

L'ÉOLIEN : UNE CARTE À JOUER POUR LES TERRITOIRES

Considérée comme un important contributeur de la transition énergétique depuis plusieurs années, l'énergie éolienne française confirme son rythme de développement sur terre comme en mer. Innovations, impacts environnementaux et économiques, modalités de financement...

20 ans après le début du programme éolien français, coup de projecteur sur les 12 GW d'éolien installés dans l'Hexagone, à l'heure où la réforme territoriale la place plus que jamais au cœur des enjeux des collectivités.

À lire dans ce dossier

ZOOM SUR...
L'éolien
plonge dans
le grand bain
P. 8

**REGARDS
CROISÉS**
De la
concertation à
la participation
P. 9

REPORTAGE
Oiseaux et
chauves-souris :
l'éolien à
l'écoute de la
biodiversité
P. 10

AVIS D'EXPERT
Énergies
renouvelables...
et citoyennes!
P. 11



ÉOLIEN : UNE PIERRE ANGULAIRE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Dans ses travaux de prospective énergétique pour 2030, l'ADEME attribue à l'éolien une part de 22 % dans la production électrique nationale. À 13 ans de l'échéance, la filière éolienne connaît un développement rapide et robuste. État des lieux.

L'essor des énergies renouvelables est-il la signature d'une troisième révolution industrielle? Les indicateurs sont éloquentes : en Europe, 30 % de la consommation d'électricité provient d'énergies renouvelables (EnR) et en 2016, 86 % des nouvelles capacités de production électrique (en MW) en Europe étaient des EnR. Quid de la France? Avec une puissance installée de l'ordre de 12 GW à fin décembre 2016, la filière française se situe au 4^e rang européen. Et les ambitions sont élevées : la Programmation pluriannuelle de l'énergie

(PPE) officialisée en octobre dernier prévoit, en estimation basse, un doublement de la capacité installée d'ici à 2023, confortant le rôle majeur tenu par l'éolien dans la stratégie hexagonale de transition énergétique. « *Aujourd'hui, l'éolien est incontournable quand on envisage la production durable d'énergie*, affirme Robert Bellini, ingénieur au service Réseaux et énergies renouvelables à l'ADEME. *Et ses atouts sont nombreux : son bilan environnemental est largement positif, c'est une filière créatrice d'emplois susceptible de redynamiser des*



Avec le fil d'actu, suivez l'info par courriel en vous inscrivant sur www.ademe.fr/ademeetvous-abonnement

17 %

DE CROISSANCE PAR AN
DU PARC ÉOLIEN À
L'ÉCHELLE MONDIALE
DEPUIS 2010.

21 TWH

CORRESPOND À LA
PRODUCTION ÉOLIENNE
FRANÇAISE EN 2016,
SOIT 4,3 % DE
LA CONSOMMATION
NATIONALE
D'ÉLECTRICITÉ.

1,84 MDS €

C'EST L'ESTIMATION DE
LA PRODUCTION TOTALE
DE LA FILIÈRE ÉOLIENNE
FRANÇAISE (ÉOLIEN EN
MER INCLUS) EN 2015,
POUR UNE CRÉATION DE
VALEUR AJOUTÉE
ESTIMÉE À PLUS DE
730 M€ ET DES
EXPORTATIONS ESTIMÉES
À PLUS DE 660 M€.

18 000

EMPLOIS (ÉQUIVALENTS
TEMPS PLEIN - ETP)
DIRECTS ET INDIRECTS
SONT ISSUS DE CETTE
PRODUCTION FRANÇAISE
EN 2015.

territoires ruraux, et son coût est de plus en plus compétitif et peu sensible aux tensions géopolitiques. »

INNOVATIONS TOUTS AZIMUTS

Depuis quelques années, l'éolien est entré dans une période de mutation, marquée par le développement de la filière maritime – avec les premiers parcs d'éoliennes posées et des projets concrets de turbines flottantes (voir page suivante) – mais aussi par de nombreuses innovations. « La conception des éoliennes évolue vers les machines dites toilées, avec un diamètre de rotor en augmentation, poursuit Robert Bellini. Mais il y a des développements dans l'ensemble des domaines : sur les matériaux des pales, sur les génératrices, sur les boîtes de vitesses ou sur les mâts, avec notamment le projet de mât en béton précontraint EOLIFT, que l'ADEME a soutenu dans le cadre du Programme des Investissements d'Avenir. Même les schémas de gouvernance et les plans d'affaires évoluent et offrent une palette de solutions (voir page 11). En tant que principal financeur de la R&D de la filière éolienne, nous sommes d'ailleurs en train de recenser toutes ces innovations dans une étude à paraître prochainement. »

DU TARIF D'ACHAT AU COMPLÉMENT DE RÉMUNÉRATION

Il n'y a pas que les techniques qui changent, le modèle économique de la filière évolue aussi! En effet, 2016 a vu la mise en place d'un dispositif de complément de rémunération qui va se substituer au tarif d'achat réglementé qui accompagnait jusqu'ici le développement de l'éolien. Pour les producteurs, le nouveau système se traduira par une rémunération issue de la vente directe sur le marché de la production, complétée d'une prime variable permettant de couvrir les coûts complets de la filière. « En amenant les exploitants à se confronter au marché – directement ou via un agrégateur pour les plus petits – ce mécanisme traduit l'évolution globale du système électrique, ajoute Robert Bellini. L'architecture et les règles de marché devront également s'adapter! » Pour l'ADEME, un autre chantier important se profile déjà avec la mise en œuvre de la loi NOTRe¹ et plus particulièrement la refonte des schémas régionaux d'aména-

QUELS IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES ?

En janvier, l'ADEME a publié la première partie d'une « Étude sur la filière éolienne française : bilan, prospective et stratégie ». Destiné à consolider l'expertise de l'État en matière d'évaluation des retombées socio-économiques de l'éolien, ce document dresse un état des lieux de la filière hexagonale et du contexte international. « Initié en janvier 2016, ce travail mené à partir de questionnaires adressés à 677 entreprises a permis de confirmer l'impact positif de l'éolien. Le secteur s'est révélé nettement créateur d'emplois et plus exportateur que nous le pensions, précise Guilain Cals, économiste au service Réseaux et énergies renouvelables de l'ADEME. Un second volet, centré sur les perspectives d'avenir du marché éolien français et les opportunités à saisir, sera publié en juin, en même temps qu'un plan d'action visant à décliner les leviers qui nous permettront d'atteindre des objectifs de la PPE en termes de mégawatts installés, tout en maximisant les retombées macro-économiques. Des leviers possibles de captation des bénéfices économiques par les territoires où les parcs sont implantés seront également discutés.



À consulter
> [ademe_mag104-p12_eolien-france.pdf](#)

gement de développement du territoire, qui devront, dès 2018, intégrer un volet développement durable (devenant SRADDET²). Avec ces nouveaux éléments de planification, les régions vont être amenées à s'emparer plus largement de la question des énergies renouvelables et à les rapprocher d'autres thématiques comme l'urbanisme. « Dans cette perspective, l'ADEME a réalisé plusieurs outils d'aide à la décision : cartographie de la ressource éolienne, étude sur l'économie circulaire, sur les impacts environnementaux, explique Robert Bellini. Ces documents illustrent une nouvelle fois la volonté de l'Agence d'accompagner la transition énergétique à tous les niveaux possibles, du plus opérationnel au plus stratégique. »

1. Loi n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République.
2. Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires.



Plus d'infos :
> robert.bellini@ademe.fr
> guilain.cals@ademe.fr

L'ÉOLIEN PLONGE DANS LE GRAND BAIN



Pour l'heure tous les regards sont tournés vers les grandes fermes offshore en train de « pousser » à quelques encablures des côtes... Mais d'ici à quelques années les deux tiers de la production éolienne maritime pourraient venir de bien plus loin. Explications.

LES LAURÉATS :

- Eolfi et CGN Europe Energy – 4 éoliennes de 6 MW au sud de l'île de Groix (Morbihan)
 - Quadran via sa filiale EolMed – 4 éoliennes de 6 MW au large de Gruissan face à Narbonne (Aude)
- Engie, EDPR, CDC – 4 éoliennes de 6 MW à Leucate (Aude)
- EDF EN – 3 éoliennes de 8 MW sur la zone de Faraman près de Marseille (Bouches-du-Rhône)

Longtemps cantonnée à la terre, l'énergie éolienne prend le large depuis quelques années avec les premières installations de parcs éoliens offshore. Sur le papier, l'image est séduisante, car en mer les vents sont plus forts et plus réguliers, permettant ainsi de maîtriser la variabilité de la production d'électricité. Mais dans les faits, les turbines actuelles ne peuvent pas être installées au-delà de 50 m de profondeur, ce qui limite grandement le champ des possibles. D'ailleurs, si on en restait là, on ne verrait sans doute jamais d'éoliennes sur le rivage méditerranéen hexagonal, en raison de la descente abrupte des fonds marins dans cette zone... Pour repousser les fron-

tières, une alternative est en plein développement : l'éolien flottant. « Au lieu d'être fixées au sol marin par des fondations en béton ou en acier, les nouvelles venues reposent sur une base flottante retenue par des câbles ancrés », explique Vincent Guénard, ingénieur au service Réseaux et énergies renouvelables de l'ADEME. Cette caractéristique ouvre des espaces d'exploitation beaucoup plus importants et réduit les impacts sur la pêche et la navigation. En outre, les chantiers de construction seront plus simples – car tout sera monté à terre – et moins intrusifs pour le milieu naturel.

DES RISQUES À LEVER

Mais alors pourquoi n'y a-t-il pas encore d'éoliennes flottantes sur tous les océans ? « Tout simplement parce que c'est une technologie nouvelle, avec des risques à lever et des enjeux financiers conséquents », souligne Vincent Guénard. Mais les choses avancent vite : des

pays comme la Norvège, le Portugal et le Japon ont déjà mené des expérimentations réussies. La France a, elle aussi, sa « preuve de concept » : une éolienne flottante va bientôt entrer en fonction au large de Saint-Nazaire. L'étape suivante – celle des fermes pilotes de 3 à 6 éoliennes – se dessine déjà en Écosse, au Portugal et sur les côtes françaises. Fin 2015, en effet, un appel à projets sur l'éolien flottant a été lancé dans le cadre du Programme des Investissements d'Avenir (IA). L'ADEME a rédigé le cahier des charges, instruit les dossiers et présenté les candidatures aux instances de gouvernance des IA. Verdict ? « Nous avons été très satisfaits de la variété et de la solidité des dossiers présentés, se réjouit l'ingénieur. Pour les quatre projets lauréats (voir encadré), nous sommes en pleine phase de contractualisation avec les consortiums porteurs de projet. Si tout se déroule comme prévu, les quatre fermes devraient être opérationnelles d'ici à 2021 après les études d'impact et enquêtes publiques. » Au total, le potentiel de production des sites devrait s'élever à 350 MWh par an. « Mais pour l'instant, l'ambition est de mesurer la faisabilité technique et économique de l'éolien flottant, de préparer les chaînes d'approvisionnement et aussi de laisser le temps à la concertation avec les pêcheurs et les organisations environnementales », explique Vincent Guénard. De sorte que tout soit prêt pour que les éoliennes flottantes puissent se multiplier dès 2021...

LAURENT CAUSSE,
RESPONSABLE SERVICE
ÉNERGIES DES FERMES DE
FIGEAC



ROGER CONDAMINE,
MAIRE DE
SAINT-SAURY (15)



DE LA CONCERTATION À LA PARTICIPATION

À l'heure où l'ADEME mène une étude sur les opportunités ouvertes par les énergies renouvelables pour le monde agricole, coup de projecteur sur un projet participatif occitano-auvergnat qui associe à la fois une coopérative, deux communes rurales et leurs habitants.

Pouvez-vous présenter la genèse du projet ?

Laurent Causse : En 2007, lorsque nous avons commencé à entendre parler du projet, notre coopérative agricole des Fermes de Figeac avait déjà réalisé une opération collective mutualisée qui a permis d'équiper 200 bâtiments de panneaux photovoltaïques avec, à la clé, des compléments de revenu conséquents pour nos adhérents. Quand la perspective de construire un parc éolien a pris corps, nous sommes entrés en contact avec le développeur Valorem, pour lui proposer de nous associer au financement du projet. Nous avons réussi à conserver la richesse solaire sur notre territoire... Nous voulions faire de même avec la richesse vent !

Roger Condamine : Valorem avait repéré un gisement dans la région et souhaitait y implanter plusieurs éoliennes, à cheval sur Sousceyrac dans le Lot et sur notre commune de Saint-Saury située, elle, dans le Cantal. Dès les premiers contacts, nous étions convaincus, mais dans la mesure où 3 des 4 éoliennes situées sur notre commune sont implantées sur des biens sectionaux, il a d'abord fallu obtenir l'accord des

ayants droit concernés avant de pouvoir donner un avis favorable.

Côté concertation, quels ont été les leviers de la réussite ?

R.C. : En tant que commune, nous avons été très bien associés au projet, tout au long de son avancée. Rien n'a été fait sans nous, ni sans les élus de Sousceyrac. Pendant les 9 années de développement, les habitants des deux communes ont été régulièrement tenus informés et de très nombreuses réunions ont été organisées. Nous pouvons aujourd'hui dire que la concertation a été très bien menée et les quelques oppositions se sont vite résorbées. Aujourd'hui, je suis pleinement satisfait du parc de la Luzette et du sentier botanique qui y mène, qui constitue à lui seul un point d'attraction pour le village. Et je dois bien reconnaître que les 28 000 euros de revenus annuels liés à la location des terrains sont un plus non négligeable pour le budget de Saint-Saury !

Le parc a fait l'objet d'un financement citoyen, comment s'est-il déroulé ?

L.C. : Dès le départ, notre ambition était claire : nous voulions construire un modèle

de gouvernance où le territoire et ses habitants pourraient exprimer leur voix et prendre part concrètement aux décisions. Pour cela, il fallait qu'ils aient une place dans le montage financier. À cette fin, nous avons créé une SAS et nous sommes partis à la recherche de fonds en suivant le modèle de réunions « Tupperwatt » mis au point par les créateurs du parc de Béganne en Bretagne (voir page 11). Nous comptons réunir 1 million d'euros... mais au bout d'un trimestre, nous avons déjà 2,4 millions, apportés par des clubs d'investisseurs réunissant 180 personnes au total... Aujourd'hui, la société d'exploitation du parc est cogérée par la SAS et Valorem – qui reste actionnaire majoritaire avec 60 % des parts – et un pacte d'associés a été signé pour garantir la stabilité de l'actionariat dans le temps. Nous sommes très fiers de ce projet qui permet à tous les acteurs locaux – agriculteurs et simples citoyens – de bénéficier eux aussi des ressources de leur territoire.



Plus d'infos :
> laurent.causse@fermesdefigeac.coop
> saint-saury.mairie@wanadoo.fr



En savoir plus :
> <http://sicaseli.fr>

OISEAUX ET CHAUVES-SOURIS : L'ÉOLIEN À L'ÉCOUTE DE LA BIODIVERSITÉ



© G. Marx

Les détracteurs de l'éolien placent souvent la mortalité aviaire au cœur de leur opposition. Mais qu'en est-il réellement ?

Face à cette question, l'ADEME contribue à l'amélioration des connaissances... et des pratiques.

De plus en plus efficient, de plus en plus compétitif, l'éolien affiche des atouts de poids. Mais dans l'optique d'une contribution importante au mix électrique français, il est nécessaire de s'assurer que son bilan environnemental est lui aussi positif. « L'an dernier, l'ADEME a mené une vaste étude destinée à quantifier les impacts environnementaux de la filière selon la méthode de l'analyse du cycle de vie (ACV), résume Yolène Berrou, ingénieure au service Réseaux et énergies renouvelables. Globalement, les signaux sont au vert, que ce soit en termes d'acidification des sols et des eaux,

de changement climatique, de consommation d'énergies fossiles ou encore de déchets. » Pour compléter ce verdict favorable donné par la méthode ACV, l'ADEME suit également plus précisément les impacts sur la biodiversité. « Sur ce plan, la question qui retient le plus l'attention est celle des effets de l'éolien sur la faune, essentiellement les oiseaux et les chauves-souris. »

Depuis 2002, le programme « éolien et biodiversité », porté par la Ligue de protection des oiseaux (LPO) et soutenu par l'ADEME, le ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer (MEEM) et les représentants des professionnels SER¹ et FEE², concrétise une volonté commune de développer des parcs éoliens respectueux de la biodiversité. Les actions menées ont permis de mieux comprendre les mécanismes de mortalité de l'avifaune et des chiroptères par les éoliennes. Le programme a révélé des difficultés liées à l'estimation des impacts sur l'avifaune qui proviennent d'une forte variabilité entre les sites, voire entre les éoliennes d'un même parc, mais qui restent moins importants en comparaison avec d'autres installations telles que les routes. Aujourd'hui, il s'avère

nécessaire de consolider les connaissances et les collectes de données, en particulier sur les chauves-souris dont les comportements sont moins connus que ceux des oiseaux. « L'ADEME s'implique donc dans l'amélioration des connaissances à travers plusieurs actions menées en partenariat avec la LPO, mais aussi avec le Muséum national d'Histoire naturelle, l'Union internationale de conservation de la nature et des bureaux d'études. » L'étape suivante consiste maintenant à partager les données géolocalisées des suivis de biodiversité, pour en tirer éventuellement des règles permettant d'améliorer la cohabitation.

Dans un autre registre d'outils, l'ADEME accompagne de nombreuses actions qui s'articulent autour de la démarche « Éviter, réduire, compenser » prônée par le MEEM. « Nous nous intéressons en priorité aux deux premières phases. Concrètement, des chantiers planifiés en dehors des périodes de reproduction ou de migration peuvent permettre d'éviter une partie des impacts. D'autre part, on constate aujourd'hui le développement de dispositifs de régulation du fonctionnement des éoliennes pour adapter leur opération aux modes de vie des animaux. Par exemple, le programme de recherche Chirotech, porté par la société Biotopie, a permis de modéliser le comportement des chiroptères pour commander des arrêts machines lorsque surviennent des périodes de forte activité. L'enjeu pour nous est clairement de contribuer au développement d'une production d'énergie renouvelable la plus performante possible sur l'ensemble des dimensions techniques et environnementales », conclut Yolène Berrou.

1. SER : Syndicat des énergies renouvelables.
2. FEE : France Énergie Éolienne





© DR

**MARIE-LAURE
GUILLERMINET,**
ÉCONOMISTE AU SERVICE
ÉCONOMIE ET PROSPECTIVES



© DR

GUILAIN CALS,
ÉCONOMISTE AU SERVICE
RÉSEAUX ET ÉNERGIES
RENOUVELABLES

ÉNERGIES RENOUVELABLES... ET CITOYENNES !

Faire appel aux citoyens pour financer les énergies vertes... Activement soutenue par l'ADEME, l'idée fait peu à peu son chemin dans l'Hexagone.

« Courante dans des pays comme le Danemark ou l'Allemagne, la participation financière des citoyens aux projets de production d'énergie renouvelable – photovoltaïque et éolien en tête – tend à se développer en France depuis une dizaine d'années. L'enjeu est double puisqu'il s'agit à la fois de boucler des tours de table parfois très conséquents et concourir ainsi à accélérer le déploiement des énergies vertes sur nos territoires, mais aussi, voire surtout, de faciliter la concertation, l'intégration locale et l'appropriation des projets. Historiquement, c'est le parc éolien de Béganne, dans le Morbihan, qui a défriché le terrain, non sans mal puisqu'il a mis dix ans à voir le jour. Mais, depuis 2014, les 4 éoliennes totalisant 8 MW sont opérées sans accroc, gérées par une entreprise détenue à 87 % par un millier de particuliers. Cette aventure a fait école : en 2015, au cours de l'étude réalisée par l'ADEME sur l'intégration territoriale des EnR participatives, nous avons recensé 163 projets avec des configurations qui varient en fonction de l'implication des collectivités, de la nature des contributions (prêts, obligations, dons, fonds propres...) et de leur destination – financement

de la dette ou du capital – qui donne, ou non, accès à la gouvernance du projet. Et ce n'est qu'un début : les éoliennes "participatives" ne représentent encore que 3 % de la puissance totale installée en France, ce qui équivaut à la consommation annuelle d'électricité d'environ 430 000 habitants hors chauffage et eau chaude sanitaire. Alors comment aller plus loin ? En veille dès les années 2000 sur le sujet du financement citoyen, l'ADEME agit aujourd'hui sur trois leviers. Le premier est l'accompagnement des réseaux d'animation indispensables à la montée en compétence des porteurs de projets. Depuis ses débuts, nous soutenons Énergie Partagée Association (EPA), mais aussi Taranis en Bretagne, ECLR en Languedoc-Roussillon... et l'ADEME se tient prête pour accompagner l'émergence de nouveaux réseaux, dans les régions qui n'auraient pas encore sauté le pas. Le second est le renforcement de l'implication des collectivités dans ce type de montage car elles jouent un rôle central dans la mobilisation des citoyens. Dans cette optique, nous avons participé à l'élaboration d'un guide pratique à l'intention des acteurs publics porté par EPA¹. Le troisième levier est le co-financement de l'amorçage et du développement des projets citoyens. Via son système d'aide à la décision, l'ADEME souhaite d'une part cofinancer les études de préfaisabilité de ces projets. D'autre part, l'ADEME travaille actuellement à la demande du ministère avec la Caisse des Dépôts et d'autres partenaires, pour aboutir à la mise en place d'un fonds d'investissement dont la mission serait de cofinancer les projets dans les étapes amont du développement.

1. « Les collectivités territoriales, parties prenantes des projets participatifs et citoyens d'énergie renouvelable », janvier 2017, téléchargeable sur le site d'Énergie Partagée, version bêta qui sera actualisée avant l'été.

UNE NOUVELLE CARTE DES VENTS

En 2016, l'ADEME a mis en ligne un nouvel outil d'accompagnement des collectivités réalisé en partenariat avec MetEOlien, Météo-France et l'entreprise de cartographie Magellium. Baptisé WindAtlas, il présente une cartographie de la ressource éolienne pour la France métropolitaine, la Guadeloupe, la Martinique et la Nouvelle-Calédonie. Au menu : les vitesses des vents à différentes hauteurs, mais également des indicateurs permettant de quantifier les variabilités de court terme et de long terme. L'utilisateur a ainsi accès à l'ensemble des valeurs numériques des différentes variables ainsi qu'à leur représentation sous la forme d'une carte pour la hauteur et la zone choisie. L'outil propose également une visualisation du potentiel de production d'un emplacement donné en fonction des caractéristiques des machines.