



Commissariat général au développement durable

Vers une vision prospective des enjeux métiers de l'éolien terrestre

JUILLET 2017

sommaire

Vers une vision prospective des enjeux métiers de l'éolien terrestre

5 – Introduction

7 – L'éolien : de filière émergente à filière mature

Une filière qui poursuit sa structuration suite à une redynamisation par les politiques publiques.

19 – Les emplois et les métiers de la filière éolienne

Le suivi des emplois demeure complexe, néanmoins une approche par métier permet de dégager des caractéristiques spécifiques à la filière.

41 – Une offre de formation en évolution qui permet de répondre à la majorité des besoins

Une présentation de l'offre de formation pour les métiers spécifiques à la filière ainsi que pour les métiers transverses, des problématiques de formation déjà connues par d'autres filières.

57 – Annexes

Document édité par :

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable

Remerciement : France énergie éolienne pour leur contribution et leur mobilisation dans les réunions d'animation, **l'Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (ANACT)** pour leurs éléments sur les conditions de travail dans l'éolien.

contributeurs

NT

Nathalie Tessier
chef de bureau

nathalie.tessier@developpement-durable.gouv.fr

LM

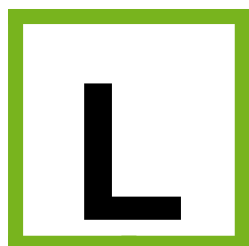
Ludovic Martin
chargé de mission

ludovic-c.martin@developpement-durable.gouv.fr

**Les équipes du
département travail,
Emploi et
Professionnalisation**

Centre d'études
et de recherches
sur les qualifications **Céreq**

avant-propos



a filière de l'éolien terrestre se situe au 4^e rang européen pour la puissance installée. Elle génère près de 15 000 emplois, un chiffre en constante augmentation depuis plusieurs années.

Tandis qu'elle poursuit sa structuration, la filière doit faire face à des enjeux d'industrie émergente sur certaines de ses activités. Ces enjeux pourraient modifier son organisation et ses métiers et faire apparaître de nouvelles compétences. La filière doit ainsi anticiper cette évolution afin d'accompagner les changements qui seront nécessaires. Pour les métiers s'exerçant dans des conditions matérielles exigeantes, des parcours professionnels sont à inventer pour permettre aux salariés d'évoluer vers des métiers moins pénibles physiquement.

Laurence Monnoyer-Smith

COMMISSAIRE GÉNÉRALE AU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Introduction

La transition énergétique vise à préparer l'après pétrole et à instaurer un modèle énergétique robuste et durable face aux enjeux d'approvisionnement en énergie, à l'évolution des prix, à l'épuisement des ressources et aux impératifs de la protection de l'environnement¹.

La loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte va permettre à la France de contribuer plus efficacement à la lutte contre le dérèglement climatique et de renforcer son indépendance énergétique en équilibrant mieux ses différentes sources d'approvisionnement. L'un des grands axes de cette loi vise à favoriser le développement des énergies renouvelables. Afin d'atteindre les objectifs fixés par la loi, la programmation pluriannuelle de l'énergie constitue un élément essentiel de la transition énergétique car elle pilote la transformation de l'ensemble du système énergétique français et implique d'élaborer des scénarios de consommation et d'économies d'énergie.

Afin de développer la filière française de production d'énergies renouvelables, le gouvernement avait lancé en 2013 dans le cadre de la nouvelle France industrielle le plan « énergies renouvelables ». En 2015, afin de poursuivre les efforts de développement de la filière, le financement de ce projet au sein du programme d'investissement d'avenir a été entièrement préservé.

La filière de l'éolien terrestre française se plaçait fin 2016 au 4^e rang européen et au 7^e rang mondial pour la puissance installée. La puissance du parc éolien français atteint 12 GW et représente 4,1 % de la consommation électrique française fin mars 2017². Elle génère aujourd'hui près de 15 000 emplois en France (chiffres France Énergie Éolienne). Ces emplois sont liés principalement aux activités de développement, de fabrication, d'installation sur site, de maintenance et d'exploitation. De nombreuses entreprises françaises sont positionnées comme sous-traitants des constructeurs étrangers pour la fabrication de composants très techniques entrant dans la production de sous-ensembles.

Comme pour tous les secteurs économiques, le développement de la filière repose d'une part sur la maîtrise de la technologie et les opportunités du marché, et d'autre part sur la disponibilité des compétences.

L'emploi et la formation ne sont pas une simple conséquence ou une simple variable d'ajustement de l'évolution d'une filière, ils conditionnent aussi la réussite de cette dernière. Il est donc nécessaire d'envisager avec volontarisme et comme faisant partie intégrante des stratégies de développement conduites par les parties prenantes, l'enrichissement en compétences et en qualifications des actifs et les parcours professionnels qui permettront de pérenniser les compétences acquises.

¹ http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/dgec_panorama_energie_climat_16.pdf

² http://www.rte-france.com/sites/default/files/panorama_enr20170522.pdf



Partie 1

L'éolien : de filière émergente à filière mature

Les politiques publiques soutiennent le développement de la filière éolienne qui poursuit sa structuration.

La France possède 12 GW de puissance installée fin mars 2017 et atteint son record de nouveaux raccordements en 2016 avec 1 420 MW.



Depuis 2014, les politiques publiques redynamisent la filière

Alors que l'installation des premiers parcs d'éoliennes date des années 2000, la filière de l'éolien terrestre présente encore pour une bonne part les caractéristiques en France d'une filière émergente, notamment en matière de sécurisation du marché et de soutien par les politiques publiques.

La loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) a permis à la France de valider son nouveau modèle énergétique. Elle va permettre de contribuer plus efficacement à la lutte contre le dérèglement climatique et de renforcer son indépendance énergétique en équilibrant mieux ses différentes sources d'approvisionnement. La loi se donne pour objectifs de réduire de 40 % les émissions de gaz à effet de serre en 2030 par rapport à 1990, de porter la part des énergies renouvelables à plus de 30 % de la consommation énergétique finale d'énergie en 2030 et de baisser à 50 % la part du nucléaire dans la production d'électricité à horizon 2025³. Cette loi doit stimuler la croissance verte en favorisant l'activité dans le bâtiment, les énergies renouvelables, l'économie circulaire et les transports propres.

Afin d'atteindre cette ambition, il est nécessaire d'élaborer un outil de pilotage de la politique énergétique qui définisse des priorités claires pour les prochaines années, en intégrant l'ensemble des énergies et des piliers de la politique énergétique, et qui pose les bases d'un nouveau système énergétique à l'horizon 2030, la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE).

Introduite par la loi de transition énergétique pour la croissance verte et précisée par le décret n°2016-1442 du 27 octobre 2016, la programmation pluriannuelle de l'énergie⁴ est un élément fondateur de la politique énergétique de la France :

- Elle donne des perspectives aux entreprises et permet la création des emplois de la croissance verte ;
- Elle rend irréversible la transition énergétique et le développement des énergies renouvelables ;
- Elle place la France au premier rang des pays du monde qui ont commencé d'appliquer concrètement l'Accord de Paris sur le climat.

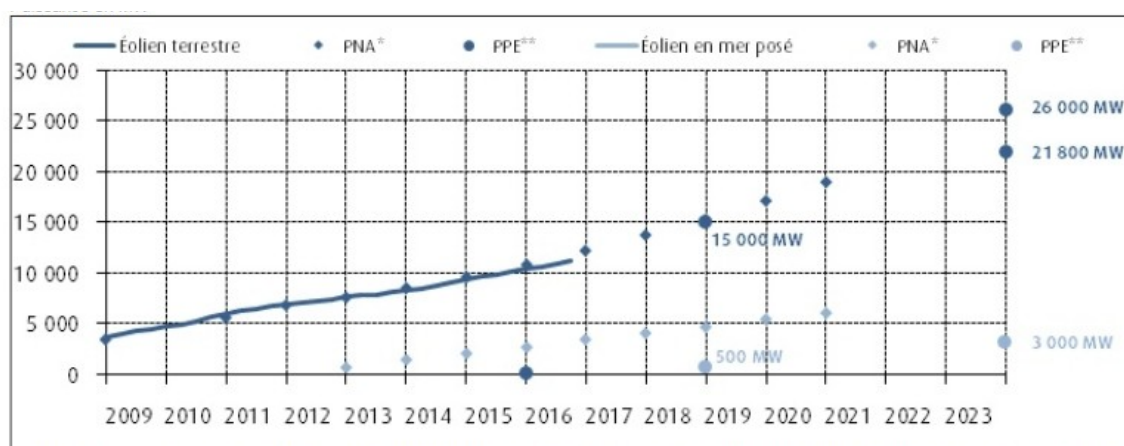
³ http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/dgec_panorama_energie_climat_16.pdf

⁴ <http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe>

Partie 1 - L'éolien : de filière émergente à filière mature

Le décret affiche clairement les objectifs de développement de production d'électricité d'origine renouvelable en France métropolitaine continentale. Ils sont pour l'énergie éolienne terrestre, en termes de puissance totale installée, de 15 000 MW à l'échéance du 31 décembre 2018 et de 21 800 MW (option basse) / 26 000 MW (option haute) à l'échéance du 31 décembre 2023. Ces objectifs sont en cohérence avec ceux de la programmation pluriannuelle des investissements de production (PPI) qui avaient été fixés par arrêté le 24 avril 2016. Ce rythme actuel de développement de la filière est conforme à la trajectoire prévue (figure 1).

1 - Evolution du parc éolien (puissance en MW)



* Trajectoire prévue jusqu'en 2020 par le plan national d'action en faveur des énergies renouvelables (PNA EnR), dans le cadre de la Directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation des énergies renouvelables.

** La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) prévoit un premier objectif de puissance installée pour fin 2018 et deux options (haute et basse) pour fin 2023 (cf décret n°2016-1442 du 27 octobre 2016).
Champ : métropole et DOM.

Source : SDES d'après Enedis, RTE, EDF-SEI, CRE et les principales entreprises locales de distribution (ELD)

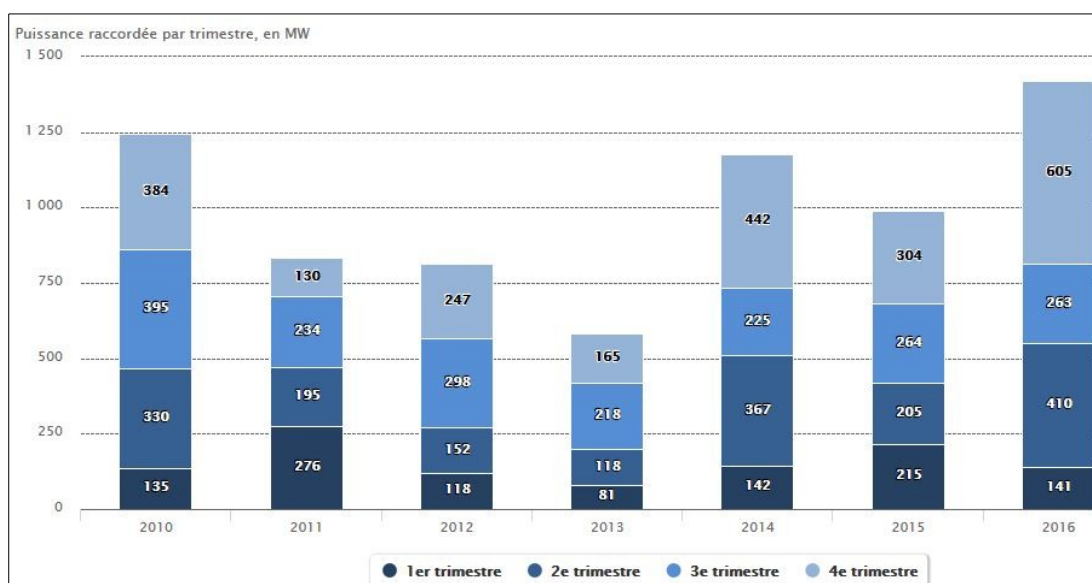
Les politiques publiques énergétiques et la simplification des procédures administratives, loi Brottes de 2013 notamment, ont donc été un atout majeur pour redynamiser la filière ces dernières années. Après un constat d'essoufflement fin 2013, l'éolien (terrestre et marin) a retrouvé une dynamique de développement. L'année 2016 a été une année record en termes de nouveaux raccordements pour l'éolien soit 1 420 MW (figure 2).

Depuis le début de l'année 2016, le rythme des raccordements a été particulièrement dynamique dans :

- les Hauts de France, avec 246 MW,
- en Occitanie (+ 95 MW),
- Grand Est (+ 91 MW),
- Pays de la Loire (+ 90 MW),
- Normandie (+ 66 MW),
- Nouvelle-Aquitaine (+ 63 MW).

Partie 1 - L'éolien : de filière émergente à filière mature

2 - Nouveaux raccordements éoliens (puissance raccordée par trimestre, en MW)



Source : SDES d'après Enedis, RTE, EDF-SEI, CRE et les principales ELD

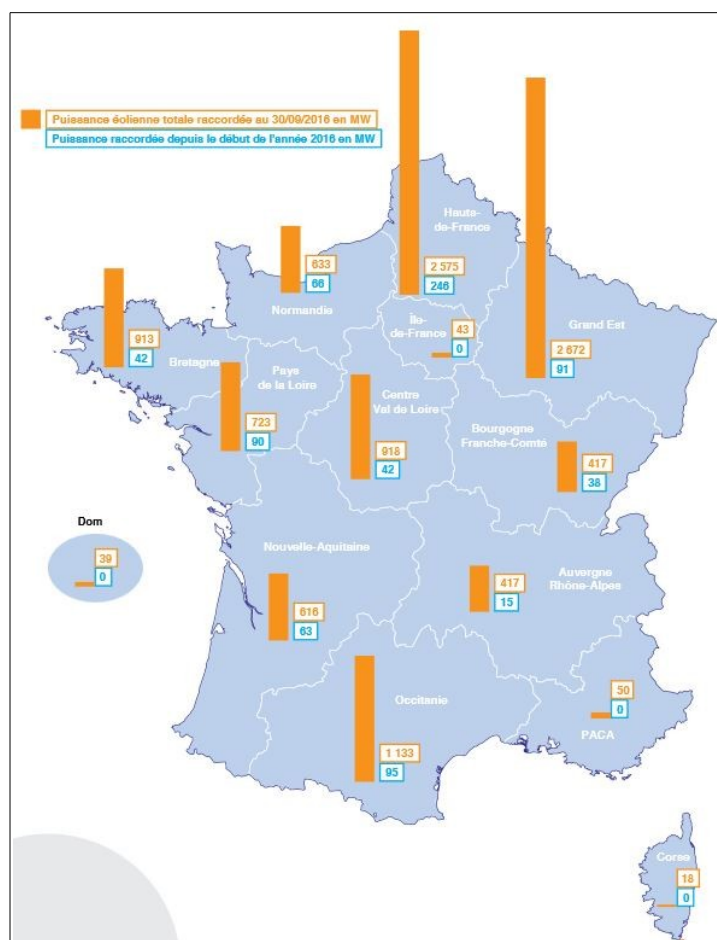
La région Grand Est demeure celle disposant du parc éolien le plus important, avec une puissance installée de 2 894 MW, soit presque le quart de la puissance totale installée sur le territoire français⁵. Le parc éolien français a dépassé 12 GW fin mars 2017.

Actuellement, quatre régions métropolitaines disposent de plus de la moitié de la puissance éolienne nationale :

- Le Grand Est avec 2 894 MW raccordés,
- Les Hauts de France avec 2 828 MW raccordés,
- L'Occitanie avec 1 223 MW raccordés,
- Le Centre-Val de Loire avec 956 MW raccordés.

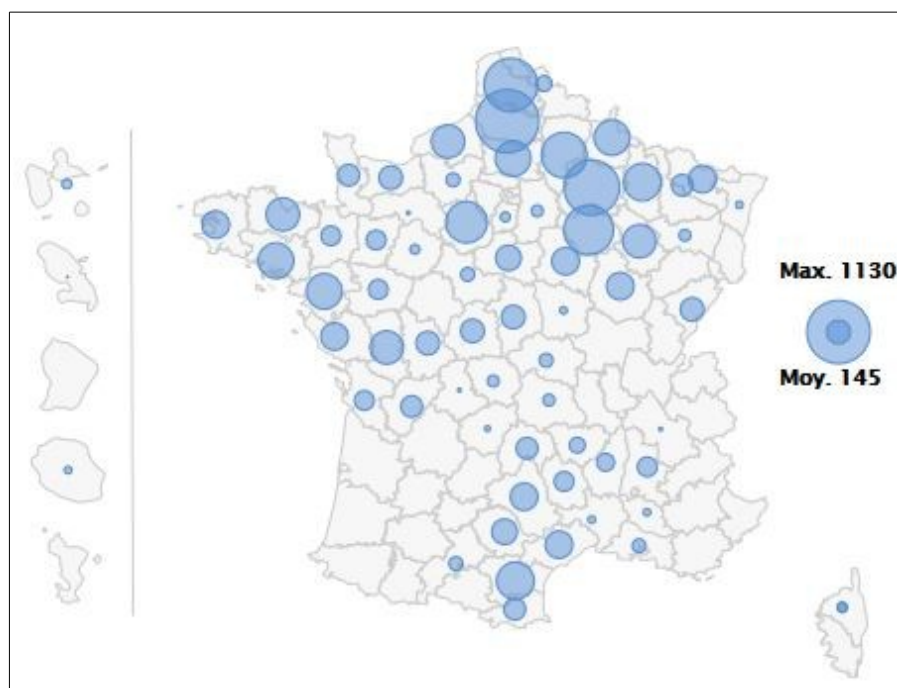
⁵ Source : Commissariat Général au Développement Durable, SDES - St@t INFO - Tableau de bord : éolien premier trimestre 2017

3 - Cartographie de la filière éolienne en France métropolitaine – fin septembre 2016



Source : Observ'ER d'après chiffres SDES, 2016

4 - Puissance éolienne totale raccordée par département au 31 mars 2017
(métropole et DOM)



Source : SDES d'après Enedis, RTE, EDF-SEI, CRE et les principales ELD

Au-delà d'une vision purement relative à la production d'énergie, la LTECV structure également les réflexions et les actions portant sur l'emploi et la formation qui doivent permettre le succès de la transition énergétique, notamment au travers de la stratégie bas-carbone et de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) qui comportent des volets sur les impacts économiques et sociaux.

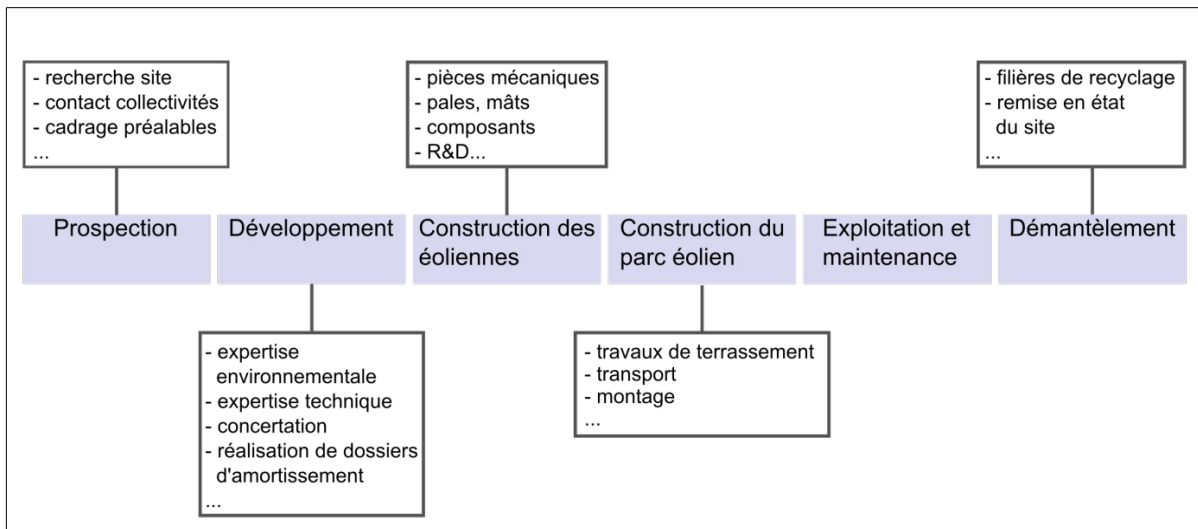
Les articles 180 et 182 de la LTECV soulignent l'importance de soutenir la prise en compte de l'impact de la transition énergétique sur les métiers, les emplois et les formations. Ils précisent de quelle manière l'État travaille en concertation avec les partenaires sociaux et les collectivités territoriales pour l'élaboration d'un plan de programmation de l'emploi et des compétences tenant compte des orientations fixées par la PPE pour l'identification des besoins d'évolution en matière d'emplois et de compétences sur les territoires et dans les secteurs professionnels au regard de la transition écologique et énergétique.

Une filière qui poursuit sa structuration

L'analyse de la chaîne de valeur de la filière, et des entreprises qui la composent, permet une meilleure compréhension de ses enjeux, notamment en termes de métiers et de besoins en compétences (figure 5).

La filière s'articule autour d'activités qui vont de la prospection de nouveaux sites au démantèlement ou au renouvellement de sites obsolètes, en passant par le développement et le financement de parcs éoliens, la construction des éoliennes et des parcs, la mise en service et enfin l'exploitation, la maintenance et l'inspection.

5 - L'organisation de la filière éolienne terrestre



Source : UIMM, 2012

Les entreprises présentes sur les différents maillons de la chaîne appartiennent à des secteurs économiques allant de l'industrie à la production d'énergie en passant par le BTP et exercent leurs activités dans un environnement et des conditions de marché différents, ce qui influence fortement l'analyse des emplois et des besoins en compétences en France.

Partie 1 - L'éolien : de filière émergente à filière mature

Selon l'Ademe⁶, près de 600 entreprises sont recensées comme impliquées directement dans les activités éoliennes. Ce chiffre peut varier en fonction du point de vue des acteurs. En effet, l'Ademe ne comptabilise pas dans les acteurs directs de la filière :

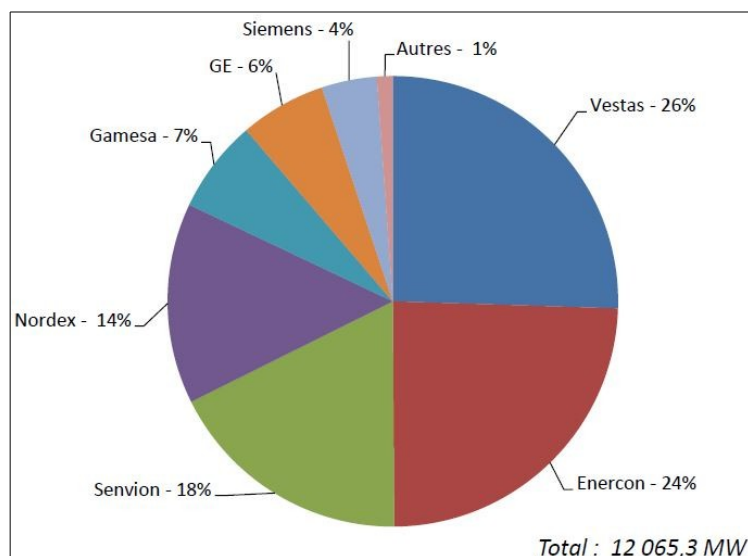
- les acteurs qui n'ont pas eu d'activité éolienne depuis plusieurs années mais qui sont susceptibles de produire des composants ou des services ;
- les services généralistes aux entreprises : assurances, banques, sociétés de financements, cabinets d'avocats ;
- les structures dédiées à la production d'électricité d'un parc.

Aussi, il est important de souligner que les domaines de la prospection et du développement sont caractérisés par la grande complexité et la durée importante de développement des projets.

LA FABRICATION ÉOLIENNE

Le domaine de la fabrication est très concentré (figures 6 et 7) et ne comporte que peu d'entreprises françaises même si les grands turbiniers mondiaux disposent de filiales en France. Récemment, un acteur français s'est positionné sur le marché de la fabrication d'éoliennes de grande puissance : Poma, qui forme un partenariat avec l'entreprise allemande Leitwind, pour une production prévue courant 2017. Le turbiniériste français Vergnet s'est quant à lui spécialisé dans le moyen éolien.

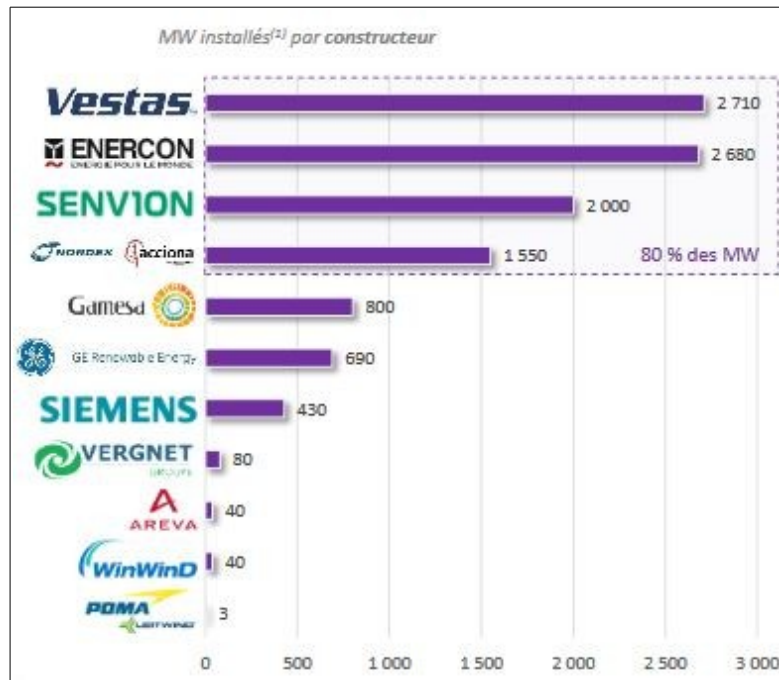
6 – Entreprises et parts de marché (%) du parc éolien total installé en France au 31 décembre 2016



Source : FEE (turbiniéristes), 2017

⁶ Etude sur la filière éolienne française : bilan, prospective et stratégie, Ademe 2017

7 - Classement des constructeurs par MW installés en France (cumulé à mi-2016)



Source : FEE, juin 2016

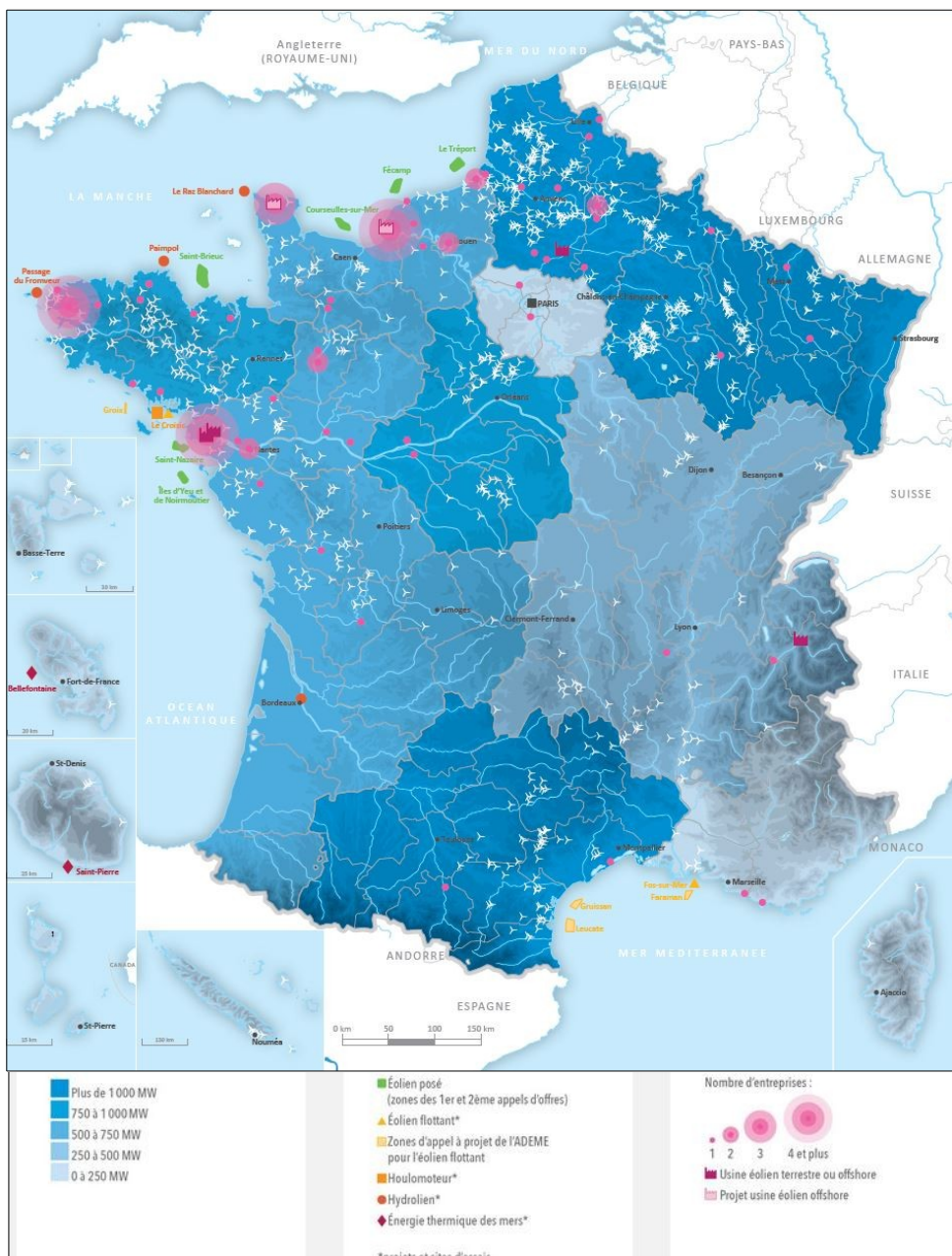
Un certain nombre de sites de production sont localisés sur le territoire français comme le montre la carte de Windustry (figure 8). Windustry France⁷ est un outil de structuration industrielle dont l'objectif est de renforcer l'offre industrielle française à disposition des fabricants d'éoliennes.

Une des caractéristiques transverses des métiers de la filière de l'éolien sera donc une capacité à travailler dans un environnement international, d'où une compétence indispensable et commune : la maîtrise de l'anglais.

⁷ <http://www.windustry.fr/windustry-france.html>

Partie 1 - L'éolien : de filière émergente à filière mature

8 - Une carte des entreprises Windustry France (2015)



Source : <http://www.windustry.fr/industrie-eolienne-france.html>

Partie 1 - L'éolien : de filière émergente à filière mature

L'EXPLOITATION DE LA FILIÈRE ÉOLIENNE

La structuration de l'exploitation des parcs (figure 9) diffère de celle de la construction. Il s'agit d'un marché plus atomisé, avec une centaine d'exploitants actifs, qui peuvent opérer leur parc en propre ou pour le compte de tiers via un contrat d'exploitation. Le groupe Engie (ex GDF-Suez) est le premier producteur éolien en France avec plus de 1 000 MW gérés par ses filiales et participations. Cette multiplicité d'acteurs, dont la taille varie de manière importante, conduit à une diversification des conditions de travail, et parfois des compétences requises sur les métiers en fonction de l'organisation du travail et des niveaux de spécialisation qu'elle entraîne.

9 - Classement des principaux exploitants par MW installés en France (cumulés à mi-2016)



Source : FEE, juin 2016

Sur ce domaine de l'exploitation, une tendance à la rationalisation des activités semble se dessiner et va impacter les métiers et les compétences. La rentabilité économique d'un parc repose sur une production d'énergie électrique optimale, ce qui tient en grande partie au taux de disponibilité de ses machines et à leur capacité de production. Or le vieillissement des parcs « historiques » tend à dégrader ces deux facteurs, particulièrement en rapport à de nouveaux parcs équipés de machines neuves disposant des technologies les plus avancées.

Un enjeu de l'exploitation et de la maintenance sera d'une part de gérer la sortie de période de garantie des éoliennes et d'améliorer le fonctionnement des équipements actuels afin d'augmenter la disponibilité et le rendement des machines. Il s'agit pour les propriétaires des parcs d'au moins améliorer la qualité de la maintenance et si possible d'en réduire les coûts, voire de la transformer de centre de coût à source de valeur par exemple en internalisant l'activité pour ceux qui la sous-traitaient.

Au-delà de ce premier niveau d'optimisation, des opérations plus lourdes de restructuration des parcs peuvent être envisagées.

DÉMANTÈLEMENT OU REPOWERING

Selon l'association européenne WindEurope, sur les 141 GW d'éolien terrestre installés en 2016 dans l'Union européenne, près de la moitié devrait arriver en fin de vie entre 2020 et 2030, c'est-à-dire pratiquement demain. Deux solutions sont envisageables pour un parc qui arrive en fin de vie : le démantèlement du parc ou le *repowering* (reconfiguration de parc). Les activités de démantèlement et de *repowering* sont encore marginales en France mais devraient rapidement offrir un nouveau marché.

Le démantèlement est régi par l'arrêté ministériel du 6 novembre 2014⁸, qui précise que l'obligation de démantèlement en fin d'exploitation couvre, outre les éoliennes elles-mêmes, les « postes de livraison ainsi que les câbles dans un rayon de 10 mètres autour des aérogénérateurs et des postes de livraison ».

Compte tenu des difficultés de création de nouveaux parcs, ainsi que de l'évolution technologique qui rend les nouvelles éoliennes beaucoup plus efficaces avec des capacités unitaires de production plus importantes, et donc susceptibles de produire plus d'énergie avec le même nombre de mâts, les projets de reconfiguration de parcs éoliens anciens semblent être amenés à se multiplier, plus que les projets de démantèlement.

Le *repowering* a l'avantage de permettre de bénéficier des acquis du parc précédent (comme les études d'évaluation du potentiel éolien du lieu, l'acceptabilité du projet, la création des voies d'accès, poste de livraison, raccordement,...) tout en augmentant la production d'énergie sans consommer de terrain supplémentaire. Techniquement, il peut consister à accroître les capacités des champs existants sans modifier la structure d'implantation du parc, juste en changeant certaines pièces des machines, ou en remplaçant la machine en totalité (*revamping*) voire en procédant à une re-conception totale du parc (*repowering*).

⁸ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000029785646>

Partie 2

Les emplois et les métiers de la filière éolienne

L'éolien terrestre génère près de 15 000 emplois selon France énergie éolienne sur le territoire français mais l'estimation et le suivi des emplois restent complexes.

Pour chaque maillon de la chaîne, des métiers ont été identifiés afin de faire ressortir leurs spécificités et leurs compétences associées.

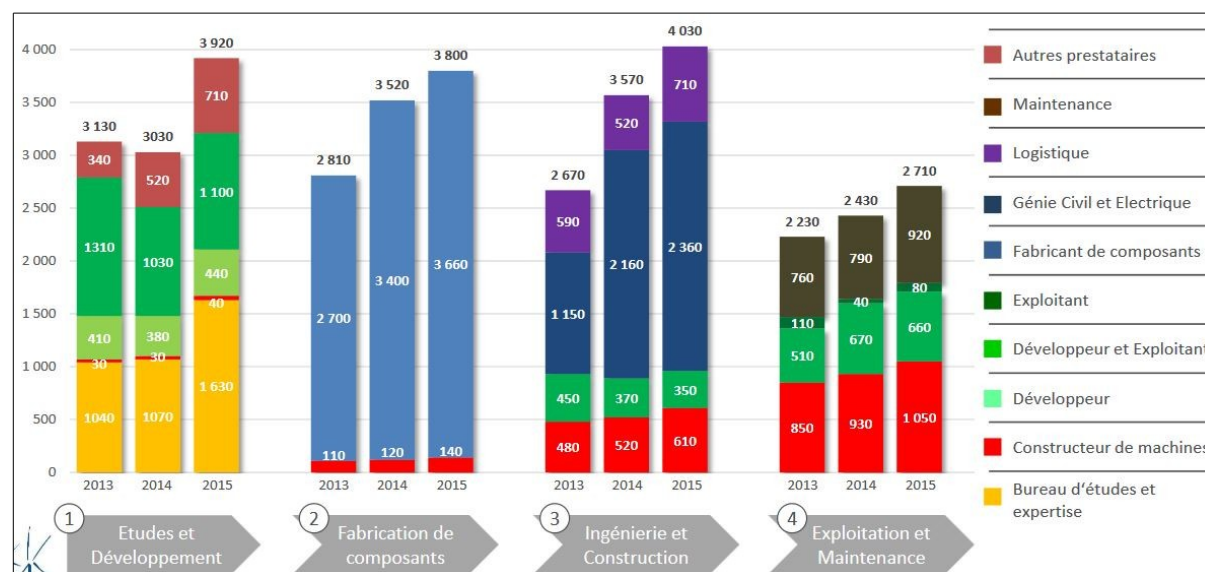


Un suivi complexe des emplois

Les emplois de la filière de l'éolien ne sont pas directement repérés par les éléments de statistique publique. De ce fait, leur estimation et leur suivi sont complexes. Différentes études, reposant sur des méthodes et des périmètres distincts, permettent d'approcher la réalité de ces emplois.

On peut comptabiliser de différentes manières les emplois d'un secteur, les emplois directs qui désignent les emplois liés directement à la production d'un produit et les emplois indirects et induits. Si les acteurs de la filière peuvent comptabiliser les entreprises présentes sur les différents segments de la chaîne de valeur, l'estimation des emplois en ETP liés uniquement à l'activité de l'éolien est plus délicate, surtout lorsqu'il y a plusieurs activités au sein d'une même entreprise. Cette méthode de comptabilisation est celle de l'Observatoire de l'Eolien (FEE) qui s'attache à proposer une vision synthétique du nombre d'emplois générés pour chaque maillon de la chaîne. Elle permet ainsi de mettre en lumière un relatif équilibre entre les quatre maillons identifiés, en termes d'emplois générés (figure 10).

10 - Répartition dynamique des emplois éoliens par catégorie d'acteurs sur la chaîne de valeur depuis 2013



Source : Observatoire de la FEE

Partie 2 - Les emplois et les métiers de la filière éolienne

On observe une augmentation globale des emplois entre 2013 et 2015, la filière comptabilise 14 460 emplois (ETP) en 2015. Les activités les moins délocalisables comme l'exploitation et la maintenance ont connu une croissance régulière (+ 22 %). Cette dynamique devrait se poursuivre dans les années à venir, à la fois du fait de la mise en activité de nouveaux parcs et des travaux de maintenance lourde sur les parcs les plus anciens.

L'Ademe a en revanche une autre manière de comptabiliser l'emploi puisqu'elle comptabilise une partie des emplois directs. Dans son document « marchés et emplois liés à l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables : situation 2013-2014 et perspectives à court terme », l'Ademe comptabilise 4 794 ETP.

11 - Emplois en ETP de 2006 à 2015

Emplois en équivalent temps plein										
Fabrication des équipements (10)	267	404	553	840	929	1 054	963	972	948	975
dont exportations (11)						Non comptabilisé				
Construction (12)	1 871	1 577	2 232	2 274	2 780	1 532	1 574	1 277	1 684	1 482
Distribution (13)						Sans objet				
Production d'énergie (14)	385	562	804	1 059	1 340	1 526	1 702	1 839	2 101	2 337
Total (15=10+12+13+14)	2 522	2 542	3 589	4 174	5 049	4 112	4 239	4 088	4 733	4 794

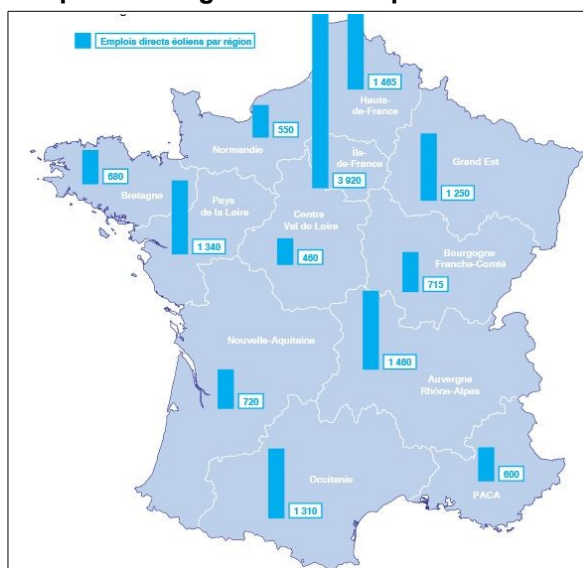
Source : estimations In Numeri ; (e) : estimation, (p) : prévision

Source : Ademe, 2016

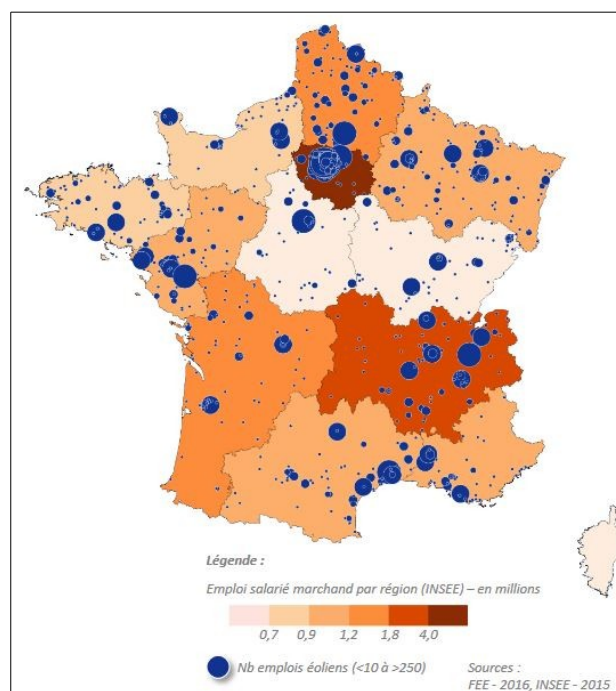
UNE LOCALISATION DES EMPLOIS ÉOLIENS

La répartition géographique des emplois de la filière démontre une concentration dans certaines régions, souvent mais pas toujours en lien avec la puissance raccordée. Le décalage le plus frappant est celui de l'Île-de-France, dotée d'une capacité de production très réduite, mais d'un grand nombre d'emplois, en raison de la localisation dans cette région d'un grand nombre de sièges sociaux. Les figures 12 et 13 illustrent cette analyse.

12 - Répartition régionale de l'emploi éolien en 2015



13 - Contribution de la filière éolienne à l'emploi en région



Source : FEE- BearingPoint, 2016

Une approche par métier qui permet de dégager des caractéristiques spécifiques à la filière

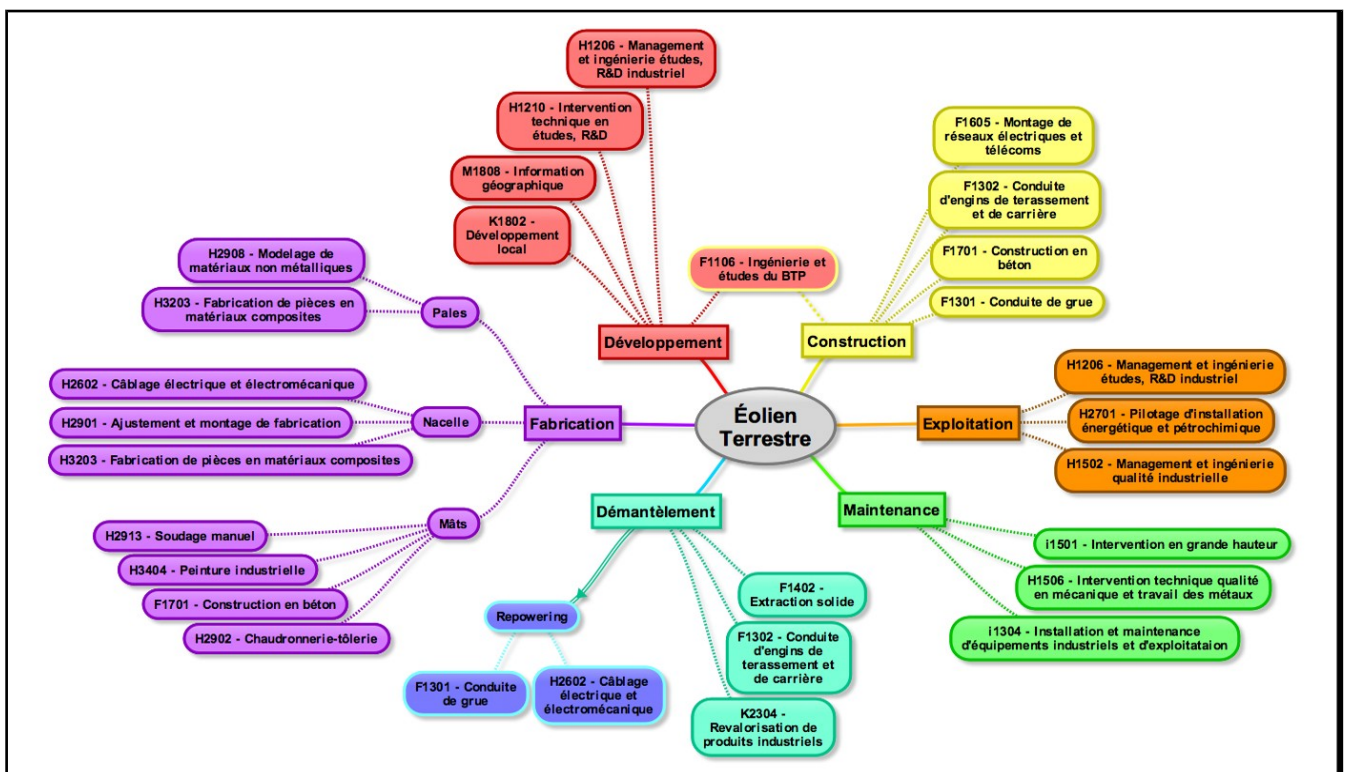
L'approche par métier, en reprenant le cadre de définition des maillons de la chaîne de valeur de la filière, permet de dégager une vision d'ensemble et d'identifier des caractéristiques propres à la filière.

La cartographie des métiers de l'éolien terrestre, présentée en figure 14, permet de dresser une cartographie des principales familles de métiers sur chacun des maillons de la chaîne de valeurs, en utilisant la nomenclature des emplois-métiers du répertoire opérationnel des métiers et des

Partie 2 - Les emplois et les métiers de la filière éolienne

emplois (ROME). Même s'il ne rend pas précisément compte des spécificités de chaque métier tel qu'il est exercé dans la filière de l'éolien, le ROME a l'avantage de permettre des comparaisons inter-filières. Par ailleurs, il est un des descripteurs obligatoires des certifications inscrites au Répertoire national de la certification professionnelle (RNCP) et permet de faire un lien entre la cartographie des métiers et l'offre de certification.

14 - Cartographie des métiers de la filière de l'éolien terrestre



DES MÉTIERS COMPLEXES ET SPÉCIFIQUES À LA FILIÈRE POUR ASSURER LA PHASE DÉLICATE DU DÉVELOPPEMENT DES PARCS

Le développement d'un parc est une phase délicate en raison tout d'abord de sa durée (7 ans en moyenne), par l'éventail des expertises qu'elle requiert et par l'importance de la partie communication, indispensable à l'acceptabilité du projet.

La phase de développement des parcs regroupe principalement des métiers techniques (bureau d'études, ingénierie dans divers domaines, chefs de projet, etc.) mais aussi des métiers des domaines juridique, financier, communication et du développement local.

Comme en témoigne la carte présentant la répartition des emplois par région (figure 12), ces métiers sont sur-représentés dans le bassin parisien, qui regroupe traditionnellement une part importante de sièges sociaux d'entreprises, bien que certains de ces métiers, particulièrement dans le domaine technique, puissent être exercés également dans des bureaux d'étude indépendants.

Un métier complexe, à la fois technique et relationnel : le chef de projet

Le chef de projet « éolien » suit l'ensemble du développement d'un projet éolien, du choix du site et des premières études jusqu'à l'obtention des autorisations de construction de parcs éoliens. Il joue un rôle central pour assembler des compétences très pointues dans des disciplines variées.

Il pilote l'ensemble des études de faisabilité technique et économique, en tenant compte des contraintes réglementaires et des possibilités de raccordement du parc au réseau électrique. Il a également le rôle de coordinateur des études d'impact externalisées (par exemple à des bureaux d'études spécialisés sur la faune, la flore, l'acoustique...).

Il prépare les dossiers de demandes de permis de construire et d'autorisation ICPE et en suit l'instruction. En parallèle, il réalise les démarches auprès des gestionnaires de réseaux pour la planification et la contractualisation des travaux de raccordement au réseau électrique.

Au-delà de l'aspect technique, son métier requiert également d'importantes compétences relationnelles. Le développement d'un parc d'éoliennes nécessite tout d'abord une phase de discussions et de négociations (avec les propriétaires de terrains, les exploitants agricoles et les élus locaux) afin de déterminer les possibilités et les conditions d'implantation de chaque éolienne, mais également une importante phase de communication élargie afin de s'assurer de l'acceptabilité du projet par les populations environnantes.

Les entreprises peinent à trouver des profils qui répondent à toutes les exigences de ce métier. Au vu de l'éventail des compétences requises, il est difficile d'envisager de confier ce type de poste à un jeune sorti récemment de formation. Pour trouver une main-d'œuvre déjà opérationnelle malgré la pénurie de candidats les entreprises ont tendance à débaucher des chefs de projet chez des concurrents, créant ainsi un *turn-over* assez élevé sur ces postes.

DES MÉTIERS DE LA MÉTALLURGIE QUI PEINENT À ATTIRER POUR LA PARTIE PRODUCTION

Bien que les principaux fabricants d'éoliennes soient étrangers, des entreprises françaises interviennent sur la fabrication des composants éoliens. Une éolienne est composée de l'assemblage de trois sous-systèmes principaux mât, pales et nacelle. Afin de réaliser la fabrication d'éléments de ces sous-systèmes, les fabricants font appel à de nombreuses entreprises industrielles de sous-traitance au sein desquelles on retrouve un certain nombre d'entreprises françaises, souvent positionnées également comme sous-traitants sur d'autres types de marché (automobile, aéronautique, mécanique, construction navale, etc.).

Partie 2 - Les emplois et les métiers de la filière éolienne

Ces entreprises emploient des compétences et des métiers de la métallurgie, de type :

- Fonderie et usinage de grande précision des structures de grande taille ;
- Maîtrise de fabrication de composites de grande dimension ;
- Soudure et chaudronnerie en acier de large épaisseur ;
- Manipulation et assemblage d'éléments lourds et volumineux ;
- Câblage électrique et électro mécanique.

Ces métiers requièrent une expertise certaine et une spécialisation pour s'adapter au type de production, mais ils ne sont pas spécifiques à la filière de l'éolien. La pénurie de soudeurs et de chaudronniers, par exemple, est un enjeu transverse à beaucoup d'entreprises de la branche de la métallurgie.

LES MÉTIERS TRADITIONNELS DU GÉNIE CIVIL ET DES TRAVAUX PUBLICS MOBILISÉS DANS UNE LOGIQUE DE « GRAND CHANTIER » POUR LA CONSTRUCTION DES PARCS

La construction de structures et l'installation de réseaux sont des activités classiques des travaux publics et du génie civil, même si l'installation d'éolienne comporte des spécificités.

Cette phase d'installation/raccordement génère d'importants besoins de main d'œuvre dans des métiers traditionnels des travaux publics (conducteur d'engins de TP, terrassement et réseaux) et du génie civil (maçon-ferrailleur), mais pour une durée limitée. Les équipes intervenant sur un chantier sont souvent composées de sous-traitants qui sont mobiles.

Les emplois qui peuvent être créés sur le territoire pour des métiers classiques du BTP comme des conducteurs d'engins, ne sont pas pérennes.

Des sociétés spécialisées dans le génie civil et les voiries et réseaux divers (VRD) prennent en charge la partie construction des chemins d'accès, des voiries ainsi que des plateformes de levage, sans compter la préparation des fondations, des tranchées pour les câbles de raccordement des éoliennes, etc.

Concernant la construction de certains éléments, comme les massifs de béton sur lesquels sont ancrés les mâts, qui nécessite des compétences particulières, il existe des équipes spécialisées et expérimentées qui se déplacent de chantiers en chantiers. Une autre spécificité d'un chantier éolien est le recours à des transports exceptionnels par la route pour l'acheminement des pièces et à des grues de très forte capacité (650 tonnes).

La pose de câbles est souvent prise en charge par des entreprises spécialisées, ayant une expérience de travaux en milieu agricole ou avec les syndicats locaux d'électricités. Les équipes de conducteurs d'engins spécialisés (trancheuses et dérouleuses) ont l'habitude de travailler avec le monde agricole et sont très attentives à la remise en état après l'exécution de leurs travaux. La partie raccordement électrique est généralement confiée à un partenaire spécialisé en énergie qui mobilise ses propres électriciens qualifiés.

La taille de ces chantiers et le niveau de qualité exigé requièrent un niveau élevé de compétences collectives d'organisation et de coordination d'activités au sein d'équipes pluri-professionnelles. Enfin, comme pour le chef de projet de développement, les compétences relationnelles sont indispensables pour les encadrants (chefs de chantiers, conducteurs de travaux).

UN ENJEU QUI POURRAIT DEVENIR CRITIQUE POUR LA FILIÈRE : LES TENSIONS SUR LES MÉTIERS DE L'EXPLOITATION ET DE LA MAINTENANCE

La durée d'exploitation d'un parc éolien est théoriquement d'une vingtaine d'année et s'appuie sur deux types de métiers avec des problématiques très différentes :

- des techniciens d'exploitation qui assurent le contrôle et le pilotage à distance depuis le centre d'exploitation ;
- des techniciens de maintenance qui assurent les opérations programmées de maintenance préventive ou curative sur place.

Si le métier de technicien d'exploitation ne soulève pas d'enjeu particulier en termes d'attractivité, ce n'est pas le cas de celui de technicien de maintenance, notamment en raison des conditions dans lesquelles il est exercé.

En revanche, les deux vont probablement évoluer afin de participer aux actions d'accompagnement du vieillissement des parcs. En effet, la maintenance des parcs éoliens français devrait basculer d'une logique de maintenance principalement préventive vers une logique de maintenance curative, voire vers une maintenance d'optimisation des performances, dans les années à venir.

La maintenance des systèmes éoliens peut s'exercer dans trois catégories d'entreprises :

- les constructeurs qui assurent, pour le compte de l'exploitant, la maintenance des parcs éoliens ;
- les exploitants qui possèdent leurs propres centres de maintenance ;
- les entreprises de maintenance qui assurent tout ou partie de l'entretien des parcs éoliens.

Le technicien de maintenance joue un rôle primordial dans la rentabilité économique d'un parc en veillant à assurer les conditions d'une production d'énergie électrique optimale ainsi que le meilleur taux de disponibilité de ses machines. Les entreprises de maintenance s'engagent en moyenne à garantir un taux de disponibilité de la machine de 97 %.

Des compétences « cœur de métier » pour assurer la maintenance préventive ...

Actuellement, la maintenance préventive constitue la majorité des interventions des techniciens de maintenance. À intervalles réguliers, des opérations de maintenance préventive sont effectuées : inspection visuelle, analyse vibratoire des machines tournantes, analyse des huiles,

changement des filtres, nettoyage, etc. Et une vérification complète de l'éolienne est effectuée tous les 5 ans. L'organisation de la maintenance préventive est gérée en fonction d'éléments connus et prévisibles tels que le cahier des charges convenu avec le client, des conditions imposées par le fournisseur du matériel, le type de machine, les zones d'intervention dans l'éolienne mais aussi d'éléments plus imprévisibles comme les conditions météorologiques. Le cahier des charges avec le fournisseur est très précis et le service de planification qui gère le planning des techniciens de maintenance peut a priori anticiper les interventions. Mais pour tendre vers 97 % de taux de disponibilité de la machine, les interventions prévues peuvent varier et être devancées, reportées ou prolongées en fonction de différents éléments (conditions météo, type de panne, disponibilité des pièces de rechange...). Ces contraintes induisent une obligation de disponibilité pour les techniciens de maintenance.

Les actions de maintenance préventive sont encadrées par des protocoles définis par les constructeurs des machines. Si l'activité requiert des compétences techniques certaines, elles sont bien prédéfinies. Si ces compétences reposent sur des savoirs connus et maîtrisés dans les filières industrielles (électrotechnique, électromécanique...), elles ont la particularité de s'exercer dans des conditions de travail proches de celles du bâtiment (travail en hauteur, travail physique, en extérieur,...). En effet, l'une des caractéristiques notables de ce métier est que le technicien de maintenance exerce son activité dans des conditions physiques de travail plus difficiles que celles d'un technicien travaillant en usine.

Des systèmes d'astreinte encadrent le travail des techniciens de maintenance et lors d'une intervention, l'accès au lieu de travail requiert un déplacement jusqu'au parc. Puis il nécessite d'accéder à la partie de l'éolienne défectueuse. Or, les éoliennes sont conçues dans une optique de performance énergétique, pas dans celle de faciliter l'intervention d'être humains et les interventions se déroulent dans des conditions plus ou moins pénibles, voire dangereuses, en fonction du modèle de l'éolienne.

Le métier nécessite une bonne condition physique afin de pouvoir accéder au lieu de l'intervention car toutes les éoliennes ne sont pas équipées d'ascenseurs (il est toujours présent dans les VESTAS, mais optionnel dans d'autres). Et même s'il existe des systèmes d'aide à l'élévation, leur soutien, de l'ordre de 30 % du poids d'un technicien, est souvent annulé car le technicien emporte dans son ascension le maximum de matériel afin d'optimiser son temps d'intervention et éviter de devoir faire plusieurs allers-retours. À noter que les modèles de General Electric comportent un palan intérieur pour monter le matériel.

Au-delà de l'effort de grimper dans le mât, les conditions d'intervention sont également souvent difficiles car le technicien doit travailler dans des espaces réduits et des positions plus ou moins inconfortables en fonction des modèles.

Les principales compétences des techniciens de maintenance décrites dans le ROME, sont résumées dans la fiche figure 15.

**15 – Descriptif du métier de Technicien de maintenance industrielle (éolienne)
V1 – Rome – I1304**

<p>■ Définition Le technicien de maintenance industrielle effectue l'entretien, le dépannage, la surveillance et l'installation d'équipements, de matériels industriels ou d'exploitation de conception pluritechnologique, selon les règles de sécurité et la réglementation. Il peut effectuer la planification d'opérations de maintenance ou d'installation d'équipements.</p> <p>■ Accès à l'emploi/métier</p> <ul style="list-style-type: none"> › Cet emploi/métier est accessible avec un Bac professionnel ou un Bac+2 (BTS/DUT) en maintenance, mécanique, électricité, automatisme, électronique, électrotechnique. › Un ou plusieurs Certificat(s) d'Aptitude à la Conduite En Sécurité -CACES- conditionné(s) par une aptitude médicale à renouveler périodiquement peu(ven)t être requis. › Des habilitations spécifiques (électrique, nucléaire, ...) sont exigées selon le secteur d'activité. › La pratique de l'anglais (vocabulaire technique) peut être demandée. <p>■ Conditions d'exercice de l'activité</p> <ul style="list-style-type: none"> › L'activité de cet emploi/métier s'exerce au sein d'entreprises industrielles (construction automobile, production d'énergie, sidérurgie, chimie, ...), de transport, de sociétés de services, de services après-vente de constructeurs ou de distributeurs d'équipements, des armées en relation avec différents intervenants (production, méthode, sécurité, client, ...). Elle peut impliquer des déplacements. › Elle varie selon le secteur (métallurgie, sidérurgie, ferroviaire, ...), le mode d'organisation (topomaintenance, ...), le type et le degré d'automatisation des équipements du site. › Elle peut s'exercer par roulement, les fins de semaine, jours fériés, de nuit et être soumise à des astreintes. › Elle peut s'effectuer en hauteur, en zone à risques (toxicité, corrosivité, explosibilité) et impliquer le port de charges. › Le port d'équipements de protection (chaussures de sécurité, gants, masque, ...) est exigé. <p>■ Statut d'exercice de l'activité : Salarié</p>	
ACTIVITES ET PRINCIPALES COMPETENCES ASSOCIEES AU METIER	
ACTIVITES	COMPETENCES
<ul style="list-style-type: none"> › Effectuer le montage et l'installation d'éléments ou de sous-ensembles de l'équipement industriel ou d'exploitation selon les dossiers machines, les documentations, ... › Réaliser les réglages de mise au point de l'équipement industriel ou d'exploitation et contrôler son fonctionnement › Localiser la panne sur l'installation de production ou d'exploitation et déterminer les solutions techniques et les conditions de remise en état de l'équipement › Identifier, réparer ou remplacer les organes et les éléments des systèmes défectueux (engrenages, roulements à billes, distributeurs hydrauliques, automatismes, ...) › Modifier ou adapter les équipements selon les impératifs de production (cadences, nouveaux produits, ...) ou les évolutions réglementaires › Présenter les spécificités techniques aux clients ou aux utilisateurs et les accompagner dans la prise en main de l'équipement › Renseigner les supports de suivi d'intervention 	<p>Savoirs théoriques et procéduraux</p> <ul style="list-style-type: none"> › Mécanique › Electricité › Hydraulique › Pneumatique › Electrotechnique › Electromécanique › Eléments de base en automatisme › Eléments de base en électronique › Règles de sécurité › Techniques de soudure <p>Savoirs de l'action</p> <ul style="list-style-type: none"> › Lecture de dessins techniques › Lecture de plan, de schéma › Utilisation d'appareils de mesure électrique (multimètre, ...) › Utilisation d'appareil de tests (pressions, débit, vibrations, ...) › Utilisation d'appareils de métrologie

Source : Fiche Métier, Pôle emploi

... vers des compétences plus expertes pour la maintenance curative

Par opposition à la maintenance préventive, la maintenance curative (qui regroupe la maintenance corrective palliative et la maintenance corrective curative) est imprévisible. Elle peut concerner tout aussi bien les pales que le remplacement de pièces mécaniques ou une intervention sur le réseau électrique. Elle requiert des compétences techniques plus poussées et surtout une plus grande capacité d'autonomie et de décision pour s'adapter à des interventions très différentes car le technicien n'est pas aidé dans son travail par un cadre d'intervention prédéfini.

Avec le vieillissement des éoliennes et l'usure du matériel qui va augmenter le nombre de pannes, ce type de maintenance va avoir tendance à se développer par rapport à la maintenance curative.

Jusqu'à présent, les constructeurs de parcs avaient tendance à déléguer la maintenance à des entreprises externes. Mais ils commencent à considérer que la gestion de la maintenance des parcs éoliens constitue une possibilité de valeur ajoutée et un mouvement d'internalisation de l'activité semble se dessiner. Le rachat de certains gestionnaires de parcs par les constructeurs est le signal d'un changement d'organisation.

À terme, au moins deux types de techniciens pourraient cohabiter : les techniciens polyvalents et les techniciens spécialisés, notamment en raison de l'organisation du travail, facteur important pour la gestion des compétences des techniciens de maintenance.

Cette organisation dépend tout d'abord de la taille et de la nature des parcs. La taille des parcs en France, jusqu'en 2005, était assez réduite. Les plus gros parcs étaient de 12 MW : ce qui a induit de fait des parcs de petites tailles, avec 5 ou 6 éoliennes maximum. Cette taille de parc ne permet pas d'avoir une équipe de maintenance dédiée par parc et induit de ce fait des déplacements et des astreintes.

Par ailleurs, les machines en elles-mêmes imposent des conditions de maintenance différentes. Certaines présentent plus souvent des problèmes de nature électrique, d'autres de nature mécano-hydraulique. Ces différences jouent sur les pièces dont il faut disposer pour réparer. Sachant que le délai de livraison de certaines pièces peut être très long, il peut y avoir une réparation partielle ou temporaire qui multiplie les risques d'interventions curatives en attendant de pouvoir programmer une intervention complète à disposition de la pièce.

Certaines machines peuvent être démarrées avec un vent plus faible que d'autres (par exemple en raison de l'absence d'une boîte de vitesses), ce qui réduit de fait les créneaux d'intervention possibles et demande une planification plus contraignante.

Au-delà des caractéristiques techniques du matériel sur lesquels ils interviennent, les conditions de travail des techniciens dépendent également de leur employeur. En fonction de la taille de l'entreprise, le choix de spécialisation peut être différent. Une grande entreprise peut décider d'une forte spécialisation des équipes par type d'intervention, ce qui va accentuer l'éloignement

des lieux d'intervention et la durée des déplacements. Des entreprises plus petites vont maintenir des équipes plus généralistes, au moins pour la maintenance de premier voire de 2^e niveau. Enfin, une spécialisation est aussi possible par process, maintenance préventive ou curative.

Dans le cas d'équipes généralistes, les interventions de maintenance très spécialisées peuvent être confiées soit à une équipe interne centralisée qui a vocation à intervenir sur tout le territoire français (voire au-delà), soit au fournisseur, ou à une entreprise sous traitante. Ces différents types d'organisation influencent en partie les compétences requises pour exercer le métier. Au-delà d'un socle commun de compétence, chaque technicien pourra, notamment en fonction de sa formation ou de son expérience professionnelle, développer des expertises plus ou moins poussées sur tel ou tel aspect. Et comme ils travaillent en binôme, ils ont tendance à réguler la répartition de leur activité afin d'optimiser leur efficacité d'intervention et de conserver l'équité sur l'exposition à la pénibilité.

Cette régulation se fait en fonction de l'accessibilité et des caractéristiques morphologiques de chaque technicien, qui peuvent faciliter une intervention dans un espace étroit ou sur un élément en hauteur. Le plus petit peut se faufiler pour aller régler le frein de service afin d'éviter de démonter le ventilateur, par exemple. Elle va également se baser sur le type de panne et l'expertise de chacun. Le technicien qui a déjà été confronté à une panne similaire va monter pour intervenir.

Ces possibilités d'adaptation sont perçues positivement par les techniciens qui les considèrent comme des sources d'autonomie, mais aussi d'apprentissage et de créativité lorsqu'ils sont confrontés à des situations inédites. La diversité des spécialisations possibles et des situations à gérer permet de développer de nouvelles compétences par un apprentissage sur le terrain, au travers d'un roulement dans les équipes et ouvre ainsi des perspectives d'évolution.

C'est d'autant plus intéressant qu'il va être nécessaire de compléter les compétences des techniciens de maintenance généralistes pour effectuer des interventions plus techniques. Par exemple, l'entretien des pales suppose des compétences en diagnostic et intervention sur des pièces en matériau composite. Or, actuellement, il existe peu de formations dans ce domaine (sauf un parcours spécifique de technicien de maintenance du parc éolien qui débouche sur une certification BZEE⁹, jugé toutefois insuffisant par certains employeurs). Et au-delà de la connaissance des matériaux composites, il faudra aussi intégrer la maîtrise des nouveaux moyens de diagnostic qui se développent rapidement, tels que la photographie à distance avec l'aide de drones.

D'une manière générale, l'intégration sur le métier de technicien de maintenance dans la filière éolienne passe par une phase d'apprentissage dans un binôme (ou un trinôme) avec un technicien plus expérimenté. Le parcours d'intégration peut être complété par des formations en électricité (travail dans un environnement haute tension) ou en mécanique. Mais l'expérience acquise sur le terrain est un complément indispensable à toute formation théorique et il faut entre 1 an et 1,5 an pour devenir un technicien autonome, qui a déjà rencontré les différents aléas possibles et pourra donc les traiter.

⁹ BZEE : BildungsZentrum für Erneuerbare Energien

De nouvelles compétences à acquérir pour permettre l'optimisation de l'exploitation des parcs

Au-delà de la maintenance et de l'exploitation actuelle une évolution se profile, celle de l'optimisation de l'exploitation des parcs existants. Les équipes d'exploitation seront de plus en plus amenées à développer des actions d'optimisation des machines, pour améliorer le fonctionnement des équipements et leur disponibilité, donc le rendement des machines, ce qui permet de reculer la date de remplacement pour des machines plus puissantes.

En effet, les éoliennes sont des machines complexes et sujettes à des défaillances très diversifiées dont la détection (et encore plus la prédiction) peuvent nécessiter une expertise technique très pointue. Un champ d'éoliennes est constitué d'un nombre élevé de générateurs, exposés à de nombreux aléas. Et comme pour des raisons de coût, les éoliennes sont en général moins instrumentées (et donc moins surveillées) que les installations classiques de production d'énergie, l'évaluation de leur état est difficile et leur exploitation et maintenance pas toujours optimisée.

Certaines défaillances critiques impliquent l'arrêt de l'éolienne ce qui engendre un coût. Les défaillances qui permettent à l'éolienne néanmoins de fonctionner, signifient un mode de fonctionnement dégradé (bridage de la vitesse de rotation, de la puissance produite, etc.), ce qui est dommageable pour la production. Enfin, certaines défaillances sont très coûteuses à réparer et peuvent demander des pièces dont le délai de disponibilité est long.

La compréhension des défaillances et la détermination des causes de défaillance dans l'objectif de développer des outils d'aide à la prédiction et à la détection précoce sont donc un enjeu important pour les gestionnaires de parcs. Les analyses qui le permettent nécessitent des connaissances et des compétences solides dans plusieurs domaines techniques. Déjà parce que les paramètres surveillés et les données enregistrées peuvent varier très fortement d'un modèle d'éolienne à un autre. L'analyse de ces données qui arrivent aux centres de commande et de contrôle, éclairée par l'expertise sur la manière dont l'éolienne est conçue et fonctionne, et sur les caractéristiques de ses composants, permet la détection d'une partie significative des défaillances et même la prédiction de quelques défaillances.

Dans ce contexte, une des pistes les plus prometteuses pour la maîtrise des coûts en phase opérationnelle concerne le développement des compétences des techniciens de maintenance et de ceux d'exploitation. Les équipes devront de plus en plus être capables de procéder à des analyses de sûreté de fonctionnement (SdF) et à des analyses des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) et travailler en lien étroit avec les services R&D des exploitants et des fabricants de composants et les cabinets d'études afin d'effectuer ces actions d'optimisation.

Zoom 1 sur ... L'innovation digitale, une nouvelle donne pour les métiers de la maintenance

La créativité des start-up du digital est foisonnante, et un certain nombre d'entre elles s'intéressent au secteur de l'énergie et de l'éolien en particulier. Les outils numériques qu'elles développent, associés à des innovations technologiques diverses, pourraient rapidement modifier les métiers et compétences de la maintenance des parcs éoliens.

Ainsi Sterblue, une jeune pousse nantaise, propose d'allier le développement des drones et celui de la capacité d'analyse des données du numérique afin d'alléger les opérations de maintenance sur le terrain et d'améliorer l'accessibilité et l'ergonomie des outils de suivi. Sterblue propose une solution d'inspection visuelle automatique des éoliennes et des réseaux électriques. Pour cela la jeune start-up développe une station autonome connectée d'accueil de drone, positionnée aux pieds des infrastructures à inspecter et en capacité d'accueillir un drone spécialisé capable de vol autonome. Le drone effectue automatiquement les inspections visuelles des infrastructures. Il se repositionne sur la base pour recharger ses batteries et transmettre les données d'inspection collectées à une plate-forme web sécurisée. Il ne reste plus qu'à l'exploitant du parc éolien à accéder à la plate-forme pour consulter les images post traitées avec des outils de détection automatique des défauts (corrosion, fissures, etc.).

Au-delà de l'analyse technique du fonctionnement des éoliennes, ces opérations d'optimisation accentuent les aspects organisationnels (regroupement des interventions) et de gestion de stocks de pièces de rechange déjà présents dans les activités de maintenance préventive et curative.

La mobilité des techniciens de maintenance, un enjeu dont la filière doit s'emparer

L'attractivité du métier et le phénomène de rotation rapide des techniciens sur les emplois de maintenance sont déjà des enjeux pour la filière et ils risquent de s'aggraver. Qu'elle soit subie, ou construite et anticipée, la question de la mobilité professionnelle des techniciens de maintenance paraît centrale pour assurer la pérennité de la filière de l'éolien. Si l'autonomie, les possibilités d'apprentissage et les perspectives d'évolution perçues comme favorables du fait de la jeunesse et du développement de la filière sont des facteurs d'attractivité, les conditions de travail, qui conduisent à une usure physique certaine, contraignent à réfléchir à la construction de parcours professionnels pour les techniciens de maintenance.

Un *turn-over* important mais au périmètre incertain

Le manque d'enquête dédiée ne permet pas de disposer de chiffres fiables mais le *turn-over* des techniciens de maintenance est considéré comme élevé par la plupart des entreprises du secteur de l'éolien et s'élèverait à 15 % par an.

Actuellement, il semble qu'il ne s'agisse pas d'un *turn-over* de sortie de la filière, mais de mobilités en grande partie réalisées entre employeurs de la filière au sein d'une même région, et/ou vers d'autres spécialités connexes comme l'exploitation ou la supervision. D'une manière générale l'importante mobilité des techniciens fragilise les équipes et peut amener à des pénuries de compétences pour certaines entreprises, même si celles-ci peuvent y trouver un aspect positif en termes d'optimisation de leur masse salariale et d'une meilleure acceptation des déplacements professionnels avec le recrutement des techniciens débutants. D'autant que ces jeunes professionnels ont bénéficié des formations les plus récentes, sur les dernières technologies, ce qui constitue un point important. Toutefois, un temps significatif de présence en entreprise est nécessaire pour faire un bon expert de la maintenance éolienne surtout si le niveau d'expertise et d'autonomie doit s'élever avec le basculement sur une maintenance curative.

Lorsqu'il s'agit d'une mobilité à poste équivalent, on peut conclure qu'il s'agit d'une recherche d'amélioration des conditions d'emploi pour le salarié, par exemple salariale, mais pas d'une démarche née d'une usure professionnelle due aux conditions de travail du métier.

Toutefois, celles-ci sont indéniablement à l'origine d'une partie des mobilités. L'âge, mis au regard de la dureté de l'exercice professionnel, est une raison première de la volonté forte de mobilité. Le métier de technicien de maintenance est éprouvant et au bout d'une dizaine d'années d'exercice, il devient de plus en plus pénible de monter sur une échelle à des hauteurs considérables, de se déplacer d'un parc à l'autre avec parfois des distances importantes, d'être soumis à des astreintes, d'effectuer des tâches répétitives, etc. Dans ces cas-là, on assiste à une sortie du métier.

Ces sorties posent la question de la construction de parcours professionnels. Au-delà même de l'enjeu direct des compétences en maintenance, gérer ce *turn-over* structurel et lié aux caractéristiques mêmes du travail (dureté physique, employabilité complexe après 40 ans, etc.) paraît important, pour améliorer l'image et l'attractivité globale du secteur.

Des perspectives d'évolution réelles mais qui vont se réduire en interne à la filière

Ces dernières années, certaines mobilités de technicien de maintenance se sont effectuées naturellement dans le cadre d'un parcours professionnel au sein de la filière. Par exemple, les responsables de site actuels peuvent être d'anciens techniciens de maintenance. On peut donc considérer ce type de mobilité de manière positive puisqu'il permet à la fois de répondre à des besoins d'expertise au sein des entreprises et de proposer une évolution professionnelle aux techniciens. Une partie des mobilités a également pour destination des fonctions de logistique, d'exploitation ou de planification/supervision au sein d'entreprises de la filière.

Il reste que ces perspectives de carrières sont quantitativement limitées. Aussi d'autres voies sont à rechercher pour une partie de ces techniciens (dont le nombre est difficile à quantifier en l'état des données).

Plusieurs voies, non exclusives les unes des autres, et qui répondent à des causes de mobilité différentes (usure due aux conditions de travail, recherche d'évolution professionnelle...) sont envisageables pour des évolutions professionnelles internes à la filière :

- **Superviseur de parcs**

Il s'agit d'une des rares mobilités professionnelles verticales. Après chef d'équipe, la principale perspective d'évolution des techniciens de maintenance reste le management pour devenir superviseur de parc. Toutefois, tous ne pourront pas atteindre ce niveau hiérarchique et le nombre de postes à pourvoir est limité.

- **Maintenance spécialisée (mâts et pales)**

Cette mobilité conduirait les techniciens de maintenance à se spécialiser sur des techniques d'intervention plus spécialisées. Toutefois, ce type de mobilité, si elle offre des opportunités d'évolution professionnelle, ne peut régler la question de l'usure professionnelle liée au travail effectué en hauteur sur les machines. D'autant plus que cette spécialisation impliquerait pour les techniciens une mobilité nationale, voire internationale. Les recrutements effectués sur ces nouvelles spécialités devront faire néanmoins l'objet d'une attention particulière afin de préserver des débouchés en termes de parcours interne à la filière.

Des transitions professionnelles possibles vers d'autres industries


Le passage vers d'autres types d'activités de production électrique (et énergies renouvelables), ou d'autres industries traditionnelles (automobile, aéronautique, navale, mécanique...), pourrait être envisagée en raison de compétences communes.

Par exemple, une analyse de passerelle possible vers le métier de technicien de maintenance industrielle semble indiquer que cette réorientation est envisageable dans le cadre d'un parcours professionnel accompagné (figure 16).

Les transitions sont d'autant plus envisageables que les compétences transverses, au sens défini par France Stratégie¹⁰, qui ont été acquises par les techniciens de maintenance de la filière éolienne (capacité d'adaptation à des conditions de travail spécifiques, forte autonomie, sens des responsabilités important...), sont souvent appréciées sur le marché du travail.

¹⁰ http://archives.strategie.gouv.fr/cas/system/files/2011-04-22_-na-competences-219_0.pdf

16 - Analyse des proximités des compétences

Technicien de maintenance industrielle	PROXIMITES	Technicien de maintenance industrielle (éolienne)
Savoirs théoriques et procéduraux <ul style="list-style-type: none"> › Mécanique › Electricité › Hydraulique › Pneumatique › Electrotechnique › Electromécanique › Eléments de base en automatisme › Eléments de base en électronique › Règles de sécurité › Techniques de soudure 	PROXIMITE FORTE	Savoirs théoriques et procéduraux <ul style="list-style-type: none"> › Mécanique › Electricité › Hydraulique › Pneumatique › Electrotechnique › Electromécanique › Eléments de base en automatisme › Eléments de base en électronique › Règles de sécurité › Techniques de soudure
Savoirs de l'action <ul style="list-style-type: none"> › Lecture de dessins techniques › Lecture de plan, de schéma › Utilisation d'appareils de mesure électrique (multimètre, ...) › Utilisation d'appareil de tests (pressions, débit, vibrations, ...) › Utilisation d'appareils de métrologie 	 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Légende : Compétences communes Comp. pertinentes vis-à-vis du métier d'arrivée</p> </div>	Savoirs de l'action <ul style="list-style-type: none"> › Lecture de dessins techniques › Lecture de plan, de schéma › Utilisation d'appareils de mesure électrique (multimètre, ...) › Utilisation d'appareil de tests (pressions, débit, vibrations, ...) › Utilisation d'appareils de métrologie

Source : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/KIT%20Transition%20pro%20annexes.pdf> (p.78)

D'autres parcours peuvent être envisagés, sous réserve d'un accompagnement individuel de formation pour évoluer vers la logistique, le domaine qualité, hygiène, sécurité, environnement (QHSE), ou bien encore sur des postes de responsable qualité chez les fabricants ou les sous-traitants.

Quelles que soient les évolutions de la filière et du métier de technicien de maintenance, sont incontournables :

- une bonne maîtrise orale et écrite de l'anglais pour tous les techniciens ;
- des compétences techniques plus spécialisées pour les techniciens qui prendront en charge la maintenance d'éoliennes sorties des périodes de garantie et nécessitant davantage de remplacements de pièces ;
- des compétences particulières pour les techniciens de maintenance, qui vont travailler avec les bureaux d'étude ou les services de R&D des fournisseurs d'éoliennes afin d'apporter les modifications nécessaires à l'amélioration des performances des machines.

DES COMPÉTENCES EXTÉRIEURES À LA FILIÈRE À MOBILISER POUR LE DÉMANTÈLEMENT ET LE *REPOWERING*

Côté emploi, le *repowering* d'un parc présente l'avantage de pérenniser les emplois locaux, c'est-à-dire principalement ceux de la maintenance, puisqu'il prolonge l'activité du parc.

Ces opérations de désinstallation-réinstallation, déjà courantes en Allemagne ou aux Pays-Bas, se font rarement sans que de profonds changements soient apportés aux sites eux-mêmes, à leur périmètre, à leur configuration interne. De ce fait, elles mobilisent tous les métiers et les compétences traditionnels de la filière, auxquels s'ajoutent ceux spécialisés dans la gestion et le recyclage des déchets.

La re-conception du parc mobilise les métiers traditionnels du développement des parcs, de la même manière, la nouvelle implantation des machines induit une modification ou un renforcement des réseaux existants pour supporter l'augmentation de puissance des machines et mobilise donc les métiers et les compétences des sociétés de câblage spécialisées qui interviennent lors de la création d'un parc. Et les activités de démantèlement, même partielles si elles correspondent à une reconfiguration importante d'un parc existant, sont généralement prises en charge pour la partie déconstruction, par les mêmes types de prestataires que ceux mobilisés pour l'installation (génie civil, génie électrique, entreprises de levage et de transport etc.).

Mais, dans une opération de déconstruction/reconstruction, ces métiers devront mobiliser de nouvelles compétences, celles de la gestion de la déconstruction et des déchets en résultant.

La gestion des déchets, leur tri, leur recyclage a pris une grande importance ces dernières années avec la transition écologique et énergétique. Le tri et le recyclage permettent de préserver les ressources naturelles par la réutilisation de matériaux issus de déchets et de réduire la consommation d'énergie, l'émission de gaz à effet de serre et la consommation d'eau, liées à la production industrielle. Ils constituent également une opportunité économique pour les entreprises de développer une nouvelle source de valeur ajoutée.

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (dite LTECV) comporte un volet relatif à la lutte contre les gaspillages et à la promotion de l'économie circulaire. Il comprend divers objectifs et dispositions concernant les déchets du BTP. Si certains de ces objectifs ne sont pas nouveaux (reprise de l'objectif de 70 % de valorisation des déchets non dangereux du BTP de la directive cadre de 2008, reprise de l'objectif de stabilisation de la production de déchets du Plan national de prévention) d'autres, plus généraux, s'appliquent à toutes les activités productrices de déchets, au premier rang desquels l'objectif de réduction de la quantité de déchets non dangereux mis en décharge (30 % à horizon 2020 et 50 % à horizon 2025, par rapport à 2010).

La loi portant nouvelle organisation territoriale de la République (dite loi NOTRe), promulguée le 7 août 2015, a également apporté des évolutions attendues en matière de planification « déchets », en particulier le passage à une échelle unique régionale et à un plan unique pour tous les déchets qui faisait jusqu'à présent l'objet d'un plan dédié (déchets dangereux, déchets non dangereux, déchets du BTP).

Mais la mise en œuvre de l'organisation des filières et des entreprises pour respecter ces objectifs soulève bien des difficultés. Typiquement, la phase de démantèlement ou de *repowering* des parcs éoliens va se caractériser par :

- une diversité dans la taille, la concentration et la fréquence des chantiers et donc dans la production des déchets dans le temps et dans l'espace, qui nécessitent une organisation de la collecte adaptée à la fluctuation de la production ainsi que des structures de regroupement et de tri (plateformes) ;
- une multitude d'intervenants sur un même chantier qui augmente les difficultés de gestion, chaque partenaire ayant une part de responsabilité ;
- une très grande diversité dans les professions et la taille des entreprises qui interviennent qui pose d'importantes difficultés pour ce qui concerne l'information, la sensibilisation et la formation ;
- une majorité de déchets qui ne peuvent pas suivre les filières traditionnelles de collecte et de traitement des déchets ménagers et des déchets des autres entreprises, de par leur nature, leur taille et le caractère pondéreux d'une majorité d'entre eux.

Or, de la qualité de la production des déchets, de leur identification et de leur tri entre les différentes catégories (inertes, non dangereux non inertes, dangereux...) dépendra entièrement la capacité de recyclage et de réutilisation. Et cette qualité repose sur une mobilisation sans faille de tous les intervenants, ce qui suppose en amont une bonne formation de tous à cette question.

C'est d'ailleurs l'esprit de l'article L.541-2 du Code de l'environnement qui indique qu'il appartient à l'ensemble des acteurs de prendre leurs dispositions jusqu'à l'élimination finale des déchets même si le périmètre de la répartition des rôles et responsabilités varie selon le type de maître d'ouvrage (particulier grand donneur d'ordre, etc.) et le type de chantier (construction, démolition/réhabilitation). Dans tous les cas, il appartient au maître d'ouvrage de formaliser ses exigences et ses attentes envers le maître d'œuvre (le cas échéant) et les entreprises qui elles doivent proposer des solutions et pour cela disposer des compétences nécessaires.

La partie recyclage et traitement des déchets, mobilisera plutôt des entreprises nouvelles pour la filière de l'éolien: les prestataires spécialisés dans la récupération des déchets (du BTP et industriels) et de leur revalorisation. Ils interviennent en fonction du type de matériau à récupérer (béton, ferraille, réseaux de câbles, matériaux composites...).

Le recyclage constitue à la fois un mode de traitement de déchets et un mode de production de ressources. Il intervient en troisième position après la prévention et le réemploi dans la hiérarchie des modes de traitement et peut être défini en fonction du niveau de dégradation de la matière.

En effet, en matière de gestion durable des ressources, l'enjeu est de conserver le plus longtemps possible les qualités intrinsèques des matières et leurs caractéristiques « nobles » pour en maximiser le nombre de cycles. Il est donc important de réduire au minimum les pertes

Partie 2 - Les emplois et les métiers de la filière éolienne

de matière au cours des différents cycles et de différencier les types de recyclage :

- le recyclage en boucle fermée : utilisation de la matière première recyclée (MPR) pour un usage et une destination identiques sans perte fonctionnelle de la matière : recyclage du verre d'emballage en verre d'emballage, recyclage d'enrobés routiers dans la fabrication de nouveaux enrobés, etc. ;
- le recyclage en boucle ouverte : utilisation de la matière de recyclage pour une destination différente avec perte fonctionnelle de la matière (usage dégradé), mais en substitution d'une matière première vierge. Une partie des déchets inertes sera, par exemple, recyclée comme matériaux de construction de travaux publics (remblais, assises de chaussées, etc.) ou bien valorisée dans le cadre de réaménagement de carrières, dans le cadre de leur arrêt d'autorisation d'exploiter. En particulier, les bétons de démolition peuvent être recyclés sous forme de granulats (à hauteur de 19 Mt en 2014, source : UNICEM¹¹).

En fonction du type de prestataires qui vont prendre en charge le recyclage et de l'usage qui sera fait des différents types de déchets, les métiers concernés peuvent être très variés. Certains sont néanmoins incontournables, ce sont les opérateurs de base qui vont assurer la dernière étape de tri avant transformation/ réutilisation. Cette étape est cruciale. Car les acteurs du recyclage des déchets sont confrontés à de multiples défis pour développer leur activité. D'une part, les produits sont constitués de différentes matières souvent présentes en très faible quantités. D'autre part, les acheteurs industriels sont de plus en plus exigeants sur la qualité des MPR. L'enjeu majeur du recyclage est de disposer de matière première recyclée de qualité identique, ou du moins très proche, de celle de la matière initiale. De quoi réaliser des produits à base de matière recyclée qui, du point de vue de la performance, ne se distinguent pas des autres.

Face à cette dispersion des matières et aux exigences des utilisateurs des MPR, d'importants progrès ont été réalisés, en particulier dans le domaine de la préparation et du tri des déchets avec comme conséquences l'introduction de nouvelles compétences à maîtriser pour les opérateurs de tri et des technologies de tri optique automatisé.

La branche des industries et du commerce de la récupération rassemble les entreprises relevant de la convention collective nationale n°32/28 et répertoriées sous les codes NAF de l'INSEE 38.31Z, 38.32Z et 46.77Z. L'activité principale de ces entreprises consiste en la récupération, le recyclage et la valorisation des matières, matériaux et/ou déchets non dangereux.

Ce secteur se divise en trois grandes familles d'activités :

- la récupération des déchets triés (NAF 38.32Z), comprenant les matériaux métalliques, les matériaux non métalliques, les matières premières secondaires métalliques (métaux précieux, cuivre, nickel...) et les matières premières secondaires non métalliques (verre, papiers et cartons, plastique, textiles...) - 76 % des entreprises du secteur ;

¹¹ <http://www.unicem.fr/wp-content/uploads/chiffres-2014-granulats-unpg.pdf>

Partie 2 - Les emplois et les métiers de la filière éolienne

- le démantèlement d'épaves (NAF 38.31Z) de tout type (automobiles, navires, ordinateurs, télévisions et autres matériels) à des fins de récupération par des processus de transformation mécanique ou chimique ou d'autres processus industriels spécifiques –14 % des entreprises du secteur ;
- le commerce de gros de déchets et débris (NAF 46.77Z), y compris la collecte, le tri, la séparation, le démontage de biens usés réutilisables, le reconditionnement, le stockage et la livraison, mais sans réelle transformation –10 % des entreprises du secteur.

Elle compte 2 000 entreprises et près de 25 000 salariés, avec une grande majorité (60 %) d'entreprises de moins de 10 salariés et d'ouvriers/employés (78 % des salariés).

Elle est organisée en filières fortement spécialisées, agissant de plus en plus fréquemment sur une double activité : activité de collecte et activité de transformation des matériaux de récupération en nouvelles matières premières. Le manque d'attractivité de ses métiers a entraîné des difficultés de recrutement et de fidélisation de ses salariés. Afin de lutter contre ce phénomène, la branche a décidé d'engager des actions :

- de structuration de la gestion des emplois et des compétences ;
- de sécurisation des parcours professionnels, y compris inter branche, en développant des certifications (CQP et CQPI) qui répondent à l'évolution des métiers vers une plus grande automatisation du tri et un développement de la qualité des matières recyclées ;
- de promouvoir ses métiers auprès des jeunes ;

dans le cadre d'un Accord de développement des emplois et compétences (ADEC) signé avec le ministère de l'Écologie, le ministère du Travail et l'Ademe.

Partie 2 - Les emplois et les métiers de la filière éolienne

Partie 3

Une offre de formation en évolution qui permet de répondre à la majorité des besoins

L'offre de formation a su s'adapter aux besoins du secteur et évoluer face aux standards européens et internationaux. Mais elle rencontre également des difficultés comme l'attractivité et l'accès aux technologies récentes.



De la formation initiale à celle tout au long de la vie, l'offre de formation a su évoluer et proposer des réponses aux besoins de la filière éolienne. Fortement influencée par les standards imposés par les constructeurs de machines dans les premières années (BZEE), la formation continue à évoluer sous l'influence des standards internationaux (Global wind organisation-GWO) et l'évolution technique des machines.

Même pour quelques métiers bien spécifiques de la filière, comme ceux présentés précédemment (chef de projet, technicien de maintenance), un assez grand nombre de formations généralistes peuvent permettre d'acquérir les compétences socles nécessaires. Néanmoins, les particularités de la filière nécessitent avant d'être réellement autonome soit d'acquérir sur le terrain une expérience complémentaire auprès d'un professionnel expérimenté soit de suivre des formations additionnelles structurées autour de savoir propres à l'éolien.

L'offre de formation pour les métiers spécifiques de la filière

DES CERTIFICATIONS OU DES FORMATIONS PROPRES À LA FILIÈRE

Comme pour toute filière émergente, l'éolien s'est heurté à une absence de diplômes nationaux correspondant à ses besoins de formation durant les premières années de son développement. Toutefois, des modules de formation continue et des initiatives locales dans les territoires où l'activité se développait ont tenté d'offrir des réponses.

Le certificat « Bildungszentrum für Erneuerbare Energien » (BZEE) est une des rares formations destinées aux techniciens de maintenance éolien qui existait jusque récemment. Cette formation, spécifique à la maintenance éolienne, est fortement valorisée par les constructeurs d'éoliennes, allemands notamment. La formation de base correspondant au technicien de maintenance terrestre comprend 50 modules obligatoires, pour un total de 740 h, dont 76 h en hygiène et sécurité, pour le travail en hauteur et en espace confiné. Pour les techniciens d'entretien des pales, sont obligatoirement ajoutés 3 modules de 40 h d'escalade. Positionnée au même niveau que le baccalauréat français, c'est-à-dire au niveau 4 du cadre européen des certifications (CEC), cette certification ne permet pas aux jeunes bacheliers professionnels qui l'obtiennent de valoriser un niveau de qualification supérieur.

Le BZEE a longtemps semblé constituer une référence pour le métier de technicien de maintenance, mais elle a révélé des limitations qui aujourd'hui la placeraient plus dans la position d'une formation complémentaire à une formation initiale de type Bac + 2 en mécanique ou en électrotechnique.

Partie 3 - Une offre de formation en évolution qui permet de répondre à la majorité des besoins

Tout d'abord, il s'agit d'un premier niveau de formation à la maintenance qui permet de répondre aux problèmes les plus couramment rencontrés. Mais elle ne permet pas d'être totalement autonome, en capacité d'anticiper les problèmes ou de progresser dans la technicité. Afin de progresser, une solide maîtrise de connaissances techniques est nécessaire, comme un Bac + 2 en électrotechnique.

Par ailleurs, les formations BZEE ne semblent pas permettre d'acquérir un niveau de sécurité suffisant, notamment concernant les questions électriques.

Enfin, un coûteux système d'accréditation a limité le nombre d'organismes de formation en mesure de la proposer en France. Un réseau d'une petite dizaine d'établissements seulement propose cette formation en France.

Actuellement, une autre certification prend de l'importance pour la filière, le GWO (Global Wind Organisation), qui s'affiche comme une « norme mondiale » adoptée par de grands constructeurs et exploitants comme Vestas, Siemens, GE, etc.

Elle est composée de deux modules principaux :

- un module sur la sécurité dans l'éolien (Basic Safety Training). Cette certification est considérée comme étant une base indispensable et nécessaire pour garantir la sécurité des salariés qui travaillent sur une éolienne (onshore et offshore). Le BZEE a formé un partenariat avec GWO pour intégrer ses spécificités ;
- un module sur les exigences de base en matière de maintenance dans l'industrie éolienne.

Au niveau local, plusieurs établissements de formation (lycées professionnels ou GRETA notamment) ont répondu aux besoins exprimés par les entreprises de la filière et organisés des formations ad hoc.

Le Greta de Nîmes par exemple a inscrit au RNCP un titre de technicien maintenance éolien (niveau III). De son côté, l'IUT de Reims propose sur son site de Châlons-en-Champagne une option énergie éolienne de la licence professionnelle « Techniques avancées de maintenance » (TAM) et l'IUT de Saint-Nazaire a créé une licence professionnelle de chef d'opération et de maintenance en éolien offshore.

Certains ont également organisé des sessions de formation complémentaire d'initiative locale (FCIL). Le principe des FCIL (zoom 2) a l'avantage de s'appuyer sur un partenariat direct avec des entreprises du territoire, critère important pour le succès de la formation et l'intégration des stagiaires.

Zoom 2 sur... La formation complémentaire d'initiative locale (FCIL)

Cette formation permet aux élèves titulaires d'un diplôme professionnel ou technologique, l'acquisition d'une compétence complémentaire ou d'une spécialisation correspondant aux caractéristiques locales de l'emploi. L'ouverture d'une formation complémentaire d'initiative locale est décidée par le recteur de l'académie sur proposition d'une commission.

La FCIL fait l'objet d'une convention de partenariat entre l'établissement scolaire et une ou plusieurs entreprises, organisations professionnelles ou interprofessionnelles, elle est reconnue dans la région de la formation.

UNE FORMATION INITIALE QUI A SU S'ADAPTER

Des formations généralistes permettent d'acquérir les bases techniques nécessaire à la maîtrise des compétences de base des métiers de la filière de l'éolien terrestre, mais éprouvent encore des difficultés à former des professionnels immédiatement opérationnels. Ce constat est loin d'être réservé à la filière de l'éolien et correspond à la réalité de formations « de masse » qui doivent permettre d'acquérir les savoirs de base permettant ensuite de se spécialiser dans un domaine d'activité. Les entreprises de la filière éolien regrettent souvent que les jeunes diplômés ne soient pas immédiatement autonomes, mais reconnaissent également qu'une expérience sur le terrain est indispensable afin d'acquérir les spécialisations nécessaires (cf. le descriptif des activités des techniciens de maintenance, par exemple).

Pour ce métier, si les formations en mécanique peuvent permettre d'intégrer un poste dans la maintenance d'éoliennes, ce sont celles en électrotechnique qui semblent les plus prisées et offrir le plus de perspectives d'évolution.

L'évolution du BTS Maintenance des systèmes (créé en juillet 2005) et la création d'une option dédiée à la maintenance éolienne sont un exemple de l'adaptation des diplômes nationaux aux besoins de la filière. En effet, en décembre 2013, les travaux de rénovation du BTS Maintenance industrielle ont été validés par la commission professionnelle consultative (CPC) « métallurgie » et ont permis de tenir compte des besoins de formation exprimés par la filière éolienne avec la création d'une option dédiée en seconde année du nouveau BTS « Maintenance des systèmes », dit BTS MS.

Les CPC sont des instances consultatives qui émettent des avis en matière de diplômes et d'orientations générales sur la voie technologique et la voie professionnelle. Elles sont le lieu de discussion avec le monde économique sur la politique des diplômes pour l'enseignement professionnel. En effet, les CPC sont consultées sur les propositions de créations et rénovations de diplômes qui sont réalisées par des groupes de travail constitués d'experts des secteurs professionnels et de l'éducation. Les travaux produits par les groupes animés par le secrétariat

général des CPC et l'inspection générale de l'éducation nationale, font l'objet d'un avis de la CPC plénière avant d'être présentés à la commission spécialisée des lycées, au conseil supérieur de l'éducation (CSE) et éventuellement, pour les diplômes de niveau III, au conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche (CNESER) avant de faire l'objet d'une publication au journal officiel et ainsi qu'au bulletin officiel. Ce processus de fonctionnement, qui a rassemblé toutes les parties prenantes, a permis l'ouverture de la première session du BTS MS en 2014.

Concernant le métier de chef de projet éolien, le constat est identique à celui de technicien de maintenance : un accès par des formations généralistes mais le besoin de se spécialiser au travers de modules de formation complémentaires et d'acquérir de l'expérience avant de pouvoir être autonome sur son poste.

En termes de formation initiale, les chefs de projet travaillant dans la filière sont souvent issus d'une école d'ingénieurs généraliste ou possède un master spécialisé dans les domaines de l'environnement, des énergies renouvelables ou de l'aménagement du territoire¹¹.

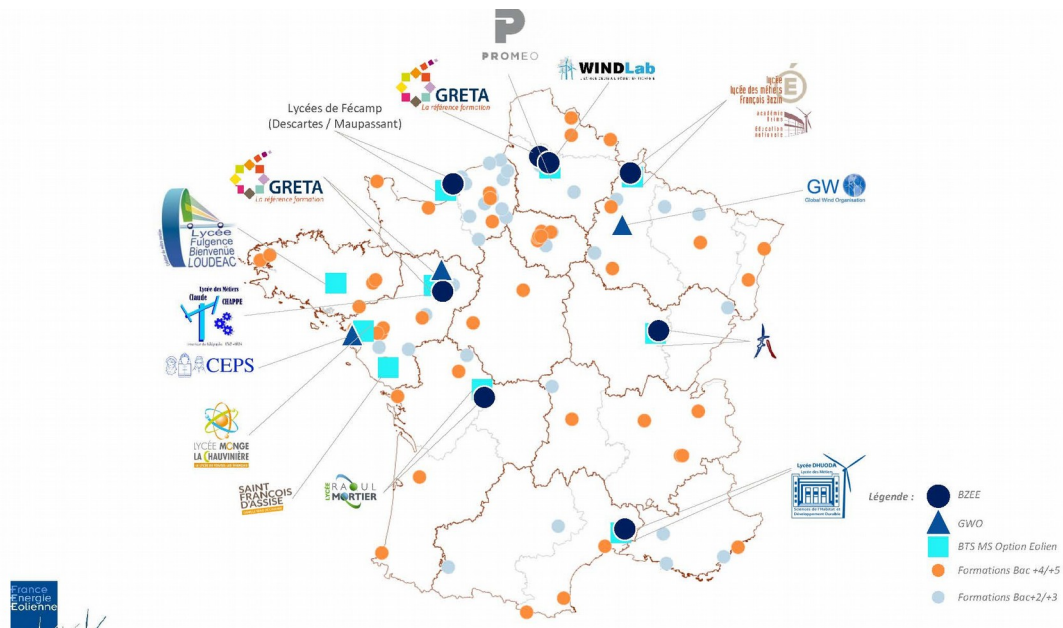
Des modules de formation continue peuvent venir compléter la formation initiale sur des points de spécialisation, ou bien permettre d'actualiser ses connaissances, comme, par exemple afin « d'acquérir ou de parfaire une connaissance méthodologique et pratique du montage de projets et faire le point sur l'état de l'art, la stratégie des acteurs et l'évolution du marché », module de formation proposé par l'Ademe et son partenaire Metrol¹².

Néanmoins, l'expérience joue un grand rôle et la formation seule ne suffit pas. Il est communément admis que 6 mois sont un minimum sur un poste de chef de projet avant de pouvoir être autonome. D'une manière générale, les recruteurs (bureaux d'étude spécialisés ou services études des constructeurs) disent éprouver des difficultés à trouver les profils déjà opérationnels sur le marché du travail : pour certains, même les formations spécialisées sur les énergies renouvelables seraient encore trop généralistes, et ne couvriraient pas la totalité des compétences attendues d'un chef de projet éolien (figure 17).

¹¹ <http://www.onisep.fr/Ressources/Univers-Metier/Metiers/chef-de-projet-eolien/>

¹² <https://formations.ademe.fr/solutions/stage.php?stageid=4618&folid=26>

17 - Localisation des principales formations spécialisées de l'éolien en France



Source : France Energie Eolienne/BearingPoint

UNE DIFFICULTÉ COMMUNE À TOUTES LES OFFRES DE FORMATION : L'ACCÈS AUX TECHNOLOGIES LES PLUS RÉCENTES

Les centres français de formation au certificat BZEE semblent avoir plus de difficulté que les centres allemands à disposer de supports pédagogiques correspondant aux dernières évolutions. Cette difficulté s'explique en partie par des questions de protection de technologie par les constructeurs (notamment allemands) de machines.

Les formations initiales sont également confrontées à cette difficulté d'accès aux technologies les plus récentes, notamment en raison du coût d'acquisition et d'installation du matériel pour les travaux pratiques. Bien souvent, les mâts des éoliennes utilisées dans les lycées sont beaucoup plus courts que ceux sur lesquels les jeunes diplômés vont intervenir.

LA PROXIMITÉ ENTREPRISE/CENTRE DE FORMATION, BASE DE L'INSERTION

Dans un territoire, la proximité entre acteurs de la formation et entreprises est toujours un enjeu majeur car elle permet d'adapter le plus finement possible les formations professionnelles au contexte du marché du travail en termes :

- d'adaptation des contenus de la formation professionnelle aux besoins des entreprises recruteuses présentes sur le territoire ;

- de disponibilité des formations adaptées aux besoins des entreprises sur le territoire : la mobilité géographique des personnes est réduite aussi bien pour suivre une formation que pour ensuite prendre un emploi. Il s'agit donc de former au plus près des potentiels d'emploi ;
- de visibilité de l'offre car bon nombre d'acteurs de la filière éolien restent des PME. Il est nécessaire que l'offre de formation, les programmes, les contacts puissent être facilement identifiables et disponibles ;
- de potentiel d'insertion sur le territoire au regard des capacités d'accueil régionales, y compris au cours de la formation pour les stages par exemple (zoom 3 sur le retour d'expérience de l'atelier formation de la FEE).

Cette proximité est importante y compris pour les formations diplômantes de niveau national. La création des sections avec l'option éolien du nouveau BTS MS à la rentrée 2015 a fait l'objet de négociations dans les régions directement concernées, dans le cadre de l'élaboration des cartes régionales de formation. Mais la viabilité d'une telle formation dépend fortement d'un partenariat préalable à son ouverture avec les entreprises concernées. Les représentants de la filière insistent sur la nécessité d'une certaine régulation de l'offre au niveau national, afin de ne pas générer des flux de sortants trop abondants, qui ne trouveraient pas d'emploi correspondant.

Pour les métiers transverses, des problématiques de formation déjà connues par d'autres filières

DES FORMATIONS DE LA MÉTALLURGIE ET DES TRAVAUX PUBLICS AU SERVICE DE LA FILIÈRE ÉOLIENNE

La fabrication : un domaine peu prisé des jeunes en formation initiale

La majorité des constructeurs d'éoliennes ne sont pas des entreprises françaises mais un certain nombre possède des filiales sur le territoire national ou font appel à des sous-traitants français pour la fabrication de composants. À l'instar des autres entreprises de la branche de la métallurgie, ces filiales ou fournisseurs sont confrontés à des difficultés de recrutement bien connues pour certains métiers.

**Zoom 3 sur... Les retours d'expérience de l'Atelier formation de la FEE
du 13 septembre 2016**

Lors de l'atelier formation organisé le 13 septembre 2016 à l'occasion du Colloque national éolien de la FEE, des échanges entre les représentants des établissements scolaires et les entreprises présents ont permis de travailler sur cette proximité de vue entre acteurs de la formation et acteurs économiques. L'une des questions abordées concernait les difficultés d'insertion en stage professionnel des élèves en formation initiale, qui contraste avec la relative aisance à trouver un stage en entreprise pour les élèves en alternance comme les contrats de professionnalisation.

Plusieurs réponses leur ont été données :

- La viabilité d'une formation et l'insertion en stage, ou en emploi, des élèves dépend fortement dans un territoire des liens de proximité et de partenariat établis entre l'établissement de formation et les entreprises concernées.
- Les tuteurs disponibles dans les entreprises sont en nombre limité, il est difficile d'accueillir plusieurs alternants ou stagiaires en même temps; d'autant que les périodes de stage sont souvent identiques d'une formation à l'autre et ne permettent pas d'optimiser l'accueil de stagiaires tout au long de l'année.
- Afin de pouvoir réellement participer au fonctionnement de l'entreprise, les stagiaires doivent avoir au préalable obtenus certaines habilitations (travail en hauteur, risques électriques...). Or les établissements de formation n'anticipent pas toujours ces obligations.
- La maturité et la capacité d'autonomie des stagiaires sont très recherchées par les entreprises. À ce niveau, les jeunes en formation initiale ont un handicap par rapport à ceux en contrat en alternance du type contrat de professionnalisation, souvent plus âgés.

Les métiers industriels dans leur ensemble souffrent d'un déficit d'image auprès des jeunes et les formations qui y préparent, peinent à se remplir. Lorsque cela se conjugue avec un nombre d'offres de postes supérieur aux cohortes sortantes, comme c'est le cas pour les spécialités de la chaudronnerie et du soudage, un phénomène de tension durable s'installe sur le marché du travail et peut handicaper le développement économique de certaines entreprises,

Afin de tenter d'alléger ces tensions, le ministère de l'éducation nationale, en coordination avec les représentants du secteur de la métallurgie, s'est efforcé d'améliorer la visibilité et l'attractivité de ses formations sur ces deux spécialités.

Hormis une mention complémentaire niveau V soudage créée par un arrêté en 2002, l'Education nationale ne proposait plus de formation initiale dédiée au métier de soudeur depuis 1988, jusqu'au remplacement en 2015 du CAP chaudronnerie par le nouveau CAP « réalisations industrielles en chaudronnerie ou soudage option A : chaudronnerie, option B : soudage ». Cette absence de formation dédiée additionnée au manque d'attractivité des métiers industriels pouvait éloigner des candidats potentiels.

La mention complémentaire était surtout utilisée par les élèves pour acquérir une compétence complémentaire à un métier principal (métallier, chaudronnier,...) alors dans bien des domaines, la profession de soudeur s'exerce à temps plein (dans l'industrie navale on compte 1 soudeur pour 2 tôliers et dans la filière EMR on estime les besoins à 2 soudeurs pour 1 tôlier).

Face à la conclusion que la mention complémentaire n'était pas un dispositif satisfaisant de formation de soudeurs qualifiés pour les secteurs de l'industrie qui doivent développer une capacité de production lourde et exclusive en soudage, un travail de rénovation des diplômes a été engagé afin de disposer d'une filière de formation au soudage allant du CAP au diplôme d'ingénieur en passant par la MC.

De plus, en matière de soudage, l'accroissement permanent des exigences en matière de qualité, en particulier dans les secteurs de l'aéronautique ou de l'énergie, ont conduit les branches professionnelles concernées à demander, en 2015, la création d'une nouvelle mention complémentaire de niveau 4 en « soudage », adossée au bac pro chaudronnerie. Cette mention complémentaire sera ouverte à la rentrée 2017.

Pour compléter ces diplômes de formation initiale professionnelle de l'éducation nationale, un certain nombre de certifications professionnelles de soudeurs ont été créées par le ministère de l'emploi (titres professionnels) pour favoriser la reconversion de demandeurs d'emploi ou la montée en qualification de salariés déjà en poste.

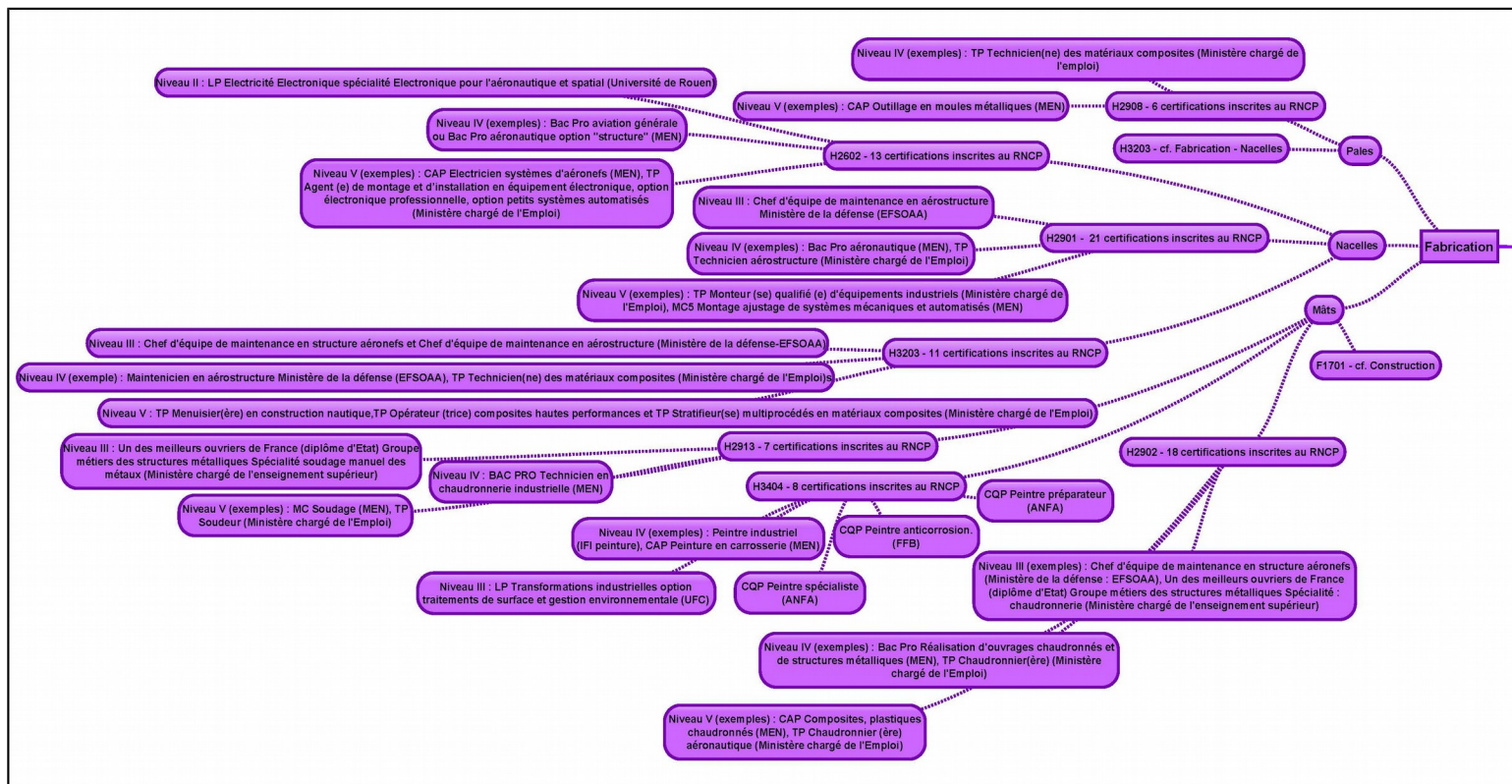
A titre d'exemple, le titre professionnel de soudeur du ministère de l'emploi démontre la dynamique de ces certificats puisqu'il y avait 1 634 candidats en 2014, en augmentation par rapport aux 1 396 inscrits en 2013 et aux 1 092 de 2012.

De son côté, l'Union des Industries et des Métiers de la Métallurgie (UIMM) délivre des Certificats de Qualification Professionnelle (CQP), qui correspondent aux besoins de base de l'industrie, mais restent encore assez peu connus du large public et particulièrement des jeunes. Le certificat de qualification professionnelle Soudeur industriel certifie la maîtrise des capacités professionnelles permettant d'assembler par fusion des pièces mécano soudées de métal, y compris dans le cadre du développement de procédés robotisés.

La figure 18 ci-après présente un panorama des principales offres de certifications pour le maillon « fabrication » de la filière éolienne qui sont complémentaires à l'offre du ministère de l'éducation nationale. Les trois sous-systèmes principaux d'une éolienne (les pales, les mâts et les nacelles) ont été repris pour mieux visualiser les différentes certifications.

Partie 3 - Une offre de formation en évolution qui permet de répondre à la majorité des besoins

18 - Panorama de l'offre de certifications sur le segment « fabrication d'éoliennes » [figure 18 agrandie en annexe]



Des formations transverses avec la filière du BTP pour la construction des parcs

Les quatre familles de métiers identifiées au travers du ROME sur cette activité sont :

- F1301 : Conduite de grue,
- F1302 : Conduite d'engins et de terrassement de carrière,
- F1605 : Montage de réseaux électriques et télécoms,
- F1701 : Construction en béton.

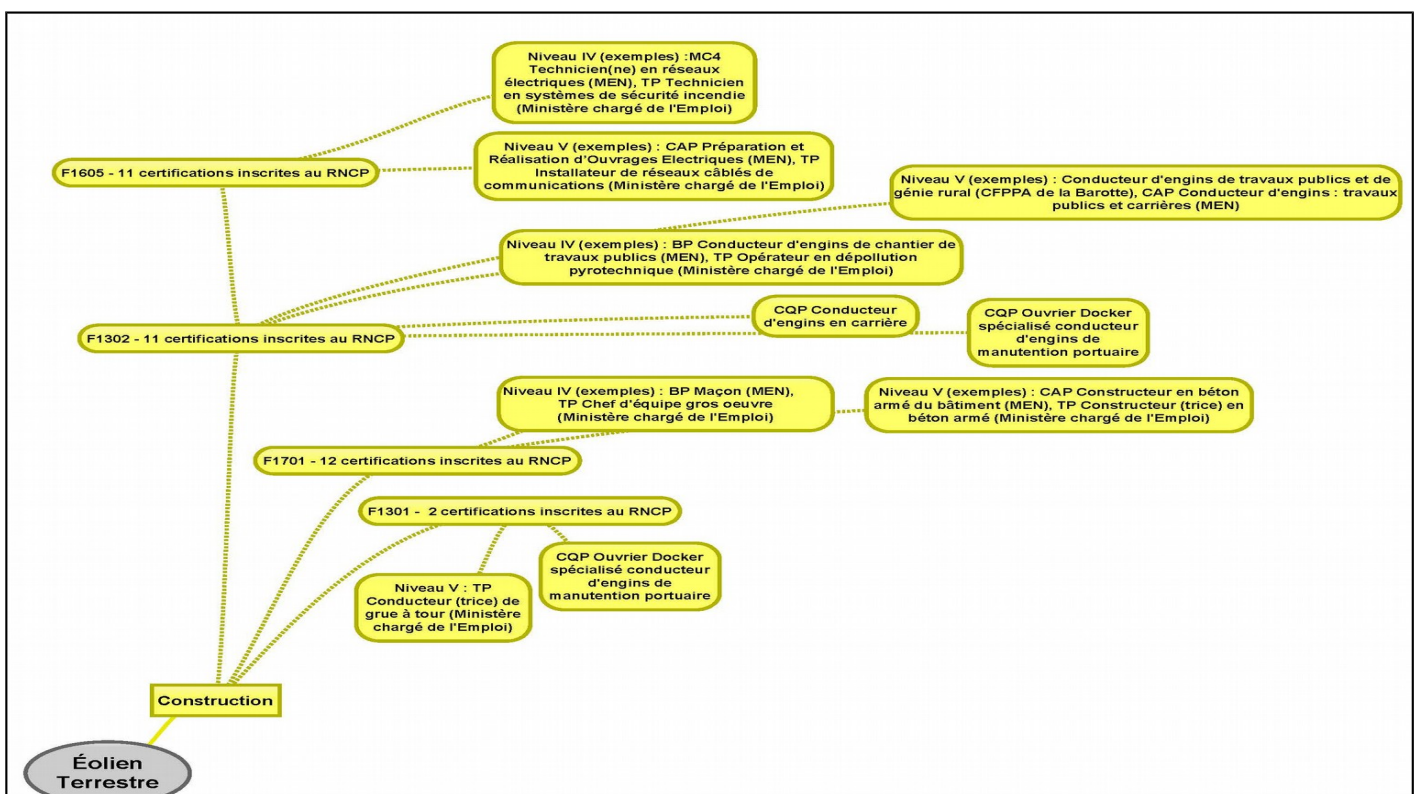
Différentes formations et certifications permettent d'accéder à ces métiers. En formation initiale, on trouve principalement des diplômes de niveau V (BP maçon, CAP constructeur en béton armé, BP ou CAP de conducteurs d'engins, etc.).

Partie 3 - Une offre de formation en évolution qui permet de répondre à la majorité des besoins

Les métiers des réseaux électriques disposent eux d'une filière de formation avec des niveaux V et IV :

- CAP préparation et réalisation d'ouvrages électrique,
- mention complémentaire de niveau IV « Techniciens en réseaux électriques »,
- Bac pro Métiers de l'Électricité et ses Environnements Connectés (MELEC / ex-ELEEC),
- Bac pro Maintenance des équipements industriels (MEI),
- Brevet professionnel Installations et équipements électriques (IEE).

19 - Panorama des certifications sur le segment « construction » [figure 19 agrandie en annexe]



Le titre professionnel du ministère de l'emploi de monteur de réseaux électriques aéro-souterrains complète cette offre de formation.

La conduite de grue, activité bien spécifique, bénéficie d'un titre professionnel du ministère de l'emploi : conducteur de grue à tour. Il est également accessible avec de l'expérience et des formations de base du type :

- CAP conducteur d'engins de travaux publics et carrières,
- BP conducteur d'engins de chantier de travaux publics,
- Bac pro maintenance des matériels, option travaux publics et manutention.

Les certifications sont accessibles le plus souvent par la voie de l'alternance (apprentissage pour le BP par exemple, ou contrats de professionnalisation pour les CQP), mais elles peuvent être également acquises par la validation des acquis de l'expérience (VAE), pour les salariés qui se sont formés au travers de leur parcours professionnel.

La VAE est malheureusement une voie assez peu utilisée. Et ce phénomène s'est encore accentué récemment. Le poids des candidats présentés au titre professionnel par la voie de la VAE par rapport à l'ensemble des candidats accuse une nette régression en 2014 et revient au même niveau qu'en 2004, date de déploiement de la VAE.

PEU DE FORMATIONS POUR DES MÉTIERS ET UN SECTEUR DU RECYCLAGE ENCORE PEU ATTRACTIF

Quel que soit le choix de l'action par rapport aux parcs vieillissants (démantèlement ou *repowering*), seront mobilisés des métiers déjà utilisés par la filière (métiers industriels de production, métiers du bâtiment et du génie civil...) mais qui devront mobiliser de nouvelles compétences, celles de la gestion de la déconstruction et du tri des déchets ainsi que les métiers de la gestion des déchets et du recyclage.

Afin de répondre aux enjeux d'une croissance plus sobre en ressources, le tri et le recyclage des déchets sont un objectif majeur. La prévention de la production et l'organisation de la gestion des déchets générés font maintenant partie intégrante des compétences de la conduite de chantier, qu'il s'agisse de construction, de réhabilitation ou de déconstruction, au même titre que les prescriptions réglementaires, la sécurité... mais leur mise en œuvre se révèle complexe et requiert une sensibilisation et une formation de toutes les personnes intervenant sur un chantier.

À cet effet, tous les acteurs se sont mobilisés afin d'apporter les connaissances nécessaires aux intervenants sur un chantier et de développer les formations indispensables à la maîtrise des compétences associées.

Dans « L'état des lieux de la prise en compte des mutations induites par la transition écologique dans les diplômes du Ministère du Travail, de l'Emploi, de la Formation professionnelle et du Dialogue social », le ministère chargé de l'emploi souligne l'importance accordée à cette question dans l'élaboration des titres professionnels dont la loi du 17 janvier 2002 de modernisation sociale lui a confié la responsabilité.

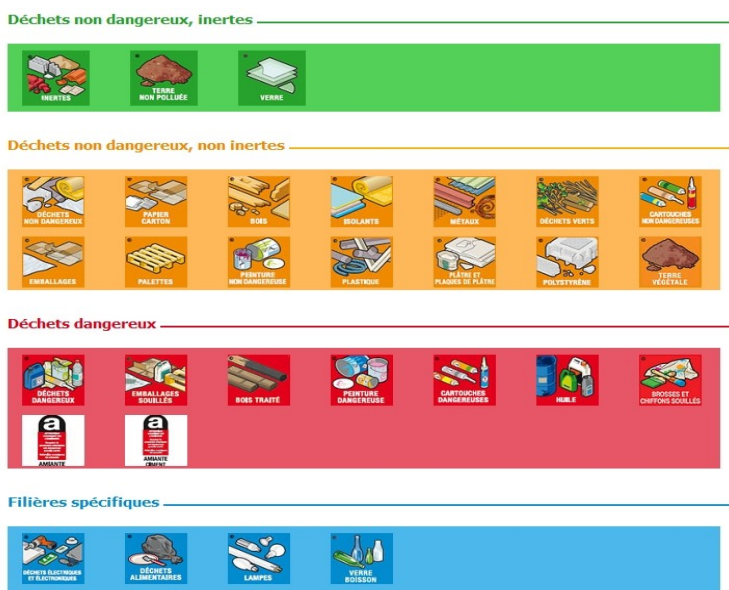
Partie 3 - Une offre de formation en évolution qui permet de répondre à la majorité des besoins

Les professionnels associés à l'élaboration des titres du ministère chargé de l'emploi ont été sensibilisés aux impacts de l'activité humaine sur l'environnement et ils ont veillé à ce que l'identification des compétences de la transition écologique et énergétique soit effectuée dès l'analyse de l'activité en milieu de travail afin que ces compétences apparaissent explicitement dans la rédaction du référentiel d'emploi d'activité et de compétences qui sert de base à l'élaboration du titre professionnel. Selon le degré d'exigence des professionnels, la nature du métier et les résultats de l'analyse du travail, la compétence est intégrée dans le référentiel selon différentes formes. En tout état de cause il n'existe pratiquement pas de référentiels où il n'y a aucune référence aux enjeux environnementaux.

Les titres professionnels de la filière bâtiment peuvent, par exemple, comporter dans le référentiel de certification (qui détermine sur quelles compétences portera l'évaluation) une phrase du type « les déchets sont triés et évacués conformément à la réglementation ». Ainsi chaque candidat sera évalué sur sa capacité à maîtriser cette compétence liée à la gestion des déchets.

Au-delà d'actions formelles de formation, la sensibilisation à la gestion des déchets est soutenue par différentes actions. La Fédération française du bâtiment (FFB) a ainsi élaboré une signalétique mise à disposition des entreprises et de leurs salariés, afin de les aider à mieux trier leurs déchets (figure 20).

20 – Signalétique de tri des déchets de la Fédération française du bâtiment [figure 20 agrandie en annexe]



Source : FFB

Concernant les métiers de la gestion des déchets et du recyclage en propre, les problématiques sont différentes. Comme pour la plupart des métiers de base du secteur de la récupération/valorisation des déchets, le besoin de professionnalisation des opérateurs des entreprises intervenant dans le démantèlement des éoliennes est mis en avant par les employeurs, qui se tournent plutôt vers la mise en place de formations destinées aux adultes, car le secteur n'est pas attractif pour les jeunes.

Outre des diplômes génériques de niveau V comme le CAP propreté urbaine, collecte et recyclage, il existe un titre professionnel du ministère de l'emploi d'agent technique de déchetterie et des certifications enregistrées au registre national de la certification professionnelle comme celle d'agent des services de gestion et de valorisation des déchets.

Afin de disposer de salariés possédant les compétences les plus appropriées à l'évolution du travail du secteur du recyclage, la branche professionnelle des industries et commerces de la récupération a développé deux certificats de qualification professionnelle (CQP) et trois certificats de qualification professionnelle interbranches (CQPI). Ils concernent les métiers clés de la production, de la maintenance et du management de proximité.

Les CQP du recyclage (CQP tri et CQP tri mécanisé) sont des certifications professionnelles qui valident des capacités ou compétences professionnelles mises en œuvre dans la branche des industries et commerces de la récupération uniquement.

Les CQP interbranches du recyclage (Conducteur d'équipement industriel, animateur d'équipe domaine industrielle et opérateur de maintenance industrielle) sont des certifications professionnelles qui valident des capacités ou compétences professionnelles mises en œuvre dans l'entreprise et qui sont communes à deux ou plusieurs branches professionnelles.

L'ensemble des opérateurs et encadrant en lien direct avec la production sont concernés par ces certifications :

- les opérateurs de tri qui trient manuellement les matières, le plus souvent positionnés en amont des lignes mécanisées (CQP tri manuel) ;
- les conducteurs d'engins qui trient les matières à l'aide d'engins ou machines (tractopelles, presses...) pour le CQP tri mécanisé ;
- les conducteurs de machines ou de process qui pilotent une machine complexe ou plusieurs machines réunies dans un process (cisaille, ensemble mécanisé de tri...) sont concernés par le CQP Interbranches de conducteur d'équipements industriels ;
- les agents de maintenance qui interviennent sur les différents engins et machines pour en assurer la maintenance curative et préventive (CQP interbranches Opérateur de maintenance industrielle) ;
- les chefs d'équipes ou chefs de chantiers ou responsables de site adjoint qui encadrent les opérateurs de tri manuel et mécanisés et les conducteurs de process (CQP interbranches d'animateur d'équipe domaine industriel).

Partie 3 - Une offre de formation en évolution qui permet de répondre à la majorité des besoins

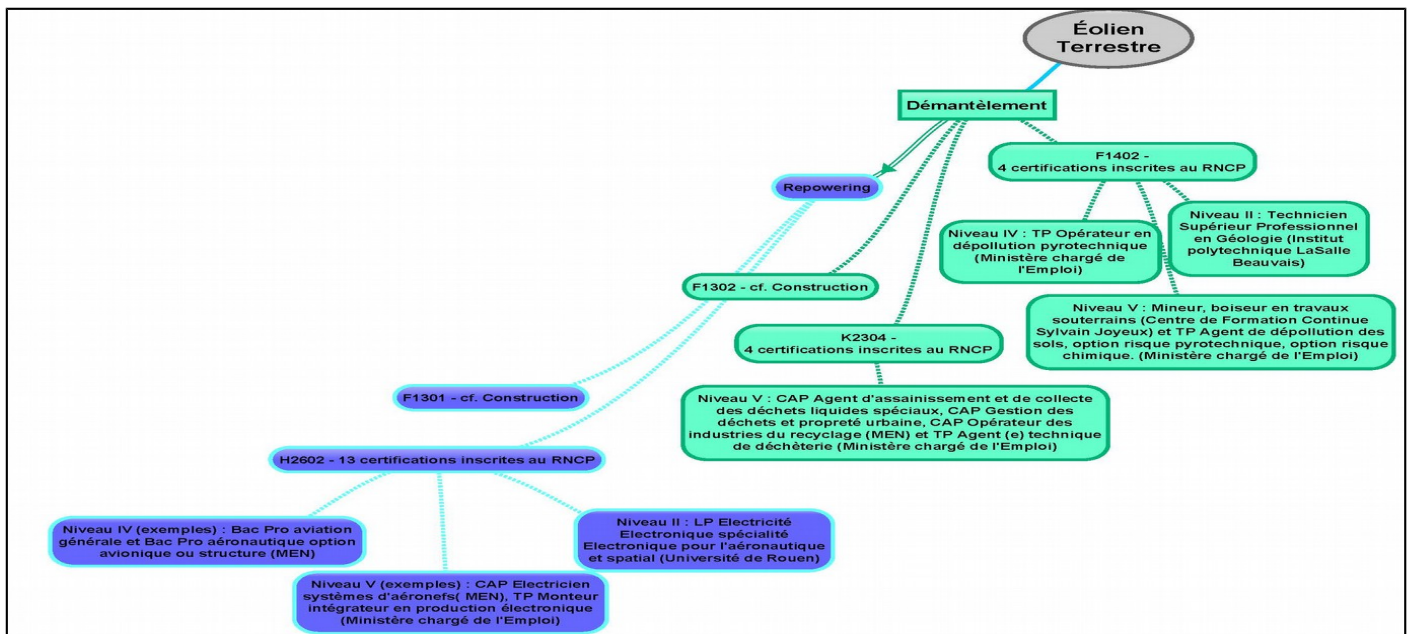
Les certifications liées aux métiers concourant aux activités de démantèlement et de *repowering*

Le schéma 21 ci-dessous présente les principales certifications identifiées (au sens d'un enregistrement officiel au RNCP) à partir du maillon « démantèlement » de la chaîne de valeur de la filière éolienne terrestre. On y retrouve les métiers :

- de la construction comme la conduite de grue ou la conduite d'engins et de terrassement de carrière ;
- de la revalorisation de produits (K2304) et l'extraction de solide (F1402) ;
- sur le *repowering*, le câblage électrique et électromécanique (H2602) rassemble 13 certifications inscrites au RNCP.

Les CQP de la branche du recyclage n'y figurent pas car ils ne sont pas encore enregistrés.

21 – Principales certifications des activités de démantèlement et de *repowering*
[figure 21 agrandie en annexe]



Partie 3 - Une offre de formation en évolution qui permet de répondre à la majorité des besoins

Annexes

Bibliographie

et

Schémas



Bibliographie

ADEME, 2011, *Grand éolien. Feuille de route stratégique*

ADEME 2012, « *Marchés, emplois et enjeu stratégique des activités liées à l'amélioration de l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables : situation 2010-2011, prévisions 2012* » ; rapport, Novembre (en particulier le chapitre 2.1 Eolien, pages 41 à 45)

ADEME, 2016, « L'énergie éolienne », *Les avis de l'ADEME*, mars

ADEME 2017, « Etude sur la filière éolienne française : bilan, prospective et stratégie »

AFIM, 2012, *La maintenance des éoliennes terre et mer*, Rendez-vous économiques de la maintenance du 24/05/2012, Observatoire Réseau Maintenance

AFPA Transitions Haute Normandie – Filières Energies Haute Normandie - Préfecture de la Haute Normandie, *Diagnostic emploi/formation dans les métiers liés à la fabrication de pales d'éoliennes en composite*

BIPE, 2012, *Contribution du BIPE au Livre Blanc du SER – Filières photovoltaïque, éolienne et biomasse. Emploi, bilan carbone, balance commerciale*, janvier

Capgémini Consulting, « Windustry France. L'éolien se tourne vers les savoir-faire industriels français », 2010

C2R Bourgogne, 2012, *Filière éolienne : étude prospective des métiers et des besoins en formation à l'horizon 2020*, C2R Bourgogne Producteur Editeur

Centre d'analyse stratégique – La note d'analyse Emploi – Travail – Avril 2011 « "Compétences transversales" et "compétences transférables" : des compétences qui facilitent les mobilités professionnelles »

Chambre de Commerce et d'Industrie Territoriale de la Meuse, 2012, *L'énergie éolienne*

Comité de filière énergies renouvelables, 2010, *Rapport du comité de filière énergies renouvelables*, Seconde Partie, Comité National de Mobilisation du Plan de Mobilisation des Territoires et des Filières sur le Développement des Métiers de la Croissance Verte, Grenelle de l'environnement, avril-octobre

Commissariat Général au Développement Durable, 2013, *Les filières industrielles stratégiques de l'économie verte : enjeux et perspectives*, mars

Commissariat Général au Développement Durable, Chiffres & statistiques, n°764, mai 2016

Commissariat Général au Développement Durable, DATA LAB , Tableau de bord : éolien Troisième trimestre 2016, Novembre 2016

Commissariat Général au Développement Durable, SDES - St@t INFO - Tableau de bord : éolien premier trimestre 2017

CESTP – Aract Picardie COPPI Marylène et VASSELIN Alexandre, 2013, *Maintenance (et exploitation) éolienne : développement économique et attractivité du secteur. Une étude par l'activité et les conditions de travail en Région Picardie*, Premiers éléments de travail, CEST/ARACT Picardie

CESTP – Aract Picardie – COPPI Marylène et VASSELIN Alexandre - Les conditions de travail pour l'attractivité des métiers de la maintenance éolienne

Eoltech, Brochure de présentation

ERNST & YOUNG, 2010, Rapport d'évaluation du Grenelle de l'Environnement

Environnement & Technique, hors série, septembre 2016

Annexes

France Energie Eolienne, *Les métiers de l'éolien*, octobre 2013

France Energie Eolienne – Syndicat des Energies Renouvelables, 2010,

FEE (Observatoire de l'Éolien), 2016 « Analyse du marché et des emplois éoliens en France » *Colloque France Energie Eolienne* avec le cabinet de conseil BearingPoint. 2 octobre

OBSERV'ER, 2016, Le Baromètre des énergies renouvelables électriques en France, 7^e édition

RTE – SER – ERDF – ADEeF, 2016, *Panorama des énergies renouvelables*

SER – Windustry, 2012-2013, *Annuaire des fabricants et fournisseurs de l'industrie éolienne*

SER Magazine, 2012, *La revue du syndicat des énergies renouvelables*, Dossier « De l'air pour l'éolien terrestre », n°07, décembre

UIMM Région Havraise, 2013, *La filière éolienne : étude des besoins de professionnalisation*, Synthèse, janvier

UIMM Région Havraise, 2012, *Pré-étude. Qualifications de champ de l'éolien*, 11/02/2012

WindEurope, « Wind in power 2016 European statistics », février 2017

Sites Internet

<http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/eolien-terrestre>

<http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/eolien-terrestre#e4>

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/KIT%20Transition%20pro.pdf>

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/KIT%20Transition%20pro%20annexes.pdf>

http://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/fiches/BO201122/met_20110022_0100_0036.pdf

<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/conjoncture/s/energies-climat-tableaux-eolien-photovoltaique-biogaz.html>

www.enr-sodeger.com

www.cv.com (Fiche métier « ingénieur acoustique »)

<http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/les-zones-de-developpement-de-l-eolien-zde-a2414.html>

<https://www.anact.fr/conditions-de-travail-des-salaries-de-leolien>

http://fee.asso.fr/wp-content/uploads/2016/09/20160919Observatoire2016_VF.pdf

http://www.energies-haute-normandie.com/wp-content/uploads/2012/05/Formation_%C3%A9olien_complet_A4_Final.pdf

<http://www.enr.fr/eolien-terrestre>

<http://www.ademe.fr/etude-filiere-eolienne-francaise-bilan-prospective-strategie>

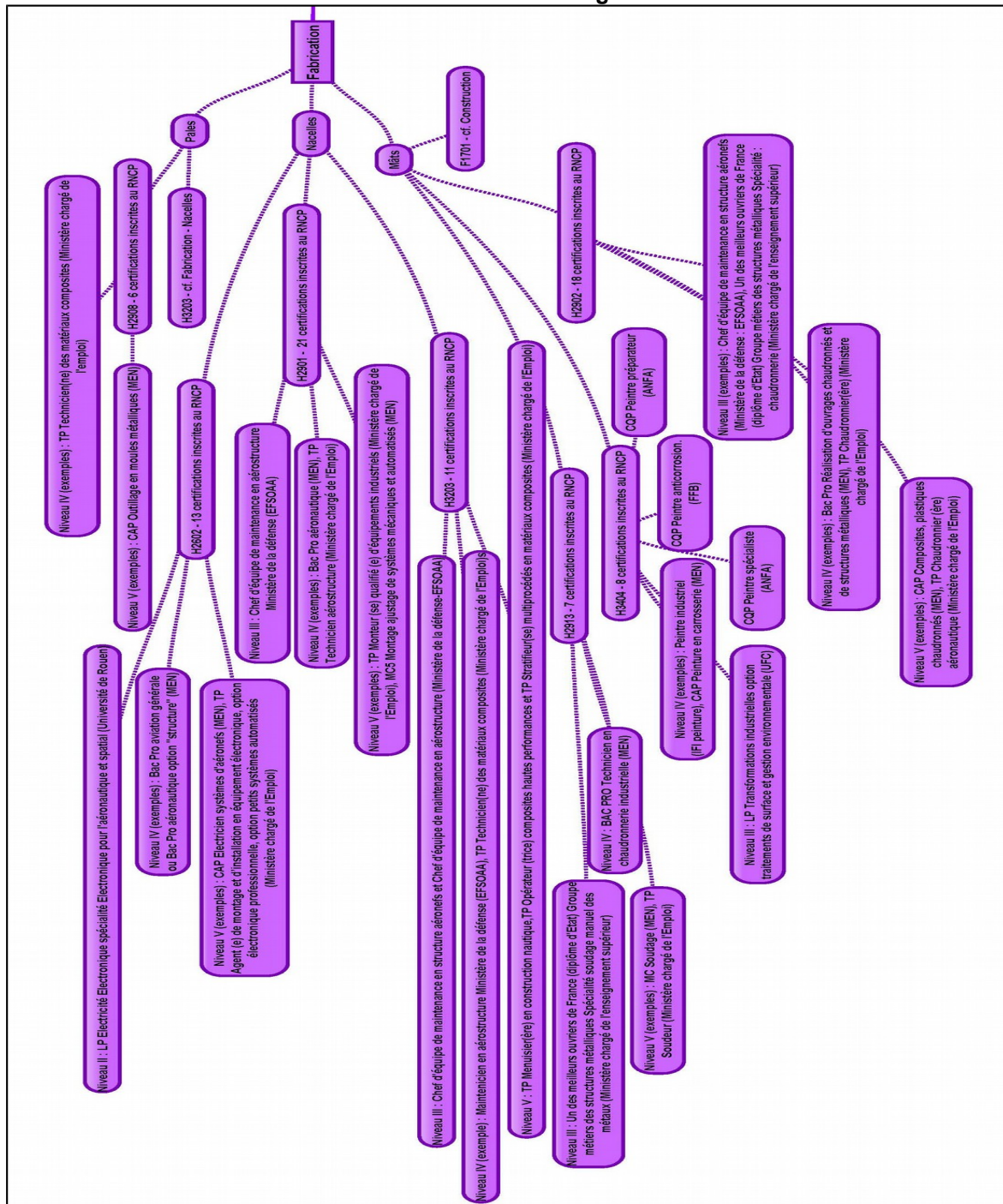
<http://www.ademe.fr/marches-emplois-lies-a-lefficacite-energetique-energies-renouvelables-situation-2013-2014-perspectives-a-court-terme>

<http://www.windustry.fr/windustry-france.html>

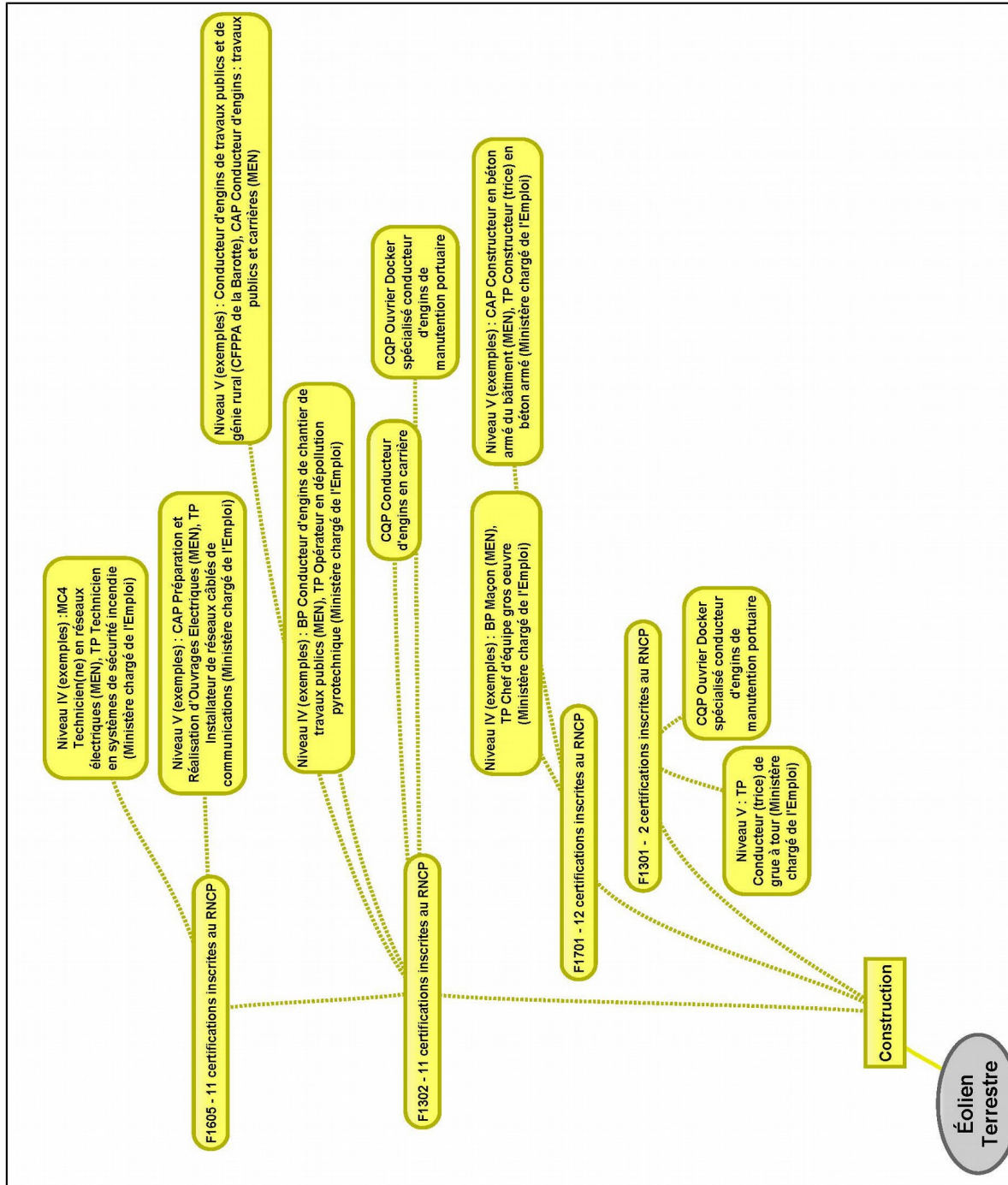
<http://www.windustry.fr/industrie-eolienne-france.html>

Schémas

18 - Panorama de l'offre de certifications sur le segment « fabrication d'éoliennes »



19 - Panorama des certifications sur le segment « construction »



20 – Signalétique de tri des déchets de la Fédération française du bâtiment

Déchets non dangereux, inertes



Déchets non dangereux, non inertes



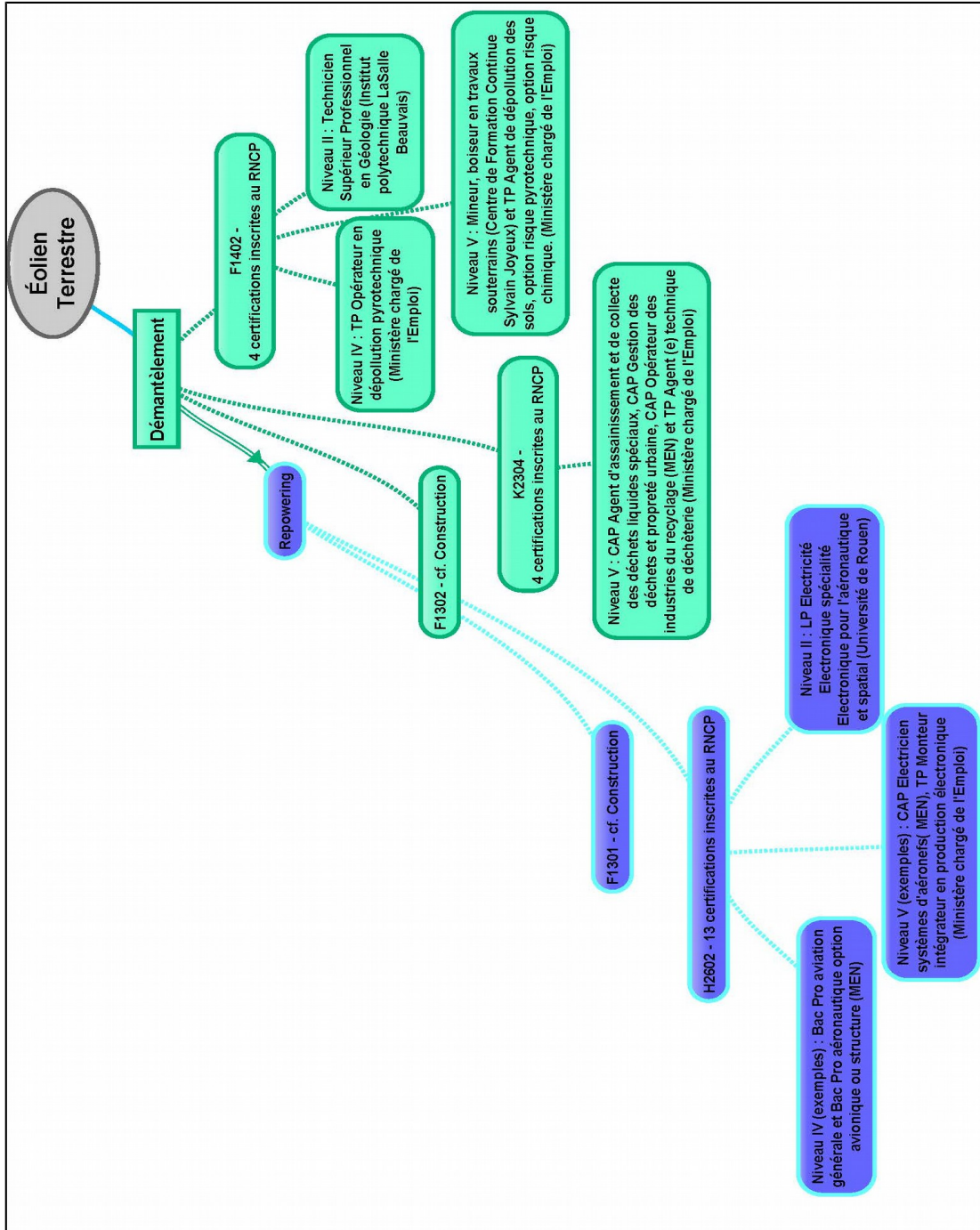
Déchets dangereux



Filières spécifiques



21 – Principales certifications des activités de démantèlement et de *repowering*



Annexes

Conditions générales d'utilisation

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille — 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1^{er} juillet 1992 — art. L.122-4 et L.122-5 et Code pénal art. 425).

Dépôt légal : juillet 2017
ISSN : 2552-2272



La filière de l'éolien terrestre doit faire face à de nouveaux enjeux alors qu'elle poursuit sa structuration. Afin d'accompagner ces changements, la filière doit anticiper les besoins en emplois, métiers et compétences. Il s'agit par exemple de chefs de projet qui doivent allier des compétences de négociateur à leurs fonctions techniques ; de techniciens de maintenance qui devront développer des compétences de réparation en plus de la prévention.



Dans ce rapport, le CGDD a fait le choix de développer et d'analyser certaines idées fortes et constats faits sur la filière. Après avoir dressé un bref panorama de la filière, le rapport s'attache plus particulièrement à l'analyse des métiers et des besoins en compétences ainsi qu'à la formation sur ses maillons les plus stratégiques.

**Vers une vision
prospective
des enjeux
métiers
de l'éolien
terrestre**



Commissariat général au développement durable

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration
du développement durable

Sous-direction de la responsabilité environnementale
des acteurs économiques

Tour Séquoia

92055 La Défense cedex

Courriel : iddae.seei.cgdd@developpement-durable.gouv.fr

www.ecologique-solidaire.gouv.fr



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE