orée

Entreprises, territoires et environnement

2011-2020

Décennie des Nations Unies pour la biodiversité

Climat et Biodiversité

Concilier énergies renouvelables et biodiversité



Sous la direction scientifique de Michel Trommetter
Directeur de recherche à l'INRA

Document réalisé avec le soutien de :

DS Avocats | EIFFAGE | SNCF | VEOLIA | YVES ROCHER

L'association
Qui sommes-nous ?

Association multi acteurs, ORÉE fédère et anime depuis plus de 20 ans un réseau de plus de 180 acteurs engagés (entreprises, collectivités locales, associations professionnelles et environnementales, organismes académiques et institutionnels…) pour échanger et mettre en place une dynamique environnementale au service des territoires. Les ouvrages, guides, colloques, conférences et réflexions se structurent autour de 3 priorités principales : Biodiversité et Économie / Économie circulaire / Reporting RSE – Ancrage local des entreprises. ORÉE anime et alimente les réflexions de ses adhérents notamment grâce à des Groupes de Travail et des Clubs Métiers.

Conseil d'administration

Patricia SAVIN - DS Avocats - Présidente d'ORÉE
Michel LOPEZ - SNCF - Vice-Président
Catherine RONGE - Weave AIR – Secrétaire Générale
Benjamin ENAULT – Utopies - Trésorier
Virginie D'ENFERT – FEBEA - Administratrice
Claude FROMAGEOT - Groupe Rocher – Administrateur
Valentine LASSALAS – CNR - Administratrice
Laure MANDARON – Groupe La Poste - Administratrice
Jean-Baptiste MILLARD - Saf agr'iDées - Administrateur
Aurélie REBAUDO-ZULBERTY – Gecina - Administratrice
Franck SPRECHER – CJD - Administrateur
Ariane THOMAS - L'Oréal – Administratrice

Les Groupes de Travail

GT Biodiversité et Économie :
Michel TROMMETTER - INRA – Co-Président Scientifique
Claude FROMAGEOT – Groupe Yves Rocher – Co-Président Entreprises

GT Économie circulaire/Territoire :
Cyril ADOUE – Inddigo- Président

GT Reporting RSE :
Daniel BAUMGARTEN – Séché Environnement – Président

GT Ancrage Local des entreprises :
Caroline ALAZARD – Entrepreneure – Présidente
Séverine FURNEMONT – Pierre Fabre – Vice-Présidente

Les Clubs Métiers

CM Valorisation des Mousses et Textiles :
Michel LOPEZ - SNCF - Vice-Président

CM Gestion des Déchets dans les Établissements Recevant du Public :
Michel LOPEZ - SNCF - Vice-Président

CM Déconstruction :
Cyrille BLARD - SNCF Réseau – Co-Président
Claude LAVEU- EDF – Co-Président

L'équipe

Nathalie BOYER - Déléguée générale
Fabienne DAVALLAN - Responsable administrative et financière
Saïd CHERFAOUI - Assistant administratif
Grégoire BRETHOMÉ - Chargé de communication

Pôle Biodiversité et Économie
Hélène LERICHE - Responsable Biodiversité et Économie
Samia SEDIRI - Chargée de mission Biodiversité et Économie
Emma GRIVEAU-Billion - Chargée de mission stagiaire

Pôle Économie circulaire
Caroline LOUIS - Chef de projet Économie circulaire
Camille SAINT JEAN - Chargée de mission Économie circulaire / Recyclage - Reporting RSE et Ancrage Local
Stevan VELLET - Chargé de mission Économie circulaire

Pôle Reporting RSE et Ancrage local
Camille SAINT JEAN - Chargée de mission Reporting RSE et Ancrage Local - Économie circulaire / Recyclage
Gabriel PARATIAN – Chargé de mission stagiaire

Octobre 2017

Association ORÉE
42, rue du faubourg poissonnière
75010 Paris
Tél : (+33) 01 48 24 04 00
E-mail : oree@oree.org
Site Internet : www.oree.org

Suivez-nous !
Twitter : @AssoOree
Facebook : @ORÉE
Linkedin : @ORÉE

FSC www.fsc.org MIXTE Papier issu de sources responsables FSC® C008551

Pour télécharger la présente publication au format PDF flaschez ce code !

Réalisation des schémas
PatteBlanche

Traduction : Arabel Borel
Arabel Borel Formation & Traduction

Mise en page
IMPRIbeau Entreprise graphique

Impression
Imprimé au Centre Édition de la Chapelle
https://kiosque.ddet.sncfr.fr

Remerciements

Cet ouvrage, issu des travaux du Groupe de Travail Biodiversité-Économie d'ORÉE, est le fruit du travail de nombreux adhérents d'ORÉE, qui l'ont enrichi par leur partage d'expérience.

ORÉE tient à remercier tout particulièrement Claude FROMAGEOT et Michel TROMMETTER, co-Présidents du Groupe de Travail Biodiversité-Économie pour leur engagement et vision stratégique dans l'élaboration de cet ouvrage, ainsi que Hélène LERICHE, Responsable Biodiversité-Économie au sein d'ORÉE pour son implication essentielle et la coordination de l'ensemble des travaux et de ce document.

Sont également vivement remerciés :

- les experts extérieurs et scientifiques pour leur contribution : Philippe BIHOUIX (Momentum), Allain BOUGRAIN-DUBOURG (LPO), Halvard HERVIEU (CGDD), Paul MICHELET (AFB), Jean-Michel PAROUFFE (ADEME), Edward PERRY (Birdlife), Patricia SAVIN (DS Avocat), Hélène SOUBELET et Jean-François SILVAIN (FRB), Pauline TEILLAC-DESCHAMPS (UICN) ;
- les entreprises qui ont accepté de témoigner dans cet ouvrage : Agrosolution, CNR, EDF, Eiffage, Foncière des Régions, Séché Environnement, Veolia, Yves Rocher ;
- les acteurs qui ont contribué au financement de cet ouvrage : EDF, Eiffage, Veolia.

Merci enfin, pour leur collaboration active à la réalisation de cet ouvrage : Nathalie BOYER, Grégoire BRETHOMÉ, Camille SAINT-JEAN, Stevan VELLET, et toute l'équipe ORÉE avec une mention spéciale pour Jérôme FAURE et Emma GRIVEAU-BILLION qui se sont consacrés à ce travail pendant leur stage.

Édito de Nathalie Boyer, Déléguée générale



Pour une mise en perspective des liens entre biodiversité et climat

« L'association ORÉE poursuit depuis 2015 et la COP 21 à Paris ses réflexions sur les solutions pour le climat et leurs implications biodiversité. Le présent document aborde les liens entre les enjeux de transition énergétique et de lutte contre l'érosion de la biodiversité. Face à la question de la cohérence entre ces grands enjeux, le présent document entend apporter des pistes de réflexion et d'actions devant permettre de répondre aux différentes problématiques environnementales en décloisonnant les réflexions.

Concentré sur l'atténuation du réchauffement climatique par un changement des pratiques et leurs liens avec la biodiversité, le présent ouvrage questionne les territoires et leurs acteurs quant à la gestion de l'énergie, et rappelle à cet égard l'important rôle de l'écologie industrielle et territoriale que promeut ORÉE depuis plus de 10 ans.

ORÉE propose ici d'intégrer la biodiversité dans les réflexions sur l'énergie et la transition énergétique, en s'appuyant sur les réflexions du Groupe de Travail prospectif Biodiversité-Économie, des points de vue d'experts et d'acteurs économiques. Est ainsi développé le concept d'énergie durable, au sens du rapport Brutland, comprenant les énergies renouvelables EnR et les énergies de récupérations, sous certaines conditions : EnR&R. Ce document sera suivi d'un travail du GT Biodiversité-Économie afin d'accompagner au mieux les choix énergétiques des acteurs pour répondre aux enjeux de développement soutenable de nos sociétés et territoires.

Bonne lecture ! »

Nathalie Boyer
Déléguée générale d'ORÉE

Édito de Patricia Savin, Présidente



Énergies renouvelables et biodiversité : faire rimer transversalité avec pluridisciplinarité et humanité avec solidarité

« L'Accord de Paris invite à une accélération des engagements publics et privés pour limiter l'impact sur le climat et incite à repenser le rapport aux énergies, via la sobriété énergétique, l'efficacité énergétique et les énergies durables. Proclamé grande priorité du siècle, la lutte contre le réchauffement climatique occupe ainsi le devant de la scène, reléguant la lutte contre l'érosion de la biodiversité en arrière-plan.

Les liens entre climat et biodiversité sont ainsi rarement réalisés, du fait notamment de raisonnements et de logiques en silos. Le silo législatif avec deux lois distinctes, celle d'août 2015 sur la transition énergétique et celle d'août 2016 sur la biodiversité. Le silo politique avec la feuille de route du 9 août 2017 adressée par le 1er ministre au ministre de l'environnement qui met l'accent sur la transition énergétique et mentionne accessoirement la biodiversité. Le silo judiciaire avec des procès opposant les partisans des énergies renouvelables aux défenseurs de la biodiversité.

En réalité, l'Humanité se trouve face à deux défis majeurs à relever de concert pour conjuguer harmonieusement « Transition énergétique » et « Biodiversité ». La connaissance permet d'appréhender les problématiques. La conscience permettra d'accélérer la mise en œuvre de solutions requises pour bâtir les ponts indispensables entre la transition énergétique et la biodiversité. De nombreuses voies s'élèvent en ce sens, dont celles de l'ensemble des contributeurs à la présente publication, qu'ils en soient remerciés très vivement. Experts, acteurs économiques, politiques, citoyens… nous sommes chacun, individuellement et collectivement, la solution aux défis à relever. Des défis qui supposent de faire rimer transversalité avec pluridisciplinarité, et humanité avec solidarité. »

Patricia Savin
Présidente d'ORÉE

Croisement des problématiques biodiversité, climat et énergie

La biodiversité « est le tissu vivant de la planète, le capital naturel de nos territoires [...], et nous en faisons partie »[1]. Ce terme recouvre l'ensemble des espèces, populations, écosystèmes et des interactions entre organismes dans des milieux en changement. Notion complexe et systémique, la biodiversité constitue le socle des acteurs de nos sociétés.

Les rapports entre atmosphère et biosphère se sont tissés au cours d'une histoire millénaire et s'il nous est possible d'appréhender notre planète et son avenir en parlant de climat ou de biodiversité, il est fondamental de ne pas omettre que l'un et l'autre ne peuvent se penser séparément tant les interactions et interdépendances entre eux sont multiples. Les échanges d'énergie et de matière sont nombreux entre la biosphère et l'atmosphère et l'érosion de la biodiversité amplifie le changement climatique et ses effets... qui amplifient la crise des systèmes vivants (notamment par la désertification).

Quand, face aux enjeux climatiques, la question de l'énergie s'invite dans la réflexion comme solution de réduction des gaz à effet de serre (GES) et donc d'atténuation du changement climatique, il ne faut pas oublier l'ensemble de ces interactions. Si les GES apparaissent aisément mesurables et réductibles à quelques indicateurs, leur gestion reste cependant liée aux enjeux biodiversité qui sont multiples et imposent une approche de la complexité des questions climat-énergie-biodiversité pour des solutions durables.

Sommaire

Énergie et sociétés humaines . . . . . p 6

Croisement des problématiques
Qu'entend-on par énergies renouvelables ?
Focus : Effet de serre et énergies durables
Focus : Les énergies de récupération
Focus : L'enjeu du stockage

Déployer les énergies durables, une approche territoriale et juridique . . . . . p 8

Un contexte favorable à l'approche territoriale
Choix éditoriaux
Point de vue de Patricia Savin pour DS Avocat

Types de liens et dimensions entre énergies durables et biodiversité . . . . . p 10

Les liens entre Biodiversité et Climat
Focus : La géothermie
Focus : Énergie grise
Point de vue d'Edward Perry pour Birdlife
Dimensions spatio-temporelles
Point de vue de Philippe Bihouix pour Momentum

Biomasse-bois énergie . . . . . p 12

Point de vue du CGDD
Témoignage d'Yves Rocher

Énergie hydroélectrique . . . . . p 14

Point de vue de l'AFB
Témoignage d'EDF

Énergie éolienne terrestre . . . . . p 16

Point de vue d'Allain Bougrain Dubourg pour la LPO
Témoignage d'Agrosolution

Énergie photovoltaïque . . . . . p 18

Point de vue d'ORÉE
Témoignage de la Foncière des Régions

Énergies marines . . . . . p 20

Point de vue de Pauline Teillac-Deschamps pour l'UICN
Témoignage d'Eiffage

Énergies de récupération . . . . . p 22

Témoignage de Séché Environnement
Témoignage de Veolia

Les pistes de solutions : approche théorique et concrète . . . . . p 24

Point de vue de l'ADEME
Témoignage de CNR
L'approche territoriale : un cadre de pensée conciliant les enjeux
Point de vue de la FRB
Témoignage d'EDF

Conclusion . . . . . p 26

Sigles et abréviations . . . . . p 26

Références . . . . . p 26

Celles-ci sont mentionnées dans le texte par: ( )

Préface





« Ça y est ! Jamais dans la presse n'ont été évoqués à un tel rythme les questions climatiques, les zooms sur la biodiversité, qu'elle soit sur les rhinocéros, l'intelligence animale ou les plantes envahissantes.

Jamais non plus n'avons-nous eu autant de regards sur l'océan, le terrestre, l'atmosphère, le climat, les feux dus à la sécheresse de nos chers été, etc.

Les politiques mêmes s'emparent réellement de ces dimensions et le récent colloque portant sur le projet de Pacte Mondial pour l'Environnement tenu à Paris est un élan que nous leur devons.

Tout ceci accompagne le développement d'une culture de la peur, qui répond bien sûr aux questions sécuritaires, culturelles, sociales et qui se diffuse avec une grande régularité.

C'est peut-être que oui, nous disposons comme jamais de connaissances, de capteurs instantanés qui « disent » des choses. Pour résumer, l'ouvrage de Diamonds « Effondrements » traduit cette connaissance et cette posture dans laquelle l'humanité est, sur son île Terre : quelles transformations opérer pour éviter un effondrement comme l'ont connu certaines civilisations passées et comme l'ont évité d'autres.

Il est absolument remarquable aussi combien les médias ont connu ces derniers mois une rupture de champ paradigmatique. Ils osent désormais parler de ces sujets et développent une compétence et un appétit pour témoigner des avancées de nos scientifiques, des tentatives courageuses de nos politiques et des expériences de nos entreprises et collectivités.

Or quel est notre regard, au sein d'ORÉE ? La partie serait-elle en passe d'être véritablement engagée ?

En tous cas il nous apparaît aujourd'hui plusieurs points essentiels.

Le changement culturel profond, seul capable de modifier nos pratiques de vie, de consommation, n'est pas encore suffisamment profond et partagé pour que les citoyens aient transformé leur vision du bien-être et du vivre ensemble. Vivant beaucoup en ville, mais malheureusement, cela touche aussi les campagnes, nos concitoyens ne vivent plus suffisamment d'heureuses expériences de nature pour inventer des modes de vie collectifs plus respectueux de la Terre.

Et puis, nous avons un mal fou à nous reposer sur des outils, pratiques, aides à la décision qui soient éclairants lors de nos choix, travaux, investissements.

Les Groupes de Travail d'ORÉE confirment jour après jour, à la suite de Jacques Weber, qu'en fait une des causes majeures de nos blocages (épistémologiques dirait-on) vient de notre très grande difficulté à aborder les choses en nous saisissant sans effroi de la complexité, qui est une réalité de la vie. La voie de la simplification, tant plébiscitée comme efficace, est désormais obsolète pour contempler et opérer à dimension terrestre.

C'est ainsi que ce nouveau guide ORÉE poursuit l'approche combinée des questions du climat, de la diversité de la vie, de l'économie, de la sociologie et de l'ingénierie. Félicitations »

Claude Fromageot
Yves Rocher (Co-Président du Groupe de Travail Biodiversité- Économie, Directeur Développement Responsable Groupe Rocher et Directeur de la Fondation Yves Rocher)

Michel Trommetter
INRA (Co-Président du Groupe de Travail Biodiversité-Économie, Directeur de recherche au Laboratoire d'économie appliquée de l'INRA à l'UGA)

Introduction

Face aux enjeux de développement durable, la prise en compte des défis posés par le changement climatique et l'érosion de la biodiversité se doivent d'être cohérents.

Pour limiter notre impact sur le climat, s'impose à nous de revoir drastiquement notre rapport à l'énergie et d'abord les énergies dites carbonées.

Trois pistes d'actions complémentaires et indissociables devraient nous permettre d'atteindre de tels objectifs. D'abord la sobriété énergétique, rappelant que la meilleure des énergies est celle qu'on ne consomme pas, questionnant alors nos comportements. Puis l'efficacité énergétique qui stimule les techniques. Et enfin le recours aux énergies durables sur lesquelles se concentre ce document.

Ces énergies qui sont parfois qualifiées de « vertes », « propres » sont ancrées dans les territoires et leur développement recoupe les enjeux biodiversité à différentes échelles (de temps et d'espace). D'autre part, si penser énergies de la transition énergétique signifie souvent pour les acteurs « énergies renouvelables naturelles », la notion de flux ou de bouclage de cycle est très rarement évoquée et l'utilisation des énergies fatales oubliée.

Ce document envisage et définit ces énergies durables à considérer pour les défis actuels. Ces énergies durables regroupent les énergies renouvelables « durables » et les énergies de récupération (EnR&R).

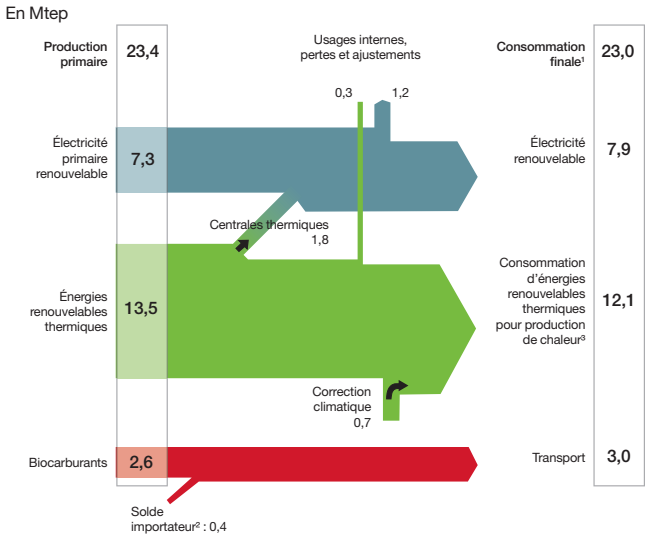
Voilà l'occasion de conjuguer les enjeux climat et biodiversité pour aider à aborder au mieux le champ des possibles pour une transition énergétique de développement durable.

Croisement des problématiques

Selon sa définition, l'« énergie est la grandeur physique caractérisant un système, gardant la même valeur au cours de toutes les transformations internes du système (loi de conservation) et exprimant sa capacité à modifier l'état d'autres systèmes avec lesquels il entre en interaction »[13].

Dans ce travail, il sera question de l'utilisation de cette grandeur physique. Comme tout système vivant, nous produisons de l'énergie, mais l'Homo sapiens a également développé l'« assistance énergétique ». C'est cette assistance qui aide nos sociétés à toujours plus s'affranchir des contraintes naturelles. Si elle fut d'abord animale puis « machine », cette assistance a pris à la fin du 18ème siècle, une réelle proportion « destructrice » pour la planète avec l'extraction et la combustion du charbon puis du pétrole. Sa mise en œuvre a permis une fuite en avant technologique, industrielle et économique.

L'Homme produit, transporte et consomme l'énergie à travers une série de transformations nommée « chaîne de l'énergie » comme le montre le schéma. Cette chaîne regroupe trois types d'énergies : l'**énergie primaire** qui est la forme d'énergie « source » présente dans la nature avant toute transformation comme le vent ; si elle ne peut pas être utilisée directement, cette énergie primaire est transformée en **énergie secondaire** pour être transportée et utilisée (exemple : énergie électrique) ; l'**énergie finale** qui sera consommée se présente sous trois formes : **transport, électricité et chaleur**[18].



[1] Données corrigées des variations climatiques.
[2] Importations - exportations.
[3] Hors usages internes, pertes et ajustements.

« Chiffres clés des énergies renouvelables – Édition 2016 », coll. Datalab, SDES.



© Baptiste Vivinus

Effet de serre et énergies durables

L'effet de serre de l'atmosphère, véritable couverture planétaire limitant les pertes de chaleur, est principalement dû à la vapeur d'eau, le gaz carbonique, le méthane, le protoxyde d'azote, l'ozone stratosphérique et les gaz fluorés. La combustion de sources d'énergies fossiles dégage de telles quantités de CO_2 atmosphérique, que l'effet de serre planétaire en est modifié. Limiter cette modification impose de passer à un autre système d'offre d'énergie, qui soit « durable ».

Cette transition doit donc s'appuyer sur toutes les sources d'énergies dites « **durables** » à la façon du rapport Brundtland[5] : toutes les énergies capables de répondre aux besoins en énergie du moment, sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins en énergie.

Il est donc ici choisi de considérer comme énergie durable, toutes les sources présentes sous forme de flux permanents à échelle de temps humaine : les énergies renouvelables et les énergies de récupération (EnR&R).

Qu'entend-on par énergies renouvelables ?

Les énergies primaires renouvelables (EnR) sont les sources d'énergie primaire naturelles dont la **consommation ne limite pas leur utilisation future** : Elles se reconstituent plus vite qu'elles ne sont utilisées. Ce sont des **flux permanents** qui peuvent être discontinus sur de courtes durées (e.g. ensoleillement variable sur une journée) mais leur consommation ne limitera pas leur utilisation à venir.

Les sources d'énergie « non-renouvelables » proviennent au contraire de stocks issus de gisements (limités à l'échelle de temps humain) de combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz) ou fissiles (uranium, plutonium, etc.) et leur consommation contraint leur utilisation future.

Les flux permanents d'énergie primaire proviennent de quatre sources naturelles : le **soleil, l'atmosphère, l'hydrosphère et la terre interne** (lithosphère, manteau et noyau). Peut être ajoutée la **biosphère**, ou biomasse non fossile, mais elle n'est considérée comme renouvelable que si sa régénération est supérieure à la consommation sur une durée déterminée[8].

En 2012, dans le monde, il y avait 19% d'EnR, 78,4% de fossiles et 2,6% de nucléaire. Parmi les 19% d'EnR un peu moins de la moitié était lié à la « biomasse traditionnelle » c'est-à-dire à la combustion bois ou déchets organiques. Les formes « modernes » d'EnR représentaient donc environ 10% de la consommation finale énergétique mondiale (sans compter la consommation d'énergie de la filière énergie).

Dans le cas des EnR, la hausse de la consommation d'énergie ces dernières années est due presque en intégralité aux EnR « modernes » (type éolien, hydraulique (sur terre ou en mer), solaire, biomasse moderne (biogaz, agrocarburants et biomasse solide)) du fait d'une hausse de capacité et de rendement[18]. En France, les EnR comportent de nombreuses filières.

L'enjeu de stockage

La force du vent varie, la fréquence des pluies aussi et le soleil se couche le soir : les énergies renouvelables (EnR) sont très souvent intermittentes. Le stockage d'énergie est donc un enjeu majeur dans le développement des EnR.

Peu de technologies de stockage sont rentables au niveau technique comme économique. Deux sont actuellement utilisées à très grande échelle : le pompage-turbinage et les batteries électrochimiques (lithium).

Le pompage-turbinage est la plus ancienne et la mieux maîtrisée. En France les structures pèsent pour 6000 MW de puissance.

Les batteries au lithium ont un potentiel qui explique que la demande en lithium pourrait augmenter de 1 000 % pour accompagner les objectifs des 2°C d'ici 2050 [24]. Mais l'extraction du lithium demande de très larges surfaces car sa concentration diminue très fortement avec la profondeur. Les impacts *in situ* sur les écosystèmes sont majeurs et associés à de lourdes pollutions[16] *ex situ* du fait des fuites chimiques provenant des sites d'extraction, amplifiant encore les conséquences néfastes pour la biodiversité.

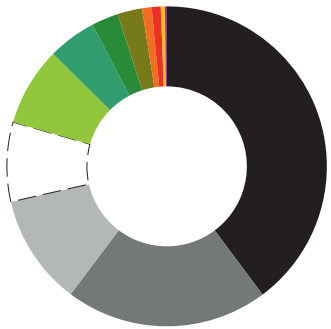
Les énergies de récupération

Les énergies de récupération sont les sources non-naturelles d'énergie secondaire. Elles proviennent des activités humaines qui rejettent une énergie dite « résiduelle » ou encore « fatale ».

Le cycle de vie de tout service ou bien se déroule en trois étapes majeures : amont, utilisation, aval. Pour chacune d'elle, il y a un flux entrant et un flux sortant du système. Ces flux comprennent toujours de l'énergie. L'énergie sortante, si elle n'a pas pour vocation première d'utilité énergétique, est qualifiée de fatale. Ainsi, à tous les niveaux on retrouve une énergie fatale, ses sources étant de trois types : process', utilités ou déchets. Les énergies fatales sont à l'énergie ce que les déchets sont aux matériaux. Lorsque l'énergie fatale est utilisée par un consommateur, elle est qualifiée d'énergie de récupération.

L'énergie fatale n'est renouvelable et donc durable, que si sa régénération est supérieure à sa consommation (comme pour l'énergie provenant de la biomasse).

PRODUCTION PRIMAIRE D'ÉNERGIES RENOUVELABLES PAR FILIÈRE EN 2015
TOTAL : 23,0 MTEP
En %



- Bois-énergie : 39,8
- Hydraulique renouvelable : 20,5
- Biocarburants : 11,2
- Pompes à chaleur : 8
- Éolien : 8
- Déchets renouvelables : 4,9
- Solaire photovoltaïque : 2,7
- Biogaz : 2,5
- Résidus de l'agriculture et des IAA* : 1
- Géothermie : 0,9
- Solaire thermique : 0,4
- Énergies marines : 0,2

** IAA : industries agroalimentaires.*
Champ : métropole.
***Source :** SOeS, d'après les sources par filière*

« Chiffres clés des énergies renouvelables – Édition 2016 », coll. Datalab, SDES.

Un contexte favorable à l'approche territoriale

Actuellement, le secteur de l'énergie est extrêmement centralisé. Un nombre restreint d'unités industrielles produisent la quasi-totalité de l'énergie nationale.

Les énergies durables (EnR et énergies de récupération : EnR&R) relocalisent à plus petite échelle, dite territoriale, l'activité de production d'énergie. En effet la quasi-totalité des énergies EnR&R utilisent les ressources sous forme de flux qui sont localisés (soleil, eau, vent, énergie fatale, etc.) et les nouvelles unités de production sont de faible puissance.

La transition énergétique pour la lutte contre le changement climatique décentralise et morcelle le système de production d'énergie pour l'amener à une échelle locale. Cette relocalisation de l'activité de production d'énergie s'inscrit dans un contexte d'ancrage local qui impose une approche systémique du territoire et des questions énergétiques. C'est la toile de fond de ce document.

Au niveau économique et social, les « nouvelles » formes d'énergie ont le vent en poupe. La plupart des secteurs connaissent une croissance très rapide et les initiatives se multiplient. Au niveau politique, l'axe 13 du Plan climat précise la volonté d'accélérer le déploiement des EnR[12].

Des réformes juridiques et des simplifications du cadre réglementaire national ont également eu lieu plus récemment et favorisent cette transition énergétique des modes de production. Le rapport production-consommation est largement abordé et notamment l'autoconsommation énergétique qui appuie cette nouvelle approche décentralisée de l'énergie.

Choix éditoriaux

Dans ce document, ont été choisis quelques exemples d'énergies renouvelables et de récupération pour lesquels les enjeux biodiversité sont explicités par des schémas légendés. Sans être exhaustive, cette approche permet d'illustrer les différentes dimensions spatiales et temporelles pour des technologies relativement importantes en termes de puissance installée ou potentielle, du point de vue de leur développement et maturité au niveau français.
Seront ainsi traitées des exemples d'énergies issues de la biomasse, de l'hydro-électricité, de l'éolien, du solaire photovoltaïque, de certaines énergies marines et énergies de récupérations.





ÉNERGIES RENOUVELABLES ET BIODIVERSITÉ : AMIS ?

Énergie – biodiversité : 2 lois adoptées à 1 an d'écart

Patricia Savin
Avocate associée, DS Avocats,
Docteure en droit

Le 18 août 2015, la France se dote de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Cette loi vise à contribuer à la lutte contre le dérèglement climatique et à renforcer l'indépendance énergétique de la France. Sont privilégiées les filières dites d'avenir, telles que les filières d'énergies renouvelables en portant la part de ces dernières à 23% de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32% en 2030. Les procédures de développement des énergies renouvelables se trouvent donc simplifiées…

Le 8 août 2016, près de 40 ans après la loi de protection de la nature, la France se dote de la loi n° 2016-1087 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages. Ce texte vise quant à lui à protéger, restaurer et valoriser la biodiversité et notamment à Éviter Réduire Compenser les impacts négatifs des activités humaines sur l'environnement. De nouveaux principes et concepts sont adoptés : préjudice écologique, obligations réelles environnementales, non-régression du droit de l'environnement, absence de perte nette de biodiversité, solidarité écologique. Ce dernier principe « appelle à prendre en compte dans les prises de décision publique les interactions des écosystèmes, des êtres vivants et des milieux naturels »…

Deux textes juridiques majeurs aux enjeux distincts, potentiellement contradictoires. L'éolien cristallise cette problématique : de nombreux recours devant les juridictions évoquent le décès d'oiseaux. S'opposent ainsi devant les tribunaux les tenants des énergies renouvelables aux défenseurs de la biodiversité… A ce jeu contentieux, le grand perdant sera l'environnement et l'avenir de notre planète !

La conciliation de ces enjeux est essentielle : le défi énergétique doit être relevé et gagné, sans pour autant aggraver la destruction dramatique de la biodiversité. Avant d'être juridique, la solution est technique et scientifique. Les outils juridiques sont suffisamment nombreux : lois littoral, études d'impact, enquête publique, Charte de l'environnement, principe de précaution, droit de l'eau… L'approche opérationnelle semble être la plus pertinente. L'objectif 15 de la SNB 2011-2020 demande d'ailleurs « d'assurer la généralisation de méthodes et d'outils permettant, dans tous les secteurs, de faire les meilleurs choix en matière de prise en compte de la biodiversité »…

Trouver un moyen de produire de l'énergie renouvelable tout en respectant la biodiversité : tel est le défi à relever. Mais pour ce faire, il convient de poser un constat objectif et dépassionné du sujet, sans dogmatisme aucun… Les prétoires ne sont pas à cet égard le lieu idoine. Place à l'écoute, aux échanges et aux solutions co-construites en intelligence collective.

Les liens entre Biodiversité et Climat

Les problématiques du dérèglement climatique et de l'érosion de la biodiversité sont souvent traitées de manière cloisonnée alors qu'elles sont indissociables. A l'échelle de la biosphère, climat et biodiversité sont interdépendants et en interaction permanente. Le monde vivant dépend du climat qui le façonne en retour[20].

Les solutions proposées pour limiter les impacts de nos sociétés sur le changement climatique, concernent, de fait, la biodiversité. Quel que soit leur type et leur envergure il est important d'exposer leurs conséquences sur la biodiversité afin d'aider à une prise de décision cohérente. Cela permet de mieux les discriminer et réfléchir à leur mise en œuvre, sur les territoires notamment.

Dans le cadre de l'atténuation, il est proposé un changement qualitatif de l'offre en énergie avec le développement des énergies renouvelables. De tels choix résonnent en termes d'enjeux biodiversité selon différentes modalités : **dépendances et impacts.**

Les EnR&R dépendent de la biodiversité notamment pour l'approvisionnement en ressources (e.g. matières premières pour la construction des ouvrages), la production d'énergie (e.g. bois et eau), les services écosystémiques, l'inspiration (biomimétisme), etc. A titre d'exemple, la capacité de production des barrages dépend de la disponibilité en eau qui elle-même dépend du climat. Penser transition énergétique requiert donc d'envisager les enjeux climat et biodiversité.

La géothermie

La géothermie est l'exploitation de la chaleur stockée dans le sous-sol. C'est la seule énergie renouvelable qui n'utilise pas les effets directs (rayonnement) ou indirects (vent, cycle de l'eau, biomasse) du soleil.

Elle permet une production de chaleur ou d'électricité selon la température d'exploitation. La géothermie semble avoir peu d'impact sur la biodiversité comparativement aux autres énergies évoquées dans ce document. Il existe cependant des conséquences de ce type d'activité aussi bien lors du forage que lors de l'exploitation puis de l'abandon du forage.

La géothermie de surface requiert une pompe à chaleur et donc un apport d'énergie initiale. Ces installations de géothermie dites « très basse énergie » puisent la chaleur à faible profondeur. Les sondes peuvent être horizontales ou verticales. Dans le premier cas, la surface requise est importante (de l'ordre de 1,5 fois la surface à chauffer), ce qui peut avoir des impacts non négligeables sur les écosystèmes du sol. Pour les sondes verticales, leur pose est délicate et peut engendrer dans certains cas des pollutions du sol et des aquifères alentours. L'élévation de la température du sol autour de la sonde (panache thermique) est très variable mais peut constituer dans certains cas un impact local sur l'écosystème du sol. Enfin, le fluide frigorigène, très nocif, utilisé pour certains types de pompes pose des problèmes de recyclage en fin de vie[4].

Pour les centrales géothermiques de grande profondeur, il existe d'autres types d'impacts[9]. Le forage est de grande envergure et peut provoquer des séismes comme à Soultz en Alsace ainsi qu'en Suisse avec un évènement d'une magnitude proche de 3,5. On peut aussi observer dans certains cas d'exploitation dans du granite, des dépôts naturels potentiellement radioactifs dans les puits. On ignore encore si cela peut avoir des effets notables sur la biodiversité locale.

Edward Perry,
Coordinateur du CMS Energy Task Force
Coordinateur du programme du changement climatique global de Birdlife

Enjeux politiques des EnR et de la biodiversité

Satisfaire une demande croissante en énergie, tout en maintenant l'élévation de la température mondiale à 1.5 °C, nécessitera un déploiement à grande échelle des énergies renouvelables. La réalisation des objectifs en termes d'énergies renouvelables contribue à la biodiversité en atténuant les changements climatiques, mais peut également l'impacter négativement sans planification adéquate. L'expansion des cultures d'agrocarburants peut stimuler la conversion des écosystèmes naturels, les barrages hydroélectriques peuvent dégrader et fragmenter les habitats et les éoliennes mal situées peuvent entraîner des changements de trajectoires voire des collisions avec les oiseaux et les chauves-souris.

L'Accord de Paris et le Programme de développement durable à l'horizon 2030 fournissent un cadre solide et des objectifs ambitieux pour une action mondiale. Ils représentent un véritable changement, passant d'une approche cloisonnée à une approche plus intégrée qui reconnaît explicitement les interdépendances entre les systèmes environnementaux, sociaux et économiques. L'objectif actuel consiste à convertir ces cadres internationaux en actions. Cela nécessite des politiques nationales rigoureuses sur la biodiversité, le climat et l'énergie, qui se complètent plutôt que se confrontent, des investissements durables et la collaboration entre toutes les parties prenantes pour identifier et gérer les risques et les opportunités tout au long de la planification.

Des solutions durables existent. Les agences de l'environnement et de l'énergie en Égypte collaborent pour intégrer la préservation des oiseaux dans la planification de l'énergie. L'outil de cartographie de sensibilité de BirdLife International fournit des informations sur la répartition des espèces d'oiseaux afin d'aider les entreprises et les autorités de planification à sélectionner les sites appropriés pour de nouveaux développements énergétiques. Les systèmes d'arrêt à la demande, qui éteignent sélectivement les éoliennes pendant des périodes de migration intenses, réduisent les collisions d'oiseaux. Le groupe de travail sur l'énergie créé en vertu de la Convention sur la conservation des espèces migratrices d'animaux sauvages (CMS Energy Task Force) regroupe les gouvernements, l'industrie, les investisseurs et les organisations non gouvernementales pour identifier, partager et étendre ces solutions. Notre objectif est de faire en sorte que tous les développements du secteur de l'énergie évitent les impacts négatifs sur les espèces migratrices.

Dimensions spatio-temporelles

Dans le cadre de l'atténuation du changement climatique, développer les énergies durables doit s'envisager également en prenant en compte les dimensions **géographique et temporelle** des choix qui seront à faire.

Du point de vue géographique, les enjeux peuvent être considérés « ***in situ*** » et « ***ex situ*** ». A l'échelle locale, *in situ*, apparaissent les liens locaux entre la biodiversité, les structures de production et leur utilisation (e.g. dépendance aux écosystèmes locaux). La biodiversité est ici un élément localisé sur le territoire, on parle également de liens directs.

Tout aussi important et souvent moins bien perçus par les acteurs, les liens *ex situ* peuvent être « globaux » quand on envisage les liens à la biodiversité planétaire ou au climat. Mais ils peuvent également être très localisés mais éloignés comme pour les ressources utilisées pour construire les unités de production. Les enjeux biodiversité *ex situ* des uns sont alors les enjeux biodiversité *in situ* des autres et la question se pose d'être « vertueux chez soi » grâce à des comportements dommageables ailleurs.

Du point de vue temporel, les enjeux peuvent être abordés par la temporalité des technologies humaines. Ainsi, en **amont**, en **vie-en-œuvre** et en **aval** d'un projet d'utilisation de source d'énergie durable, les enjeux biodiversité sont différents. Cette approche déjà utilisée notamment lors d'Analyse du Cycle de Vie (ACV) ou de bilans carbone, est très peu développée pour la biodiversité. Elle permet pourtant de mieux appréhender les liens qui existent entre un aménagement et son environnement, durant toute sa vie.

Il importe enfin de garder à l'esprit une autre temporalité, « globale », qui est celle de la biodiversité, toujours dynamique et en évolution. L'inadéquation entre cette temporalité et les activités humaines est à l'origine de nombre d'enjeux. Tout projet d'EnR&R devrait pouvoir questionner sa propre intégration dans la dynamique des écosystèmes qui lui sont rattachés.

Énergie grise

L'énergie grise correspond à la somme de toutes les énergies nécessaires à la production, la fabrication, l'utilisation et au recyclage des matériaux ou des produits industriels. On mesure l'énergie grise énergétique par son taux de retour énergétique (EROEI) qui correspond au ratio énergie utilisable / énergie dépensée.
Les unités de production d'énergie renouvelable utilisent de l'énergie (toutes sources confondues) en amont et en aval de leur utilisation[15]. Ainsi l'extraction de ressources pour la construction ou le transport des matériaux pour les technologies EnR requièrent de l'énergie. Quant au recyclage il est parfois peu développé et difficile (notamment pour l'éolien et le photovoltaïque).
Les EnR, appelées parfois (et à tort) décarbonées, ont donc un bilan carbone non nul, qui reste cependant bien en deçà de celui des énergies fossiles. Il en est de même du point de vue de la biodiversité.



© Hélène Leriche

momentum institut
L'anthropocène et ses issues

Philippe Bihouix

Le besoin en ressources, talon d'Achille des EnR ?

Les énergies dites renouvelables ont certes un potentiel énorme. Mais pour capter, convertir, transporter, stocker ces énergies, moins concentrées et plus intermittentes, il faut faire appel à des ressources métalliques, non renouvelables, en grande quantité. Du cuivre bien sûr, mais aussi, selon les technologies, des métaux plus rares : néodyme / dysprosium dans les éoliennes de forte puissance ; argent, gallium / indium / sélénium, cadmium / tellure dans certains panneaux photovoltaïques ; lithium / cobalt / nickel dans les batteries ; sans parler des dizaines d'autres métaux (étain, germanium, tantale, palladium, or…) dans l'électronique de puissance et les futurs smart grids.

Les industries minières et métallurgiques comptent parmi les activités humaines les plus polluantes : destruction de sites naturels, consommation d'eau et d'énergie, rejets de soufre ou de métaux lourds, utilisation de produits chimiques nocifs comme le cyanure, génération de déchets miniers nocifs sur une longue durée…

La fabrication a également des conséquences environnementales. Par exemple, le silicium de qualité solaire nécessite une grande quantité d'eau – qu'il faut purifier en amont puis traiter en aval – mais aussi du coke de pétrole, du charbon, toute une gamme de produits chimiques – ammoniaque, chlore, acides… – fournis par l'industrie chimique et pétrolière. Puis viennent l'installation et la maintenance : il faut construire des barrages, des routes d'accès, créer ou adapter des installations portuaires pour l'offshore…. L'utilisation elle-même n'est pas exempte d'impact sur les milieux naturels : rejets de peintures antifouling, effets locaux des centrales solaires à concentration et des éoliennes sur la faune, etc.

Bref, on est loin du zéro impact et d'énergies « 100% propres ». Un déploiement massif, irréfléchi, de grands programmes industriels EnR (ici) auront un effet systémique sur la consommation de ressources et d'énergie fossile (ailleurs sur la planète). Les EnR ne permettent pas, loin s'en faut, de sortir du paradigme « extractiviste » de notre société industrielle.

Si elles ont bien évidemment leur intérêt, à condition d'opter pour les technologies les plus sobres et résilientes, leur déploiement et leur généralisation ne peuvent s'envisager, de manière soutenable, qu'accompagnées d'une sobriété énergétique d'une ampleur insoupçonnée, et qui reste encore à penser.

Biomasse-bois énergie

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Biodiversité et politiques énergétiques, cas de la biomasse forestière

Comment concilier le développement à finalité énergétique de la filière bois avec les enjeux de la biodiversité ?

Le Programme Pluriannuel de l'Énergie a un objectif de +50% pour la production de chaleur issue d'énergies renouvelables, équivalent à une augmentation de 3 à 4 Mtep issue de la biomasse bois-énergie, à l'horizon 2023. Parallèlement, le Plan National Forêt-Bois prévoit un prélèvement de +12 Mm^3/an d'ici 2026 ; la part de ce prélèvement pour l'énergie représenterait environ 2,3 Mtep.

Que les objectifs de ce Plan soient réalistes ou pas, celui-ci ne décrit pas comment ce prélèvement sera effectué sans porter atteinte à la biodiversité forestière (notamment en prenant en compte la directive « habitat » et la directive « oiseaux »). Se pose également la question de la contribution de la forêt aux bio-carburants de 2ème génération issus de la ligno-cellulose. De nouvelles dégradations de l'état de l'écosystème forestier sont à craindre, notamment par la diminution de bois mort, le développement de taillis à courte rotation, des plantations monospécifiques et de la fragmentation des espaces.

Le programme des rencontres « Sciences pour l'action » lancé par l'Agence Française de la Biodiversité (AFB), la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB) et le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (MTES) vise à l'appropriation de la connaissance disponible par les politiques publiques et les opérateurs avec, en retour, la remontée de leurs besoins.

Débutant à Porquerolles en octobre, l'un des thèmes est précisément biodiversité et énergie et un atelier conduira à des recommandations concernant l'ensemble des parties prenantes, en s'appuyant sur les prospectives récentes menées sur ce sujet, dont celle du CGDD : « Biodiversité et Territoires 2030 ». Ces échanges interdisciplinaires (écologues, économistes, forestiers…) traiteront notamment des limites de la multifonctionnalité, des interfaces avec l'agriculture, des liens avec l'aménagement du territoire, en particulier en montagne. Les évolutions de la forêt et des modes de gestion doivent intégrer le changement climatique et rejoignent une réflexion globale sur les sols.

L'énergie issue de la biomasse-bois énergie provient de l'utilisation du bois comme combustible sous différentes formes (plaquettes forestières, produits connexes de scierie, produits bois en fin de vie, granulés, bûches) dans des installations domestiques, industrielles ou collectives[10]. On distingue trois sources de bois-énergie : coupes en forêt, co-produits de l'industrie et récupération de déchets (meubles par exemple).

La filière bois-énergie française est une activité industrielle importante, qui représente 47% des EnR en France, ce qui la place au premier rang européen dans la consommation de bois pour l'énergie.

En lien direct avec la biodiversité, ses impacts sur les écosystèmes sont d'abord locaux mais également *ex situ*.



① **Perte de biodiversité**
La destruction d'arbres âgés, abritant une plus grande richesse biologique (notamment microscopique, champignons, lichens, insectes) et des espèces autochtones au profit d'essences exotiques constitue une véritable perte de biodiversité (génétique, spécifique et écosystèmes). Pour réduire de tels impacts, la préservation de plusieurs degrés d'exploitation forestière, une coupe tardive pour certains arbres et le bon choix des essences plantées permettent de préserver les capacités d'adaptation aux changements globaux.

② **Exploitation de la forêt**
- L'augmentation de la fréquence des engins, comparativement au bois d'œuvre , les machines additionnelles et la mise en place de nouvelles opérations spécifiques perturbent d'autant plus l'écosystème local. Les flux d'eau sont ainsi modifiés, la végétation impactée et la faune perturbée. Une solution peut être d'intervenir en respectant les calendriers de reproduction et de nidification afin de limiter ces impacts.
- Le tassement du sol limite sa porosité et donc son aération. L'activité biologique du sol (notamment fongique), est diminuée, ce qui impacte la croissance de certaines plantes (au profit de celles adaptées à l'hypoxie). Enfin, le travail du sol fait remonter les minéraux en surface, défavorisant ainsi les organismes décomposeurs du sol.

Les écosystèmes forestiers sont d'autant plus riches en biodiversité qu'ils sont complexes. La gestion de l'écosystème forestier conditionnera les dommages possibles vis-à-vis de la biodiversité, selon les essences choisies pour la plantation, la densité du peuplement, les opérations réalisées dans la forêt ainsi que les durées de rotation et d'intervention. L'exploitation entraîne bien souvent une réduction de la diversité biologique et spatiale qui fragilise l'écosystème forestier et la dynamique de la biodiversité locale.

De plus, lorsque la demande en bois-énergie devient supérieure à la capacité d'offre locale, les choix de développement du territoire peuvent être remis en question ou aboutir à une importation de ressources depuis des écosystèmes lointains aux enjeux biodiversité importants.



YVES ROCHER

Entre énergie, territoire et biodiversité, retour à l'échelle microscopique pour le bien commun

L'approche de la question énergétique d'un ensemble d'acteurs d'un micro-territoire, celui du canton de La Gacilly, en Bretagne, est originale, car elle implique, plusieurs communes, une industrie cosmétique, un monde associatif, qui ne sont pas des « gros consommateurs » d'énergie à l'échelle nationale et dont le métier n'est pas lié directement à l'énergie. L'entreprise est bien sûr engagée dans la réduction de sa consommation énergétique, avec une diminution de plus de 17% de sa consommation par produit fini entre 2010 et 2015 et un nouvel objectif pour 2020 de réduction de 10% complémentaire.

Nous voudrions partager ici l'effet d'entraînement ou la capacité d'émergence des initiatives locales en montrant comment, sans que cela soit corrélé directement, il se passe une transformation des mentalités qui, une fois enclenchée, se propage entre acteurs.

L'exemple que nous voudrions pointer est celui de l'installation de chaudières à bois pour trois sites de l'entreprise. Ces chaudières permettent une meilleure performance de production de chaleur que les précédentes chaudières à combustible non renouvelable ; de plus elles font l'objet d'un contrat d'approvisionnement en bois de proximité (inférieur à 70 km), mais surtout leur installation a entraîné des effets collatéraux positifs. Ainsi, le choix a été d'entretenir désormais les forêts de l'entreprise pour la production de bois énergie et le reste des terrains appartenant au Groupe ont été, à cette occasion, reconvertis en terre agricole pour héberger des cultures maraîchères bio, afin d'approvisionner le restaurant d'entreprise par une offre permanente de plats bio pour les salariés (600 repas/jour). Ainsi, de la question énergétique, de son basculement progressif vers le renouvelable, il a été par surcroît ajouté une activité liée à la biodiversité, à l'approvisionnement alimentaire bio en circuit court et à la pérennisation d'emploi de maraîchers indépendants.

Le lien entre énergie, territoire et biodiversité, même modeste par cet exemple, est passionnant pour imaginer de futurs nouveaux thèmes et actions de travail.

③ **Appauvrissement des sols**
L'exportation du milieu forestier du bois et des rémanents porte préjudice à l'écosystème à tous les niveaux : strates arborée, arbustive, herbacée, insectes, fongiques et méso-faune. Laissés sur le sol, les rémanents favorisent la rétention d'humidité et l'accumulation de minéraux. S'ils sont retirés, les paramètres physico-chimiques du sol sont modifiés, ainsi que la distribution d'espèces végétales présentes, la fertilité du sol et la performance de croissance des arbres. Cependant, l'enlèvement de rémanents diminue le risque de développement d'espèces non désirées.

L'opération de ressuyage (assécher le bois) et le retour des cendres par épandage sur parcelle aident à la réintégration d'une partie de la matière organique et donc au retour relatif des minéraux (excepté l'azote pour les cendres). L'amendement du sol est une technique subsidiaire de maintien de la fertilité des sols.

④ **Priorisation des parties de l'arbre à exploiter**
Les débits grossiers (tronc + grosses branches) sont systématiquement et en priorité exportés. Ceci enrichit la forêt en débris fins. Cela favorise certaines espèces plutôt que d'autres de la strate herbacée. Ainsi un enrichissement en rémanents augmente la protection des espèces végétales rases contre la prédation d'herbivores. Alterner les parties de l'arbre exploitées favorise la diversité de l'écosystème.

⑤ **Stockage du bois**
Les sites de stockage pour ressuyage, constituent un piège écologique. Les insectes saproxyliques qui digèrent le bois, s'agglutinent dans celui-ci avant d'être détruits par combustion du bois.
Il est donc préférable de limiter le stockage.

⑥ **L'importation de bois**
Abordé dans l'introduction

Énergie hydroélectrique

Elle est la première source d'électricité d'origine renouvelable en France et dans le monde. Il existe trois grands types de centrales : les barrages de lac, ceux au fil de l'eau et les stations de pompage. Ces dernières ne sont pas considérées aujourd'hui comme renouvelables car leur bilan énergétique global est négatif. Elles permettent en revanche d'ajuster la production d'énergie dans un contexte de variation d'offre et de demande.

Pour l'hydraulique dite « renouvelable »[18], il existe plus de 1 860 installations en France. Les petites installations, d'une puissance inférieure à 1MW sont les plus nombreuses (60%) mais ne représentent qu'une part infime de la production d'énergie hydroélectrique. Nous n'évoquerons ici que les moyennes (1 à 10MW) et grandes (> 10MW) structures, situées en lac de montagne, retenue en écluse ou au fil de l'eau en fleuve.

Cette source d'énergie durable transforme drastiquement les écosystèmes terrestres et maritimes en amont et en aval des infrastructures qui, elles, dépendent d'écosystèmes plus lointains. Toute la biodiversité de la région est modifiée, avec bien souvent de lourdes pertes en termes de richesse biologique à tout niveau.



① **Démantèlement de la structure**
Bien que la fabrication de l'armature dégage beaucoup de CO_2, la longévité des ouvrages permet un faible temps de retour énergétique. L'ouvrage n'est cependant pas éternel notamment à cause de l'accumulation de sédiments en amont. Le démantèlement de ces colosses de béton requiert une logistique complexe et coûteuse et les débouchées sont très limitées pour les matériaux.
La réouverture d'une vallée fluviale (cas du fleuve Elwha) peut déboucher sur des bénéfices écologiques inespérés, sans toutefois restaurer les écosystèmes initialement présents.

② **Fragmentation écologique**
La fragmentation est l'une des premières causes d'érosion de la biodiversité, avant les pollutions (MEA 2005) : la multitude des petites installations perturbe d'autant plus la biodiversité initiale. Les passes à poissons sont l'un des moyens de réduction de l'impact des plus efficaces et des plus utilisés.

Hydroélectricité et enjeux pour la biodiversité aquatique

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

Si sur le plan purement physique l'énergie hydroélectrique est bien une énergie renouvelable, grâce au « grand cycle » de l'eau, cela ne signifie pas pour autant qu'elle soit dénuée d'impacts environnementaux, notamment au regard des enjeux de préservation de la biodiversité. La mobilisation de la « houille blanche » suppose en effet de modifier le fonctionnement naturel des cours d'eau, en déplaçant les volumes écoulés dans le temps ou dans l'espace, ou en aménageant des ouvrages traversiers pour tirer parti de l'énergie potentielle des écoulements.

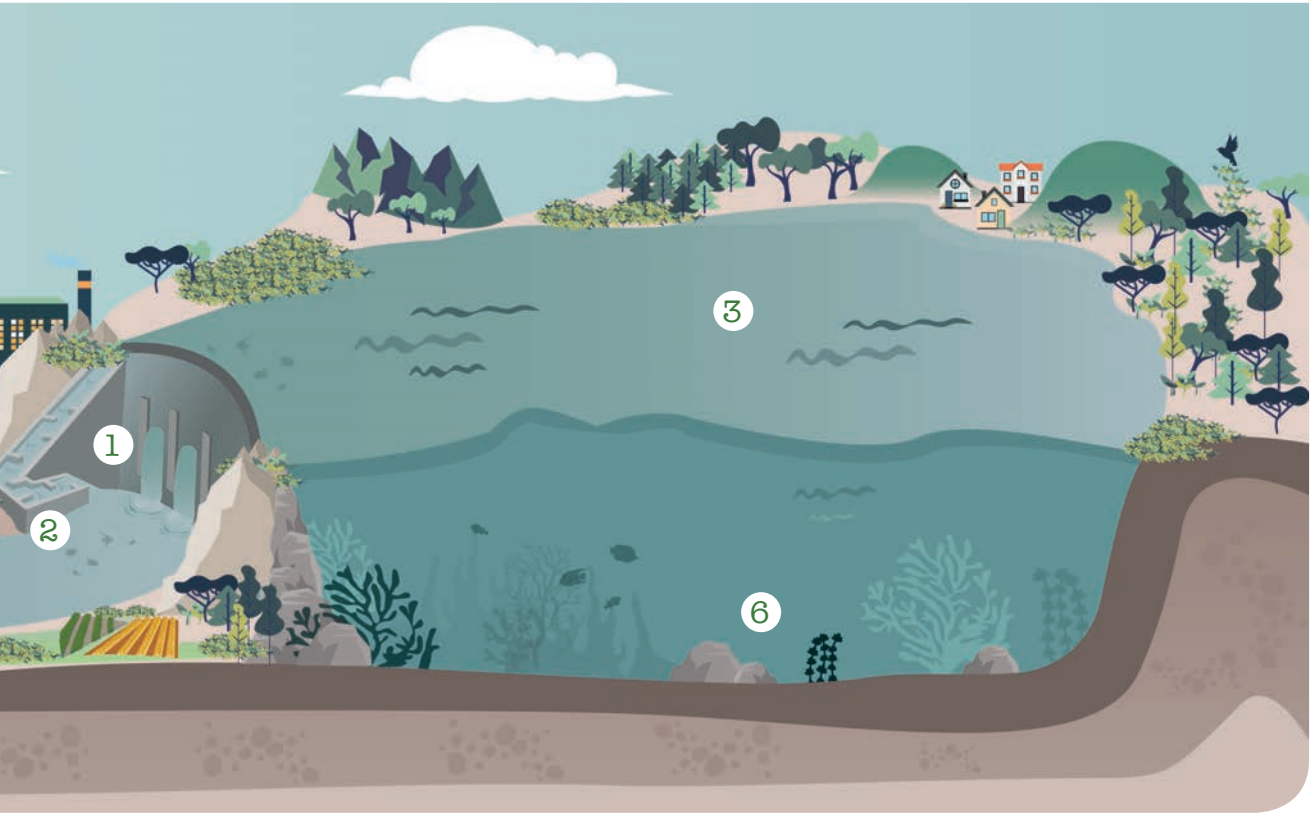
Les incidences possibles de ces aménagements sont multiples :

- sur l'hydrologie et le transport solide, susceptibles de provoquer à l'aval des incisions et érosions, des abaissements de la nappe d'accompagnement, l'assèchement des zones humides riveraines ;
- sur la température de l'eau, par réchauffement notamment, soit par la réduction de la lame d'eau à l'aval, soit en raison du stockage de l'eau en amont, avec ce que cela entraine en termes de biologie des espèces animales (reproduction, disponibilité de l'oxygène dissous…) et végétales (eutrophisation favorisée), et plus largement sur la capacité d'autoépuration ;
- sur la qualité des habitats, en modifiant l'alternance des radiers, mouilles et zones refuges, essentielles à la vie piscicole et des invertébrés ;
- sur la capacité de déplacement des espèces migratrices, évidemment, par la création d'obstacles plus ou moins facilement franchissables qui peuvent altérer de façon très sensible le cycle de vie des « grands migrateurs » comme le saumon, l'anguille ou l'alose…

Ces impacts doivent donc être évalués avec attention, en s'appuyant sur les connaissances scientifiques mais aussi sur les retours d'expérience internationaux, en mettant en œuvre les principes de la séquence Éviter Réduire Compenser.

Cela milite également, dans la recherche d'une approche du « plus juste équilibre » entre enjeux énergétiques et enjeux de biodiversité, à valoriser au mieux les sites déjà aménagés qui sont aussi le plus souvent ceux dont le potentiel énergétique est le plus important et très certainement à renoncer à ceux dont l'intérêt énergétique est mineur, ou devenu mineur au fil du temps et à rester vigilant sur le développement de nouveaux projets.

En ce qui concerne les ressources utilisées, l'armature est principalement en béton armé, constitué de sable, de graviers et de ciment. Or le sable est la 3ème ressource la plus utilisée sur Terre, après l'air et l'eau, et la 1ère non renouvelable[23]. Le sable des déserts étant impropre à la construction, les groupes du bâtiment ont longtemps exploité les rivières et les carrières. Puis ils se sont tournés vers la mer, provoquant ce qui est en train de devenir un véritable boulversement écologique. Le dragage excessif de sable marin favorise l'intrusion de l'eau de mer dans les nappes souterraines et leur contamination par le sel. Il perturbe les écosystèmes marins par la destruction et la fragmentation d'habitats. De plus, l'extraction en eau augmente la turbidité de celle-ci, défavorisant les organismes qui ont besoin de lumière pour se développer (e.g. coraux, phytoplancton). Les effets sur l'environnement sont incontestables et s'observent dans le monde entier. Le volume extrait a de fortes répercussions sur les rivières, les deltas et les écosystèmes côtiers et marins et entraîne la perte de terres par érosion fluviale ou côtière, l'abaissement de la surface de saturation et la baisse de la quantité accumulée de sédiments.



Hydroélectricité et biodiversité

L'hydroélectricité est la première des énergies renouvelables et représente aujourd'hui plus de 60% de la production renouvelable en France. Au-delà la nature renouvelable de sa ressource, elle se distingue des autres moyens de production par sa capacité à faciliter l'intégration des énergies nouvelles intermittentes (éolien et solaire) dans le réseau grâce à ses capacités de flexibilité et de stockage. L'hydroélectricité tient donc un double rôle dans la transition énergétique et écologique qui s'impose à la société dans son ensemble. Nécessité de réduire nos émissions de gaz à effet de serre par le renforcement de la production d'énergie décarbonée, nécessité de prendre en compte les liens entre le changement climatique, la biodiversité et les usages de l'eau induits par l'évolution des attentes sociétales (notamment irrigation, loisirs…) sont autant de sujets qui convergent vers l'hydroélectricité. Cette dernière contribue effectivement à l'atténuation du changement climatique et de ses conséquences. Il est donc indispensable de trouver un juste équilibre entre les attentes sociétales, la réduction des impacts environnementaux et l'équilibre économique des concessions hydrauliques et de déterminer les trajectoires de chacune de ces composantes non pas de façon dissociée mais bien de façon conjuguée en toute connaissance de chacun de ces enjeux.

Les barrages, qu'ils soient pour la production hydroélectrique ou pour d'autres fins, ont modifié la biodiversité des écosystèmes environnants, et ce dès leur construction. Ces impacts du passé ont été, au fur et à mesure étudiés et en grande partie pris en charge, tant au niveau technique que réglementaire. EDF a largement contribué à l'évolution de la science dans ce domaine de par l'implication de sa R&D. Il est vital de poursuivre cette approche en prenant en compte les prospectives possibles du changement climatique et de l'évolution des usages de l'eau permettant ainsi d'approcher au mieux les équilibres écologiques futurs en accord avec des besoins énergétiques renouvelables et décarbonés de notre société.

③ **Lacs de retenue : passage d'une eau courante à une eau dormante**
La montée des eaux entraîne la mort de la flore, qui par son anoxie provoque une méthylation du mercure. Des groupements méthyles apparaissent en l'absence d'oxygène et se greffent sur le mercure ce qui donne du méthylmercure, très toxique pour les êtres vivants car très bio-assimilable. Par ailleurs, le bassin crée un environnement propice à certaines espèces vectrices de maladies (moustiques) : le risque d'invasion biologique est de 2,4 à 300 fois plus élevé dans un lac de retenue que dans un lac naturel. Enfin, la population d'espèces d'algues augmente, les espèces de fond de vallée disparaissent rapidement.
Des variations brutales de niveaux du bassin de retenue perturbent l'écologie des berges, comme la vidange décennale obligatoire des barrages de plus de 20m de haut qui perturbe d'autant plus les écosystèmes.

④ **Le boulversement écologique du sable de construction**
Abordé dans l'introduction

⑤ **Modifications hydro-géomorphologiques en aval**
La diminution des ressources hydrauliques en aval peut entraîner une interruption du transit sédimentaire, provoquant un surcreusement et une modification des berges sur les cours d'eau et sur les traits de côtes au niveau de l'embouchure. Tout ceci conduit à une disparition d'écosystèmes, ainsi qu'à une forte diminution de nombreuses espèces en leur sein. Une nouvelle répartition des populations de poissons s'observe (espèces détritivores avantagées). Ce type d'impacts dépend néanmoins fortement du lieu.

⑥ **Accumulation de limons en amont**
Certains métaux lourds (mercure) peuvent s'accumuler ou être bio-accumulés dans les sédiments de lacs de barrage et en particulier dans les retenues de complexes hydroélectriques et le culot des barrages. Les limons retenus en amont provoquent quant à eux une eutrophisation de l'eau et donc une dégradation de sa qualité.

Énergie éolienne terrestre

AGIR pour la BIODIVERSITÉ

Allain Bougrain Dubourg,
Président de la LPO

Au fond, le « dossier éolienne » résume bien l'ambiguïté de la gestion environnementale. Comment ne pas souscrire à l'indispensable transition vers les énergies renouvelables et comment, dans le même temps, rester indifférent aux effets secondaires, notamment sur la biodiversité ?

C'est en tenant compte de ces deux impératifs que la LPO a engagé un vaste programme visant à évaluer les impacts des éoliennes et à chercher des solutions pour les réduire.

Le premier constat porte sur les sites d'implantation. Une forêt d'éoliennes enracinée dans une région d'agriculture intensive, aura moins d'effets perturbateurs que la même dans les espaces naturels du Massif Central... Ainsi le nombre de cas de collisions est extrêmement variable d'un parc à l'autre. Les migrateurs, principalement des passereaux, représentent 60% des cadavres retrouvés (roitelets à triple bandeau, martinets noirs...). Les rapaces diurnes, plus fréquemment impactés en période de nidification, paient toutefois le plus lourd tribut au regard de leurs effectifs de populations.

Globalement, sur la centaine d'espèces retrouvées au pied des éoliennes, 75 % sont officiellement protégées.

A noter que l'impact environnemental ne se limite pas à la mortalité directe des oiseaux ou des chauves-souris.

Le dérangement en phase d'exploitation, l'artificialisation des sols et la perte de territoires de nourriture ou de nidification doivent également être pris en compte.

Les dispositifs techniques destinés à réduire l'impact des éoliennes sur les oiseaux étant très partiellement efficaces, la priorité doit être d'éviter les sites présentant des enjeux forts. C'est pourquoi la LPO se montre défavorable à tout projet d'implantation dans les Zones de Protection Spéciales (ZPS) classées au titre de la directive européenne « oiseaux » et dans les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) classées au titre de la directive européenne « habitat ».

Qu'il s'agisse de l'éolien, mais aussi du photovoltaïque, les transitions énergétiques ne peuvent s'exonérer de la prise en compte de la biodiversité et sont condamnées à réussir ensemble.

Entre 2005 et 2015, la production française d'énergie éolienne terrestre a été multipliée par 18. La dynamique ne s'essouffle pas : la puissance raccordée au premier trimestre 2017 est la plus importante jamais enregistrée pour cette période[19]. Une éolienne a une durée de vie de 20 à 30 ans.

Si les unités de production peuvent prendre diverses formes, on assiste pourtant à une « uniformisation » des éoliennes à trois pales et axe horizontal. Les installations sont de puissances variables et peuvent monter au-delà des 12 MW/unité.

L'éolien ne pouvant fonctionner que sous certaines conditions de vent, il requiert des technologies de stockage de l'énergie qui ne sont pas sans enjeux biodiversité.

La plupart des installations en France possèdent une puissance unitaire de 8 à 12 MW. Selon les tranches de puissances, les matériaux et les conséquences sur la biodiversité diffèrent.

En ce qui concerne les ressources, la fabrication des éoliennes génère



① **Dérangements en phase de chantier**
Le décapage et le terrassement de la zone de travaux, la construction de chemins de chantiers, le creusement de tranchées pour le passage des câbles, la présence d'engins, le bruit généré sont autant d'impacts négatifs en phase chantier sur la biodiversité locale. L'étape du montage de l'éolienne notamment, est avide d'espace et génératrice de bruit. Une réduction de l'aire d'assemblage est possible par l'assemblage de l'éolienne pale par pale et non pas d'un seul bloc.

② **Bruit de fonctionnement et entretien**
Le bruit d'une éolienne est dû en grande partie aux frottements des pales avec l'air. Cela peut affecter la faune locale ; certaines espèces y sont plus sensibles que d'autres.
De plus, les éoliennes doivent être entretenues régulièrement, ce qui cause de nouvelles perturbations pour l'environnement alentour.

de nombreux impacts sur la biodiversité *ex situ* :

- les technologies de transformation d'énergie utilisent des matériaux très divers : acier, cuivre, aluminium, plomb, PVC (issu du pétrole), caoutchouc, autant de ressources que d'impacts au cours de leur extraction et de leur transport ;

- les composants sont souvent encapsulés, ce qui rend difficile pour des raisons techniques et économiques la séparation des matériaux (notamment les métaux rares) ;

- les pales sont en matière composite, leur permettant d'être légères, résistantes et polyvalentes. Pour leur fabrication, l'extraction, et tous ses impacts, reste prépondérante. En fin de vie, elles sont alors souvent incinérées ou broyées, la séparation de la résine et des fibres s'avérant difficile ;

- le mât est un alliage en aluminium qui théoriquement a un excellent taux de recyclage, mais qui reste médiocre. La fabrication d'aluminium présente plusieurs étapes dont certaines ont de lourds impacts sur l'environnement en termes de pollutions[11] notamment et donc d'atteinte à des écosystèmes *ex situ*.

Par ailleurs, de nouvelles générations d'éoliennes à aimants permanents (voir p.20), utilisant des terres rares voient le jour.



Éolien et terres agricoles

L'énergie éolienne, source alternative à celle fossile, considérée comme verte car durable présente cependant un impact négatif sur la biodiversité et les écosystèmes d'un territoire et sur l'utilisation du sol agricole. Les effets négatifs sur la biodiversité sont traités par l'étude d'impact selon le principe Éviter Réduire Compenser. A leur tour les mesures de réduction et de compensation impactent le foncier agricole car elles sont à déployer à proximité fonctionnelle des sites concernés, souvent des territoires ruraux.

Ces contraintes peuvent être levées par des solutions alliant biodiversité et agriculture performante, en mobilisant les agriculteurs dès la définition des mesures compensatoires et en les associant pour leur mise en œuvre concrète. L'intervention d'un tiers, dit « opérateur de compensation », mêlant des expertises agricole, juridique, environnementale et socio-économique aide à identifier ces mesures, les déployer avec une cohérence socio-économique globale et la concertation avec les parties prenantes du territoire, en gardant le niveau d'exigence écologique requis. L'agriculture est ainsi porteuse de solutions aux problématiques énergétiques du territoire et peut être rémunérée pour les services environnementaux rendus par les agriculteurs.

Ainsi dans la Vienne, pour l'implantation d'un parc éolien, un contrat de ce type a été établi avec un agriculteur pour que la gestion d'une de ses prairies soit la zone humide imposée par la compensation du site éolien. Un contrat de 25 ans assure la pérennité de la mesure, le cahier des charges de gestion garantit le respect des conditions techniques et grâce à ce revenu supplémentaire sur une longue durée, l'exploitant a pu envisager plus sereinement le maintien de l'activité d'élevage.

La rétribution compense la perte de rentabilité induite par les mesures écologiques et soutient les services environnementaux rendus par l'agriculteur. Elle est toutefois maîtrisée et harmonisée, afin d'éviter toute spéculation.

La contrainte légale devient alors une possibilité de construire des projets de territoire et donc des histoires innovantes autour de la biodiversité et de l'agriculture.

③ Collisions avec la faune volante
Une éolienne en bout de pale peut tourner jusqu'à 300 km/h ce qui dégage une grande énergie. Les mouvements d'air alentours créent des appels d'air qui peuvent être fatals pour la faune volante (voir encart : LPO).

④ Emprise au sol
Pour consolider la structure, des fondations en béton armé d'un volume de 500 m^3 sont nécessaires. L'emprise au sol du socle est importante (1 000 m^2), en ajoutant les chemins de service, locaux techniques ou même parking. Ceci participe à l'artificialisation des sols, cause majeure de l'érosion de la biodiversité à l'échelle mondiale. La présence de câbles entraîne, de plus, une présence de champs électromagnétiques dont on ne connaît encore que très peu les effets sur la faune et la flore.
Lors de la déconstruction en fin de vie, l'éolienne n'est démontée que partiellement, car le socle en béton requiert trop de moyens techniques pour être retiré. Une solution peut être de concilier territoires agricoles diversifiés avec parcs éoliens (voir encart : Agrosolutions)

Abordés dans l'introduction :

⑤ Matériaux de la nacelle

⑥ Le mât et l'aluminium

⑦ Fin de vie des matières composites

Énergie photovoltaïque

Les enjeux de fin de vie et la biodiversité

Entreprises, territoires et environnement

Du point de vue de la biodiversité et des écosystèmes, tout n'est que ressources : c'est un système circulaire où il n'y a pas de pertes, pas de déchets. Les sociétés humaines modernes fonctionnent, elles, de manière linéaire. Les produits manufacturés, après leur production et leur consommation arrivent en fin de vie. De nouveaux composants non dégradables naturellement ont été fabriqués et le recyclage de certains est limité. Quand en fin de vie un bien peut être démantelé, ses composants deviennent alors des déchets.

Les déchets peuvent être classés en catégories[2], les composants sont parfois valorisables c'est-à-dire assimilables par les écosystèmes, réutilisés ou recyclés. Si ce n'est pas le cas, ceux-ci sont incinérés ou mis en décharge, ce qui entraîne des pollutions diverses (air, eau, sol) dommageables pour la biodiversité.

Quand les matériaux peuvent être recyclés, ils sont réintroduits dans le cycle de production d'un bien dans une logique d'économie circulaire. En réduisant le tonnage de déchets et donc les pollutions associées à la fin de vie, on réduit les conséquences directes sur la biodiversité. En réduisant l'extraction de nouvelle matière, pour une même production et de manière indirecte, les ressources et les écosystèmes naturels sont préservés. L'économie circulaire et le recyclage contribuent donc, en optimisant l'usage des ressources, à préserver la biodiversité.

Cependant, les processus de recyclage comportent des limites : tout d'abord ceux-ci consomment de l'énergie. De plus, tous les produits ne peuvent pas être recyclés car ils comportent des contraintes, ou le coût de recyclage est trop important.

D'un point de vue technique, l'accès aux matériaux séparés est parfois difficile, limitant le recyclage. C'est le cas de ceux qui sont encapsulés dans des plastiques ou des alliages. Quand des métaux sont combinés pour atteindre certaines propriétés techniques, on ne peut pas les séparer au recycler sans une perte de pureté et donc une perte des caractéristiques. De même, certaines combinaisons de matériaux comme les composites ne sont simplement pas recyclables. Enfin, l'usine de recyclage peut être inaccessible.

Du point de vue économique, le coût du recyclage ou le manque de débouchés peuvent être des facteurs limitant fortement le recyclage.

La durée de vie moyenne des PV est d'environ 30 ans. Après 25 ans d'utilisation ils ont déjà perdu 20% de leur capacité initiale. En France, depuis août 2014, la gestion de la fin de vie des modules est une obligation légale : les fabricants, importateurs ou revendeurs sont tenus de reprendre les panneaux en fin de vie. Théoriquement, les modules ont un taux de recyclage relativement élevé (plus de 80%) [21]. Cependant la réalité est différente : en 2014 l'UE a estimé que près des deux tiers des déchets électriques (dont les panneaux) n'atteignaient pas les centres de recyclage. Il existe deux techniques de recyclage, toutes deux utilisant des techniques chimiques de séparation des matériaux. Celles-ci restent extrêmement polluantes pour l'environnement et pour la biodiversité.

D'un point de vue plus général, l'utilisation d'énergie durable requiert des aménagements dont la durée de vie est limitée. La question de la fin de vie et de ses liens avec la biodiversité se pose donc. Si certains aménagements plus anciens comme les barrages ont, pour certains, atteint le stade de fin de vie, ce n'est pas le cas de la plupart des « nouvelles » technologies de production d'énergie d'où l'intérêt d'intégrer dès à présent cette problématique du recyclage.

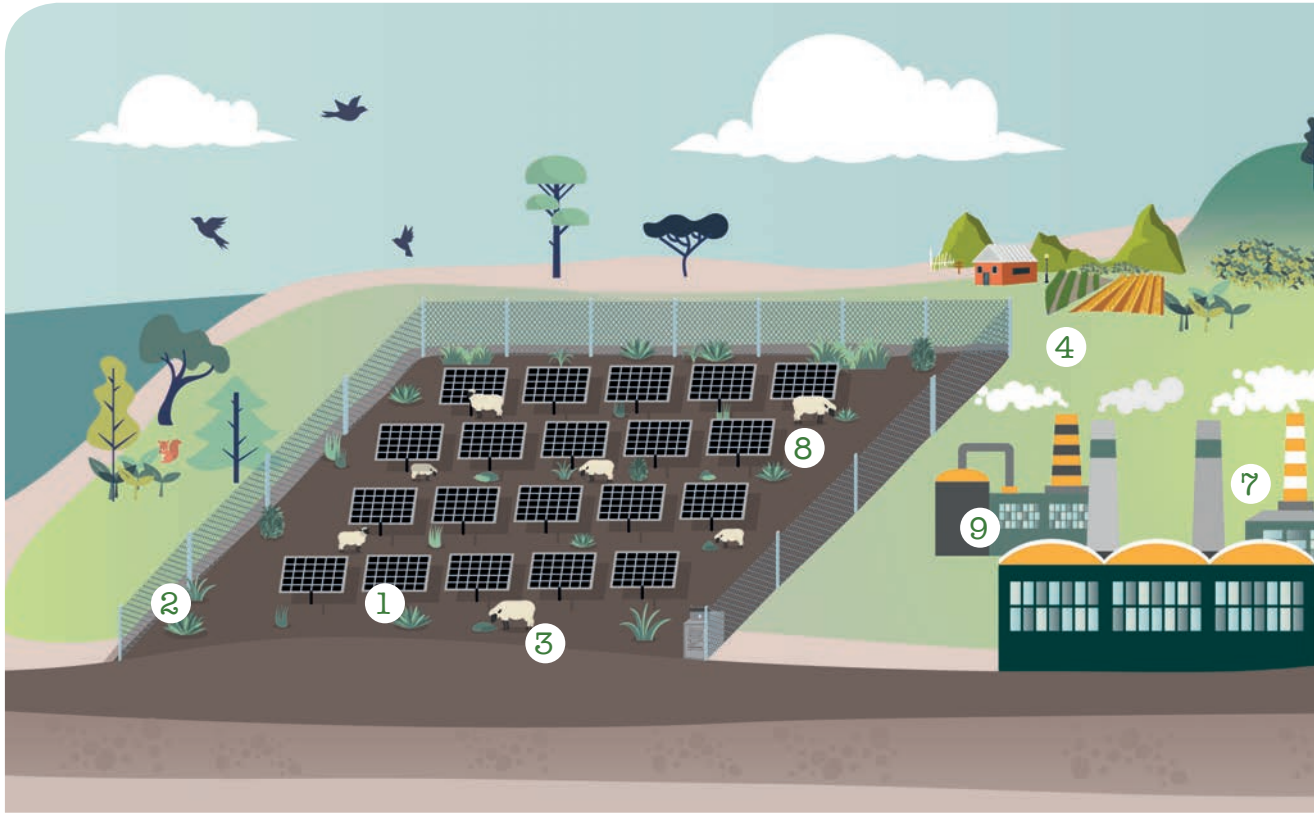
La filière du solaire se compose en trois branches : le photovoltaïque (PV), le thermique classique et le thermique concentré. La filière thermique ne sera pas évoquée dans ce schéma car elle ne représente que 0,4% des EnR en France et semble peu se développer.

Si en 2015 la filière solaire photovoltaïque (PV) représentait 2,7% de la production française d'EnR, elle profite, tout comme celle de l'éolien, d'une bonne dynamique depuis 2009. La récente législation, notamment l'ordonnance du 27 juillet 2016 sur l'autoconsommation, offre à cette filière un bel avenir.

Il existe deux principaux types de modules PV : cristallins et à couches minces. Le premier est plus efficace mais aussi le plus coûteux.

Les panneaux utilisant du silicium sont les plus nombreux sur le marché (environ 90%). Comme tout produit industriel, ces panneaux ont un impact lors de leur production. Leur fabrication requiert de grandes quantités de silicium, venant du sable, dont l'extraction a des impacts sur la biodiversité (voir p.14).

Des éléments toxiques présents à l'état de traces (Pb, Br, B, P) sont utilisés et de l'argent, ressource limitée, est consommé



① **Ombrage des modules**
Il existe un impact sur les espèces de faune et de flore présentes sur le site, en particulier à cause de l'ombrage occasionné par les modules. On observe plus généralement une diminution de l'habitat.

② **Clôture des parcs PV au sol**
Il est obligatoire de clôturer les parcelles de production pour des raisons de sécurité et d'assurance. Cela crée une barrière physique non négligeable pour la faune et peut avoir des implications au niveau de la biodiversité locale.
Des solutions existent pour limiter ces impacts comme la mise en place de dispositifs de passage pour la faune.

pour la production de cadres. L'industrie des panneaux PV est très énergivore avec un temps de retour énergétique pour les modules d'environ trois ans. Enfin, elle peut occasionner des rejets chlorés, des boues chargées en silicium et des gaz et effluents provenant de l'utilisation de produits chimiques. Tout ceci peut porter préjudice aux écosystèmes.

La technologie photovoltaïque requiert beaucoup d'espace pour produire de l'énergie. Les installations photovoltaïques peuvent être de plein champ ou disposées sur les toitures[7]. Pour une installation au sol, cela peut entraîner des conflits d'usage des sols. Or, l'artificialisation des sols en France fait déjà perdre l'équivalent d'un département tous les dix ans.

De plus, les modules photovoltaïques ne fonctionnent qu'en présence de soleil et cette source d'énergie intermittente pose la question du stockage, primordiale pour optimiser le rendement et diminuer les pertes d'énergie. Rappelons que le stockage peut avoir des conséquences non négligeables sur la biodiversité *ex situ* des sites (voir encart p.7).



Panneaux PV et toits

Foncière des Régions accumule des expériences en matière de photovoltaïque et de solaire thermique à l'échelle européenne.

En France, Foncière des Régions recourt au photovoltaïque sur plusieurs immeubles et surtout au solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire ; c'est le cas en matière de bureaux (en particulier dans le cadre de développements récents) et d'hôtellerie avec AccorHotels. En Italie, la rénovation des tours Garibaldi, livrées en 2011 et 2013 et situées au-dessus de la gare de Milan, a été l'occasion d'implanter 402 m² de panneaux photovoltaïques sur la façade Sud-Est de chacune des deux tours ; la production, 70 000kWh en 2016, dépasse les attentes.

En Allemagne, sa filiale Immeo SE a installé des équipements photovoltaïques sur des actifs résidentiels, dans cinq villes situées majoritairement dans l'ouest du pays. Leur production dépasse les estimations issues des études de faisabilité. Installés sur les toits (en pente) de résidences, les 5 200 m² de panneaux photovoltaïques apportent un complément de revenu à Immeo SE avec un amortissement en neuf années. Immeo SE, en tant qu'acteur de long terme, a préféré être propriétaire des installations (investissement moyen : 436 €HT/m²), de façon à capter l'ensemble des revenus générés par la production d'électricité et à développer des savoir-faire nouveaux, dans la perspective de bâtiments passifs d'ici 2020. Revendus aux compagnies d'électricité de chacune des régions concernées, les 609 218 kWh produits en 2016 ont généré un revenu de 256K€, soit 49,20€HT/m².

Les collectivités ont de plus en plus d'exigence en matière de végétalisation des toitures-terrasses. La question se pose d'un juste équilibre entre production d'énergie et végétalisation, avec un arbitrage parfois nécessaire entre les deux. La solution pourra consister en une installation photovoltaïque en façade comme nous l'avons fait en Italie, le recours à des vitrages solaires (encore onéreux), etc. Dans tous les cas, Foncière des Régions privilégie une approche globale, qui intègre les enjeux de maîtrise des charges pour le locataire. Les analyses du cycle de vie des installations de production d'énergies renouvelables (en particulier photovoltaïque et éoliennes) posent des questions en matière de recyclage, un enjeu clé pour un acteur de long terme comme Foncière des Régions.

③ **Emprise au sol des PV plein champ**
L'impact des panneaux sur les couches du sol est faible notamment grâce à l'absence de fondations au sol. L'emprise au sol est importante, mais pas incompatible avec certaines activités agricoles comme l'élevage d'ovins.

④ **Usage des sols**
Une solution contre le conflit d'usage des sols consiste à développer les installations PV sur des terrains avec une « moindre biodiversité » tels que des zones polluées, des anciens terrains militaires, des zones à proximité d'infrastructures de transport, etc.

⑤ **Usage des bâtiments professionnels**
Le développement de projets à échelle industrielle de toitures photovoltaïques est permise notamment par l'article 86 de la loi biodiversité d'août 2016 qui oblige les centres commerciaux de plus de 1 000 m² de poser des panneaux ou de végétaliser les toits. Attention cependant à la « concurrence » qui pourrait exister entre nature et énergie.

⑥ **Les modules toiture**
Les panneaux au sol ont plus d'impact sur la biodiversité de manière directe et locale que les panneaux toitures.

Abordés dans l'introduction :

⑦ **Fin de vie des panneaux**

⑧ **Impacts des modules lors de leur construction**

⑨ **Stockage de l'énergie électrique**

Énergies marines

Pauline Teillac-Deschamps,
Chargée de programme « Écosystèmes »
au Comité français de l'UICN

EnR et biodiversité : une planification stratégique s'impose

Pour concilier développement des énergies marines renouvelables (EMR) et protection de la biodiversité, il est fondamental de tenir compte des impacts générés par les infrastructures à la fois en phase de prospection, de chantier, d'exploitation mais d'intégrer également l'impact du démantèlement et les effets cumulés des différentes installations.

Le Comité français de l'UICN anime depuis 2012 un groupe d'échange sur EMR et biodiversité et a publié en 2016 des recommandations afin de concilier ces deux objectifs environnementaux en métropole et en Outre-mer (cf liens ci-dessous).

Les experts de l'UICN France ont recensé comme principaux impacts des EMR sur la biodiversité :

- les bruits et vibrations, en phase d'exploitation (turbines et vibrations) mais aussi en phase de prospection et de préparation (sondages, forages), ainsi qu'en phase de construction (battage de pieux) ;
- les champs électromagnétiques (dus à l'effet « parcs » et aux raccordements) ;
- la modification des habitats (modification des fonds, de la turbidité, perturbation des flux hydro-sédimentaires, pollution par biocides...) ;
- l'induction de variations de température et les effets d'upwelling artificiel (remontées d'eau) ;
- la destruction directe d'habitats (ex: lagons artificiels) ;
- les effets barrière et les collisions (oiseaux, chiroptères et autres taxons) liées aux migrations saisonnières ou alimentaires des espèces.

Le développement des EMR doit donc intégrer, dès sa planification la préservation de la biodiversité et sa composante écosystémique (cycle de vie des espèces, besoins de déplacement, paysage, interaction entre les espèces). Cette réflexion doit considérer les impacts à long terme du développement de ces énergies (filières, occupation de l'espace, conflits d'usages, raccordement, espèces exotiques envahissantes...), les impacts à distance (impact d'une centrale sur sa zone d'implantation mais aussi sur toutes les zones d'approvisionnement, de transport de l'énergie, etc.), ainsi que les impacts cumulés de tous les projets. Enfin, le dimensionnement des projets est un élément clef dans lequel il faut intégrer la prise en compte des impacts sur la biodiversité. Les EMR ne devraient donc être développées que dans des zones qui concilient un fort potentiel énergétique et de faibles enjeux de biodiversité.

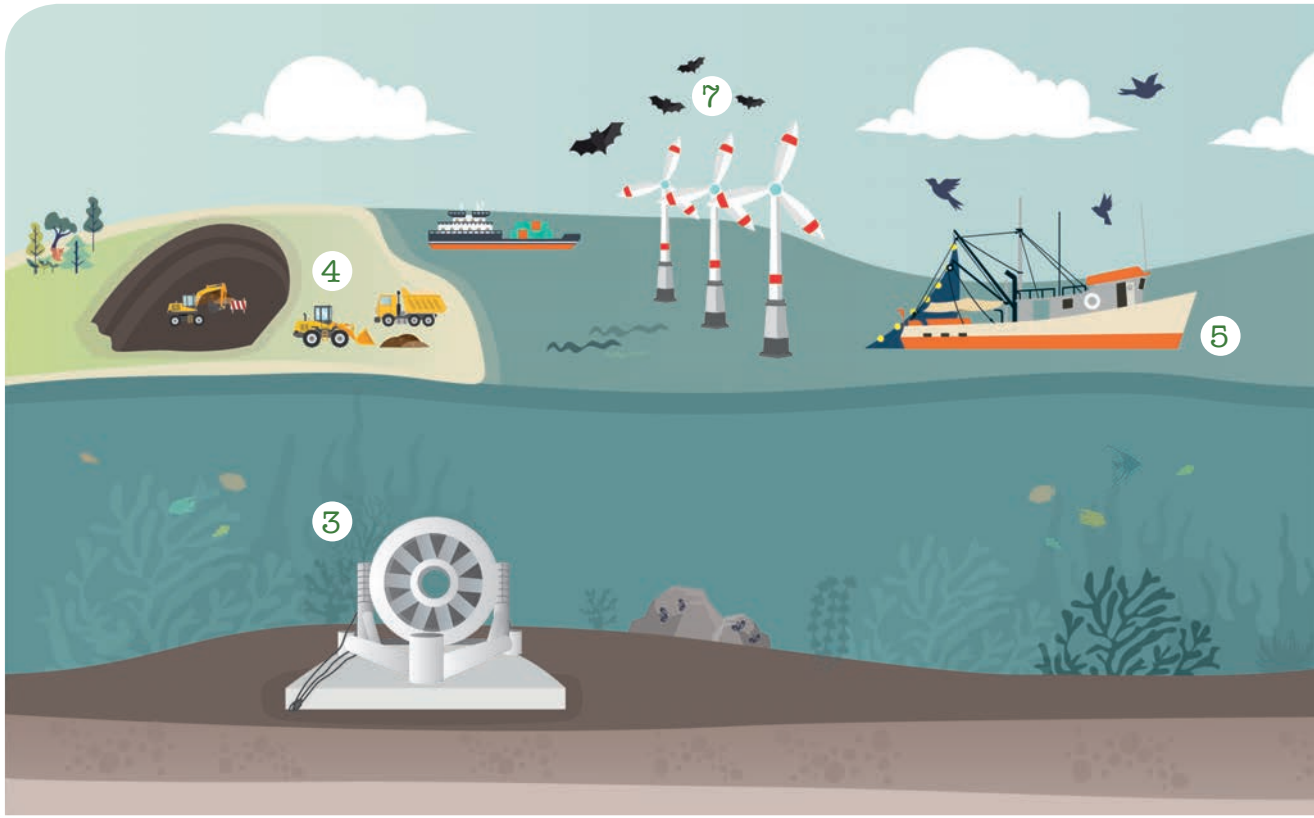
(http://uicn.fr/wp-content/uploads/2016/06/Energies_renouvelables_marines-bd.pdf , http://uicn.fr/wp-content/uploads/2016/06/Actes_Seminaires_NRJ.pdf).

La France possède un territoire maritime de plus de 11 millions km² et donc un immense potentiel de développement d'énergies marines renouvelables (EMR).

Ne seront traitées ici que les technologies d'éoliennes offshore et des hydroliennes. Si ces deux technologies sont encore au stade recherche et développement en France, ce sont elles qui possèdent actuellement le plus gros potentiel de développement dans les années à venir.

Les éoliennes offshore, bien que très similaires aux onshore, possèdent de meilleures performances notamment grâce à la force du vent en mer. Cependant, elles sont moins développées et il n'existe en 2017 que trois chantiers en France et aucun parc actif. Le potentiel de développement, selon l'Association européenne de l'énergie éolienne, est très important et la part dans la production totale d'électricité pourrait atteindre 15% d'ici 2030.

Pour diminuer la fréquence de l'entretien et augmenter significativement le rendement, de nouvelles générations d'éoliennes offshore possèdent des aimants permanents. Elles utilisent des



① **Prospection des sites et chantier de construction**
- vibrations et bruits (e.g. nivellement avec utilisation d'explosifs, trafic des navires) à cause des sondages et forages ;
- perturbations des conditions physico-chimiques de l'eau (turbidité qui affecte le développement des microalgues ; perturbation des flux hydro-sédimentaires ; manque de lumière, qui est essentielle au développement du phytoplancton) ;
- modification des fonds marins ;
- utilisation de produits chimiques anticorrosion.

Tout ceci participe à la destruction d'habitats naturels, ainsi qu'à des effets physiques importants : barrières, collisions, éclairage, etc.

Connaître les zones sensibles en termes de biodiversité et améliorer les techniques permet de limiter les impacts.

② **Câbles de raccordement au réseau**

Le raccordement au réseau terrestre provoque :
- des effets barrière ou la destruction d'habitats par l'enfouissement des câbles électriques en profondeur ;
- un champ électromagnétique, comme toute structure de production, auquel les organismes marins sont particulièrement sensibles.

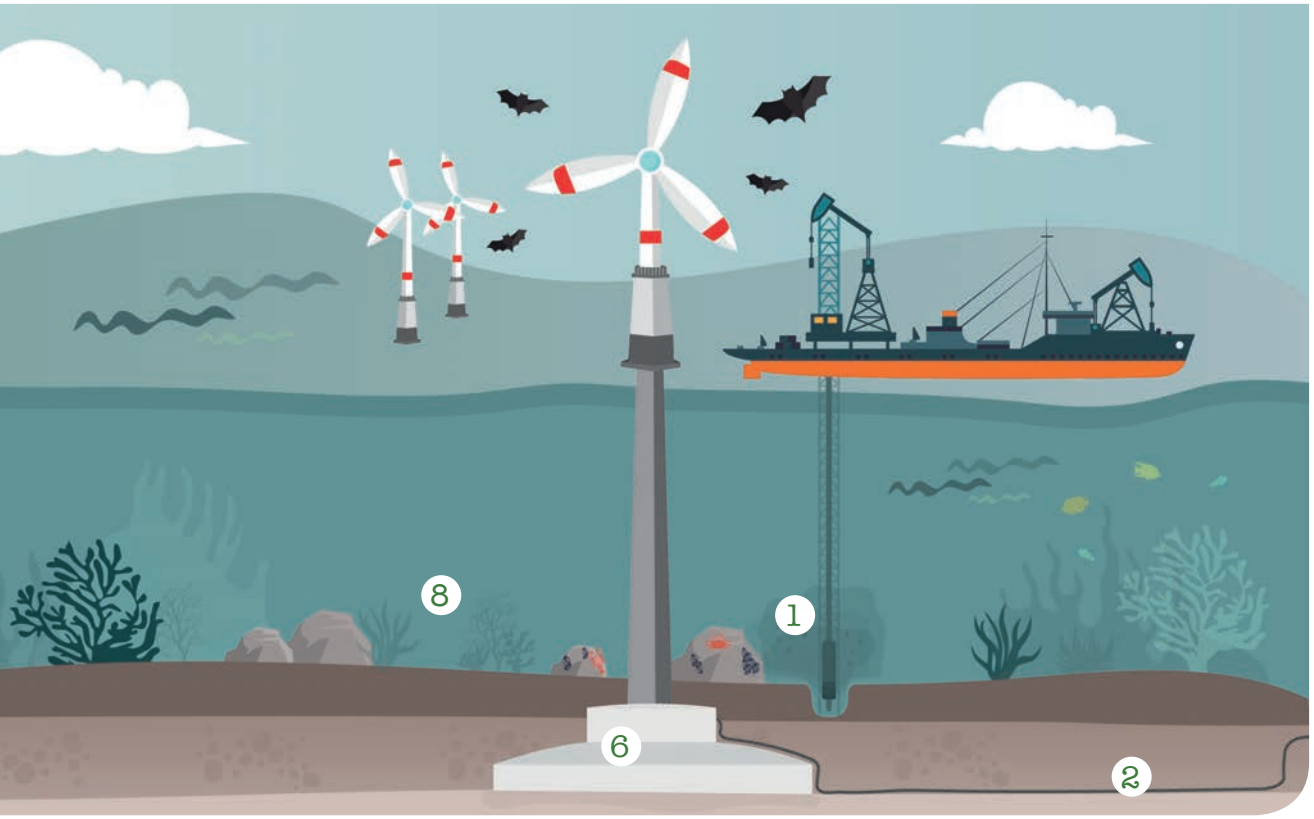
Positionner les unités de production intelligemment peut limiter ces impacts : éviter les zones sensibles, limiter la distance de raccordement...

oxydes de terres rares (néodyme), dont les stocks sont limités et l'extraction s'avère extrêmement polluante : la question du recyclage reste donc fondamentale.

Les hydroliennes sont, quant à elles, des unités de production immergées, qui captent l'énergie portée par les courants marins. Le potentiel, là encore, est grand, notamment en France où les marées sont importantes. Il existe deux fermes pilotes actuellement.

Mais les milieux marins, lieu d'émergence de la vie il y a près de 4 milliards d'années, sont des réservoirs précieux et fragiles de biodiversité.

Que ce soit lors de leur implantation ou en phase de fonctionnement, ces infrastructures d'EMR ont des impacts non négligeables sur la biodiversité locale, le monde marin plus généralement et les activités qui y sont liées (tourisme, pêche etc). La France a notamment la responsabilité dans ses eaux d'un grand nombre de « hot spot » de biodiversité marine. Les écosystèmes marins renferment une grande biodiversité et sont d'une importance telle que le développement de ces énergies pose question .



EIFFAGE

Les énergies marines : une nouvelle source d'innovation pour la biodiversité

Eiffage est pleinement engagé dans le défi du développement des énergies marines, à travers ses filiales Eiffage Génie Civil et Eiffage Métal. Cette dernière est lauréate avec ses partenaires ENGIE, EDP Renewables, Caisse des Dépôts, Principle Power et General Electric, de l'appel à projet sur les éoliennes flottantes pilotes en Méditerranée, au large de Leucate. L'intérêt du groupe pour le marché des énergies marines se renforce depuis plusieurs années, en lien avec le grand éolien offshore en France mais aussi à l'international, tant pour ce qui concerne des structures métalliques que des ouvrages en béton. Eiffage dispose ainsi de plusieurs usines de fabrication de structures marines, en France et en Europe.

Investir l'activité des énergies marines, c'est participer au développement de technologies de pointe utilisant les différentes forces ou ressources du milieu marin : la houle, les courants, les marées, le gradient de température. C'est donc une formidable opportunité d'expérimentation pour le développement durable, à l'instar de l'écoconception.

Mais s'implanter dans les milieux marins impose de réduire l'impact des installations…

De nombreuses solutions existent et peuvent nous aider à améliorer la résilience du milieu marin, et à favoriser la croissance de nouveaux habitats… dans la lignée des recherches déjà bien appliquées sur les écorécifs.

Par exemple, de nombreuses innovations de biomimétisme, copiant la forme des algues, sont intégrées aux aménagements portuaires et permettent d'améliorer la qualité écologique du milieu dégradé.

Ainsi écoconcevoir ces infrastructures marines apporte une plus-value environnementale indéniable, et permet aussi de délivrer aux opérateurs d'énergie un argument solide lors des phases de concertation avec les usagers et le public.

Cela renforce notre image d'un groupe multimétiers écoresponsable à même de se différencier et d'innover sur ces enjeux marins, partenaire de confiance pour les décideurs et acteurs économiques vivant de la mer.

③ **Collisions avec la faune marine**
La fréquence et l'intensité des risques, non négligeables, dépendent fortement de la structure. Tournant en moyenne à 12,5 m/s, les pales d'une hydrolienne perturbent les flux marins : la faune qui n'est pas assez « rapide » peut facilement périr.

④ **Impact de la construction**
Abordé dans l'introduction

⑤ **Interdiction de la pêche sur l'exploitation**
La réduction du territoire de pêche et donc sa concentration *ex situ* impacte lourdement les écosystèmes marins, particulièrement les poissons, *ex situ*.

⑥ **Ancrage au fond des unités de production**
Les techniques d'ancrage et leurs effets sur la faune et la flore locale sont nombreuses : le benthos (organismes de fond marin) est systématiquement perturbé. Lors de la recolonisation quasi certaine après la construction, par de nouvelles espèces pour les structures artificielles, on assiste parfois à un « effet récif » : une augmentation de la biomasse due à la structure, mais une disparition de certains espèces (phytoplancton) quand d'autres se propagent (homards, moules).
Les technologies flottantes, une cartographie des couloirs de migration et le bon choix des matériaux sont autant de moyens de réduire les impacts.

⑦ **Collision et déplacement des oiseaux**
La rotation des pales crée un effet barrière pour les oiseaux lors de leurs migrations et leurs déplacements quotidiens, comme pour les chauve-souris se nourrissant d'insectes jusqu'à plusieurs kilomètres au large des côtes.

⑧ **Perturbations diverses**
Les régimes hydrosédimentaires sont modifiés de manière cumulative sur l'ensemble d'un parc. Ceci peut se répercuter à grande distance et perturber des écosystèmes *ex situ*. La pollution lumineuse et le bruit sont également des facteurs de perturbation pour la faune. Enfin, les dispositifs anti-corrosion sur les structures, et les opérations de maintenance peuvent polluer le milieu . L'utilisation de techniques générant moins de bruit, de vibrations, de lumière etc… diminue les impacts sur la faune marine.

Séché environnement
www.groupe-seche.com

Effet papillon

Le site historique de Séché Environnement est basé sur la technique du bioréacteur pour valoriser énergétiquement les déchets ultimes de type ordures ménagères. Le méthane du biogaz une fois converti en énergie électrique revendue sur les réseaux de distribution, il reste la chaleur coproduite.

Utilisée localement dans des conditions économiques favorables pour déshydrater des fourrages en vue de leur conservation pour assurer l'alimentation du cheptel tout au long de l'année, cette source d'EnR a permis le maintien des emblavements traditionnels en luzerne, plutôt que de recourir à des importations de tourteaux de soja depuis des pays sujets à la déforestation.

La luzerne a la faculté de capter directement par son système racinaire l'azote de l'air et se passe donc d'engrais azotés. Elle capte également l'azote en excès dissous dans le sol et la porosité créée par ses racines favorise la vie de la microfaune. Couvrant le sol toute l'année, cette plante est un très bon rempart contre l'érosion hydrique et éolienne. La coopérative étant en agriculture biologique les intrants phytosanitaires sont faibles. Ainsi, la ressource en eau souterraine – l'une des préoccupations pour la gestion du site d'enfouissement de Séché Environnement d'où est extrait le biogaz – est préservée.

La luzerne dans un bocage mayennais conservé offre un refuge pour de nombreuses espèces animales et abrite une infinie variété d'insectes utiles pour la lutte intégrée dans les cultures. Plante mellifère, elle constitue un socle important pour l'apiculture locale.

Les zones emblavées jouxtant le site de Séché Environnement créent de véritables corridors écologiques. La gestion différenciée mise en œuvre sur le site de traitement lui-même, avec ses zones préservées et réservées à la conservation de la biodiversité, assure une parfaite intégration d'une activité industrielle dans la nature et les territoires.

C'est grâce en partie à ce sous-produit, l'énergie chaleur utilisée pour la conservation du fourrage, que cet environnement riche en biodiversité se développe et crée la symbiose entre la vie de l'homme (et sa production de déchets corrélative), l'activité industrielle de valorisation énergétique, et la bonne gestion d'espaces agricoles.

Comme décrit précédemment (p.4), les énergies de récupération proviennent des énergies fatales, inhérentes à toute production de bien ou de service.

Le captage et la valorisation des énergies de récupération participent à la logique de bouclage de flux, qui plus globalement est au cœur de l'Écologie Industrielle et Territoriale (EIT). Démarche inspirée des écosystèmes naturels, l'EIT favorise une gestion optimale des ressources et un fort taux de recyclage de la matière et de l'énergie[17]. Elle constitue une réponse possible des territoires aux enjeux de ressources, d'adaptation et de résiliences évoquées. Mise en place en amont, ou lors d'une requalification, elle favorise la mise en symbiose des acteurs et des activités du territoire. De ce mode de gouvernance « intégrée » émergent des collaborations, mutualisations de moyens, croisements d'intelligences et un développement fort du tissu local. Les enjeux de chacun doivent ainsi être pris en compte, ce qui permettrait d'insérer la préservation de la biodiversité dans le débat, portée alors par d'autres acteurs (agriculteurs, forestiers, parc naturels etc).

Les énergies de récupération, qu'elles soient ou non intégrées dans une démarche d'EIT, ont un double impact positif sur la biodiversité :

- elles diminuent la demande en autres énergies produites (renouvelables ou non) et donc les impacts sur la biodiversité *ex situ*. Les énergies de récupération font partie d'une logique de valorisation de pertes existant de manière extrinsèque. La finalité de la source de production de ces énergies fatales ne doit donc pas être leur



① **Data centers et valorisation d'énergie thermique**
Les systèmes de refroidissement des composants informatiques de ces sites génèrent une chaleur fatale, qui peut être valorisée localement. Ceci ne doit cependant pas se substituer à une démarche de sobriété énergétique.

② **Incinérateur et valorisation des déchets**
Lors de la combustion des matériaux, une grande quantité d'énergie, créée sous forme de chaleur, peut être récupérée et valorisée. Le coût et la perte énergétique du transport de chaleur rend rentable économiquement et écologiquement cette valorisation uniquement dans le cas d'une utilisation très locale.

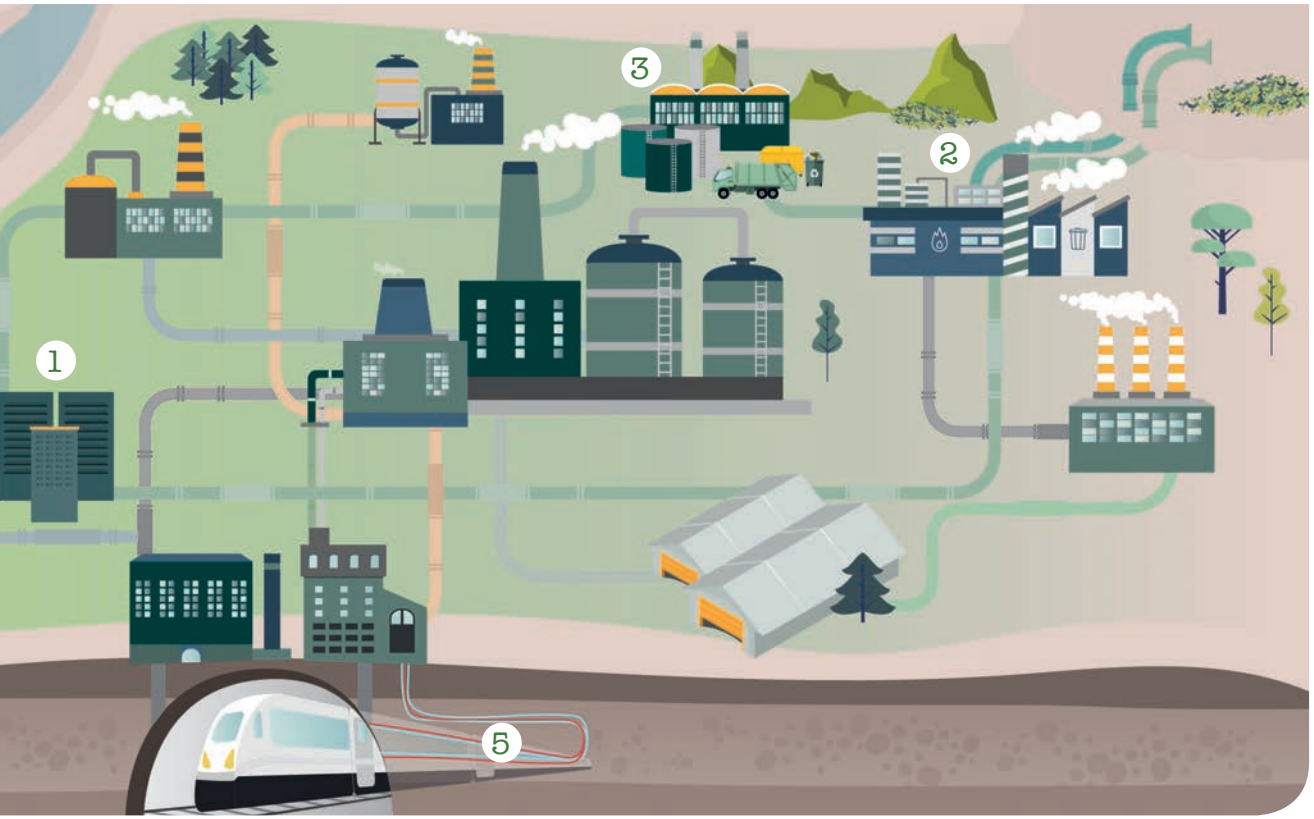
③ **Méthanisation de déchets non-agricoles**
Également appelée digestion anaérobie, c'est un processus de dégradation microbienne transformant de la matière organique complexe en un biogaz ($CH_4 + CO_2$) et en un résidu solide ou liquide appelé digestat. Ce dernier peut aussi être valorisé de manière agronomique, posant le problème de la traçabilité des déchets et leur impact sur la biodiversité.

valorisation (« les déchets ne doivent pas être produits dans l'objectif de leur valorisation ») ;

- elles instaurent, à la façon de l'EIT, un dialogue entre acteurs économiques, collectivités et citoyens. Les activités sources d'énergie de récupération sont diverses et présentes à différents niveaux géographiques : urbain, périurbain, et rural. Elles forment ainsi un maillage du territoire en ressource locale.

Cependant, comme toute activité humaine, ce type d'énergie n'est pas dénué de dommages sur la biodiversité, notamment par l'importante artificialisation des sols, renforcée par la mise en réseau des sites des acteurs. Il convient une fois de plus, dans l'approche globale, systémique et territoriale, de concilier au mieux les besoins humains, les moyens industriels de les réaliser, et la capacité de résilience des écosystèmes.

En ce qui concerne les ressources, elles sont ici notamment composées de l'activité originelle principale : l'incinération, le big data, la méthanisation, le transport…. Or celles-ci ont de multiples impacts sur la biodiversité : par leur implantation, leurs déchets ou énergies fatales non récupérables, par leur démantèlement. Dans le cas de sources ancrées dans le territoire, l'évaluation a posteriori des impacts peut être facilitée, soit par la collaboration des acteurs voisins (pêcheurs, médecins, agriculteurs…) agissant comme des « sentinelles » lors de leur activité professionnelle, soit indirectement en restant à l'écoute de leurs retours.



④ **Valorisation de la chaleur des eaux usées**
Voir encart : Veolia

⑤ **Récupération d'énergie dans les transports**
Le freinage des trains est un phénomène qui dissipe énormément d'énergie. Celle-ci peut être récupérée et réinjectée dans le réseau, puis redistribuée localement, notamment sur la ligne de train.

⑥ **Réseau de froid par voie naturelle**
"Free-cooling", "free-chilling", ou "geo-cooling" permettent de limiter ou de remplacer, selon les périodes de l'année, le recours aux systèmes de refroidissement classiques, en exploitant la fraîcheur de l'air ou du sol, directement ou indirectement. La consommation en eau et en produits chimiques est alors diminuée. Cependant, les impacts des rejets ou instauration de circuit dans l'eau naturelle ne sont que peu étudiés.

VEOLIA

Énergies récupérables : l'exemple de la valorisation de la chaleur des eaux usées en milieu urbain

En France, 80% des logements sont reliés au réseau public de collecte des eaux usées. La température moyenne des eaux usées en France varie de 13-14°C en hiver à plus de 20°C en été.

La récupération de chaleur des eaux usées représente ainsi une source potentielle importante d'énergie en milieu urbain. Cette énergie est locale, renouvelable et directement disponible à proximité des besoins des consommateurs.

La récupération de la chaleur des eaux usées peut se faire en pied d'immeuble pour une réutilisation de la chaleur à l'échelle du bâtiment émetteur, sur les eaux dans le réseau d'assainissement public, à l'aide d'échangeurs de chaleur situés au plus près des utilisateurs de cette chaleur, ou en fin de parcours sur la STEP (Station d'Épuration), pour les propres besoins de la station ou un utilisateur à proximité.

Parmi les technologies existantes, EnergidO (commercialisée par Veolia) apporte une solution pour répondre aux besoins de chauffage et de rafraîchissement du territoire, par un système d'échangeur de chaleur installé en dérivation des réseaux d'assainissement ou sur les stations d'épuration. Ainsi EnergidO peut alimenter en énergie :

- des éco-quartiers ;
- des installations spécifiques : centres aquatiques, serres, centres commerciaux, bureaux etc. ;
- des bâtiments administratifs et les locaux techniques des stations d'épuration.

La récupération des calories contenues dans les eaux usées est donc une solution durable, fiable et innovante permettant de répondre aux besoins énergétiques des populations urbaines tout en luttant contre le changement climatique et en préservant la biodiversité et les ressources non renouvelables.

Références EnergidO (commercialisé par Veolia) : écoquartier de Cap Azur (Roquebrune Cap Martin), centre Aquarena à Arras, cercle des nageurs de Marseille, service d'assainissement de Ginestous-Garonne. Pour information, la solution EnergidO peut également s'appliquer aux réseaux d'eau potable.

L'engagement de l'ADEME pour la biodiversité et les énergies renouvelables

Les énergies renouvelables (EnR), incontournables pour réduire nos consommations en énergies fossiles, présentent également des enjeux environnementaux et de biodiversité, comme toute activité humaine.

Ces enjeux peuvent concerner les différentes phases d'un projet, de l'extraction de matières premières au démantèlement et sont très divers : les centrales photovoltaïques au sol et clôturées peuvent fragmenter les habitats, la faune volante peut entrer en collision avec les pales des éoliennes, etc. La séquence Éviter Réduire Compenser (ERC) prônée par le ministère de la Transition écologique et solidaire est l'un des outils essentiels pour limiter les impacts.

L'ADEME accompagne depuis de nombreuses années des actions sur les enjeux biodiversité liés aux EnR : acquisition de connaissances, développement de solutions en cohérence avec la séquence ERC. A titre d'exemple, elle travaille avec la LPO depuis plusieurs années sur le programme national « Éolien et Biodiversité » , qui vise à favoriser l'intégration environnementale des parcs français, notamment vis-à-vis des vertébrés volants, sur terre et en mer.

L'ADEME lance également à l'automne 2017 une étude pour réaliser un état de l'art des impacts des EnR sur la biodiversité, les sols et les paysages et sur les moyens de les évaluer. Ce travail réalisera l'inventaire des connaissances dans ce domaine et de l'ensemble des travaux à réaliser pour en combler les lacunes.

Elle cofinance aussi le programme de recherche Chirotech porté par la société Biotope, qui permet de commander l'arrêt des éoliennes lors de périodes de forte activité des chiroptères. Ces travaux, complémentaires aux résultats d'analyse de cycle de vie (prenant en compte des impacts environnementaux plus indirects, tels que les émissions de CO_2), permettront de poursuivre le développement d'EnR les plus performantes possibles non seulement sur les dimensions techniques, mais aussi environnementales.

La biodiversité au cœur du modèle CNR

Depuis plus de 80 ans, CNR (la Compagnie Nationale du Rhône) aménage le Rhône selon trois missions solidaires : produire de l'électricité verte, développer la navigation et irriguer les terres agricoles. Premier producteur français d'énergie 100% renouvelable, CNR a conçu autour du territoire du Rhône, un modèle industriel conjuguant production d'électricité verte et développement durable.

La biodiversité et la logique territoriale sont au cœur de son modèle.

Face à une perspective de diminution de la ressource en eau et d'érosion de la biodiversité, la qualité de l'eau et la richesse écologique des territoires sont indispensables : un fleuve qui se porte bien et que nous connaissons bien est un fleuve mieux à même de contribuer au développement des territoires.

CNR gère plus de 27 000 ha de domaine et plus de 100 sites naturels préservés abritant une grande biodiversité dont elle concilie la préservation avec sûreté hydraulique, sécurité des riverains, production d'énergie et développement économique.

En 2003, CNR crée les Missions d'Intérêt Général, des plans d'action de 5 ans destinés aux territoires. Le 3ème en cours de déploiement le long du Rhône, consacre 47M€ à la biodiversité. Il comprend la restauration hydraulique et écologique du Vieux-Rhône, par la remise en eau des anciens bras du fleuve asséchés. Cela recrée des dynamiques favorables à la biodiversité et améliore les écoulements pour faciliter l'expansion des crues.

CNR lutte également contre la propagation des plantes invasives par des méthodes innovantes comme la plantation d'espèces locales dont le voisinage et les substances qu'elles sécrètent nuisent à la propagation des plantes invasives. Enfin, CNR s'intéresse aux espèces piscicoles et déploie un procédé innovant repérant les traces ADN des poissons pour collecter rapidement des données précises sur les espèces traversant le Rhône. Ainsi, en une seule campagne, sont collectées des données équivalentes à plusieurs années d'opérations plus traditionnelles. Améliorer la connaissance des milieux permet notamment de vérifier le bon fonctionnement des passes à poissons.

Depuis 2006, CNR s'est développée en dehors du Rhône, par une production solaire et éolienne. Au cœur de ces nouveaux développements, cette même logique de territoire et de conciliation des usages et enjeux, ainsi que la préservation de la biodiversité. Les parcs photovoltaïques sont implantés sur des sites pollués ou des friches industrielles, loin des zones agricoles ou naturelles. L'exploitation des parcs se fait de façon durable, notamment en végétalisant avec des semences locales les sites qui servent alors de pâturage aux éleveurs locaux (gestion pastorale).

L'approche un cadre de pensée

Une crise aux dimensions multiples se dresse devant nous. Pour sortir de celle-ci, il existe une kyrielle de solutions qui doivent être conjuguées pour répondre à ces nouveaux défis. Atteindre nos objectifs impose de faire des choix de manière harmonieuse et cohérente. La logique de développement durable impose d'avoir une approche holistique du système dans lequel nous nous développons ; de ne pas aggraver un problème pour en résoudre un autre.

Cette interdépendance entre les humains, leurs organisations et les écosystèmes permet de les appréhender comme un seul et même système : le socio-écosystème.

Cette notion fait écho à l'approche de soutenabilité forte qui considère les écosystèmes et les organisations humaines comme interdépendants. Pour faire perdurer un tel système dans un monde en changement, celui-ci doit être le plus résilient possible, i.e. posséder une capacité d'adaptation face aux changements globaux.

La lutte contre le changement climatique et donc la transition énergétique cherchent à maintenir cette résilience mais en gardant souvent une approche très « carbo-centrée » qui peut mener à omettre des enjeux majeurs voire réduire encore la résilience des socio-écosystèmes.

L'approche territoriale comme cadre de fond pour nos choix, se révèle alors la plus pertinente. En effet, elle oblige à considérer les aspects spatiaux du développement mais également les liens et interactions qui s'établissent entre toutes les entités du socio-écosystème[22]. Une approche « complexe » au sens d'Edgar Morin.

Si l'utilisation d'énergie est inhérente aux activités humaines, c'est aussi l'une des

territoriale : conciliant les enjeux

premières causes de la crise que traverse l'espèce humaine aujourd'hui. Pour rendre le futur soutenable, une transition énergétique s'impose. Elle recouvre nos pratiques (sobriété et efficacité) mais impose également la question du « comment produire ». L'atténuation par la récupération d'énergie ou la production d'énergie renouvelable est la solution. Mais, cette atténuation doit être déployée de manière réfléchie pour ne pas aggraver d'autres crises comme l'érosion de la biodiversité.

Dans le contexte de globalisation actuel, toutes les ressources à disposition sont prises en compte dans l'élaboration de solutions énergétiques et ce bien souvent au détriment des impacts provoqués par leur utilisation. Alors que l'environnement était le grand oublié de la révolution industrielle et du grand développement des pays dits « du nord », il ne faut pas que la biodiversité, notamment la biodiversité *ex situ* et donc les pays dits « du sud » deviennent les grands oubliés de la transition énergétique. En somme, cette transition énergétique locale dans l'utilisation, mais globale dans ses ressources et son déploiement, doit être considérée dans son caractère global (*in situ* et *ex situ*) lors de son évaluation.

Ayant à l'esprit ces implications *ex situ* des choix, c'est ensuite par l'approche territoriale que le débat doit être posé afin de concilier nature et activités humaines. La production d'énergie doit s'inscrire dans le contexte local, avec ses atouts et ses faiblesses spécifiques. Aujourd'hui, c'est essentiellement à l'échelle des territoires que les problèmes de développement durable sont perçus et c'est sans doute également là qu'ils peuvent trouver des solutions à la fois équitables et démocratiques[14].

Les questions de recherche à l'interface des enjeux de transition énergétique et de préservation de la biodiversité

Les objectifs de croissance verte en France reposent en grande partie sur le développement des énergies issues de la biosphère qui représentent plus de la moitié des énergies renouvelables dans notre pays. La recherche peut jouer un rôle de lanceur d'alerte lorsque des impacts sont constatés sur les écosystèmes ou lorsque la modélisation des activités humaines prévoit des dommages aux écosystèmes, mais elle peut aussi fournir en amont des outils et des connaissances à destination des acteurs afin de baser les décisions sur la science et non pas sur la seule rentabilité du projet.

Si on ne peut dresser ici un panorama exhaustif des questions de recherche, trois aspects apparaissent cruciaux et devraient faire l'objet de financements par les pouvoirs publics pour garantir la préservation des biens communs de l'humanité et le bien-être des citoyens.

Le premier est la mesure des impacts des nouvelles filières d'énergies renouvelables sur la biodiversité, des populations aux écosystèmes, incluant l'ensemble de leur cycle de vie (de la fabrication des équipements en passant par le transport et le recyclage final de leurs produits ou infrastructures) et intégrant aussi les impacts indirects ou cumulatifs. Les réponses de la biodiversité à ces nouvelles activités humaines en lien avec la diffusion d'espèces envahissantes par exemple, doivent aussi être abordées.

Le second est la question des solutions et alternatives au déploiement massif de nouvelles filières (qui génèrent nécessairement une pression accrue sur les écosystèmes par la consommation de matières premières). La recherche doit donc être en mesure, avec les moyens adaptés, de s'intéresser aux économies d'énergies, à la sobriété et aux solutions fondées sur la nature.

Le troisième est l'analyse de l'acceptabilité sociale de ces nouveaux développements technologiques. La compréhension des mécanismes du consentement des groupes humains à perdre ou non des éléments de la biodiversité ainsi que les aspects formation et sensibilisation sont en effet essentiels pour guider l'action des pouvoirs publics vers la construction d'une société plus durable.

Une rivière, Un territoire

EDF SA est une grande entreprise nationale mais aussi une entreprise délocalisée au sein des territoires. Le groupe a lancé, il y a quelques années, le programme « Une Rivière, Un Territoire », en développant plusieurs agences dans des vallées accueillant ses installations de production hydraulique. Cette initiative ne se concentre pas uniquement sur l'écosystème naturel de la rivière mais également sur l'écosystème territorial et humain. Le programme comporte ainsi deux volets complémentaires.

Le premier, à court terme, est de développer les liens entre les acteurs eux-mêmes sur le territoire pour en faire de véritables laboratoires d'innovation, notamment entre acteurs industriels. L'ancrage d'EDF au sein du territoire lui permet de développer des liens qui ne peuvent exister que grâce à une proximité d'actions. Mieux connaître l'écosystème économique local permet de favoriser la performance industrielle (à travers par exemple la meilleure connaissance des compétences des entreprises locales au service des enjeux industriels d'EDF), les synergies et l'intelligence collective.

Le deuxième, à plus long terme, permet d'investir dans des entreprises en lien avec les domaines de l'eau, l'énergie ou l'environnement. Un fonds d'investissement permet d'épauler les entreprises du territoire dans leur croissance sous la forme de prêts ou de prises de participation de la part d'EDF. Ces initiatives permettent de maintenir voire de créer une activité et des emplois nécessaires et vitaux dans les territoires « hydrauliques », souvent isolés des grands bassins d'emploi.

Ces deux volets permettent de favoriser et créer le dialogue et l'action concertée entre les parties prenantes d'un même territoire. Les échanges entre acteurs peuvent être de nature variée : expertise, ingénierie, idées, projets… Dans une logique de symbiose entre acteurs du territoire et environnement/ressources naturelles, le sujet de la biodiversité peut créer de nouveaux et solides liens entre les acteurs. S'ancrer dans le territoire permet de mieux en connaître les enjeux, de mieux se connaître et donc de trouver de meilleurs équilibres. Par exemple, l'agence « Une Rivière, Un Territoire » Massif du Jura a réalisé dans un FabLab du territoire de l'Ain en juin 2017, un atelier d'innovation environnementale. Celui-ci a permis à plusieurs parties prenantes de trouver des convergences, notamment sur les potentiels liés à l'utilisation de la robotique au service du monitoring environnemental.

S'investir et surtout s'investir ensemble c'est construire un territoire adapté et résilient pour demain.

Conclusion

Décloisonner les problématiques environnementales et répondre aux enjeux de manière cohérente constitue aujourd'hui une priorité. Il convient d'agir en faveur du changement climatique, sans aggraver le sort de la biodiversité. Elle est le socle de tous les possibles.

Un changement de mode de production d'énergie comme solution pour le climat concerne de fait la biodiversité. Des impacts négatifs comme positifs existent, à tous les niveaux, que ce soit ici ou là-bas, en amont, pendant ou après.

En avoir conscience est important pour nous tous, en tant qu'acteurs de la transition énergétique. Déjà, certains se mobilisent, réfléchissent à cette cohérence nécessaire et primordiale pour notre avenir. Une approche territoriale et systémique est fondamentale pour relever de tels défis.

Ce sont nos capacités d'imagination, d'innovations organisationnelles, de coopération avec les autres, biodiversité comprise, qui sont le terreau des possibles pour un développement souhaitable, compatible avec une lutte contre les changements globaux. Le monde vivant peut nous inspirer en la matière, lui qui a su évoluer sous contraintes d'énergie.

Le Groupe de Travail ORÉE se propose de participer à cet élan en travaillant sur une aide à la décision en termes d'énergie. Accompagner les acteurs dans leurs diagnostics et démarches énergétiques pour concilier au mieux les contraintes et opportunités et ainsi optimiser des choix partagés en résonnance avec cette recommandation de Nelson Mandela :

« May your choices reflect your hopes, not your fears »

Sigles et abréviations

ACV :	Analyse du Cycle de Vie
ADEME :	Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AFB :	Agence Française de la Biodiversité
B :	bore
Br :	brome
CGDD :	Commissariat Général du Développement Durable
CH4 :	méthane
CMS :	Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals
CNR :	Compagnie Nationale du Rhône
CO2 :	dioxyde de carbone
EDF :	Électricité de France
EDP Renewables :	Energias de Portugal
EIT :	Écologie Industrielle et Territoriale
EMR :	Énergies Marines Renouvelables
EnR :	Énergies Renouvelables
EnR&R :	Énergie Renouvelables et de Récupération
ERC :	Éviter Réduire Compenser
EROEI :	Energy Returned On Energy Invested
FRB :	Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité
GES :	Gaz à Effet de Serre
GT :	Groupe de Travail
Hg :	mercure
HT :	Hors Taxe
kWh :	kiloWatt/heure
LPO :	Ligue pour la Protection des Oiseaux
MEA :	Millennium Ecosystem Assessment
MTES :	Ministère de la Transition Écologique et Solidaire
MW :	MégaWatt
PV :	PhotoVoltaïque
P :	phosphore
Pb :	plomb
PVC :	polychlorure de vinyle (polyvinyl chloride)
R&D :	Recherche et Développement
SNCF :	Société Nationale des Chemins de fer Français
STEP :	Station d'Épuration des eaux usées
UICN :	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
ZPS :	Zones Protection Spéciales
ZSC :	Zones Spéciales de Conservation



© Jérôme Faure

Références

1 Abbadie L., in Gouyon P.-H., Leriche H., Civard-Racinais A., 2010. *Aux origines de l'environnement.* Ed. Fayard, Paris.

2 Assemblée des Chambres Françaises de Commerce et d'Industrie, 2011. *Classification des déchets.* Direction Environnement et Développement Durable. p.31

3 Barra M., Hutinet L., Lecuir G., Natureparif (Île-de-France), Humanité et biodiversité (France), et Fondation pour la nature et l'homme, 2014. *Économie et biodiversité: produire et consommer dans les limites de la biosphère.* Ed. Victoires, Paris. p.249

4 Bezelgues-Courtade S., Durst P., 2012. *Impacts potentiels de la géothermie très basse énergie sur le sol, le sous-sol et les eaux souterraines – Synthèse bibliographique, Rapport final.* p.129

5 Brundtland G. H., 1987. *Our Common Future.* Ed. Oxford University Press. p.383

6 CDE 2012, *Qu'est-ce que l'énergie « fatale » ?* , consulté le 31 août 2017

7 CDE 2017, *Solaire photovoltaïque,* consulté le 31 août 2017

8 Collard F., *Les énergies renouvelables*, Courrier hebdomadaire du CRISP 2015/7 (N° 2252-2253), p. 5-72

9 Cuenot N., *Impacts environnementaux et géothermie profonde sur le site de Soultz-sous-Forêts.*

10 FNB, ONF, UCFF, CIBE, CFFN, FPF, FBE, AMORCE, Propellet, SNPGB. *Le bois, la première des énergies renouvelables.* p.12

11 Global 2000, Friends of the Earth Europe, 2013. *LESS IS MORE*

12 La Fabrique Écologique, 2017. *Énergies renouvelables en France : où en est-on en juillet 2017 ?* p.5

13 Larousse.fr. Web., *Énergie.* consulté le 31 août 2017.

14 Laurent A., Veirier L., 2007. *Culture, tourisme et lutte contre la pauvreté au Sahara : une approche territoriale du développement.* Ed. UNESCO. p.138

15 Lefèvre P., 2016. *L'énergie grise, la face cachée de la construction*, consulté le 31 août 2017

16 Les amis de la Terre, 2013. *Lithium : nécessité et urgence d'introduire de nouveaux processus de collecte et de recyclage.* p.6

17 Lux S., Lecuir G., Loury N., 2011. *ACV, écologie industrielle, bio-mimétisme : quels liens avec la biodiversité?* Ed.Victoires Éditions. p.106-121.

18 Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 2017. *Chiffres clés des énergies renouvelables* | Édition 2016. DataLab.

19 Moreau S., Service de la donnée et des études statistiques (SDES), 2017. *Tableau de bord : éolien Premier trimestre 2017.*

20 ORÉE sous la direction de Michel Trommetter, 2015. *Climat et Biodiversité : Enjeux et pistes de solutions. Acteurs d'aujourd'hui et de demain, à la croisée des enjeux du climat et de la biodiversité.* p.34

21 Photovoltaique.info. *Gestion et valorisation des systèmes en fin de vie*, consulté le 31 août 2017

22 Theys J., 2002. *L'approche territoriale du « développement durable », condition d'une prise en compte de sa dimension sociale.* Ed. Réseau « Développement durable et territoires fragiles

23 UNEP Global Environmental Alert Service (GEAS). *Sand, rarer than one thinks.* Thematic focus. March 2014

24 World Bank Report, 2017. *The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future.* p.94