exploitant aménagera au moins un gîte en faveur des chiroptères dans un délai de trois ans après la mise en exploitation du parc en concertation avec un groupe d'écologues indépendants et les communes proches. [...]. Un suivi de l'efficacité des mesures compensatoires est mis en place et tenu à disposition de l'inspection des installations classées. »
- Mesures de réduction des impacts sur le paysage : « L'ensemble des lignes électriques constitutives du parc éolien seront enterrées. Le poste de livraison sera revêtu d'un bardage de bois. »

III.1.2. Dans le Bade-Wurtemberg

La compensation des impacts des projets d'aménagement dans le Bade-Wurtemberg est principalement réalisée au cas par cas³³. Ce type de compensation est obligatoire pour les espèces et les habitats protégés à l'échelle européenne et pour certaines espèces spécifiques protégées par la réglementation allemande (cadre de la protection des espèces, *Artenschutzrecht*). Il n'y a pas de méthode institutionnalisée de dimensionnement de la compensation pour les espèces et habitats protégés et les ratios sont à dire d'experts³⁴.

Concernant la compensation au cas par cas réalisée dans le cadre du règlement sur l'atténuation des impacts (*Eingriffsregelung*), c'est-à-dire pour compenser des impacts sur une biodiversité non protégée, il n'y a pas non plus de méthodes institutionnalisées pour évaluer les pertes liées au projet d'aménagement et les gains écologiques découlant de la mesure compensatoire. Néanmoins, les méthodes définies dans le cadre de la compensation mutualisée peuvent être utilisées. Comme nous le verrons dans la section III.2.2, ces méthodes convertissent les pertes et les gains en éco-points. Si la compensation au cas par cas génère davantage d'éco-points que nécessaire pour compenser l'impact, les éco-points excédentaires sont placés dans un « éco-compte » (*Ökokonto*), c'est-à-dire dans le système de compensation mutualisée tel qu'il est appelé dans le Bade-Wurtemberg³⁵.

Les compensations au cas par cas et mutualisée sont utilisées en complémentarité dans le Bade-Wurtemberg. Si la compensation au cas par cas est insuffisante pour compenser l'intégralité des impacts, le recours à l'éco-compte (*Ökokonto*) permet de compléter les surfaces compensatoires manquantes. Des exemples de mesures de compensation pour un projet photovoltaïque et pour un projet éolien sont donnés dans l'Encadré 4 et l'Encadré 5.

Encadré 4 - Exemple des mesures de compensation d'un projet photovoltaïque dans le Bade-Wurtemberg (Erdgas Südwest, 2019; Menz Umweltplanung, 2018)

La société [Erdgas Südwest GmbH](#) a mis en service en juillet 2019 une installation photovoltaïque au sol d'une capacité de 749 kW sur la commune d'Ertingen. Le parc photovoltaïque s'étend sur une superficie de 5,6 ha entre une ligne de chemin de fer et une route nationale, les modules photovoltaïques couvrant 2,8 ha et le reste étant constitué de prairies et d'arbustes.

Le rapport environnemental du document d'urbanisme prévoyant la construction du parc photovoltaïque (« Plan d'urbanisation », *Bebauungsplan*), publié en 2018, mentionnait les mesures de compensation suivantes pour la flore, la faune, la biodiversité, le sol et l'eau :

- Mesures de compensation sur le site du projet : maintien et développement de 2,7 ha de prairies extensives, maintien et développement de 2,8 ha de surfaces plantées en haies ou en herbacées, développement d'habitats pour le lézard des souches ;
- Mesures de compensation en dehors du site du projet : le besoin de compensation restant est compensé par l'achat à un agent intermédiaire (*Flächenagentur Bade-Wurtemberg GmbH*) de 18 320 éco-points issus d'un « éco-compte » (*Ökokonto*) (cf. section III.2.2).

Il n'est pas prévu de compensation de l'impact sur le paysage, mais ce dernier est réduit par l'utilisation de modules solaires anti-reflets et par l'installation de haies autour du parc.

³³ D'après nos échanges avec les acteurs de la compensation du Bade-Wurtemberg

³⁴ Communication personnelle de bureaux d'études

³⁵ Communication personnelle de bureaux d'études



Encadré 5 - Exemple des mesures de compensation d'un projet éolien dans le Bade-Wurtemberg (BIOPLAN, 2018; Faktorgrün, 2018a, 2018b; Windpark Falkenhöhe)

La coopérative énergétique citoyenne [Teckwerke Bürgerenergie eG](#) porte le projet de [parc éolien de Falkenhöhe](#) en Forêt-Noire. Ce dernier consiste en l'installation de 3 turbines de type Vestas V136, d'une capacité de 4,2 MW chacune, sur les communes de Lauterbach, Schramberg et Hornberg. La construction du parc éolien a commencé en avril 2020 et la mise en service est prévue pour 2021. L'entreprise Windkraft Schonach, filiale de [RES Deutschland GmbH](#), est chargée de la construction du parc. Le parc sera ensuite exploité par la société Windpark Falkenhöhe GmbH & Co. KG, une association entre Teckwerke Bürgerenergie eG, d'autres coopératives énergétiques citoyennes, des régies municipales et des particuliers.

Le parc est situé à environ 860 m d'altitude. Sa construction et son exploitation ont un impact sur différents milieux, principalement des forêts et des milieux ouverts. Dans le cadre de ce projet, une étude d'impact (*UVP-Bericht*), une étude spécifique à l'atténuation des impacts (*Eingriffsregelung*) pour la biodiversité en général (*Landschaftspflegerischer Begleitplan*) et une étude spécifique aux espèces protégées (*spezielle artenschutzrechtliche Prüfung*) ont été réalisées. Les documents de la procédure sont accessibles sur le site Internet [uvp-verbund.de](#).

Les études réalisées en amont de l'autorisation du projet mentionnent, entre autres, les mesures de compensation suivantes :

- Mesures conduites sur le site du projet (parc éolien lui-même, routes nécessaires aux travaux) : plantations d'arbres d'essences locales, restauration des fonctions du sol ;
- Mesures CEF (cf. section II.3.3) en dehors du site du projet : amélioration de l'habitat de différentes espèces protégées (grand tétras, grand murin et bécasse des bois) sur 24 ha de forêt situés à 8 km du parc éolien, mise en place de 40 nichoirs à chauves-souris, amélioration de l'habitat de nourrissage de la bondrée apivore.

Dans ce cas précis, la compensation prévue est supérieure à l'impact (cf. tableau ci-dessous).

D'autre part, les arrêtés d'autorisation du projet prévoient un paiement compensatoire à hauteur de 3 % du coût de construction versé à la Fondation pour la protection de la nature du Bade-Wurtemberg (*Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg*) (138 838 €) afin de compenser les impacts paysagers du projet (cf. section III.3).

	Composante naturelle dégradée	
	Sol	Biotopes et espèces
Impact sur le site du parc éolien	-317 882	-885 972
Impact à proximité du parc (routes)	-209 866	-496 029
Compensation sur le site du parc éolien	+203 896	+587 330
Compensation à proximité du parc (routes)	+124 392	+207 263
Compensation en dehors du site impacté		+1 944 000
Bilan impact/compensation		+1 157 133

Tableau 3 - Bilan en éco-points de l'impact et de la compensation du parc éolien de Falkenhöhe (calcul des éco-points selon l'ÖKVO – cf. section III.2.2)

III.2. La compensation mutualisée

Le principe général de la compensation mutualisée est commun à la France et à l'Allemagne, et plus généralement à l'ensemble des pays pratiquant ce type de compensation. Une entité publique ou privée réalise les actions de restauration écologique d'un site en amont, sans que cette restauration ne soit en lien avec les impacts d'un projet

d'aménagement au moment de la restauration. Cette personne détient alors des unités de compensation qu'elle pourra vendre à des porteurs de projet pour compenser les impacts de leurs projets d'aménagement. La compensation mutualisée implique que les investissements liés aux opérations de restauration écologique sont supportés par l'opérateur de compensation sans qu'il ait de certitude sur la vente des futures unités de compensation. Nous verrons néanmoins ci-après que le niveau de risque diffère entre les deux pays en raison des différences de réglementation encadrant la compensation mutualisée.

III.2.1. En France

L'institutionnalisation de la compensation mutualisée en France est récente puisque ce mode d'organisation de la compensation a été introduit par la loi Biodiversité de 2016 (sous la terminologie « site naturel de compensation – SNC »). Cette institutionnalisation fait suite à des expérimentations de quatre sites de compensation mutualisée, lancées par le ministère de l'Environnement dès 2008 (cf. Annexe).

La loi Biodiversité et deux décrets associés³⁶ précisent la définition d'un SNC et ses modalités pratiques. Un site naturel de compensation implique une validation par l'État qui prend la forme juridique d'un agrément. L'opérateur du SNC, c'est-à-dire la tierce personne en charge du SNC, s'engage à entretenir les milieux restaurés sur une période minimale de 30 ans. La loi et les décrets associés précisent par ailleurs que la responsabilité du succès de la compensation n'est pas du ressort de l'opérateur du SNC. C'est le porteur de projet qui a la responsabilité juridique de la compensation et est responsable de sa réussite. L'opérateur du SNC est chargé de réaliser les actions de compensation, de les gérer et de les suivre. La loi et les décrets associés précisent enfin le caractère obligatoire du suivi de l'efficacité des opérations de restauration.

Certaines caractéristiques importantes ne sont néanmoins pas définies par le cadre légal. La distance maximale possible entre le lieu d'impact et le SNC n'est par exemple pas spécifiée. Parmi les 4 sites expérimentaux ou labellisés SNC, cette distance est variable, allant d'une vingtaine de kilomètres autour du SNC à une centaine de kilomètres (cf. Annexe). Cette distance est généralement justifiée par la capacité de déplacement des espèces ciblées par le SNC ou la connectivité hydrographique des milieux humides restaurés. Le cadre légal n'impose pas non plus de surface minimale à restaurer. En pratique, la surface des milieux restaurés fluctue de quelques à plusieurs centaines d'hectares. Les sites restaurés peuvent être d'un seul tenant ou au contraire être constitués de petits sites non contigus. La méthode utilisée pour dimensionner l'unité de compensation est laissée à la discrétion de l'opérateur du SNC. Les méthodes d'évaluation des unités de compensation varient selon les cas (Latune et al., 2019). Parmi les SNC et expérimentations en cours, une unité de compensation peut être fondée uniquement sur un critère surfacique (1 hectare restauré correspond à une unité de compensation) ou intégrer d'autres paramètres tenant compte des niveaux de diversité, de l'échelle spatiale, de la fonctionnalité voire même de services écosystémiques. Enfin, il n'est pas obligatoire pour l'opérateur du SNC d'être propriétaire du foncier sur lequel sont mises en œuvre les opérations de restauration écologique. Une contractualisation entre l'opérateur du SNC et le ou les propriétaires du foncier est possible (via une obligation réelle environnementale ou tout autre type de contrat).

Parmi les quatre sites de compensation mutualisée mis en expérimentation depuis 2008, un seul a obtenu l'agrément de l'État (en 2020)³⁷. Il s'agit du tout premier site expérimental : l'opération Cossure (cf. Encadré 6). C'est actuellement l'unique SNC opérationnel ayant vendu des unités de compensation. Un second SNC a fait une demande d'agrément en 2019 auprès de l'État et est en attente d'une décision (Mare à Palfour, cf. Annexe). Les deux sites restants sont encore au stade expérimental et n'ont pas fait l'objet de demande d'agrément. Le recours à la compensation mutualisée en France reste donc encore marginal. À notre connaissance, aucune compensation liée à des projets éoliens et photovoltaïques n'a été réalisée via un SNC, même si en théorie elle pourrait l'être.

³⁶ Décrets n°2017-264 et 2017-265 du 28 février 2017 relatif à l'agrément des sites naturels de compensation

³⁷ [Arrêté du 24 avril 2020](#) portant agrément d'un site naturel de compensation – site de Cossure, commune de Saint-Martin-de-Crau (Bouches-du-Rhône)



Encadré 6 - Le premier site naturel de compensation français : l'opération Cossure (Calvet et al., 2015; Dutoit et al., 2015)

L'opération Cossure a été la première expérimentation française de site naturel de compensation. Lancée en 2008 sous l'égide du ministère en charge de l'Environnement, l'opération Cossure a été réalisée par la CDC Biodiversité, elle-même filiale de la Caisse des dépôts et consignations (institution financière publique). Cossure constitue à ce jour le seul site naturel de compensation opérationnel ayant vendu des unités de compensation.

La CDC Biodiversité a acquis 357 hectares de vergers abandonnés situés dans la plaine de la Crau, dans le sud de la France, à proximité de la réserve naturelle nationale des Coussouls de Crau. La restauration a porté sur l'une des dernières steppes semi-arides d'Europe de l'Ouest : le coussoul. Il s'agit d'un écosystème spécifique qui résulte en partie de 2^e000 ans de pâturage extensif d'ovins. Les opérations de restauration visaient un double objectif. Le premier était de réhabiliter les pelouses sèches pour favoriser la nidification de l'avifaune steppique déjà présente dans la réserve naturelle nationale des Coussouls de Crau (*ganga cata*, *oedictème criard*, outarde canepetière, etc.³⁸). La réhabilitation de la végétation steppique devait ainsi permettre de rétablir la continuité écologique avec la réserve naturelle. Le second objectif de l'opération Cossure était de soutenir l'élevage ovin traditionnel pratiqué en Crau depuis des millénaires. L'utilisation du pâturage était un moyen de maintenir une végétation rase, spécifique aux coussouls.

Les principales opérations de restauration ont consisté à arracher les arbres fruitiers, à retirer les tuyaux d'arrosage et à laisser la végétation se régénérer à partir du stock de semences présents dans le sol et de graines venant de steppes voisines. Deux bergeries ont également été construites pour accueillir 800 brebis.

Un bilan de l'efficacité écologique a été réalisé cinq ans après la fin des travaux de restauration. Un retour rapide de toutes les espèces de sauterelles et de criquets les plus communes de la végétation steppique a été constaté. Des espèces végétales de l'ancien verger sont encore présentes en raison de la persistance d'un haut niveau de fertilité du sol lié aux engrais utilisés pendant la phase d'exploitation du verger. Une occupation du site par l'avifaune steppique est notée mais avec une stagnation des effectifs. La pression pastorale sur le milieu est jugée insuffisante, ce qui s'explique en partie par des printemps très pluvieux. Les éleveurs n'ont pas pu gérer complètement la pousse de la végétation ce qui a eu des conséquences sur la dynamique de fréquentation de l'avifaune steppique.

La restauration des coussouls a généré 357 unités de compensation pour 357 hectares restaurés. Seuls les impacts sur des écosystèmes de pelouses sèches (et espèces associées), localisés dans une zone d'environ 18^e000 km², peuvent être compensés par des unités de compensation provenant du SNC de Cossure. C'est l'administration française en région (Direction régionale de l'Aménagement et du Logement – DREAL) qui valide le nombre d'unités de compensation à acheter par le porteur de projet pour compenser les impacts de son projet avec au minimum un ratio de un pour un, c'est-à-dire un hectare dégradé pour un hectare restauré.

La CDC Biodiversité s'est engagée à entretenir le site restauré sur une période de 30 ans. Au terme de cette période, elle a la possibilité de revendre le terrain en examinant les solutions les plus adaptées pour conserver la vocation écologique du site (par exemple, vente à la réserve naturelle nationale des Coussouls de Crau ou adoption d'une obligation réelle environnementale).

Le nombre actuellement restreint de sites naturels de compensation en France ne peut avoir comme seule origine l'institutionnalisation récente du dispositif par la loi Biodiversité (2016), des expérimentations ayant été lancées dès 2008. Les incertitudes liées à la rentabilité économique d'un site naturel de compensation sont une des raisons du faible développement des SNC en France. Un SNC peut induire des investissements importants pour sécuriser le

³⁸ *Pterocles alchata*, *Burhinus oedictemus*, *Tetrax tetrax*



foncier, réaliser les opérations de restauration et gérer le site sur 30 ans alors même que l'opérateur du SNC n'a aucune certitude de vendre à terme toutes les unités de compensation à des maîtres d'ouvrage. À titre d'exemple, l'opérateur du SNC Cossure a investi 12,5 millions d'euros et a vendu, cinq ans après la mise en service du SNC, 44 % des unités de compensation pour un retour sur investissement de 49 %, ce qui était en-deçà des objectifs visés par la CDC Biodiversité (Dutoit et al., 2015). L'investissement élevé consenti pour réaliser le SNC Cossure implique un coût à l'hectare élevé (48 450 €HT en février 2020 (Folliet, 2020)) par rapport au coût d'une compensation au cas par cas par préservation³⁹ d'un même milieu (Calvet et al., 2015). Le coût élevé d'une compensation par SNC peut ainsi dissuader les maîtres d'ouvrage de recourir à un SNC (Calvet et al., 2015).

Une seconde raison peut être avancée pour expliquer le faible développement des SNC français. Il s'agit de la spécificité des unités de compensation échangées entre le porteur de projet et l'opérateur du SNC. Les SNC et expérimentations actuels visent, dans leur grande majorité (à l'exception de l'expérimentation du sous-bassin de l'Aff, cf. Annexe), à restaurer des habitats d'espèces protégées pour améliorer les capacités d'accueil de ces espèces (Calvet et al., 2015; Latune et al., 2019). Les unités de compensation sont donc liées à des habitats et espèces protégés qui sont *de facto* très spécifiques : les habitats et espèces protégés affectés par le projet d'aménagement, et devant faire l'objet d'une compensation, doivent être en adéquation avec les habitats et les espèces restaurés par le SNC, ce qui n'est pas automatiquement le cas. La spécificité des unités de compensation limite ainsi les possibilités d'échanges entre les opérateurs de SNC et les porteurs de projets (Scemama, Levrel, 2019) et contribue à l'incertitude quant à la rentabilité d'un SNC⁴⁰.

III.2.2. En Allemagne et plus spécifiquement dans le Bade-Wurtemberg

III.2.2.1. Description générale de la compensation mutualisée en Allemagne

La terminologie associée à la compensation mutualisée varie selon les Länder. Les termes *Ökokonto*, *Flächenpool*, *Maßnahmenpool* sont utilisés pour faire référence aux « éco-comptes » utilisés pour ce type de compensation (Wagner, 2006). Pour faciliter la lecture, nous utiliserons le terme *Ökokonto* dans la suite du document pour désigner la compensation mutualisée allemande.

La forme la plus répandue de la compensation mutualisée en Allemagne est un éco-compte (*Ökokonto*) dans lequel sont comptabilisés des crédits d'éco-points correspondant à la valeur des biotopes restaurés par anticipation (Wende, Albrecht, et al., 2018). Le porteur du projet éolien ou photovoltaïque convertit les impacts induits sur les milieux en une dette d'éco-points. Il devra ensuite honorer cette dette en achetant le nombre d'éco-points équivalent dans un *Ökokonto* ou en utilisant des éco-points qu'il a lui-même générés en amont du projet d'aménagement. D'un autre côté, un propriétaire foncier décide de valoriser un site qu'il détient en réalisant des actions favorables à la biodiversité (par exemple, création ou amélioration de biotope). L'état écologique du site s'en trouvera ainsi amélioré. Les surfaces restaurées peuvent être de taille importante ou être de petite taille, sans être nécessairement contiguës⁴¹. Les gains écologiques apportés par les actions mises en œuvre par le propriétaire foncier sont traduits en éco-points et versés dans un *Ökokonto*. Ces éco-points pourront venir compenser la dette d'éco-points du porteur de projet dès lors qu'ils renvoient au même compartiment environnemental (espèces et biotopes, sol, eau, etc.).

Il existe deux types d'éco-comptes (*Ökokonten*) selon qu'ils relèvent de la loi sur la protection de la nature (*naturschutzrechtliches Ökokonto* – BNatSchG) ou du Code de la construction (*baurechtliches Ökokonto* – BauGB). Historiquement, ce sont les *Ökokonten* relevant du Code de la construction (BauGB) qui ont vu le jour en premier au cours des années 1990 pour répondre aux besoins des communes d'avoir des mesures compensatoires à disposition pour compenser l'aménagement de leur territoire (Mazza, Schiller, 2014; Wagner, 2006; Wende, Albrecht, et al., 2018).

³⁹ Type de compensation autorisé à l'époque mais qui ne l'est plus aujourd'hui. Il s'agit de financer la protection d'un espace.

⁴⁰ Des travaux sont actuellement pilotés par le ministère en charge de l'écologie pour encadrer la pratique de la compensation par SNC et réduire ainsi les incertitudes qui lui sont associées. Un guide doit être produit suite à ces travaux.

⁴¹ La première étape de constitution d'un *Ökokonto* consiste généralement à constituer une réserve foncière par le biais d'une identification des sites susceptibles d'être restaurés. Cette étape d'identification et sécurisation du foncier est parfois appelée *Flächenpool* (« pool foncier »).

Les *Ökokonten* relevant de la loi sur la protection de la nature se sont ensuite développés en s'inspirant largement des *Ökokonten* mis en place dans le cadre du Code de la construction.

Quel que soit le type d'*Ökokonto* (BNatSchG ou BauGB), la compensation mutualisée doit apporter des effets sur le long terme et être accompagnée de suivi et d'activités de maintenance (sans pour autant que la réglementation soit plus précise à ce sujet) (Wende et al., 2005). En pratique, la compensation par *Ökokonto* est engagée pour une durée de 25-30 ans (Wende, Albrecht, et al., 2018).

Les modalités pratiques de mise en œuvre des *Ökokonten* selon la loi sur la protection de la nature (BNatSchG) peuvent faire l'objet d'un décret édicté à l'échelle du Land (Wende, Albrecht, et al., 2018). Lorsque ces décrets existent, les méthodes d'évaluation des éco-points sont généralement précisées ainsi que l'encadrement de l'éloignement spatial entre l'impact et le site compensatoire⁴². En raison de la structure fédérale de l'Allemagne, le contenu des décrets sur les caractéristiques de déploiement de la compensation mutualisée sous BNatSchG varie d'un Land à l'autre (il y a par exemple différentes méthodes de calcul des éco-points). Il existe néanmoins un point commun à la plupart des Länder : celui de la possibilité de recourir aux services d'un agent intermédiaire facilitant la mise en relation des propriétaires fonciers et des porteurs de projet. Cet agent intermédiaire est appelé *Flächenagentur* et chaque Land dispose de ce type d'agence⁴³. La *Flächenagentur* propose également des conseils sur le calcul des éco-points et la conception des actions de compensation (appui qui n'est pas obligatoire).

Contrairement à la compensation mutualisée selon la loi sur la protection de la nature (BNatSchG), la compensation par *Ökokonto* dans le cadre du Code de la construction (BauGB) n'est pas nécessairement encadrée par décret à l'échelle du Land. Il en ressort ainsi une variabilité de pratiques de mise en œuvre de la compensation mutualisée notamment sur le plan de la méthode utilisée (Bas et al., 2020) (cf. section III.2.2.2).

Les porteurs de projets éoliens et photovoltaïques peuvent recourir aux deux types d'éco-comptes (BNatSchG ou BauGB). Le recours à l'un ou l'autre des types d'*Ökokonto* est défini selon la localisation du projet. Si le projet est concerné par un plan d'urbanisation (B-Plan), y compris pour urbaniser une nouvelle zone qui était auparavant située en périphérie de la commune (comme pour la plupart des projets photovoltaïques), le porteur de projet pourra utiliser l'*Ökokonto* selon le Code de la construction (BauGB). Si un parc éolien est en revanche situé en périphérie du territoire communal (zone sans plan d'urbanisation), c'est l'*Ökokonto* selon la loi sur la protection de la nature (BNatSchG) qui pourra être mobilisé (cf. section III.2.2.2). Étant donné la difficulté d'avoir une vision globale sur la pratique de la compensation mutualisée pour ces projets d'aménagement à l'échelle de l'Allemagne⁴⁴, nous présentons ci-après la mise en œuvre des deux types d'*Ökokonto* dans le Bade-Wurtemberg.

III.2.2.2. La compensation mutualisée dans le Bade-Wurtemberg

La compensation mutualisée selon la loi fédérale sur la conservation de la nature (BNatSchG)

Le décret *Ökokonto* (ÖKVO - 2011) fixe les modalités de mise en œuvre de la compensation par éco-compte (*Ökokonto*) dans le cadre de la loi sur la protection de la nature (BNatSchG). Sont ainsi spécifiés :

- Les « biens naturels » concernés : eau, sol et faune-flore-biotope (bien que considérés comme biens naturels dans le cadre du règlement sur l'atténuation des impacts (*Eingriffsregelung*), le climat, le paysage et l'air ne sont pas concernés par la compensation mutualisée sous BNatSchG)⁴⁵.

⁴² Toutefois, la mise en œuvre pratique des méthodes peut varier en fonction du bureau d'études

⁴³ Les *Flächenagenturen* des différents Länder sont rassemblées dans une association appelée BFAD ([Bundesverband der Flächenagenturen in Deutschland e.V.](#)). La BFAD a produit une [charte de bonnes pratiques](#) pour la mise en œuvre des *Ökokonten* sous BNatSchG (Wende, Albrecht, et al., 2018).

⁴⁴ Liée au fédéralisme et à la diversité des pratiques selon les Länder et les communes.

⁴⁵ La compensation par *Ökokonto* doit en principe concerner le même type de bien naturel que celui impacté. Un impact sur le compartiment « eau » doit faire l'objet d'une mesure de compensation sur le compartiment « eau ». Dans la pratique, il est néanmoins possible de compenser les impacts sur le sol via une compensation faune-flore-biotope grâce à un mécanisme de transfert (Epp, 2016; LUBW, 2013).



- Les méthodes d'évaluation des éco-points. Trois méthodes, spécifiques à chaque bien naturel (eau, sol, faune-flore-biotope), sont décrites (cf. **Tableau 4** pour une synthèse dans les grandes lignes des trois méthodes).
- Les mesures pouvant être sources d'éco-points et donc être des mesures de compensation écologique (annexe 1 de l'ÖKVO) : mesures de création de biotope (zones humides, prairies, etc.), mesures permettant l'amélioration de la qualité écologique du biotope (suppression du drainage pour une zone humide par exemple), actions spécifiques bénéficiant à certaines espèces protégées (ex. : arbres morts pour les insectes saproxyliques*), mesures de restauration et d'amélioration des fonctions du sol (désartificialisation) et mesures de restauration de zones naturelles de rétention d'eau (restauration d'un méandre par exemple).
- La surface minimale à restaurer (2°000 m²)⁴⁶ et le nombre minimal d'éco-points générés correspondant à une amélioration minimale sur le plan écologique (10°000 éco-points).
- Les zones de transaction des éco-points. Onze zones ont été délimitées dont le découpage s'appuie sur le périmètre des régions naturelles (« *Naturräume 3. Ordnung* ») défini par les autorités fédérales (cf. **Figure 6**).
- Le cas particulier des mesures dites ponctuelles (*punktueller Maßnahmen*). Dans le cas où une mesure de compensation a des conséquences écologiques positives sur une zone géographique non déterminée, le coût du projet de compensation est directement converti en éco-points (l'ÖKVO indique qu'un euro correspond en règle générale à 4 éco-points)⁴⁷.
- Un taux d'intérêt en éco-points pour inciter la réalisation des mesures de compensation écologique en amont des projets d'aménagement. Une fois le nombre d'éco-points calculés pour une action de compensation donnée, un taux d'intérêt de 3 % par an viendra augmenter le nombre initial d'éco-points dès le début de mise en œuvre de la mesure de compensation et tant que la mesure de compensation n'est pas attribuée à un projet spécifique. Cette rétribution supplémentaire est possible dans la limite des 10 ans après le début de réalisation de la compensation.

Le décret *Ökokonto* ne fixe pas le prix des éco-points qui résulte d'une négociation entre le porteur du projet et le propriétaire foncier réalisant la compensation écologique.

Suite à une évaluation qui s'est terminée en 2018, le décret *Ökokonto* est actuellement en cours de révision pour améliorer les points faibles de la mise en œuvre de la compensation par *Ökokonto*. Cette révision s'appuie sur le recueil d'avis de différentes parties prenantes de la compensation par *Ökokonto* du Bade-Wurtemberg (universitaires, bureaux d'études, associations environnementales, porteurs de projets, administrations) et sur l'analyse de cas pratiques. Il est par exemple proposé de réviser certaines méthodes de quantification des éco-points pour réduire les ambiguïtés relatives à leur évaluation. L'augmentation des moyens à disposition pour appliquer le contenu du décret est par ailleurs préconisée (personnel, formation, etc.).

Par ailleurs, les mesures de compensation par éco-compte (*Ökokonto*) doivent être obligatoirement enregistrées dans un registre consultable par le public. Cette obligation découle du décret sur le registre de compensation de février 2011 (*Kompensationsverzeichnis-Verordnung, KompVzVO*). Le registre est divisé en deux sections :

- Une section « compensation des impacts » (*Eingriffskompensation*) qui contient les mesures compensatoires selon la loi sur la protection de la nature (BNatSchG) qui ont déjà été rattachées à un projet impactant (mesures *Ökokonto* et mesures au cas par cas) ;
- Une section « éco-compte » (*Ökokonto*) qui liste les mesures d'*Ökokonto* qui ont été acceptées par l'autorité environnementale (*Naturschutzbehörde*) mais pas encore achetées par un maître d'ouvrage.

Une révision du décret KompVz est actuellement en cours : toutes les mesures de compensation, mais aussi d'évitement et de réduction devraient y être inscrites, ainsi que les impacts « non significatifs » pour prendre en compte les effets cumulés. Les mesures de compensation des communes, jusqu'ici non centralisées dans un registre, y seront aussi intégrées (cf. paragraphe ci-dessous sur la pratique des communes).

⁴⁶ Cette surface minimale ne s'applique pas pour les actions spécifiques bénéficiant à certaines espèces protégées ni aux mesures ponctuelles (*punktueller Maßnahmen*).

⁴⁷ Le décret *Ökokonto* ne contient pas de liste de mesures considérées comme « ponctuelles ». En pratique, une mesure ponctuelle peut être, par exemple, la construction d'un mur de pierres sèches. Selon l'évaluation du décret *Ökokonto*, qui s'est achevée en 2018, il est impératif de définir plus précisément ce que sont les mesures ponctuelles.

Faune – Flore – Biotope	Sol	Eau
<ul style="list-style-type: none"> Le Bade-Wurtemberg est composé de 223 types de biotopes (Breunig, 2020) Évaluation de la valeur en éco-points par m² à partir de 3 critères : <ul style="list-style-type: none"> le degré de naturalité du biotope l'importance du biotope pour les espèces à enjeu la patrimonialité ou la singularité des caractéristiques paysagères du biotope par rapport au contexte local. Attribution des éco-points à raison d'une valeur comprise entre 1 et 64/m². Éco-points supplémentaires si la mesure est bénéfique à certaines espèces protégées 	<ul style="list-style-type: none"> Valeur en éco-points basée sur la fonctionnalité du sol 4 fonctions considérées : <ul style="list-style-type: none"> fertilité filtration des polluants zone propice au développement de la végétation rôle du sol dans le cycle de l'eau Attribution d'une note de 0 à 4 à chaque fonction selon le niveau de fonctionnalité (0 = fonctionnalité nulle, 4 = fonctionnalité parfaite), puis note globale multipliée par 4 éco-points par m² Pour certaines mesures décrites dans l'ÖKVO : nombre d'éco-points fixe par m² 	<ul style="list-style-type: none"> 5 éco-points par m² de zone naturelle de rétention restaurée (pour une crue décennale)

Tableau 4 - Les trois méthodes d'évaluation des éco-points décrites dans le décret *Ökokonto*, ÖKVO (hors « mesures ponctuelles », *punktueller Maßnahmen*) (Ministerium für Umwelt Naturschutz und Verkehr)

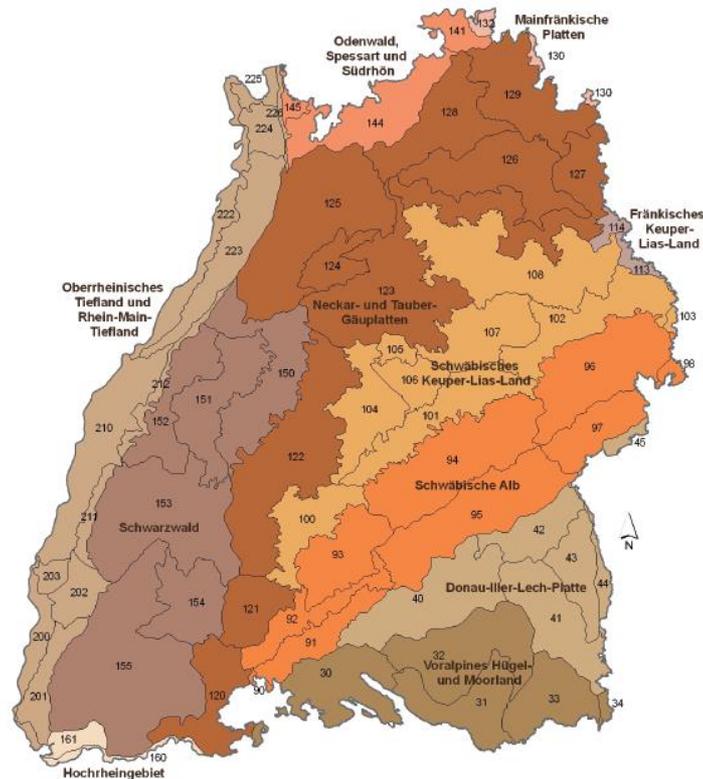


Figure 6 - 11 zones de transaction des éco-points selon le décret Ökokonto (ÖKVO). (LUBW, 2010) d'après (Ssymank, 1994).



La compensation mutualisée selon le Code fédéral de la construction (BauGB)

Les communes ont à leur disposition deux instruments pour planifier l'aménagement de leur territoire :

- Le document d'urbanisme préparatoire appelé « Plan d'utilisation du sol » (FNP ou *Flächennutzungsplan*) qui décrit l'occupation du territoire d'une commune entière ;
- Le document d'urbanisme final à l'échelle d'un quartier ou d'un bâtiment, appelé « Plan d'urbanisation » (B-Plan ou *Bebauungsplan*).

Les communes ont la possibilité d'identifier dès la rédaction de ces deux types de documents les surfaces qu'elles alloueront à la compensation des impacts de leurs aménagements. Ces surfaces peuvent être situées sur la même commune ou être identifiées dans les documents d'urbanisme d'une commune voisine.

Ainsi, les pratiques d'éco-comptes (*Ökokonto*) selon le Code de la construction sont plus largement répandues que celles de l'*Ökokonto* selon la loi sur la protection de la nature (BNatSchG). En revanche, contrairement à ce qui se passe dans le cadre de la BNatSchG, les pratiques des communes en matière d'*Ökokonto* ne sont pas homogènes, bien que beaucoup adoptent les règles de calcul de l'ÖKVO.

Dans le Bade-Wurtemberg, les communes ont cependant majoritairement recours à la pratique de la compensation au cas par cas⁴⁸. Là encore, les règles de l'ÖKVO pour le calcul des points peuvent être retenues, ce qui permet aux communes, dans le cas où elles ont compensé plus que nécessaire, de placer les points excédentaires dans un *Ökokonto*.

⁴⁸ Communication personnelle (chercheurs et bureaux d'études)

Encadré 7 - Exemple d'un projet d'Ökokonto dans le Bade-Wurtemberg (NABU, 2014; Schiz, année non connue)

En 2013, la commune de Mönsheim a décidé de mettre en place sur 14,5 ha de forêt communale une gestion naturelle impliquant de laisser le bois mort sur place. A cette fin, 9 îlots de vieillissements (*Waldrefugien*) ont été désignés. La commune a reçu 4 éco-points par m² de forêt, c'est-à-dire 580°000 éco-points au total. Les éco-points peuvent être vendus dans une zone géographique appelée « Neckar- und Tauber-Gäuplatten » s'étendant du nord au sud du Bade-Wurtemberg⁴⁹ (cf. Figure 6).

210°000 de ces éco-points ont été achetés en 2013 par l'entreprise Porsche AG (5 ha) au prix de 0,80 € par éco-point afin de compenser un impact dû à des travaux sur la même commune. Il reste actuellement à la commune de Mönsheim 399 847 éco-points à vendre grâce au taux d'intérêt de 3 % par an appliqué aux éco-points.



Figure 7 - Le bois mort fournit un habitat pour différentes espèces, comme le pic noir ou des insectes saproxyliques tels que la Rosalie des Alpes (photo de droite). Photos : Léa Dieckhoff.

⁴⁹ Dans le Bade-Wurtemberg, la mesure de compensation est également considérée comme située dans la zone transaction concernée par l'impact si elle est réalisée dans une zone de transaction directement voisine (§15 (1) NatSchG).



III.3. Le cas particulier des impacts paysagers

Bade-Wurtemberg

Dans le Bade-Wurtemberg, les impacts paysagers, qu'il n'est pas possible de compenser en nature, sont compensés financièrement : les maîtres d'ouvrage versent un pourcentage du coût de leur projet⁵⁰ à une fondation appelée « Fondation pour la protection de la nature du Bade-Wurtemberg » (*Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg*). Cette fondation de droit public est placée sous la présidence du ministre de l'Environnement du Bade-Wurtemberg et finance la mise en place de projets favorables à la biodiversité : protection d'espèces, restauration d'habitats mais également formations et communication sur la protection de la nature.

Le fonds géré par la *Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg* est abondé par les versements liés aux impacts paysagers mais aussi par la compensation monétaire appelée *Ersatzzahlung*⁵¹. Cette dernière est versée lorsque les mesures compensatoires en nature sont insuffisantes pour compenser l'intégralité des pertes. Les montants gérés par la *Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg* varient selon les années en fonction du nombre et du niveau d'investissement des projets d'aménagements. Le fort développement de l'éolien dans le Bade-Wurtemberg a généré des montants importants versés à la fondation qui gère, depuis 2017, plusieurs millions d'euros par an⁵².

Les projets de restauration réalisés par la fondation sont d'ampleur conséquente et généralement portés par les collectivités territoriales. Ils sont mis en œuvre sur le territoire du *Landkreis* (superficie d'un canton) où a eu lieu l'impact ce qui garantit une relative proximité géographique entre le site compensatoire et le site dégradé par l'aménagement.

France

Dans le cadre d'un projet éolien ou photovoltaïque, les impacts paysagers ne font généralement pas l'objet de mesures compensatoires (Ministère de l'Ecologie du développement durable des transports et du logement, Ministère de l'Economie et de l'Industrie, 2011; Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer, 2016). L'étude paysagère réalisée dans l'étude d'impact doit conduire en principe à une intégration du projet dans le paysage. La taille des installations, les champs de visibilité et les rapports d'échelle entre les installations et les éléments structurant le paysage sont ainsi considérés lors de la conception du projet. L'étude paysagère aboutit à la mise en place de mesures d'évitement (par exemple, évitement d'un site naturel classé au titre du Code de l'environnement⁵³) et de réduction (par exemple, adaptation d'un projet photovoltaïque aux formes des parcelles agricoles ; gabarit des éoliennes comparables aux structures paysagères existantes) (Green Energy 3000, 2016; Ministère de l'Ecologie du développement durable des transports et du logement, Ministère de l'Economie et de l'Industrie, 2011; Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer, 2016). Des mesures d'accompagnement peuvent par ailleurs être mises en œuvre pour renforcer l'intégration paysagère du projet : plantation de haies pour masquer un poste de livraison ou pour compléter un bocage distendu, recréer des boisements, etc. (Commissariat général au développement durable, Cerema, 2018; Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer, 2016).

⁵⁰ Par exemple 3 % du coût de construction du parc éolien mentionné dans la section III.1.2 (encadré 5).

⁵¹ Pour rappel, la compensation monétaire *Ersatzzahlung* s'applique uniquement pour les biens naturels concernés par l'*Eingriffsregelung* (biodiversité non protégée).

⁵² Communication personnelle *Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg*

⁵³ [L. 341-1 à 22](#) et [R. 341-1 à 31](#) du Code de l'environnement.



Glossaire

Aire de répartition naturelle (d'une espèce, d'une population) : Zone délimitant la répartition géographique d'une espèce vivante, qui inclut la totalité de ses populations. On parle aussi de « biogéographie » d'une espèce (ou d'une population) (Cabane, 2012).

Artenschutzrecht : Droit allemand visant à protéger les espèces animales et végétales et leurs habitats.

Barotraumatisme : Hémorragie interne provoquée chez les oiseaux et les chauves-souris par le mouvement des pales d'éoliennes qui entraîne une variation de pression importante (Gaultier et al., 2019).

BArtSchV – [Bundesartenschutzverordnung](#) : Décret fédéral relatif à la protection des espèces de faune et de flore sauvages.

BauGB – [Baugesetzbuch](#) : Code allemand de la construction.

Biodiversité : Variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes (CBD, 1992).

BNatSchG – [Bundesnaturschutzgesetz](#) : Loi fédérale sur la protection de la nature.

BWaldG – [Bundeswaldgesetz](#) : Loi fédérale sur la conservation des forêts et la promotion de la sylviculture.

Chiroptère : Nom scientifique de l'ordre rassemblant les chauves-souris.

Écosystème : Le terme « écosystème » désigne un groupe d'êtres vivants – parfois désigné sous le nom de biocénose (animaux, végétaux, microorganismes...) – et de composantes physiques et chimiques – parfois regroupées sous le terme de biotope – ainsi que les relations entre ces différentes composantes (Universalis).

Eingriffsregelung : En droit allemand, principal instrument d'atténuation des impacts sur la nature et le paysage qui s'applique également à leurs composantes non protégées.

Effets cumulés : Effets résultant de l'interaction de plusieurs effets directs et indirects provoqués par un ou plusieurs autres projets (Ministère de l'Ecologie du développement durable des transports et du logement, Ministère de l'Economie et de l'Industrie, 2011).

Effets directs : Effets attribuables aux aménagements et à leur fonctionnement sur la biodiversité (Ministère de l'Ecologie du développement durable des transports et du logement, Ministère de l'Economie et de l'Industrie, 2011), comme la mortalité d'oiseaux par collision avec une éolienne.

Effets indirects : Effets induits par la réalisation des aménagements sur la biodiversité (Ministère de l'Ecologie du développement durable des transports et du logement, Ministère de l'Economie et de l'Industrie, 2011), comme l'augmentation du risque de crues lié à l'imperméabilisation des sols.

État de conservation favorable : L'état de conservation d'un habitat naturel est l'effet de l'ensemble des influences agissant sur un habitat naturel ainsi que sur les espèces typiques qu'il abrite, qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa structure et ses fonctions ainsi que la survie à long terme de ses espèces typiques. L'état de conservation d'un habitat naturel est considéré comme favorable lorsque son aire de répartition naturelle ainsi que

les superficies qu'il couvre au sein de cette aire sont stables ou en extension, la structure et les fonctions spécifiques nécessaires à son maintien à long terme existent et sont susceptibles de perdurer dans un avenir prévisible, et l'état de conservation des espèces qui lui sont typiques est favorable (c'est-à-dire qu'elles ne sont pas en danger) (CEE, 1992).

Fonctions écologiques : Propriétés et/ou processus, propres à l'écosystème, réalisés par les organismes vivants (biocénose) et le milieu où ils vivent (biotope) (Gravel et al., 2009). Les fonctions écologiques renvoient au fonctionnement des écosystèmes.

Interculture agro-faunistique : Couvert végétal semé entre la récolte d'une culture principale et le semis de la suivante, bénéfique à la préservation de la petite faune sauvage (cailles, perdrix, lièvres, insectes...) en leur offrant un refuge et une source d'alimentation.

Naturschutzrecht : Droit allemand visant à protéger toutes les composantes de la nature et des paysages (faune, flore, biotopes, sols, eau, climat, air, paysage ainsi que leurs interactions et leurs fonctions). L'instrument principal de ce droit est la loi sur la protection de la nature (*Bundesnaturschutzgesetz*).

Obligation réelle environnementale (ORE) : Codifiées à l'article L. 132-3 du Code de l'environnement, les ORE sont inscrites dans un contrat au terme duquel le propriétaire d'un bien immobilier met en place une protection environnementale attachée à son bien, pour une durée pouvant aller jusqu'à 99 ans. Les obligations étant attachées au bien, elles perdurent même en cas de changement de propriétaire. La finalité du contrat doit être le maintien, la conservation, la gestion ou la restauration d'éléments de la biodiversité ou de services écosystémiques (Ministère de la Transition écologique, 2018).

Ökokonto : Système de compensation mutualisée de certains Länder allemands qui consiste à placer dans un « éco-compte » des crédits d'éco-points correspondant à la valeur des biotopes restaurés par anticipation (Wende, Albrecht, et al., 2018).

Rapportage : Obligation légale de rendre compte à la Commission européenne de la mise en œuvre des directives communautaires, sous la forme de rapports que les États membres produisent régulièrement.

Saproxylique : Organisme réalisant tout ou partie de son cycle de vie dans le bois en décomposition.

Services écosystémiques : Contributions (positives et/ou négatives) des écosystèmes au bien-être humain. Trois catégories de biens et services écosystémiques sont à distinguer : approvisionnement, régulation et culturels (De Groot et al., 2010; Díaz et al., 2015).

UVP(G) – ([*Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung*](#)) : Instrument allemand d'évaluation des incidences sur l'environnement (UVP) et loi qui lui est associée (UVPG).

Zéro perte nette de biodiversité : Objectif fixé par les politiques de conservation (Objectifs d'Aichi – Convention pour la diversité biologique ; Stratégie européenne pour la biodiversité) visant à un bilan écologique au moins nul suite à la réalisation d'aménagements (Levrel et al., 2015).



Abréviations

BArtSchV	<i>Bundesartenschutzverordnung</i>
BauGB	<i>Baugesetzbuch</i>
BNatSchG	<i>Bundesnaturschutzgesetz</i>
BWaldG	<i>Bundeswaldgesetz</i>
CEF	<i>Continuous Ecological Functionality</i>
ERC	Éviter-Réduire-Compenser
FCS	<i>Favourable Conservation Status</i>
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
ha	Hectare
HT	Hors taxe
ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement
IPBES	<i>Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services</i>
KompVzVO	<i>Kompensationsverzeichnis-Verordnung</i>
kW	Kilowatt
MW	Mégawatt
ÖKVO	<i>Ökokonto-Verordnung</i>
ORE	Obligation réelle environnementale
saP	<i>Spezielle artenschutzrechtliche Prüfung</i>
SNC	Site naturel de compensation
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
UVP	<i>Umweltverträglichkeitsprüfung</i>
UVPG	<i>Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung</i>
ZNIEFF	Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique
ZPS	Zone de protection spéciale
ZSC	Zone spéciale de conservation



Ressources sur les énergies renouvelables en lien avec la biodiversité et le paysage

Bundesamt für Naturschutz (BfN). Naturschutz und erneuerbare Energien : <https://www.natur-und-erneuerbare.de/>

Gewerbeaufsicht Baden-Württemberg. Windenergie : <http://gewerbeaufsicht.baden-wuerttemberg.de/servelet/is/37557/>

Communauté régionale ERC Occitanie (CRERCO). Groupe de travail 3 - éolien terrestre : <https://crerco.fr/travaux-du-groupe-de-travail-3-approche-par-type-de-milieu-type-de-projet-eolien-terrestre#contenu>

Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (KNE) : <https://www.naturschutz-energiewende.de/>

Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW). Windkraft und Naturschutz : https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/natur-und-landschaft/artenschutz-und-windkraft/-/document_library_display/bFsX3wOA3G54/view/209965

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. Windenergie und Naturschutz : <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/erneuerbare-energien/windenergie/planung-genehmigung-und-bau/windenergie-und-naturschutz/>

Programme national éolien et biodiversité : <https://eolien-biodiversite.com>

Projet « Landschaftsbild und Energiewende » : <https://www.natur-und-erneuerbare.de/projekt-datenbank/projekte/landschaftsbild-und-energiewende/>

UICN France. Energies renouvelables et biodiversité : <https://uicn.fr/energies-renouvelables-biodiversite/>

UICN. Mitigating impacts in renewable energy projects : <https://www.iucn.org/theme/business-and-biodiversity/our-work/business-engagement-project/mitigating-impacts-renewable-energy-projects>



Références bibliographiques

- Bas, A., Imbert, I., Clermont, S., et al. (2020). Approches anticipées et planifiées de la compensation écologique en Allemagne: vers un retour d'expérience pour la France? *Sciences Eaux Territoires*(1), 44-49.
- Bayerischer Landtag. (2020). Antrag : Photovoltaik-Freiflächenanlagen ohne zusätzlichen Ausgleichsbedarf zum Regelfall machen. Drucksache 18/6769, 27.02.2020. Retrieved from https://www.bayern.landtag.de/www/ElanTextAblage_WP18/Drucksachen/Basisdrucksachen/0000004500/0000004679.pdf
- BBOP. (2009). Biodiversity Offset Design Handbook: Business and Biodiversity Offsets Programme Washington, DC, USA.
- Bezombes, L., Gaucherand, S., Spiegelberger, T., Gouraud, V., Kerbirou, C. (2018). A set of organized indicators to conciliate scientific knowledge, offset policies requirements and operational constraints in the context of biodiversity offsets. *Ecological indicators*, 93, 1244-1252.
- BIOPLAN. (2018). Windpark Falkenhöhe, Hornberg, Landkreis Ortenaukreis, sowie Schramberg und Lauterbach, Landkreis Rottweil. Spezielle artenschutzrechtliche Prüfung.
- Breunig, T. (2020). Wie entstehen Ökopunkte? , Seminar „Umwelterhebliche Eingriffe, Ausgleich und Ersatz“Ausgleich und Ersatz“. Freiburg. 6. März 2020.
- Bull, J. W., Suttle, K. B., Gordon, A., Singh, N. J., Milner-Gulland, E. (2013). Biodiversity offsets in theory and practice. *Oryx*, 47(3), 369-380.
- Cabane, F. (2012). *Lexique d'écologie, d'environnement et d'aménagement du littoral*.
- Calidris, Energii solutions. (2019). Photovoltaïque et Biodiversité. Etude Bibliographique & Retours d'Expérience. Retrieved from <https://www.morbihan.gouv.fr/content/download/45435/327126/file/Photovolta%C3%afque%20et%20Biodiversit%C3%a9%20biblio%20CALIDRIS.pdf>
- Calvet, C., Levrel, H., Napoleone, C., Dutoit, T. (2015). La réserve d'actifs naturels. Une nouvelle forme d'organisation pour la préservation de la biodiversité en France ? *Restaurer la nature pour atténuer les impacts du développement : Analyse des mesures compensatoires pour la biodiversité* (pp. 320 p.). Versailles (France): Editions Quae.
- CBD. (1992). *Convention on Biological Diversity*. Retrieved from <https://www.cbd.int/convention/text/>
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., et al. (2015). Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science advances*, 1(5), e1400253.
- Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, (1992).
- Commissariat général au développement durable, Cerema. (2018). *Évaluation environnementale Guide d'aide à la définition des mesures ERC*. Ministère de la transition écologique et solidaire.
- Dantec, R. (2017). Compensation des atteintes à la biodiversité: construire le consensus: Paris, Sénat.
- De Groot, R. S., Fisher, B., Christie, M., et al. (2010). Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB): Ecological and Economic Foundations* (pp. 9-40): Earthscan, Routledge.
- Dervenn. (2014). *Engagement relatif à l'offre de compensation « sous-bassin versant de l'Aff » entrant dans le cadre de l'expérimentation nationale d'offre de compensation 2014-2022*.
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., et al. (2015). The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 1-16.
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E., et al. (2020). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- Dutoit, T., Jaunatre, R., Alignan, J.-F., et al. (2015). Première expérimentation de compensation par l'offre: bilan et perspective. *Sciences Eaux Territoires*(1), 64-69.
- Enerplan. (2020). Etude PV et biodiversité – comité de pilotage du 16 juillet 2020. Retrieved from <https://www.enerplan.asso.fr/etude-pv-et-biodiversite-comite-de-pilotage-du-16-juillet-2020>
- Enkhardt, S. (2020). Bayern wird demnächst ökologische Ausgleichsmaßnahmen innerhalb von Photovoltaik-Freiflächen erlauben. Retrieved from <https://www.pv-magazine.de/2020/11/13/bayern-wird-demnaechst-oekologische-ausgleichsmassnahmen-innerhalb-von-photovoltaik-freiflaechen-erlauben/>
- Epp, R. (2016). *Die naturschutzrechtliche Ausgleichsregelung und die Ökokonto-Verordnung in Baden-Württemberg unter besonderer Berücksichtigung des Schutzgutes Boden*. (Bachelorarbeit), Universität Bayreuth.



- Retrieved from <https://lnv-bw.de/wp-content/uploads/2016/03/naturschutzrechtliche-Ausgleichsregelung-Boden.pdf>
- Erdgas Südwest. (2019). Erdgas Südwest nimmt Solarpark Ertingen in Betrieb [Press release]. Retrieved from <https://www.erdgas-suedwest.de/ueber-uns/presse/pressemeldung/erdgas-s%C3%BCdwest-nimmt-solarpark-ertingen-in-betrieb>
- Fabrégat, S. (2019). *Photovoltaïque : Enerplan lance une étude sur l'impact sur la biodiversité des centrales au sol*. Retrieved from <https://www.actu-environnement.com/ae/news/photovoltaique-impact-biodiversite-enerplan-34679.php4>
- Faktorgrün. (2018a). *Windpark Falkenhöhe - Landschaftspflegerischer Begleitplan zum immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsantrag*. Retrieved from https://www.uvp-verbund.de/documents/ingrid-group_ige-iplug-bw/78E3D1E2-DAC1-43A4-B4A9-45EEDA2AFDAB/8.9_20180515_LBP_Falkenhoehe_V136.pdf
- Faktorgrün. (2018b). *Windpark Falkenhöhe - UVP-Bericht*. Retrieved from https://www.uvp-verbund.de/documents/ingrid-group_ige-iplug-bw/78E3D1E2-DAC1-43A4-B4A9-45EEDA2AFDAB/20180516_UVP-Bericht_Falkenhoehe.pdf
- Folliet, C. (2020). *Retour d'expérience : le SNC de Cossure*. Conférence SNC : quels freins et perspectives ? INRAE, 15 décembre 2020.
- Gaultier, S., Marx, G., Roux, D. (2019). *Éoliennes et biodiversité : Synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer*. Retrieved from https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_oncfs_2019.pdf
- GIP BIODIF. (2019). *Demande d'agrément de site naturel de compensation*. Retrieved from <http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/demande-d-agrement-en-tant-que-site-naturel-de-a2074.html>
- Gravel, D., Gounand, I., Mouquet, N. (2009). Le rôle de la biodiversité dans le fonctionnement des écosystèmes. *Ciencia & Ambiente*, 39, 63-84.
- Green Energy 3000. (2016). *Demande d'autorisation unique. Projet de développement d'un parc éolien sur la commune de Pauvres. Etude d'impact*.
- Initiative Biodiversité Combe Madame, EDF. (2014). *Engagement relatif à l'offre de compensation « Combe Madame » entrant dans le cadre de l'expérimentation nationale d'offre de compensation 2014-2022*.
- Jacob, C., Quétier, F., Aronson, J., Pioch, S., Levrel, H. (2014). Vers une politique française de compensation des impacts sur la biodiversité plus efficace : défis et perspectives. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 14(3).
- Latune, J., Levrel, H., Frascaria-Lacoste, N. (2019). Où en est la France en matière de compensation écologique?. Éléments de réponses à partir de l'analyse des mesures compensatoires mises en place dans le cadre de la Ligne à Grande Vitesse Sud Europe Atlantique et mises en perspective avec les Sites Naturels de Compensation et des initiatives territoriales. *Cybergeo: European Journal of Geography*.
- Levrel, H., Frascaria-Lacoste, N., Hay, J., Martin, G. J., Pioch, S. (2015). *Restaurer la nature pour atténuer les impacts du développement: analyse des mesures compensatoires pour la biodiversité*: Quae.
- Lombard Latune, J. (2018). *La compensation écologique : du principe de non perte nette de biodiversité à son opérationnalisation - analyse de l'action collective*., Université Paris-Saclay.
- LUBW. (2010). *Naturräume Baden-Württembergs*. Retrieved from https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/documents/10184/389779/naturraume_baden_wuerttembergs.pdf/db8c0aa7-5cfa-42e0-9815-58b790f1c8e6
- LUBW. (2013). *Das Schutzgut Boden in der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung*. Retrieved from <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/70430>
- Maron, M., Hobbs, R. J., Moilanen, A., et al. (2012). Faustian bargains? Restoration realities in the context of biodiversity offset policies. *Biological Conservation*, 155, 141-148.
- Mazza, L., Schiller, J. (2014). *The use of eco-accounts in Baden-Württemberg to implement the German Impact Mitigation Regulation: A tool to meet EU's No-Net-Loss requirement? A case study report prepared by IEEP with funding from the Invaluable and OPERAs projects*.
- Menz Umweltplanung. (2018). *Umweltbericht und Grünordnungsplan zum Bebauungsplan „PV Freiflächenanlage Sulz Ertingen“ Gemeinde Ertingen*. Retrieved from http://www.ertingen.de/files/buergermeisteramt/PDF-Dateien/PV%20Freiflaechenanlage%20Sulz/5%20Umweltbericht%20und%20Artenschutz_0969%202018-07-23%20Umweltbericht%20mit%20Artenschutz%20und%20EAB.pdf
- Ministère de l'Ecologie et de l'Énergie et de la Mer, CDC Biodiversité. (2010). *Convention cadre MEEDDM - CDC Biodiversité relative à l'expérimentation d'offre de compensation 2010 - 2018*.
- Ministère de l'Écologie, d. l. É., du Développement durable et de la Mer. (2010). *Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens, actualisation 2010*. Retrieved from https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/guide_eolien_15072010.pdf



- Ministère de l'Ecologie du développement durable des transports et du logement, Ministère de l'Economie et de l'Industrie. (2011). *Installations photovoltaïques au sol - Guide de l'étude d'impact*. Retrieved from https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Guide_EI_Installations-photovolt-au-sol_DEF_19-04-11.pdf
- Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer. (2016). *Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres, actualisation de 2016*. Retrieved from https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Guide_EIE_auto%20env_2017-01-24.pdf
- Ministère de la Transition écologique. (2018). *Obligation réelle environnementale*. Retrieved from <https://www.ecologie.gouv.fr/obligation-reelle-environnementale>
- Ministerium für Umwelt Naturschutz und Verkehr. *Verordnung des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr über die Anerkennung und Anrechnung vorzeitig durchgeführter Maßnahmen zur Kompensation von Eingriffsfolgen (Ökokonto-Verordnung - ÖKVO) vom 19. Dezember 2010*.
- Morandau, D., Vilaysack, D. (2012). *La compensation des atteintes à la biodiversité à l'étranger - Etude de parangonnage. Etudes et Documents, 68*.
- NABU. (2014). *Urwald als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme: Hintergrundinfos zur Nutzung des Ökokontos*. Retrieved from https://baden-wuerttemberg.nabu.de/imperia/md/content/badenwuerttemberg/broschueren/nabu-infopapier__kokonto__urwald_final.pdf
- Peschel, R., Peschel, T., Marchand, M., Hauke, J. (2019). *Centrales solaires – un atout pour la biodiversité*. Retrieved from <https://energie-fr-de.eu/fr/energie-solaire/actualites/lecteur/traduction-francaise-de-letude-du-bne-sur-les-centrales-solaires-un-atout-pour-la-biodiversite.html>
- Préfet des Ardennes. *Arrêté préfectoral n°I-4998 portant autorisation unique n°AU/008/28/04/2016/0029 données à la SARL Energie du Partage 10 pour l'exploitation du parc éolien de Pauvres constitué de cinq installations terrestres de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et d'un poste de livraison, situés sur le territoire de la commune de Pauvres (08310)*. Retrieved from http://www.ardennes.gouv.fr/IMG/pdf/008-0029_apau_ep10_signe-170723.pdf
- Quétier, F., Moura, C., Menut, T., Boulnois, R., Rufroy, X. (2015). *La compensation écologique fonctionnelle: innover pour mieux traiter les impacts résiduels des projets d'aménagements sur la biodiversité. Sciences Eaux Territoires(2), 24-29*.
- Regnery, B., Quétier, F., Cozannet, N., et al. (2013). *Mesures compensatoires pour la biodiversité : comment améliorer les dossiers environnementaux et la gouvernance ? Revue Science Eaux & Territoires, hors-série*.
- Scemama, P., Levrel, H. (2019). *Influence of the Organization of Actors in the Ecological Outcomes of Investment in Restoration of Biodiversity. Ecological Economics, 157, 71-79*.
- Schiz, U. (année non connue). *Praxisbeispiel: das Alt- und Totholzkonzept im Ökokonto. Gemeinde Mönshheim*. Retrieved from https://baden-wuerttemberg.nabu.de/imperia/md/content/badenwuerttemberg/vortraege/3_uli_schiz_praxisbeispiel_a_ut_and__kokonto_in_m_nsheim.pdf
- Ssymank, A. (1994). *Neue Anforderungen im europäischen Naturschutz: Das Schutzgebietssystem Natura 2000 und die FFH-Richtlinie der EU. Natur und Landschaft, 69(Heft 9), 395-406*.
- Sundseth, K. (2015). *Les directives "Oiseaux" et "Habitats" - Au service de la nature et des citoyens en Europe*. Retrieved from https://www.europedirectpyrenees.eu/wp-content/uploads/Directives_habitat_oiseaux.pdf
- Truchon, H., de Billy, V., Bezombes, L., Padilla, B. (2020). *Dimensionnement de la compensation ex ante des atteintes à la biodiversité. État de l'art des approches, méthodes disponibles et pratiques en vigueur*. Retrieved from <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-comprendre-agir/dimensionnement-ex-ante-compensation-atteintes-biodiversite-etat-lart-approches>
- UICN. (2018). *Les solutions fondées sur la nature pour lutter contre les risques climatiques et réduire les risques naturels en France*. Retrieved from Paris, France: <https://uicn.fr/wp-content/uploads/2018/06/brochure-sfn-ma2018-web-ok.pdf>
- UICN. (2021). *Mitigating Biodiversity Impacts Associated with Solar and Wind Energy Development*. Retrieved from <https://portals.iucn.org/library/node/49283>
- Universalis. *Ecosystèmes*. Retrieved from <https://www.universalis.fr/encyclopedie/ecosystemes/>
- Vaissière, A.-C. (2014). *Le recours au principe de compensation écologique dans les politiques publiques en faveur de la biodiversité: enjeux organisationnels et institutionnels: cas des écosystèmes aquatiques marins et continentaux*. Université de Bretagne occidentale-Brest.
- Valorem, Simethis. (2016). *Prise en compte de la Biodiversité dans les parcs photovoltaïques des landes de Gascogne. Retour d'expérience sur le parc du Bétout à Sainte-Hélène (33)*. Retrieved from http://www.landes.gouv.fr/IMG/pdf/p11_biodiversit_r_sous_parc_photovolta_que.pdf



- Wagner, S. (2006). *Ökokonten und Flächenpools. Die rechtlichen Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen der Flächen- und Maßnahmenbevorratung als Ausgleichsmethoden im Rahmen der Eingriffsregelung im Städtebaurecht*. Universität Konstanz.
- Wawrzyczek, J., Lindsay, R., Metzger, M. J., Quétier, F. (2018). The ecosystem approach in ecological impact assessment: Lessons learned from windfarm developments on peatlands in Scotland. *Environmental Impact Assessment Review*, 72, 157-165.
- Wende, W., Albrecht, J., Darbi, M., et al. (2018). Germany. In W. Wende, G.-M. Tucker, F. Quétier, R. Matt, M. Darbi (Eds.), *Biodiversity Offsets - European Perspectives on No Net Loss of Biodiversity and Ecosystem Services*: Springer.
- Wende, W., Herberg, A., Herzberg, A. (2005). Mitigation banking and compensation pools: improving the effectiveness of impact mitigation regulation in project planning procedures. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 23(2), 101-111. doi:10.3152/147154605781765652
- Wende, W., Tucker, G.-M., Quétier, F., Rayment, M., Darbi, M. (2018). *Biodiversity offsets: European perspectives on no net loss of biodiversity and ecosystem services*: Springer.
- Windpark Falkenhöhe. Retrieved from <https://windpark-falkenhoehe.de/>



Annexe

Les expérimentations de sites naturels de compensation (Calvet et al., 2015; Dervenn, 2014; Dutoit et al., 2015; Folliet, 2020; GIP BIODIF, 2019; Initiative Biodiversité Combe Madame, EDF, 2014; Latune et al., 2019; Ministère de l'Ecologie de l'Energie du Développement Durable et de la Mer, CDC Biodiversité, 2010).

Expérimentation de SNC ayant conduit à une demande d'agrément (agrément obtenu ou procédure en cours)							
Expérimentations des SNC	Objectifs	Espèces, milieux visés	Distance entre l'impact et le SNC (zone de transaction des unités de compensation ou aire de service)	Statut de l'opérateur et gouvernance	Maîtrise foncière et durée d'engagement	Agrément de l'état	État actuel
Cossure (2008) (Plaine de la Crau, Saint-Martin-de-Crau - Bouches-du-Rhône)	Restauration d'une fonction de l'écosystème steppique d'un ancien verger intensif : réhabilitation de pelouses sèches méditerranéennes favorables à la nidification d'une avifaune steppique (à proximité d'une réserve naturelle). Restauration d'une fonction socio-territoriale : élevage ovin traditionnel 357 hectares d'un seul tenant restaurés 357 unités de compensation 188 unités de compensation vendues en septembre 2019	Oiseaux protégés : <i>Pterocles alchata</i> (Ganga cata), <i>Burhinus oedicnemus</i> (Oedicnème criard), <i>Tetrax tetrax</i> (Outarde canepetière)	Zone en arc de cercle s'étirant de la limite ouest du département de l'Hérault jusqu'à Hyères dans le département du Var autour du SNC (environ 18 000 km ²). Cette aire de service a été définie sur la base de l'aire de répartition de la métapopulation de l'outarde canepetière	CDC Biodiversité (filiale de l'institution publique Caisse des dépôts et consignations) Comité local de suivi : administrations déconcentrées, associations environnementales, acteurs économiques, instituts de recherche...	Acquisition du foncier par CDC Biodiversité Durée d'engagement : 30 ans	Agrément obtenu en avril 2020	Seul SNC en fonctionnement ayant vendu des unités de compensation
Site de Mare à Palfour (2014) (Montesson - Yvelines)	Améliorer la continuité écologique et les conditions d'accueil de l'avifaune et de l'entomofaune des milieux ouverts 6 ha restaurés À noter que le site de Mare à Palfour fait partie d'un ensemble de sites restaurés et en cours de restauration. Seul le site de Mare à Palfour a fait l'objet d'une demande d'agrément de la part du GIP BIODIF. Les autres sites font encore partie de l'expérimentation de SNC lancée par le ministère de l'Environnement. Les sites restaurés par le GIP BIODIF présentent la particularité d'être composés de sites non contigus.	Exemples d'espèces protégées : <i>Pyrrhula pyrrhula</i> (bouvreuil pivoine), <i>Falco tinnunculus</i> (faucon crécerelle), Orobanche du genêt (<i>Orobanche rapumgenistae</i> – espèce déterminante ZNIEFF en Île-de-France)	496 km ² autour du SNC le long de la Seine	Groupement d'intérêt public (GIP) BIODIF rassemblant notamment les départements des Yvelines et des Hauts-de-Seine	Foncier appartenant au département des Yvelines. Durée d'engagement : 30 ans	Demande d'agrément effectuée en novembre 2019	En attente de validation par l'administration



Autres expérimentations de SNC ayant été abandonnées ou n'ayant pas fait l'objet de demande d'agrément							
Expérimentations des SNC	Objectifs	Espèces, milieux visés	Distance entre l'impact et le SNC (zone de transaction des unités de compensation ou aire de service)	Statut de l'opérateur et gouvernance	Maîtrise foncière et durée d'engagement	Agrément de l'état	État actuel
Combe Madame (Massif de Belledonne - Isère)	Restauration des milieux de l'étage subalpin pour y recréer des conditions d'habitat favorable à la biodiversité de montage (milieux aquatiques, forestiers et ouverts) Gestion des espaces restaurés par des activités pastorales Restauration de 68 ha non contigus	Exemples d'espèces protégées ou remarquables : <i>Lyrurus tetrrix</i> (tétrás lyre), <i>Lagopus muta</i> (lagopède alpin), <i>Ichthyosaura alpestris</i> (triton alpestre)	25 km autour du site	Association Initiative Biodiversité Combe Madame (EDF, collectivités, associations...) Expérimentation à l'initiative d'EDF (électricien) Comité technique : associations environnementales, Office national de la chasse (ONCFS), Office national des forêts (ONF), institut de recherche	Foncier appartenant à EDF Durée d'engagement : 30 ans	/	Expérimentation non poursuivie sous forme de SNC. Réflexion en cours pour pérenniser les résultats des actions de restauration réalisées.
Sous-bassin versant de l'Aff (Ille-et-Vilaine)	Restauration et création d'habitats d'espèces liées aux zones humides du sous-bassin versant de l'Aff (mare, roselière, etc.) Restauration de milieux boisés dans le sous-bassin versant de l'Aff (boulaie, ripisylve, etc.) Restauration de 480 à 635 ha de zones humides non contiguës Restauration de 140 à 230 ha de milieux boisés non contigus	Espèces des milieux humides et boisés	25 km autour des 1 800 ha du territoire d'expérimentation	Société Coopérative d'Intérêt Collectif (SCIC) Expérimentation à l'initiative de Dervenn (bureau d'études en génie écologique) Comité local de suivi : administrations déconcentrées, départements, région, associations environnementales et agricoles.	Contractualisation avec les exploitants agricoles et autres propriétaires privés (acquisition foncière marginale) Durée d'engagement : 30 ans	/	Information non disponible