

La filière éolienne terrestre : perspectives pour l'emploi et la formation

Pauline Devie, Félicie Drouilleau, Chantal Labruyère, Aurélie Mazouin, Gérard Podevin

▶ **To cite this version:**

Pauline Devie, Félicie Drouilleau, Chantal Labruyère, Aurélie Mazouin, Gérard Podevin. La filière éolienne terrestre : perspectives pour l'emploi et la formation. [Rapport Technique] Céreq études n°1, Céreq. 2015. halshs-02489990

HAL Id: halshs-02489990
https://shs.hal.science/halshs-02489990

Submitted on 10 Mar 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CÉREQ ÉTUDES
Numéro 1 • octobre 2016

TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET ÉNERGÉTIQUE

LA FILIÈRE ÉOLIENNE TERRESTRE PERSPECTIVES POUR L'EMPLOI ET LA FORMATION

Pauline DEVIE - *Département Travail, Emploi et Professionnalisation*, Céreq*

Félicie DROUILLEAU - *Département Travail, Emploi et Professionnalisation, Céreq*

Chantal LABRUYÈRE (coordination) - *Mission partenariats nationaux, Céreq*

Aurélie MAZOUIN - *Centre associé au Céreq de Besançon**

Gérard PODEVIN - *Centre de recherche en économie et management (CREM) Centre associé au Céreq de Rennes*

** Au moment de la réalisation de l'étude*

Céreq
Formation - Travail - Emploi
www.cereq.fr

Ce rapport est issu d'une étude réalisée avec l'appui financier du ministère en charge de l'écologie, dans le cadre d'une convention pluriannuelle de partenariat Céreq-CGDD pour la mise en œuvre du Plan national d'adaptation des métiers et des emplois de la transition vers l'économie verte.

Ce rapport est issu d'une étude réalisée dans le cadre d'une convention de partenariat entre le Céreq et le CGDD, visant à assister le Comité stratégique des métiers des éco-industries (COSEI) dans la définition de sa politique en faveur de l'emploi et des compétences. Il a bénéficié des apports des différents partenaires réunis par le CGDD au sein du Comité de pilotage de l'étude et en particulier du soutien et des contacts apportés par les représentants de France énergie éolienne.

Nous tenons à remercier l'ensemble des professionnels du monde de l'entreprise et de celui de la formation, ou des institutions qui leurs sont liées, qui ont accepté de répondre à nos sollicitations et de nous consacrer un peu de temps pour décrire leurs activités et faire part de leurs besoins et de leurs préoccupations au regard des enjeux du secteur en matière d'emploi et de formation.

Avertissement

L'étude dont les résultats sont présentés ici s'est déroulée sur une période relativement longue : les entretiens avec les acteurs ont été réalisés entre novembre 2013 pour les premiers et juillet 2015 pour les derniers, ce qui a nécessité, au moment de l'écriture du rapport, un effort de recontextualisation des analyses proposées par les acteurs pour tenir compte du contexte économique et institutionnel propre à la période où ils étaient interrogés. Or, concernant en particulier l'offre de formation, beaucoup de choses ont bougé sur cette période, aussi bien dans l'enseignement professionnel que dans l'enseignement supérieur, notamment pour tenir compte de la montée en puissance de l'éolien off-shore, étudié par ailleurs.

Les matériaux mobilisés sont essentiellement de nature qualitative, hormis quelques données économiques et quelques données sur les flux de formation : il s'agit surtout des comptes rendus d'une trentaine d'entretiens réalisés auprès de deux catégories principales d'acteurs : des représentants des entreprises de la filière (19 entretiens), situés sur l'ensemble des segments de la chaine de valeur et des organismes de formation (7 entretiens), ainsi qu'auprès de quelques des représentants d'institutions (Conseil régional, ADEME) ou d'organismes d'interface entre la recherche et les entreprises (Pôles de compétitivité). Ont également été exploitées des bases de données sur les certifications (REFLET, RNCP), ainsi qu'une masse d'informations collectées sur Internet, entre fin 2013 et fin 2015, qu'il s'agisse d'informations publiées sur des sites institutionnels, d'entreprises ou d'associations, ou véhiculées par la presse locale ou spécialisée.

Sommaire

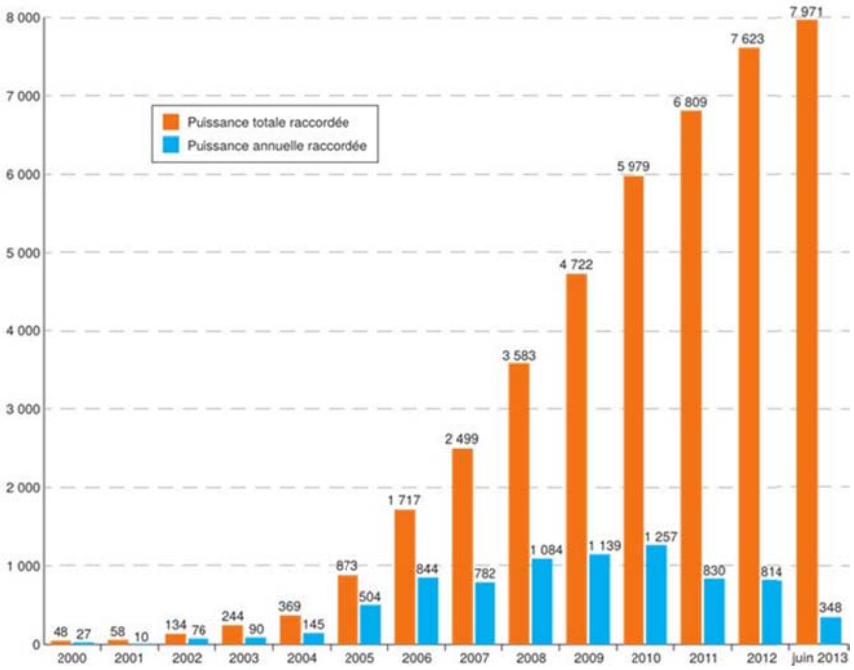
Synthèse 4
Introduction générale 16
1. L'économie générale de la filière 17
1.1. Un développement fortement soumis à des choix politiques et à leur traduction réglementaire 17
1.2. Les acteurs de la filière et les emplois générés 21
1.3. Une cartographie des différents champs professionnels mobilisés par la filière éolienne 30
2. Les métiers du segment « développement éolien » 32
2.1. Le rôle central du chef de projet éolien, pour assembler des compétences très pointues dans des disciplines variées 32
2.2. Ingénieur acousticien, Evaluation du vent, Expertise environnementale : des spécialités recherchées 34
2.3. Un large éventail de spécialités de formation de l'enseignement supérieur alimente les bureaux d'études 35
2.4. Le turn-over chez les chefs de projet éolien : un diagnostic qui mériterait des approfondissements. 37
3. La fabrication d'éoliennes 39
3.1. Une illustration des tensions rencontrées localement sur le marché du travail : le cas de la Bourgogne 39
3.2. Au niveau national : l'éolien terrestre comme miroir grossissant des difficultés de recrutement de la métallurgie 40
3.3. Une offre de certification assez resserrée 42
3.4. Des spécialités peu attractives en formation initiale 46
4. L'installation 50
4.1. Un chantier en cinq étapes 50
4.2. Une offre de certification assez simple, surtout portée par le service public. 51
4.3. Une forte mobilité géographique pour une faible mobilité professionnelle 53
5. L'exploitation et la maintenance 54
5.1. Des compétences additionnelles pour les techniciens de maintenance 56
5.2. Une meilleure compréhension des mobilités, un préalable à un véritable accompagnement des parcours 61
5.3. Les perspectives de mobilité entre l'éolien terrestre et l'éolien en mer : une hypothèse controversée 65
5.4. Une offre de formation initiale et continue en expansion 66
5.5. Le BZEE : une certification contestée 70
6. Demantèlement et *repowering* 83
6.1. Le remplacement des éoliennes ou *Repowering* : des compétences identiques à celles du segment « installation » 83
6.2. Le démantèlement : un nouveau marché pour certains prestataires spécialisés ? 83
6.3. Une offre de certification assez resserrée, à niveau V et IV 84
Conclusion 86
Résume des preconisations 88
Bibliographie 90
Annexes 92

Synthèse

La filière de l'éolien terrestre, qui s'est structurée en France depuis une quinzaine d'années, a généré sur notre territoire une dizaine de milliers d'emploi (ADEME 2013), bien que les principaux constructeurs soient étrangers (danois, allemands ou espagnols). Ces emplois sont liés principalement aux activités de développement, d'installation sur site, de maintenance et d'exploitation. Pour autant, les activités de fabrication ne sont pas totalement absentes, car 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, parfois même assemblés en France.

Fin 2013 (lors du démarrage de l'étude), la filière faisait le constat d'un certain essoufflement de la dynamique enregistrée à la fin des années 2000, et l'attribuait principalement à une réglementation trop contraignante. En effet après une période de croissance rapide, entre 2007 et 2010, soulignée par le baromètre des énergies renouvelables (« *durant la seconde moitié des années 2000, l'éolien symbolisait la progression des nouvelles filières […] pour la production électrique en France. […] Les puissances installées augmentaient chaque année et le secteur embauchait* »), une certaine panne de croissance inquiète le secteur, puisque en 2014 l'Observatoire des énergies renouvelables note que depuis 2011 la puissance éolienne annuellement raccordée n'a cessé de diminuer, comme le montre le schéma ci-dessous.

Évolution de la puissance éolienne raccordée depuis 2000 (en MW)
Source: SOeS - repris par Observ'ER, 2013.

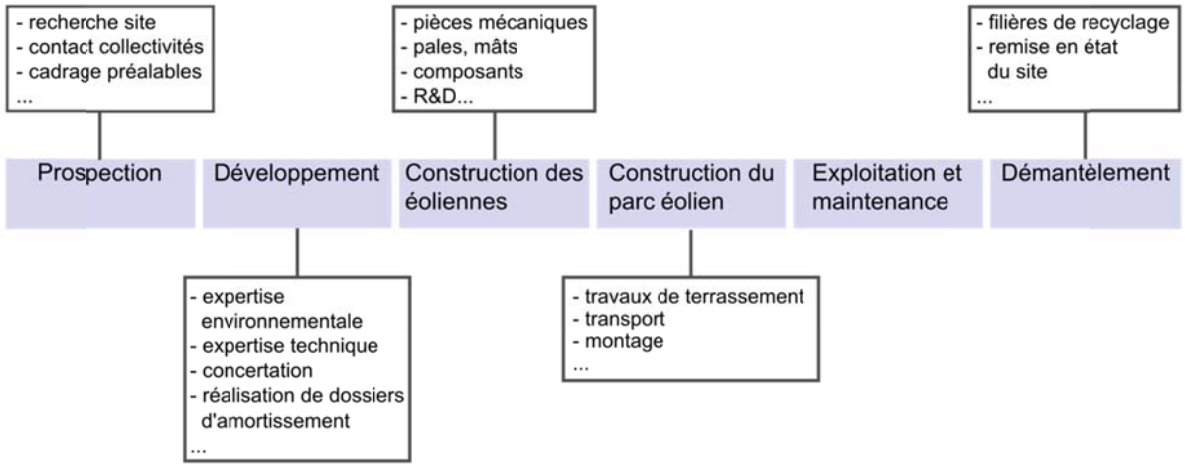


Un retournement de tendance semble avoir eu lieu néanmoins en 2014, France Energie Eolienne (FEE) notant dans sa dernière publication (novembre 2015) un net rebond de la filière qui a enregistré une progression de 44 % de la capacité annuelle raccordée. L'adoption de la loi sur la transition énergétique, en août 2015, devrait confirmer cette nouvelle dynamique. C'est en tout cas le message que portent les professionnels de la filière dans cette publication dont le sous–titre est : « L'éolien : un nouveau souffle ». Pour étayer cette perspective, ils convoquent les objectifs volontaristes de l'Ademe qui estime que l'éolien pourrait produire 22 % de notre électricité en 2030, contre 4 % aujourd'hui. Pour la FEE, cet objectif pourrait se traduire par une mise en chantier de 500 nouveaux parcs par an et par une multiplication par dix des emplois de la filière à l'horizon 2050.

1. Les acteurs, les emplois et les métiers de la filière éolienne

La filière de l'éolien terrestre s'articule autour de différentes activités qui vont de la prospection de nouveaux sites au démantèlement 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.

L'organisation de la filière éolienne terrestre



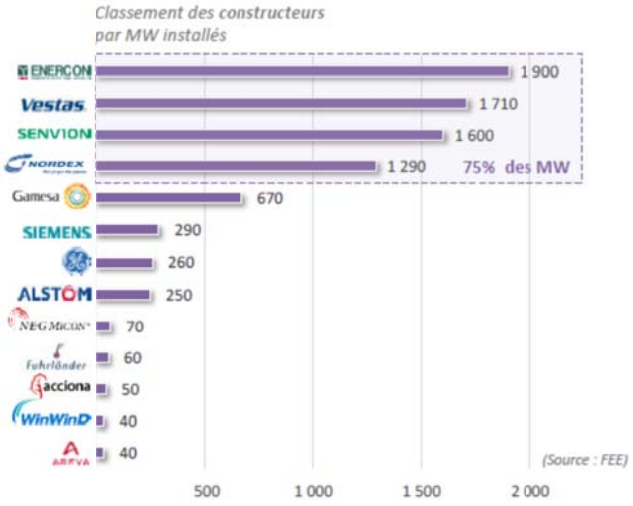
Source : UIMM, 2012

1.1. Un observatoire de l'éolien pour suivre l'évolution de l'emploi

Combien d'emplois ont-ils été générés par cette nouvelle industrie ? La question est posée de manière récurrente aux différents acteurs, mais construire cette information ne va pas de soi. Si les acteurs de la filière peuvent comptabiliser les entreprises présentes sur les différents segments de la chaine de valeur, l'estimation des emplois liés à cette nouvelle activité, qui vient souvent s'ajouter à des activités existantes au sein de ces entreprises, est plus délicate. C'est un des défis que tente de relever l'observatoire de l'éolien créé par la FEE en 2014.

Mais les données sur les entreprises elles-mêmes ne peuvent pas toujours être ordonnées selon la logique de la chaine de valeurs. La logique donneurs d'ordres/sous-traitants est en effet souvent mobilisée pour traiter l'emploi dans ce secteur, comme le fait par exemple l'ADEME, qui distinguait en 2013 les 250 entreprises de la filière, de tailles et secteurs divers, et ses 150 sous-traitants, ou de l'AFIM, en 2012 qui estimait à 300 le nombre des entreprises sous-traitantes de la filière dans le pays.

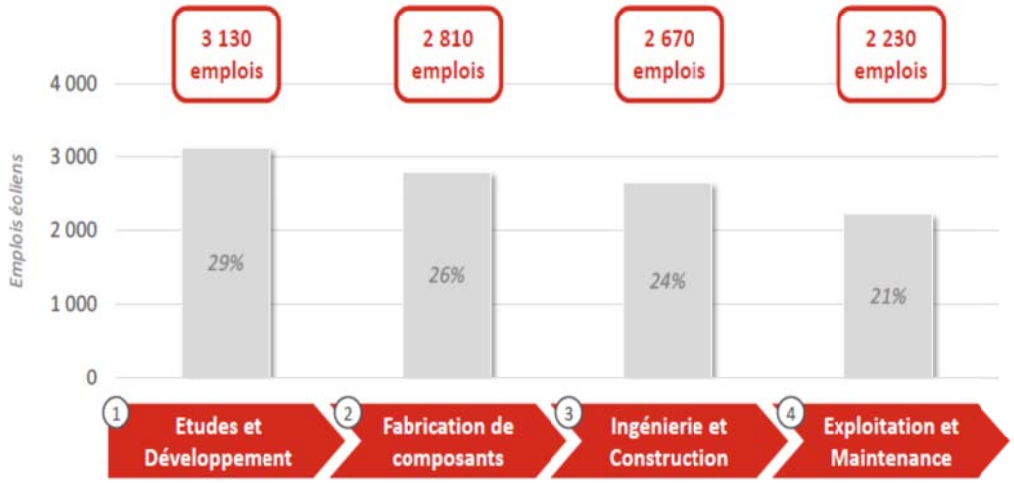
Le « classement des constructeurs » opéré par l'observatoire de l'éolien, sur la base de l'indicateur « nombre de MW installés sur le sol français » met pour sa part en lumière la place marginale des entreprises françaises : Alstom n'arrive ainsi qu'en 8ème position, avec 250 MW installés, et AREVA, qui cherche à se diversifier, en dernière position, avec seulement 40 MW installés. On pourrait néanmoins ajouter à cette liste une PME française, Vergnet, qui a su se faire une petite place dans ce monde des constructeurs (ADEME, 2012).



A l'occasion du lancement de l'Observatoire de l'Eolien, la FEE s'est attachée à proposer une vision synthétique du nombre d'entreprises actives sur chacun des maillons de la chaîne, avec en regard le nombre d'emplois générés. Le schéma réalisé met en lumière un relatif équilibre entre les quatre maillons identifiés, en termes d'emplois générés.

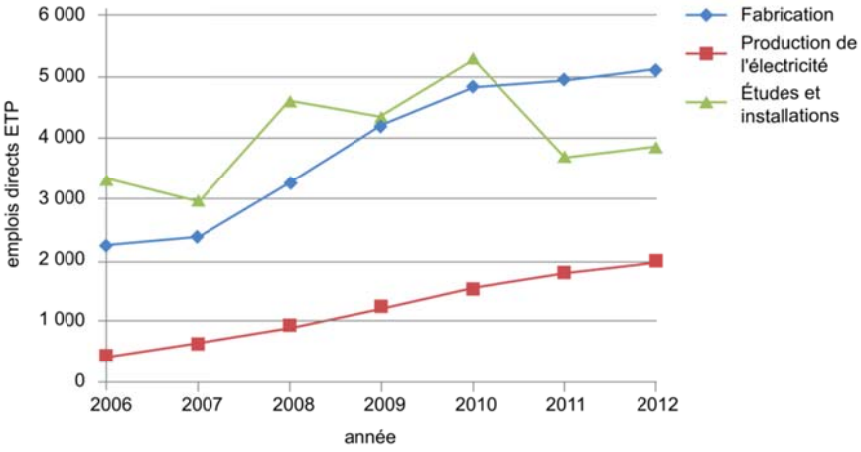


Panorama des emplois éoliens sur les maillons de la chaîne de valeur



Nb entreprises actives sur le maillon de la chaîne	**340**	**170**	**230**	**140**
comptant plus de 100 emplois éoliens	*2*	*4*	*2*	*6*
comptant de 25 à 100 emplois éoliens	*29*	*17*	*31*	*12*

Si l'on quitte cette photographie instantanée de la filière, pour regarder la dynamique qu'elle a connue ces dernières années, comme l'a fait l'ADEME dans un document publié en 2013 (*La production éolienne d'électricité*), on observe que les emplois liés à la fabrication des éoliennes ainsi que ceux liés à l'exploitation et à la maintenance (=production d'électricité) croissent régulièrement, alors que ceux liés à la conception et à l'installation « *subissent de fortes variations liées à des accélérations et décélérations dans le développement de la filière dues notamment aux évolutions du contexte réglementaire* » (ADEME, 2013).



Évolution des emplois de la filière éolienne française, en fonction du type d'activité.

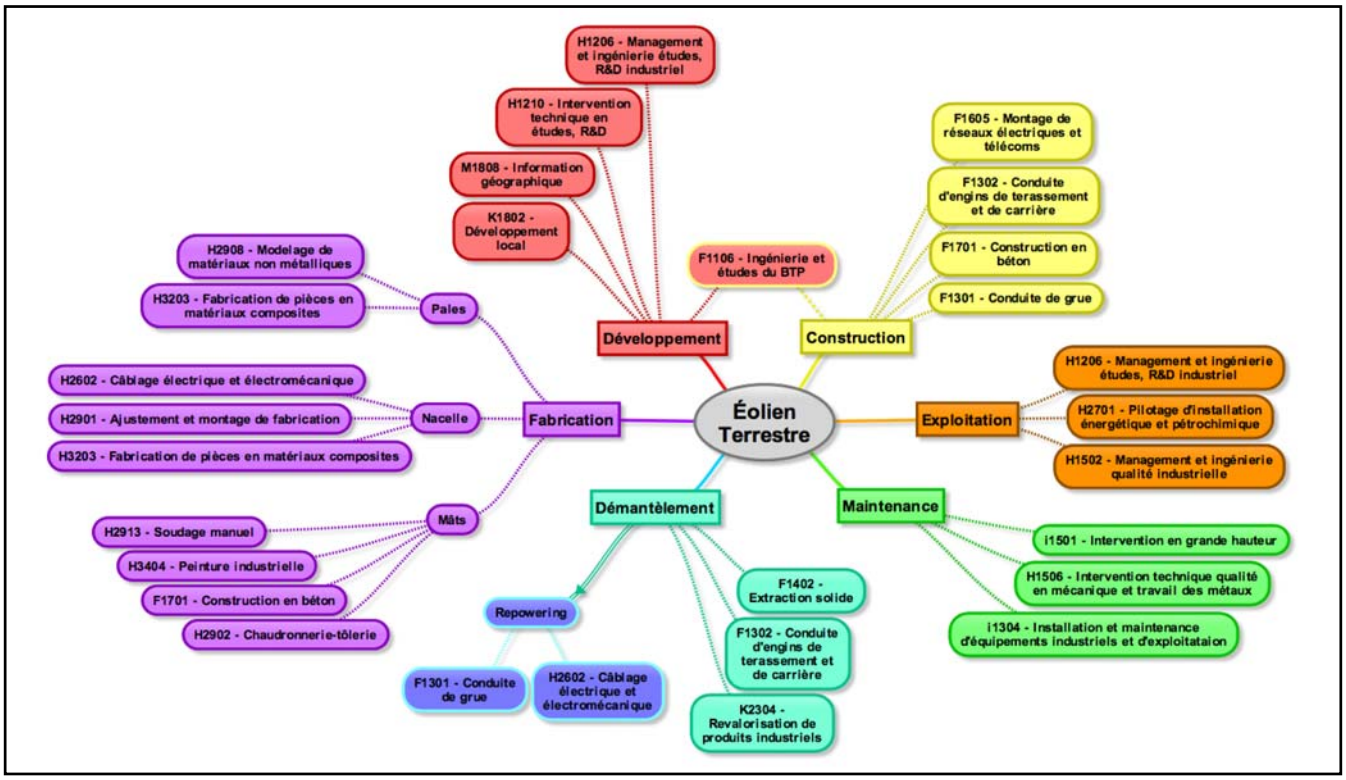
Source : ADEME, 2013

Cette croissance des emplois liée à l'exploitation 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. Certaines études prospectives, comme celle de l'AFIM (2012) ou du BIPE (2012) ont tenté d'estimer cette croissance : pour l'AFIM, à court terme (2015), les emplois de maintenance éolienne devaient progresser de 60 % en 5 ans (de 736 en 2011 à 1 108 en 2015). Et pour le BIPE, les emplois d'exploitation et de maintenance devraient atteindre 4 000 emplois en 2020.

On doit noter que les emplois d'exploitation, strictement liés au marché français, sont relativement pérennes et difficilement délocalisables, alors que sur le volet conception et fabrication, l'essentiel de la croissance devrait être tiré par le marché mondial, et les entreprises peuvent être tentées d'installer leurs bureaux ou leurs ateliers au plus près des marchés les plus dynamiques (la Chine par exemple).

1.2. Une cartographie des métiers des différents maillons de la filière de l'éolien terrestre.

Le schéma qui suit propose de cartographier les principales familles de métiers, sur chacun des maillons de la chaine de valeurs, en utilisant la nomenclature des emplois-métiers du ROME, qui est un outil d'interface avec l'offre de formation : le code ROME est en effet l'un des descripteurs obligatoires de toutes les certifications inscrites au Répertoire national de la certification professionnelle (RNCP) et à ce titre un descripteur proposé par son moteur de recherche.



2. Quelles formations pour quels métiers ?

En partant du schéma ci-dessus, sont analysés successivement les différents maillons de la filière éolienne, pour en décrire les principaux métiers et faire le point d'abord sur les compétences qui sont attendues par les employeurs puis des réponses formatives qui sont apportées par les différents opérateurs de formation.

2.1. Le développement de parcs : le rôle central du chef de projet éolien

Le développement d'un projet éolien dure en moyenne 7 ans. Les professionnels devront tout d'abord rechercher un site favorable (prospection), puis faire une étude de préfaisabilité. Cela suppose de nouer des contacts avec les élus locaux et les propriétaires fonciers. Ensuite sont lancées les études de faisabilité et les études d'impacts, en amont des demandes d'autorisation d'exploiter ICPE, de permis de construire, de raccordement au réseau, etc. La durée d'instruction de ces demandes peut être assez longue et nécessiter des compléments d'information en cours d'instruction. Ce n'est qu'une fois toutes ces autorisations obtenues que la programmation des phases aval de préparation du site et d'installation des éoliennes peut être finalisée.

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. Avec une équipe plus ou moins importante de collaborateurs, selon la taille du projet, il réalise 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 et coordonne la réalisation des études d'impact confiées à des bureaux d'études spécialisés (faune, flore, acoustique, étude paysagère…). Il joue donc un rôle central pour assembler des compétences très pointues dans des disciplines variées, qu'il faut savoir faire dialoguer entre elles tout au long du projet. 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. Une part importante de son activité est d'ordre relationnel : contacts avec les propriétaires, les exploitants agricoles et les élus locaux afin de déterminer les possibilités d'implantation de chaque éolienne, contacts avec les administrations pour suivre l'instruction des dossiers (ICPE, permis de construire etc.), contacts avec la population potentiellement impactée par le projet pour lever les obstacles liés à son acceptabilité sociale, etc.

Selon l'ONISEP, (http://www.onisep.fr/Ressources/Univers-Metier/Metiers/chef-de-projet-eolien/), un certain nombre d'écoles d'ingénieurs et d'universités proposent des options éolien (à bac+5) ou une spécialisation chef de projet éolien (à bac+6) qui devraient permettre à de jeunes diplômés de disposer du socle de compétences nécessaire pour débuter dans ce métier où l'expérience joue néanmoins un grand rôle, en particulier sur le volet des compétences relationnelles.

Les recruteurs (bureaux d'étude spécialisés ou services études des constructeurs) disent néanmoins éprouver des difficultés à trouver les bons profils sur le marché du travail : pour certains, 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. Des profils issus de cursus en agronomie ou en aménagement et urbanisme sont parfois préférés, car ces parcours donneraient une vision plus globale des enjeux environnementaux autour de l'implantation d'un champ de production éolien ; mais il faut dans ce cas leur faire acquérir, en formation interne, les compétences technologiques et réglementaires qui leur manquent.

Quel que soit le profil, lorsqu'une entreprise recrute un débutant sur ce type de poste, elle sait qu'il ne sera pas totalement opérationnel avant 6 mois a minima et qu'elle devra mettre en place très vite un tutorat et une série d'actions de formation ciblées, pour accélérer sa professionnalisation. Une offre de formation continue, labellisée par l'ADEME, existe pour répondre à ces besoins de compétences additionnelles, notamment sur les dimensions réglementaires et administativo-institutionnelles de ce type de projet. Compte tenu de cet investissement initial, le turn-over assez élevé enregistré sur ce type de poste, constitue une source de préoccupation pour les employeurs. Des études complémentaires seraient nécessaires pour comprendre les raisons de ce turn-over et décrire le périmètre des mobilités constatées (au sein de la filière ou en dehors), de manière à identifier les leviers sur lesquels pourraient jouer les entreprises pour fidéliser les chefs de projet lors des cycles de croissance.

2.2. La fabrication : des compétences recherchées dans des domaines peu prisés par les jeunes en formation initiale

Bien que les principaux fabricants d'éoliennes soient étrangers, de nombreux secteurs industriels sont concernés par la fabrication, en France, des composants éoliens. En effet, une éolienne représente l'assemblage de trois sous-systèmes principaux (mât/pales/nacelle), à la production desquels participent de nombreuses entreprises françaises, souvent positionnés également comme sous-traitants sur d'autres types de marché (automobile, aéronautique, mécanique, construction navale, etc.).

Les travaux conduits par la FEE et le SER ont montré que les compétences et savoir-faire de ces entreprises relevaient principalement de quatre grands domaines :

- 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.

Relevant pour la plupart de la branche de la métallurgie, ces entreprises peuvent rencontrer à certaines périodes, et sur certains bassins d'emploi, des difficultés pour trouver la main-d'œuvre qualifiée dont elles ont besoin, notamment sur certains métiers, comme les chaudronniers ou les soudeurs, qui souffrent d'un déficit d'image auprès des jeunes, à l'instar d'autres métiers industriels. Ce qui se traduit par l'existence de places vacantes dans nombre de sections du bac pro de technicien en chaudronnerie industriel, pourtant très apprécié des industriels. 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 en soudage, adossée au bac pro chaudronnerie : elle devrait permettre de mettre à disposition des entreprises des jeunes techniciens disposant d'une double compétence de chaudronnier/soudeur, plus à même que les professionnels disposant du CAP de chaudronnier complété par la mention soudage de niveau V, de réaliser avec le niveau de qualité requis, des ouvrages à forte valeur ajouté. Compte tenu du manque d'attractivité de ces métiers en formation initiale, un certain nombre de certifications professionnelles de soudeurs ont été créés par le ministère de l'Emploi (titres professionnels) ou les branches (CQP) pour favoriser la reconversion de demandeurs d'emploi ou la montée en qualification de salariés déjà en poste.

Concernant la fabrication des pales, les entreprises françaises ont du mal à se faire une place, au moins pour l'éolien terrestre, puisque dans l'éolien off-shore des projets ambitieux ont vu le jour ces dernières années. Les formations existantes, assez rares sur ce créneau de la « fabrication en matériau composite », visaient à l'origine les besoins de l'industrie automobile, de l'aéronautique ou du nautisme, qui peuvent donc s'avérer des viviers de recrutement de personnels expérimentés, en particulier lorsque ces industries connaissent des baisses d'activité, comme c'est le cas de l'automobile dans certains bassins d'emploi. Dans d'autres cas, les fabricants de pales vont se trouver en concurrence avec ces autres industries, pour capter le vivier très restreint des sortants de ces filières de formation.

2.3. La construction des parcs : les savoirs traditionnels du génie civil et des travaux publics mobilisés dans une logique de « grand chantier »

Lors de l'installation d'une éolienne, des sociétés spécialisées dans le génie civil et les VRD[1] prennent en charge la 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. Il est nécessaire de mobiliser des transports exceptionnels par la route pour l'acheminement des pièces. Le montage de l'éolienne implique le recours à des grues de très forte capacité (650 tonnes). Selon le Syndicat des Energies Renouvelables, une trentaine d'entreprises peuvent être mobilisées durant cette phase.

Cette phase d'installation/raccordement génère d'importants besoins de main-d'œuvre dans des métiers traditionnels des travaux publics (conducteurs d'engins de TP, terrassement et réseaux) et du génie civil (maçon-ferrailleur), pour une durée limitée. Ces grands chantiers sont pour une part alimentés par des ouvriers « en grand déplacement », surtout pour la partie construction des massifs de béton sur lesquels sont ancrés les mâts, pour laquelle quelques équipes soudées et expérimentées tournent sur tout le territoire français. Les conducteurs d'engin sont eux plus fréquemment recrutés sur place par les agences locales des grands groupes du TP, avec l'appui de Pôle emploi qui peut organiser, si nécessaire, des formations pour des demandeurs d'emploi, en amont du chantier.

[1] Voiries et réseaux divers.

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. Elles sont également sensibilisées aux précautions à prendre pour éviter d'endommager les câbles au cours des travaux (ERDF propose ce type de formation aux entreprises qui en font la demande). La partie raccordement électrique est généralement confiée à un partenaire spécialisé en énergie qui mobilise ses propres électriciens qualifiés. A leur contact, les conducteurs d'engin acquièrent une culture électrique plus ou moins importante.

Les entreprises interrogées n'ont pas identifié de compétences additionnelles spécifiques à la filière éolienne, hormis des compétences collectives d'organisation et de coordination d'activités au sein d'équipes pluri-professionnelles. Ces compétences de travail collaboratif conditionnent assez largement l'efficacité et la productivité des équipes, et donc le respect des délais ainsi que le niveau de qualité élevé exigé dans cette filière. Un bon relationnel des encadrants (chefs de chantiers, conducteurs de travaux) pour la gestion des relations avec les élus locaux et les propriétaires des parcelles adjacentes au site est également un facteur important de bon déroulement du chantier. C'est une compétence qui s'acquiert essentiellement avec l'expérience.

2.4. L'exploitation et la maintenance : des réponses aux besoins de spécialisation, d'abord grâce à la formation continue, puis aujourd'hui avec un BTS en formation initiale

La durée d'exploitation d'un parc éolien est d'au moins 20 ans. Des techniciens d'exploitation assurent le contrôle et le pilotage à distance depuis le centre d'exploitation. Les techniciens de maintenance se rendent, quant à eux, sur le parc pour des opérations programmées de maintenance préventive ou imprévues pour faire face à des pannes ou des dysfonctionnements (maintenance curative).

- Tous les six mois, plusieurs opérations de maintenance préventive sont effectuées : inspection visuelle, analyse vibratoire des machines tournantes, analyse des huiles, changement des filtres, nettoyage, etc. Enfin, une vérification complète de l'éolienne est effectuée tous les 5 ans.
- La maintenance curative (qui regroupe la maintenance corrective palliative et la maintenance corrective curative) s'effectue en cas de panne ou de défaut détectés. Elle peut concerner tout aussi bien les pales que le remplacement de pièces mécaniques ou une intervention sur le réseau électrique.

Les principales compétences attendues des techniciens et des ingénieurs en maintenance sont :

- la polyvalence pluri technique (de l'électrotechnique à la mécanique en passant par l'informatique, l'hydraulique),
- l'autonomie réelle dans des situations complexes,
- l'esprit d'initiative et l'autonomie (être un salarié proactif),
- une attitude responsable (des dangers importants sont présents dans et autour des machines),
- une bonne condition physique (travail en hauteur) et « un bon mental » (en raison notamment des astreintes et des horaires),
- à cela s'ajoute une disponibilité et une aptitude à la mobilité géographique, car il faut être au plus près des parcs,
- et enfin une maitrise suffisante de l'anglais technique pour lire les procédures d'utilisation des machines et rédiger les rapports d'intervention, qui se font presque toujours en anglais.

Même si aucun diplôme de formation initiale ne ciblait spécifiquement cette spécialité jusqu'en 2014, les exploitants n'ont pas signalé de tension généralisée sur les recrutements dans ce domaine. Plusieurs établissements de formation (Lycées professionnels ou GRETA notamment) ont en effet répondu aux besoins exprimés par les entreprises de la filière et monté des formations *ad hoc*, ouvertes à des jeunes en formation initiale (FCIL), ou à des adultes expérimentés, en formation continue.

La plus connue est la formation au BZEE, une certification mise en place par les constructeurs allemands et exportée dans l'ensemble des pays où ils installent leur machines. Un réseau d'une petite dizaine d'établissements en France propose cette formation, mais un couteux système d'accréditation en a limité la diffusion. La formation de base correspondant au technicien de maintenance terrestre comprend 50 modules obligatoires, pour un total de 740h, dont 76H en hygiène et sécurité, pour le travail en hauteur et en espace confiné. Pour les techniciens d'entretien des pâles, sont obligatoirement ajoutés 3 modules de 40h d'escalade. Positionnée au niveau 4 du cadre européen des certifications (CEC), cette certification ne permet pas aux jeunes bacheliers professionnels qui l'obtiennent de gagner en niveau de qualification reconnue. Elle se situe même en dessous du niveau reconnu au BTS en France (niveau III), alors que les titulaires de BTS industriels sont très nombreux dans les promotions de BZEE, selon plusieurs GRETA consultés.

Pour pallier les limites de cette certification, des initiatives de terrain ont été prises par des établissements situés dans des bassins d'emploi porteurs : le GRETA de Nîmes par exemple a inscrit au RNCP un titre de technicien maintenance éolien (niveau III), qui a pu être préparé en formation initiale, en tant que Formation d'initiative locale (FCIL), et en formation continue, à Nîmes mais également à Dijon. De son côté, l'IUT de Reims propose sur son site de Chalon une option énergie éolienne de la licence professionnelle « Techniques avancées de maintenance » (TAM) ; l'IUT de St Nazaire vient de créer une LP de chef d'opération et de maintenance en éolien off-shore.

Il a fallu attendre 2014 pour qu'une réponse plus globale soit trouvée par le ministère de l'Education nationale, avec la création d'une option « éolien » proposée en seconde année du BTS Maintenance industrielle actualisé sous le nom de BTS Maintenance des systèmes. Les entreprises devraient donc trouver sur le marché du travail les premiers diplômés de cette option en juin 2016, à moins qu'ils ne poursuivent massivement en licence professionnelle…

Mais au-delà de la maintenance classique, les équipes d'exploitation sont 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. 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 (AMDEC) et travailler en lien étroit avec les services R&D des exploitants et des fabricants de composants. D'autres types de compétences sont également attendus dans le domaine de logistique intégrée et de la supply-chain.

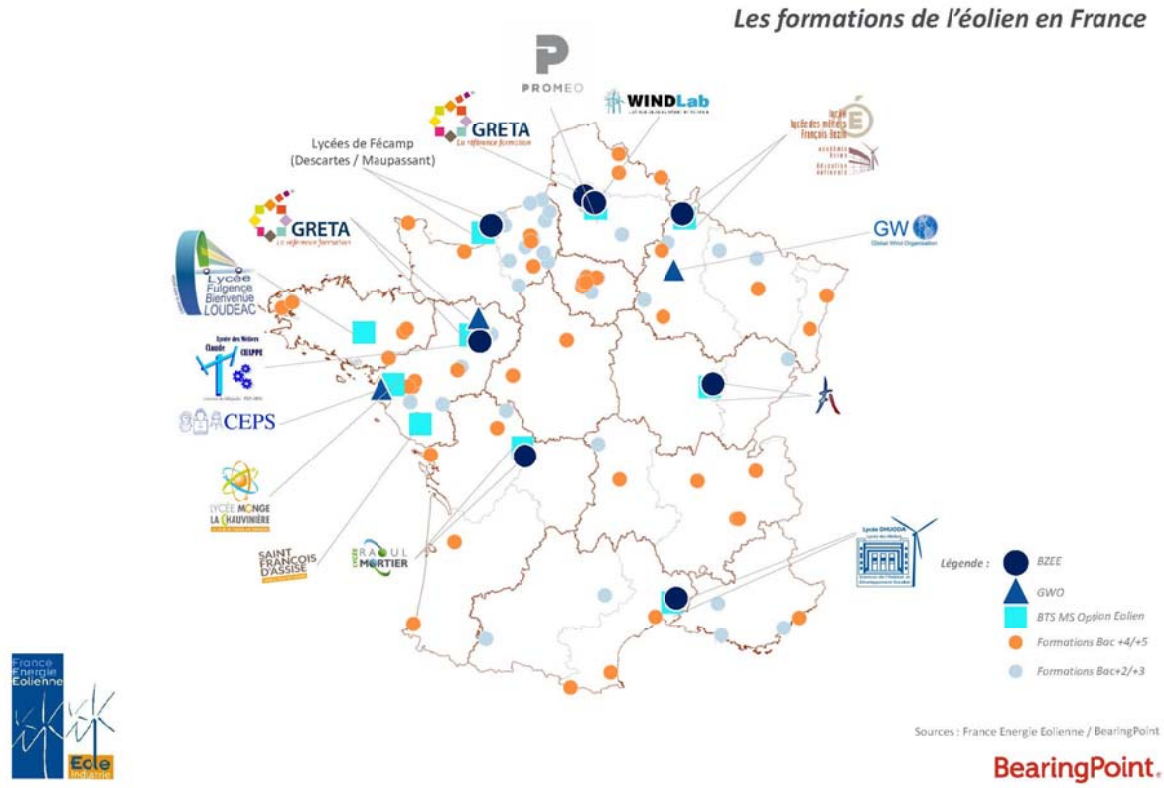
L'entretien des pales est également un domaine où des besoins se font jour, car il suppose des compétences en diagnostic et intervention sur des pièces en matériau composite. Peu de formations sont proposées dans ce domaine (sauf un parcours spécifique dans le BZEE, jugé toutefois insuffisant par certains employeurs), et elles n'intègrent pas la maitrise des nouveaux moyens de diagnostic que sont la photographie à distance, avec l'aide de drones.

Pour conclure cette section sur les compétences additionnelles nécessaires à un développement futur de la filière de l'éolien terrestre sur le volet maintenance, il convient de souligner :

- le besoin d'élever significativement la maîtrise orale et écrite de l'anglais, tant par la voie de la formation continue qu'en formation initiale pour les niveaux techniciens,

- les besoins de formation continue pour s'adapter au cycle de vie des machines, aux compétences techniques nécessaires pour la maintenance d'éoliennes sorties des périodes de garantie et nécessitant davantage de remplacements de pièces,
- pour certains, des besoins de formation également liés à la problématique de la prise en charge de la maintenance des mâts et des pales, soit directement au sein d'équipes pluri-techniques, ou bien pour organiser et gérer les interventions de sociétés spécialisées, françaises ou étrangères,
- enfin, la nécessité d'accompagner les techniciens de maintenance, qui doivent travailler avec les bureaux d'étude, vers une spécialisation leur permettant d'apporter les modifications nécessaires afin d'améliorer les performances des machines.

Localisation des principales formations spécialisées (source FEE)



2.5. Le démantèlement : des activités en cours de structuration, peu attractives pour les jeunes

Malgré les opérations d'optimisation des installations existantes, la question du remplacement des éoliennes de première génération par des éoliennes plus puissantes (repowering) va se poser dans les années qui viennent. Les nouvelles éoliennes auront des capacités unitaires de production plus importantes, et les gestionnaires de parc pourront produire plus d'énergie avec moins de mâts. Compte tenu de la durée d'instruction des dossiers de création de nouveaux champs, due notamment aux recours d'ordre divers qu'ils peuvent susciter, le développement de la production d'électricité d'origine éolienne passera donc à l'avenir beaucoup plus par l'accroissement des capacités des champs existants que par la création de nouveaux sites.

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, et elles supposent des études d'impact aussi poussées que lors de leur création. Les activités de démantèlement, elles, sont prises en charge en large partie par les mêmes types de prestataires que ceux mobilisés pour l'installation (génie civil, génie électrique, entreprises de levage et de transport, etc.), à l'exception notable des prestataires spécialisés dans la récupération des déchets (du BTP et industriels), ou de leur revalorisation. Il s'agit de prestataires spécialisés dans la récupération de la ferraille d'une part et des matériaux composites d'autre part. Sur ce dernier créneau, quelques spécialistes du démantèlement de bateaux de plaisance ou d'aéronefs semblent bien positionnés pour intervenir sur ce nouveau marché, compte tenu à la fois des équipements dont ils disposent et de leur connaissance des matériaux à récupérer.

Selon la nouvelle implantation des machines, une partie des réseaux pourra être réutilisée, mais devra probablement être renforcée pour supporter l'augmentation de puissance des machines. Ce qui se traduira par l'appel à des sociétés de câblage spécialisées, qui devront prendre en charge également la récupération et la valorisation des réseaux de câbles devenus obsolètes, ou travailler avec des prestataires spécialisés dans la récupération de ce type de matériau.

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 (comme des bateaux ou des aéronefs) 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 d'opérateur des industries du recyclage (devenu en 2015 le CAP propreté urbaine, collecte et recyclage) auxquels les demandeurs d'emploi peuvent parfois accéder dans le cadre des programmes régionaux de formation, les entreprises du recyclage peuvent s'appuyer sur les CQP de leur branche (FEDERC) pour former des opérateurs au tri de matériaux spécifiques, comme le CQP recyclage des métaux ferreux et non ferreux, le CQP recyclage des matières plastiques, ou encore le CQP recyclage des déchets d'équipements électriques et électroniques.

Si le « Pacte éolien pour la compétitivité et l'emploi » proposé en 2014 par France énergie éolienne (FEE) et les professionnels de l'éolien, dans le cadre de la transition énergétique, devait se traduire par l'accélération de la mise en chantier de nouveaux parcs, les besoins en compétences identifiés dans le cadre de cette étude ne manqueraient pas de s'aiguiser dans les années qui viennent. Une attention particulière devrait alors être portée à l'ajustement de l'offre de formation à ces nouveaux besoins, sur les différents segments étudiés, qu'il s'agisse des chefs de projet, des professionnels des TP, des ouvriers qualifiés de la métallurgie et des matériaux composites, ou des ingénieurs et techniciens de l'exploitation, de la maintenance et de l'optimisation des aérogénérateurs. La carte des formations initiales (avec notamment le BTS éolien) devrait sans doute être réexaminée, et l'offre de formation continue développée, pour assurer la professionnalisation des nouveaux entrants dans le secteur et offrir aux salariés en poste des perspectives de carrière au sein de la filière.

Encadré méthodologique

Réalisée pour le compte du CGDD, l'étude dont les résultats sont présentés ici s'est déroulée sur une période relativement longue : les entretiens avec les acteurs se sont déroulés entre novembre 2013 pour les premiers et juillet 2015 pour les derniers, ce qui a supposé, au moment de l'écriture du rapport, un effort de recontextualisation des analyses proposées par les acteurs pour tenir compte du contexte économique et institutionnel propre à la période où ils étaient interrogés.

Or, concernant en particulier l'offre de formation, beaucoup de choses ont bougé sur cette période, aussi bien dans l'enseignement professionnel que dans l'enseignement supérieur, notamment pour tenir compte de la montée en puissance de l'éolien *offshore*, étudié par ailleurs.

Les matériaux mobilisés sont essentiellement de nature qualitative, hormis quelques données économiques et quelques données sur les flux de formation. Il s'agit surtout des comptes rendus d'une trentaine d'entretiens réalisés auprès de deux catégories principales d'acteurs : des représentants des entreprises de la filière (19), situés sur l'ensemble des segments de la chaine de valeur et des organismes de formation (7), ainsi qu'auprès de quelques représentants d'institutions (Conseil régional, ADEME) ou d'organismes d'interface entre la recherche et les entreprises (Pôle de compétitivité). Ont également été exploitées des bases de données sur les certifications (REFLET, RNCP), ainsi qu'une masse considérable d'informations collectées sur Internet, qu'il s'agisse d'informations publiées sur des sites institutionnels, d'entreprise ou d'associations, ou véhiculés par la presse locale ou spécialisée.

Introduction générale

La filière des éoliennes terrestres qui s'est structurée en France depuis une quinzaine d'années a généré sur notre territoire une dizaine de milliers d'emploi (ADEME 2013), bien que les principaux constructeurs soient étrangers (danois, allemands ou espagnols). Ces emplois sont liés principalement aux activités développement, d'installation sur site, de maintenance et d'exploitation. Pour autant les activités de fabrication ne sont pas totalement absentes, car 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, parfois même assemblés en France. Pour accompagner le développement de la filière, il est nécessaire de mieux cerner les compétences dont la filière française aura besoin, ainsi que la manière dont le système de formation initiale et continue pourrait y répondre. Ce double questionnement, porté conjointement par le COSEI (Comité Stratégique des Filières Eco-Industries) et le CGDD (Commissariat Général au Développement Durable), a été au cœur de cette étude.

Après avoir précisé le contexte administratif et industriel dans lequel s'inscrit ce développement, le rapport propose une analyse des métiers et, des besoins en compétences ainsi qu'un panorama de la formation initiale et continue sur chacun des maillons de la filière (segments « développement éolien», « fabrication », « installation », « exploitation et maintenance » et « démantèlement »). Une attention toute particulière sera accordée aux métiers et formations de l'exploitation et de la maintenance, les emplois sur ce segment étant les plus pérennes et les moins délocalisables de la filière, comme il sera montré ci-après. Les emplois et les besoins en compétences du segment « fabrication » de la filière éolienne seront également examinés en ce qu'ils représentent une part non négligeable du total des emplois. Ce segment reste par ailleurs dynamique, notamment à l'export, avec des entreprises qui devraient trouver un nouveau débouché avec la production, en France, des machines destinées à l'éolien offshore.

Pour mener à bien cette étude, trente entretiens ont été réalisés, entre septembre 2014 et février 2015, auprès de fabricants et d'exploitants, de responsables d'organismes professionnels et d'établissements de formation. Les résultats de ces investigations ont été confrontés à des matériaux documentaires provenant de syndicats de branches, de centres d'études, de cabinets de conseils, de collectivités territoriales, ou d'opérateurs publics comme l'ADEME.

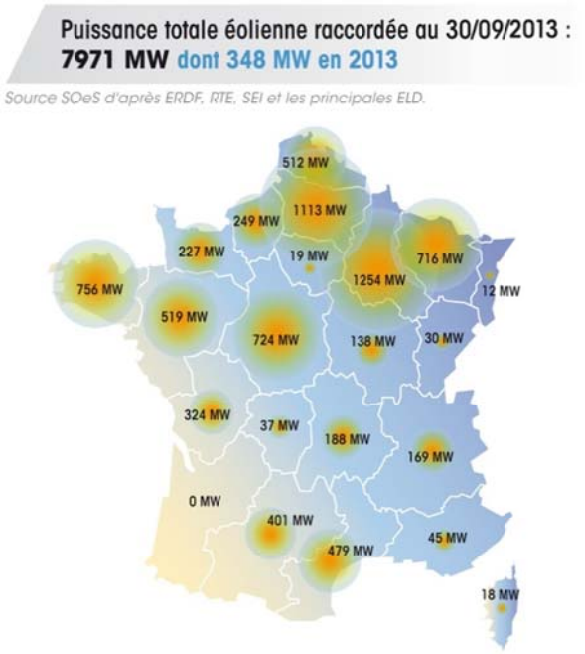
Cette étude s'est déroulée au total sur un an et demi, parallèlement à la réalisation d'un diagnostic comparable sur l'éolien offshore. De nombreux points de recoupement s'observent entre ces deux filières (sur les métiers en tension, les formations dédiées, les emplois de l'exploitation et de la maintenance, etc.) qui conduiront parfois à des comparaisons entre les deux filières.

1. L'économie générale de la filière

1.1. Un développement fortement soumis à des choix politiques et à leur traduction réglementaire

Le Grenelle de l'environnement prévoyait de porter à au moins 23 % en 2020 la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale en France (ADEME, 2011)[2]. Cela s'est traduit pour la filière éolienne, par des objectifs ambitieux à l'horizon 2020, de l'ordre de 25 000 MW de puissance installée, soit un triplement par rapport à la situation fin 2013[3].

Carte de la puissance totale éolienne raccordée au 30/09/2013



Source : SOeS d'après ERDF, RTE, SEI et les principales ELD

La puissance éolienne installée couvre aujourd'hui l'ensemble du territoire français. Hormis l'Aquitaine, toutes les régions sont concernées. Toutefois, certaines zones sont particulièrement dynamiques. Ainsi les régions Champagne-Ardennes, Picardie et Nord-Pas-De-Calais concentrent 35% de la puissance nationale (Observ'ER, 2014b).

1.1.1. Un essoufflement de la dynamique attribué à une réglementation trop contraignante

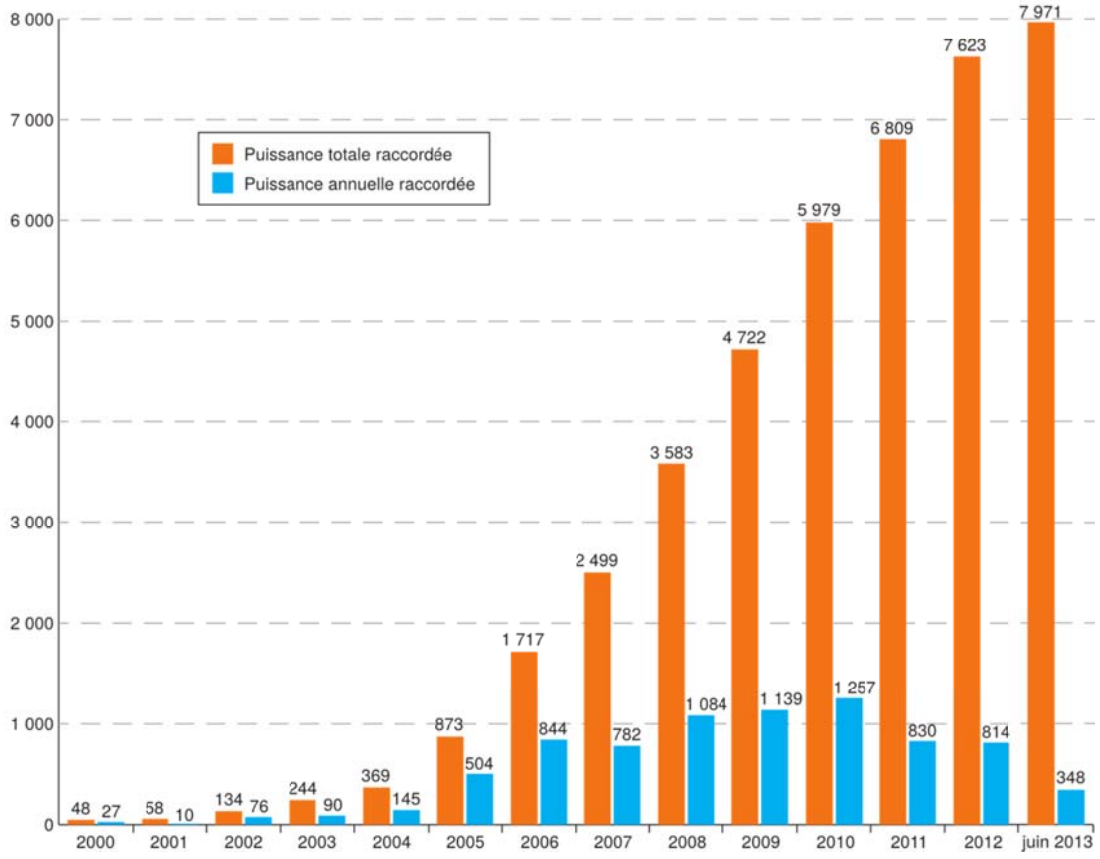
Après une période de croissance rapide, la dynamique de la filière semble s'essouffler depuis 2011, comme l'a noté le baromètre 2013 des énergies renouvelables : « durant la seconde moitié des années 2000, l'éolien symbolisait la progression des nouvelles filières […] pour la production électrique en France. […] Les puissances installées augmentaient chaque année et le secteur embauchait » (Observ'ER, 2014b). Cette progression était encore forte à la fin des années 2000, puisque le rapport d'évaluation du Grenelle (Ernst & Young, 2010) pointait un développement de

[2] Toutes les références renvoient sous forme résumée (auteur, année) à un document cité dans la bibliographie finale (p.116 et suivantes)

[3] 7 971 MW fin 2013 selon Observ'ER (2014a) ou 8143 MW selon d'autres sources (RTE, SER, ERDF et ADEeF, 2014).

+91 % de l'éolien entre 2007 et 2009. Aujourd'hui, une certaine panne de croissance inquiète le secteur, puisque, depuis 2011, la puissance éolienne annuellement raccordée n'a cessé de diminuer (Observ'ER, 2014b).

Évolution de la puissance éolienne raccordée depuis 2000 (en MW)
Source: SOeS - repris par Observ'ER, 2013.



Au premier semestre 2013, celle-ci a été de 350 MW, ce qui correspond à une baisse de 38% par rapport au premier semestre 2012 (Observ'ER, 2014a). Une telle diminution répond à une évolution internationale, puisque le marché mondial a perdu 10 GW en 2013. Cette baisse peut être interprétée à l'aune de l'effondrement du marché étasunien – probablement lié à la reconduction très tardive du système d'incitation fédéral (Observ'ER., 2014a). Pour la France, l'enrayement de la dynamique du secteur renverrait, selon les acteurs de la profession, au durcissement de la réglementation suite à la loi Grenelle 2 (2010). C'est notamment l'hypothèse avancée par l'Observatoire Européen des Energies Renouvelables qui indique que cette loi a été « un facteur de complication pour l'éolien » (Observ'ER, 2014b). En effet, l'apparition de nouvelles procédures a entraîné une forme d'« inflation réglementaire » (Observ'ER, 2014b). L'inscription de l'éolien au régime d'autorisation Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), l'obligation d'installer au moins 5 éoliennes par site et la mise en place des Zones de Développement Eolien sont autant d'éléments qui peuvent, selon certains acteurs professionnels du secteur, freiner la phase de développement d'un parc éolien en allongeant sensiblement la durée minimale pour sa mise en place.

Du fait de leur inscription, en 2011, dans la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE-Décret n°2011-984 du 23 août 2011), susceptibles de provoquer

des nuisances ou des pollutions, les éoliennes terrestres sont en effet soumises à un registre d'autorisation, d'enregistrement ou de déclaration en fonction des risques potentiels pour l'environnement. L'Etat peut autoriser ou refuser la mise en place de ces installations[4].

Un retournement de tendance semble avoir eu lieu néanmoins en 2014, France Energie Eolienne (FEE) notant dans sa dernière publication (novembre 2015) un net rebond de la filière qui a enregistré une progression de 44 % de la capacité annuelle raccordée. L'adoption de la loi sur la transition énergétique, en août 2015, devrait confirmer cette nouvelle dynamique. C'est en tout cas le message que portent les professionnels de la filière dans cette publication dont le sous–titre est : « L'éolien : un nouveau souffle ». Pour étayer cette perspective, ils convoquent les objectifs volontaristes de l'Ademe qui estime que l'éolien pourrait produire 22 % de notre électricité en 2030, contre 4 % aujourd'hui. Pour la FEE, cet objectif pourrait se traduire par une mise en chantier de 500 nouveaux parcs par an et par une multiplication par dix des emplois de la filière à l'horizon 2050.

Une demande d'autorisation ICPE qui dépend de la taille des mâts

« L'exploitation d'un parc éolien regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs est soumise à :

- Autorisation lorsqu'une installation comprend au moins un aérogénérateur d'une hauteur de mât supérieure à 50 mètres ou lorsque cette installation comprend des aérogénérateurs dont le mât est compris entre 50 m et 12 m et pour une puissance installée supérieure à 20 MW.
- Déclaration lorsque l'installation comprend uniquement des aérogénérateurs d'une hauteur inférieure à 50 m et supérieure à 12 m et d'une puissance inférieur 20 MW.

Les aérogénérateurs d'une hauteur de mât inférieure à 12 m ne sont pas concernés par cette réglementation. »

Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie
http://www.developpement-durable.gouv.fr/Nouvelle-reglementation-applicable.html

Un autre obstacle à l'installation de champs d'éoliennes peut résider dans la limitation sévère des zones de possible implantation de parcs éoliens, dans le cadre des Schémas Régionaux Eoliens (SRE)[5], au regard tant des contraintes environnementales que de celles ayant trait au patrimoine ou au contexte aéronautique (Observ'ER, 2014b).

Depuis la loi Grenelle 2, les acteurs de la filière éolienne sont nombreux à s'élever contre ce qu'ils considèrent comme une accumulation de réglementations de nature à mettre en cause les objectifs mêmes de mix énergétiques à l'horizon 2020. L'adoption, en avril 2013, de la loi Brottes vise à simplifier quelque peu ce système d'autorisations.

1.1.2. En 2013, la loi Brottes fait évoluer la réglementation pour relancer les investissements

La loi Brottes du 15 avril 2013 visant à préparer la transition vers un système énergétique sobre a supprimé ce que l'Observatoire Européen des Energies Renouvelables nomme « *deux poids administratifs* » (Observ'Er, 2014b : 5). Il s'agit notamment des Zones de Développement Eolien (ZDE), qui disparaissent au profit des SRE et avec elles la « règle des 5 mâts ». Ces simplifications

[4] Voir : Principes Généraux des ICPE sur le site : http://www.developpement-durable.gouv.fr

[5] Ces SRE sont l'un des éléments des Schémas Régionaux Climat Air Energie (SRCAE), prévus par la loi Grenelle 2, qui permettaient d'évaluer le potentiel de réduction de consommation énergétique, de diminution des émissions de polluants atmosphériques et de développement des énergies renouvelables (Observ'ER, 2014b).

« ont été saluées comme des premiers signes encourageants » par les acteurs de la filière (Observ'Er, 2014b : 5). Ils demandent cependant, selon l'Observatoire Européen des Energies Renouvelables, le passage de l'autorisation ICPE au simple statut de déclaration.

Les zones de développement éolien ont été supprimées

Les ZDE ont été supprimées en 2013, mais en quoi consistaient-elles ?
« La loi Programme d'Orientation de la Politique Energétique du 13 juillet 2005 (loi POPE) instaure les ZDE. Chaque ZDE est définie par un zonage et une puissance électrique maximale et minimale. Les ZDE identifient les zones pouvant bénéficier de l'obligation d'achat de l'électricité (tarif bonifié) par un distributeur tel qu'EDF.
L'instruction des dossiers de demande de création de ZDE est réalisée au regard de quatre critères :

- *le potentiel éolien ;*
- *les possibilités de raccordement aux réseaux électriques ;*
- *la protection des paysages, des monuments historiques et des sites remarquables protégés ;*
- *la cohérence départementale du développement de l'éolien) » (C2R Bourgogne, 2012).*

Par ailleurs, la loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010 introduit des critères complémentaires dans l'instruction des dossiers, comme la prise en compte de l'impact sur la biodiversité (état des lieux cartographique de la sensibilité environnementale de la zone d'étude -5 km autour du projet de ZDE- à partir des données collectées auprès des institutions compétentes en matière de biodiversité : DREAL, ONF, ONCFS, CRPF, INPN etc.) ou la prise en compte des contraintes majeures d'implantation des futurs projets éoliens au titre de la sécurité publique (état des lieux cartographique sur la base d'une collecte d'informations auprès des administrations concernées : DREAL, Aviation civile, Zones aériennes de défense Nord et Sud, Météo France etc.)

Sources : C2R Bourgogne (2012) & ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (http://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/fiches/BO201122/met_20110022_0100_0036.pdf)

Le schéma régional éolien (SRE), réglementation en vigueur

Les schémas régionaux éoliens (SRE) sont intégrés aux « schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie » qui définissent notamment les objectifs régionaux de développement de l'éolien.

« *Les schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie auront en particulier pour objectif de faire émerger le potentiel éolien dans chaque région […]. Par ailleurs, un schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables déterminera les capacités d'accueil de réseaux d'électricité à réserver pendant 10 ans pour l'électricité produite par les énergies renouvelables, notamment éolienne (Loi Grenelle 2).* »

Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie :
http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-eolienne,3735-.html

1.1.3. En 2014, un nouvel arrêté tarifaire met fin aux inquiétudes des exploitants et des investisseurs potentiels

Enfin, dans le contexte économique difficile que vit la filière depuis quelques années, une certaine inquiétude s'est faite jour sur les incertitudes quant au tarif de rachat de l'énergie éolienne. En mars 2012, en effet, un collectif anti-éolien a demandé au Conseil d'Etat « l'annulation de l'arrêté 17 novembre 2008 qui fixe les conditions d'achat de l'électricité d'origine éolienne en France » (Observ'Er 2014b : 7). Le Conseil d'Etat a alors demandé à la Commission Européenne de trancher, et cette dernière a, en juillet 2013, estimé que ce tarif d'achat relevait d'une intervention d'Etat. Le nouvel arrêté tarifaire pris le 1er juillet 2014 qui reconduit le tarif d'achat antérieur, avec la validation des instances européennes, devrait mettre fin aux incertitudes qui pesaient sur la mise en chantier de nouveaux projets.

Cumulé aux contraintes réglementaires, ce climat d'incertitude sur le front des tarifs de rachat a fortement impacté le secteur depuis 2011, et par là même les prévisions d'emplois éoliens liés à la construction de nouveaux parcs.

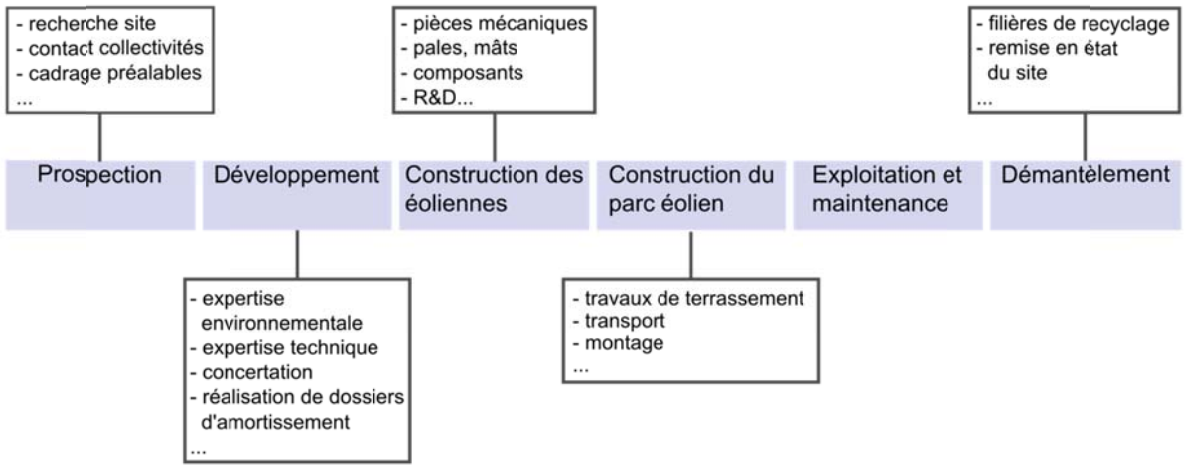
Qu'en est-il de ces prévisions d'emploi ? Comment se répartit l'emploi au sein de la filière ? Quels sont les principaux acteurs de la filière éolienne ? C'est à cet ensemble de questions que la section suivante tente de répondre, de manière assez synthétique, en commençant par une présentation des différents maillons de la filière.

1.2. Les acteurs de la filière et les emplois générés

On ne peut comprendre les spécificités de l'emploi éolien sans éclairer au préalable la structuration de sa filière.

1.2.1. L'organisation de la filière éolienne terrestre

L'organisation de la filière éolienne terrestre



Source : UIMM, 2012

La filière de l'éolien terrestre s'articule autour d'une filière qui va de la prospection au démantèlement 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.

Ces différentes étapes sont décrites ci-après, en précisant le type d'entreprises impliquées, en particulier sur la fabrication des composants éoliens, la construction des parcs, la mise en service (ou raccordement) et enfin l'exploitation et la maintenance.

Le développement de parcs éoliens

Le développement d'un projet éolien dure en moyenne 7 ans (C2R Bourgogne[6], 2012). Les professionnels devront tout d'abord rechercher un site favorable (prospection), puis faire une étude de préfaisabilité. Par la suite, un certain nombre de contacts sont pris avec les élus, et les diverses demandes d'autorisation sont effectuées (étude d'impact, dépôt de demande de permis de construire et d'autorisation d'exploiter ICPE, etc.). Ces demandes d'autorisation sont ensuite instruites, dans un temps plus ou moins long (autorisation ICPE, permis de construire, mais également raccordement au réseau, autorisation d'exploiter « électrique », certificat ouvrant droit à l'obligation d'achat, contrat d'achat électricité) (C2R Bourgogne, 2012, p. 22).

La fabrication des composants de l'éolienne

Bien que les principaux fabricants d'éoliennes soient étrangers, de nombreux secteurs industriels français sont concernés par la fabrication des composants éoliens. En effet, une éolienne représente l'assemblage de plusieurs sous-systèmes (voir le tableau des 11 composantes principales page suivante) : le rotor composé de trois pales et d'un moyeu, la nacelle avec un multiplicateur et une génératrice (ou aérogénératrice), le système de freinage, les différents composants électroniques, un mât, etc. (Windustry et SER, 2012-2013). Certaines entreprises sont spécialisées comme FrancEole, fabricant de mats en acier, installé au Creusot et à Longvic, d'autres déjà positionnées sur différents marchés de l'industrie traditionnelle (automobile, aéronautique, mécanique, construction navale, etc.) consacrent une part plus ou moins importante de leur activité à l'éolien.

[6] Le C2R Bourgogne est l'observatoire régional emploi-formation de la région Bourgogne, dont l'objet est la constitution et la mise à disposition de données quantitatives et qualitatives sur les emplois, les métiers et l'offre de formation sur le territoire, en direction des décideurs d'une part et du public d'autre part.

Eléments composants une éolienne

N°	Composants	Caractéristiques & Applications
1	Multiplicateur	• Doit pouvoir être exploité sans interruption pendant 20 ans • Usinage grande vitesse de très grande précision • Couronne de près de 1,6 mètre de diamètre • Près d'un millier d'heures de rodage (en charge) avant livraison
2	Arbre principal	• Forge et fonderie • 4 mètres de long, 50 centimètres de diamètre • Maîtrise des contrôles qualité non destructifs
3	Système d'orientation de la nacelle	• Une grande couronne supportant de fortes pressions exercées de manière ponctuelle • Contraintes quasiment équivalentes à la couronne d'une tourelle de char ou de navire, ou encore d'un télescope de très grande taille
4	Système d'orientation des pales	• Maintenir un produit de plusieurs tonnes tout en permettant une rotation contrôlée en mode rotatif, donc soumis à des forces centrifuges conséquentes
5	Mâts	• Tôles d'acier de 5 cm d'épaisseur, roulées pour former des cylindres pouvant mesurer jusqu'à 5 mètres de diamètre • Les mâts peuvent atteindre 100 mètres de hauteur
6	Pales	• Produit moulé de 30 à 70 mètres de long, pesant plusieurs tonnes • La connaissance des composites est cruciale pour obtenir une qualité optimale
7	Coque de la nacelle	• Similaire à la fabrication de coques en composites pour navires.
8	Moyeu de rotor et châssis de la nacelle	• Pièce permettant de porter et d'accrocher les pales entre elles, pour les raccorder à l'arbre principal • Un savoir-faire en usinage de précision de pièces de grandes dimensions est crucial
9	Alternateur	• Technologies d'alternateurs et de générateurs similaires à celles des barrages hydrauliques notamment
10	Composants électriques et Contrôles & Commandes	• Composants industriels relativement standardisés • Une bonne résistance à des conditions climatiques difficiles est requise
11	Frein	• Stopper la rotation d'une éolienne de 5MW implique de pouvoir disperser cette énergie

Source : Étude Cap Gemini pour le SER (Syndicat des énergies renouvelables) et la FEE (France énergie éolienne), mai 2010, « Windustry, l'éolien se tourne vers les savoir-faire industriels français ».

La construction des parcs

Lors de l'installation d'une éolienne, le génie civil prend une part importante. Le matériel est acheminé, puis assemblé sur place (SER, 2012). Des sociétés spécialisées dans le génie civil et les VRD[7] prennent en charge la 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. (SER, 2012). Il est nécessaire de mobiliser des transports exceptionnels par la route pour l'acheminement des pièces. Le montage de l'éolienne implique le recours à des grues de très forte capacité (650 tonnes) (SER, 2012). Selon le Syndicat des Energies Renouvelables, une trentaine d'entreprises sont mobilisées durant cette phase.

L'exploitation et la maintenance

Un parc éolien est le plus souvent exploité pendant environ 20 ans. Des techniciens d'exploitation assurent le contrôle et le pilotage à distance depuis le centre d'exploitation. Les techniciens de maintenance se rendent, quant à eux, sur le parc pour des opérations programmées (annuelles) ou imprévues (en raison de pannes par exemple) (cf. www.enr-sodeger.com).

[7] Voiries et réseaux divers.

On distingue ainsi deux types de maintenance :

- La maintenance préventive a pour but la réduction de la probabilité d'une défaillance ou de la dégradation de l'éolienne.
- La maintenance curative s'effectue en cas de panne ou de défaut détectés. Elle peut concerner aussi bien les pales que le remplacement de pièces mécaniques ou une intervention sur le réseau électrique.

La majorité des constructeurs de machines propose une garantie « constructeur » (remplacement des pièces anormalement usagées) ou une garantie disponibilité[8], qui s'étend en général sur les 3 à 7 premières années d'exploitation du parc éolien (CCI Meuse, 2012).

Dans la suite de ce rapport, cette segmentation plus ou moins détaillée de la filière, sera reprise à la fois pour en présenter les principaux acteurs professionnels et pour situer et caractériser les différents métiers de l'éolien. Les notions de donneur d'ordres et de sous-traitants seront également mobilisées pour classer les acteurs de la filière, en particulier pour les activités de fabrication des aérogénérateurs, à l'instar de ce qui se pratique dans la construction automobile, ou la construction navale.

1.2.2. Entre donneurs d'ordres et sous-traitants, la filière compterait près de 500 entreprises

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) indique dans un document La production éolienne d'électricité, que « 60% de la valeur des éoliennes sont encore importées » et les fabricants français « peinent à rattraper leur retard par rapport au Danemark, à l'Allemagne et à l'Espagne » (ADEME, 2013 : 1-2).

D'après l'ADEME, la filière éolienne française se compose de presque 250 entreprises, de tailles et secteurs divers, et de 150 sous-traitants (ADEME, 2013). L'AFIM évoque pour sa part 300 entreprises sous-traitantes de la filière dans le pays (AFIM, 2012). Elle reprend dans la liste suivante quelques-uns de ces sous-traitants :

Principales entreprises sous-traitantes de la filière éolienne

Composants/pales/mâts	Fondations	Raccordement	Montage/ Installation
Rollix-Defontaine	STX	Nexans	Alstom
SNR	Technip	Converteam	Louis Dreyfus
EADS Astrium	EiffageVinci	Alstom Grid	STX
STX	Weserwind	Schneider Electric	Technip
Leroy-Somer	Bi-fab	Silec Cable	Daher
Converteam	Aker	Prysmian	MPI
CMD	Smoulders	ABB	Beluga
CEOLE		Siemens	(Turbiniers)
Aerocomposite occitane			
Beaudin			
Eiffel Industrie			
Guerton			
SEMA			
SIAG			

Source : AFIM, 2012.

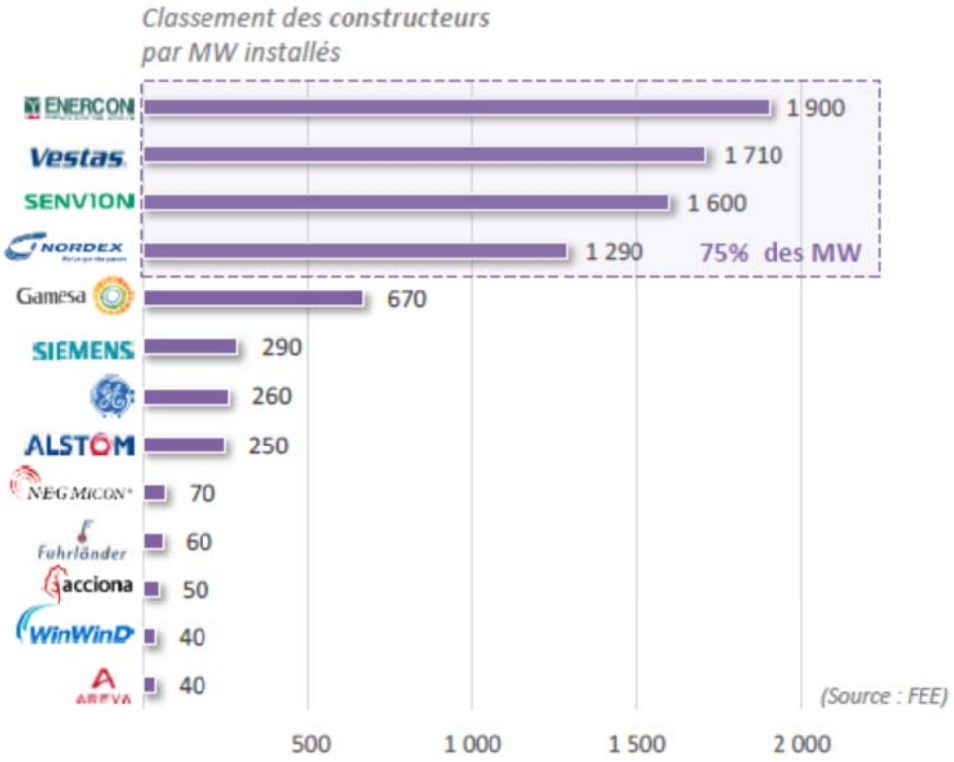
[8] Si la production de l'éolienne est inférieure à la courbe de performance établie par le constructeur, la garantie sur la disponibilité couvre la perte de bénéfice correspondante.

Les entreprises sont généralement spécialisées soit sur la fabrication des éoliennes, soit sur la production d'énergie.

La construction des éoliennes

Le C2R de Bourgogne considère que « la fabrication d'une éolienne fait appel à des compétences industrielles diverses [et qu'il] est possible par analogie de segmenter celles-ci selon le schéma classique de l'industrie automobile : constructeurs (donneurs d'ordre) ; équipementiers ; sous-traitants et fournisseurs. » (C2R Bourgogne, 2012, p.27) Les constructeurs prennent en charge l'élaboration et la fabrication des aérogénérateurs ainsi que leur assemblage. Ce sont souvent eux qui garantissent la maintenance de leur machine, pendant un certain nombre d'années tout au moins. Les principales entreprises actives sur le territoire français sont étrangères, comme le montre ce palmarès établi par la fédération France Energie Eolienne (dans l'ordre décroissant du pourcentage de MW installés) :

Principales entreprises de la filière éolienne actives en France



Source : Observatoire de l'Eolien/FEE, 2014

Les groupes français occupent une place marginale dans ce classement : Alstom n'arrive ainsi qu'en 8ème position, avec 250MW installés, et AREVA, leader sur le nucléaire, en dernière position, avec seulement 40 MW installés. Il faut ajouter néanmoins à cette liste une PME française, Vergnet (139 salariés en 2010), qui a su se faire une petite place dans ce monde des constructeurs (ADEME, 2012), sur des éoliennes bipales de faible dimension et de faible puissance (275 KW) et qui a la particularité de fabriquer ses propres pales.

Les équipementiers regroupent, pour leur part, les activités de construction de nacelles, construction de pales, construction de mâts et d'embases et la fabrication de générateurs (ADEME, 2012). Quant aux sous-traitants, ils couvrent généralement la partie électrique et électronique (câbles, composants électroniques, capteurs etc. (ADEME, 2012), ainsi que certains équipements et pièces

mécaniques (arbre de transmission, boîte de vitesse, freins, roulements de couronnes d'orientation, etc.) (UIMM, 2013).

La production d'énergie

Les entreprises liées à la production d'énergie prennent en charge la maintenance et l'exploitation de parcs éoliens existants. Ainsi, les 490 parcs éoliens français sont exploités par une centaine d'entreprises (ADEME, 2012 : 42). Cette activité est relativement concentrée puisque « en 2010, 10 groupes ou entreprises […] regroupaient plus de 50 % de la puissance totale installée » (ADEME, 2012: 42). EDF et GDF Suez concentrent une bonne part de l'activité, suivis des énergéticiens portugais (EDP), espagnols (Iberdrola), et anglais (RES) (ADEME, 2012 : 42).

Peu d'entreprises françaises sont ainsi situées sur le marché de la fabrication, tandis que la production d'énergie mobilise les grands énergéticiens français. Qu'en est-il toutefois de l'emploi local ? Comment se répartit-il sur les différents segments de la filière ?

Le schéma qui suit, publié par la FEE en octobre 2014 à l'occasion du lancement de l'Observatoire de l'Eolien[9], propose une vision synthétique du nombre d'entreprises actives sur chacun des maillons de la chaîne ainsi que du nombre d'emplois générés. Il met en lumière un relatif équilibre entre les quatre segments, au niveau des emplois mobilisés.



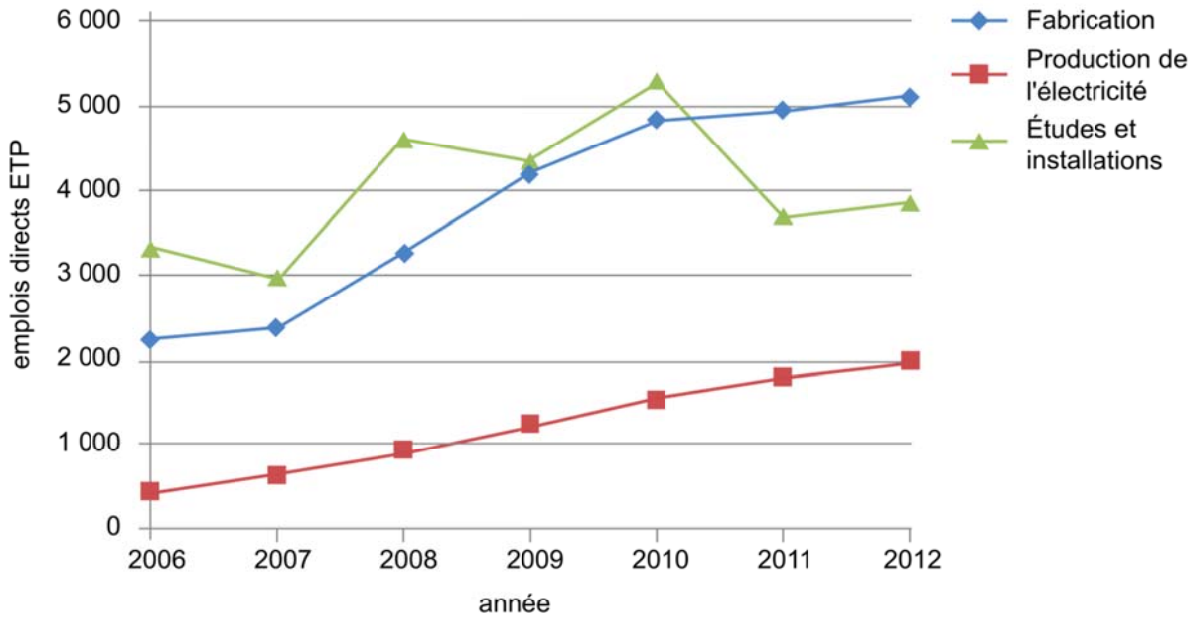
Source : FEE – Observatoire de l'Eolien, 2014

[9] Cf. le site de la FEE (http://fee.asso.fr/actu/fee-lance-son-observatoire-de-leolien/)actualités Actualités :2 octobre 2014 : *France Energie Eolienne en partenariat avec le cabinet conseil BearingPoint dévoile la première édition de son Observatoire éolien. L'étude, basée sur un recensement sur le terrain de toutes les sociétés actives en France dans le secteur éolien, a permis de dresser un tableau de bord unique et inédit de la filière. France Energie Eolienne veut faire de cet Observatoire un outil de pilotage annuel pour le développement industriel français.*

Néanmoins, un écart significatif existe entre l'amont de la chaîne de valeur (conception, R&D) qui mobilise 30 % des effectifs et près de 40 % des entreprises dont 9 sur 10 sont de petite taille (moins de 25 salariés), et l'aval (maintenance et exploitation) qui pèse seulement 20 % des emplois et 16 % des entreprises. Entre les deux, la fabrication et l'installation des éoliennes représentent à elles deux la moitié des emplois et 45 % des entreprises intervenant sur la filière.

Si l'on quitte cette photographie instantanée de la filière, pour regarder la dynamique qu'elle a connu ces dernières années, comme l'a fait l'ADEME dans un document publié en 2013 (La production éolienne d'électricité), on observe que les emplois liés à la fabrication des éoliennes ainsi que ceux liés à l'exploitation et à la maintenance croissent régulièrement, alors que ceux liés à la conception et à l'installation « subissent de fortes variations liées à des accélérations et décélérations dans le développement de la filière dues notamment aux évolutions du contexte réglementaire » (ADEME, 2013).

Les effectifs globaux estimés en fin de période (2012) par l'ADEME sont très proches de l'estimation de l'Observatoire de l'Éolien (autour de 11 000), mais la répartition entre les segments diffère sensiblement, notamment en ce qui concerne le poids du maillon « fabrication », qui occuperait, selon l'ADEME, 5000 salariés environ, contre un peu moins de 3000 dans le schéma de l'Observatoire de l'Éolien. En revanche, il y a convergence sur les effectifs mobilisés par la « production », qui peuvent être associés à « l'exploitation/maintenance », mobilisant autour de 2000 salariés, soit à peine 20% de l'ensemble.



Évolution des emplois de la filière éolienne française, en fonction du type d'activité.

Source : ADEME, 2013

Cette croissance des emplois liée à l'exploitation 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.

Certaines études prospectives, comme celle de l'AFIM (2012) ou du BIPE (2012) ont tenté d'estimer cette croissance : pour l'AFIM, à court terme (2015), les emplois de maintenance éolienne devaient progresser de 60 % en 5 ans (de 736 en 2011 à 1108 en 2015). Et pour le BIPE, les emplois d'exploitation et de maintenance devraient atteindre 4000 emplois en 2020.

Qu'en est-il des emplois relatifs à la fabrication et à l'installation d'éoliennes ? Les estimations divergent également en fonction des sources et des périmètres pris en compte.

Marchés et emplois liés aux investissements dans l'éolien et à l'exportation des composants

Années	2006	2007	2008	2009	2010	2011 (e)	2012 (p)
Emplois liés à la production (Emplois directs en équivalents temps plein, calculs propres sur la base de la valeur de la production)	5 552	5 672	7 858	8 561	10 117	8 644	8 278

(e) : estimations ; (p) : prévisions
Source : ADEME, Marché et emploi et enjeu énergétique des activités liées à l'amélioration de l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables, situation 2010-2011 et prévisions 2012, 2012.

L'UIMM considère qu'en 2013 les emplois de fabrication représentent 70 % des emplois de la filière, soit plus de 7000 si on le rapporte à un effectif global d'environ 11000 emplois, chiffre sur lequel convergent les différentes sources.

Tableau récapitulatif des emplois dans la chaîne de valeur de l'éolien
(Données actualisées fin 2013)

Chaîne de valeur	% de l'emploi filière terrestre
Ingénierie	7 %
Fabrication des éléments	70 %
Installation et raccordement	8 %
Exploitation - Maintenance	15 %

Source : UIMM, 2013

On remarque que ces estimations surreprésentent considérablement le maillon « fabrication » de la filière, et sous-représentent nettement le maillon amont de la conception, si on les compare au panorama des emplois éoliens publié par l'Observatoire de l'Éolien, qui accorde à ces deux segments un poids assez proche (26 % pour la fabrication contre 29 % pour la conception). Un échange avec l'UIMM a indiqué cependant que ces estimations avaient été revues avec les résultats suivants : 15 % pour le segment « fabrication » (très peu d'éoliennes terrestres étant fabriquées en France, selon l'UIMM), 40 % pour l'installation, tandis que les emplois de maintenance représenteraient une grande part des emplois, soit environ 50 %.

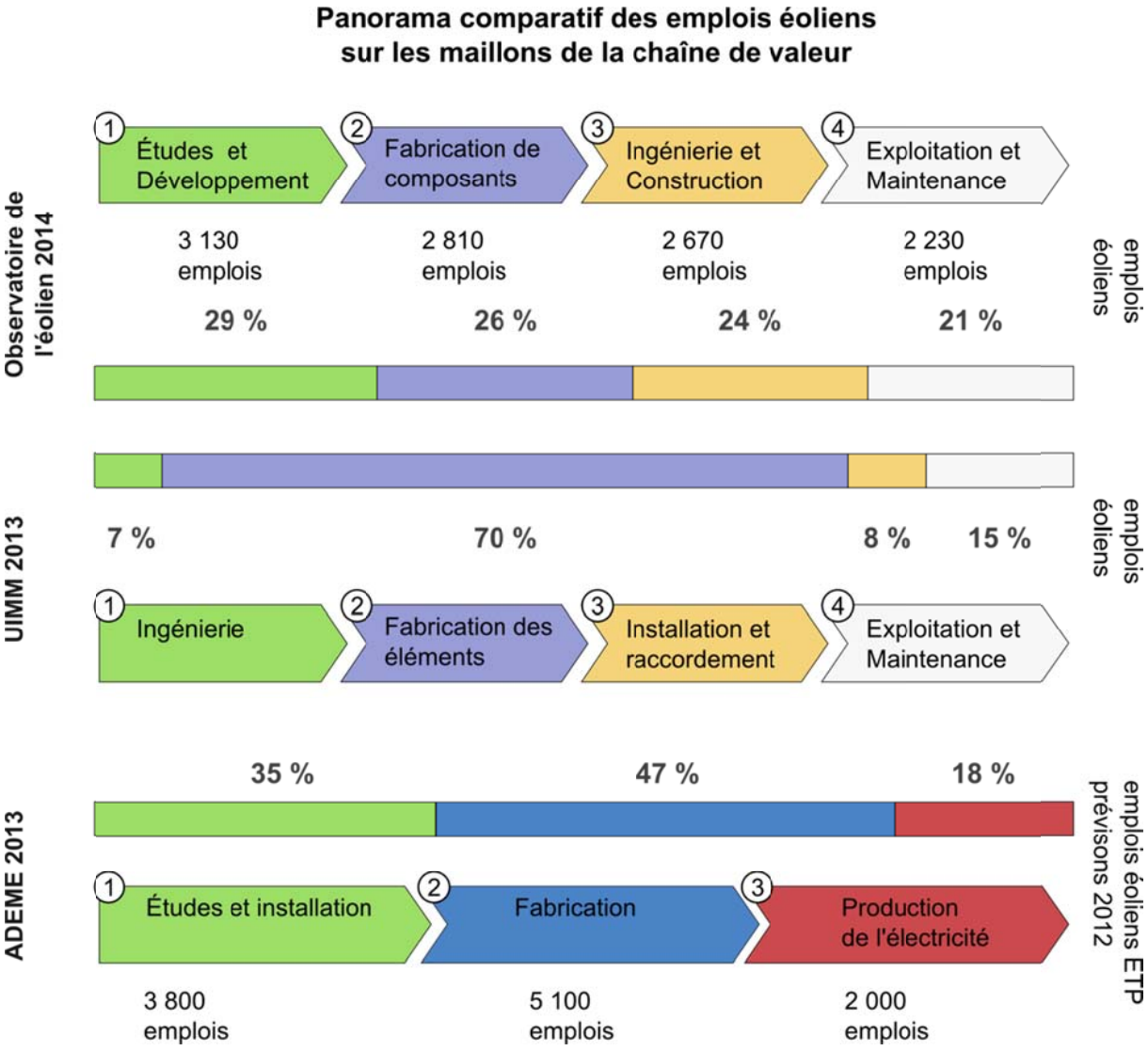
Compte tenu de l'hétérogénéité des estimations en fonction des sources, il est difficile de conclure de façon très affirmative sur la manière dont les emplois de la filière se répartiront sur la chaîne de valeur dans les années qui viennent. Pour l'éolien terrestre, les emplois liés à la fabrication dépendent surtout de l'état du marché mondial et des possibilités d'exportations. Les emplois de maintenance sont liés quant à eux presque exclusivement à l'installation et le renouvellement des parcs français. Ils sont relativement pérennes et non délocalisables.

Par ailleurs, certains acteurs de terrain insistent sur l'importance d'analyser les évolutions des métiers de la maintenance. Ainsi un responsable des ressources humaines d'une entreprise de développement, construction et exploitation, indiquait lors d'un entretien que l'installation de parcs arrive en France « à saturation » ; elle « ne va pas s'arrêter demain mais […] va décliner progressivement ». La maintenance et l'exploitation sont considérées par les acteurs professionnels du secteur comme les activités les plus porteuses d'emplois puisque la durée de vie d'un parc éolien est d'environ 20 ans, ce qui sous-entend le renouvellement des machines et leur entretien. Pour ce

responsable, les activités de développement éolien se centreront probablement de plus en plus sur ce renouvellement des machines.
La construction des parcs et l'installation des éoliennes ne représentent en revanche qu'un petit quart des emplois de la filière (selon les chiffres, probablement les plus fiables de l'Observatoire de l'Éolien - FEE) et cette part devrait plutôt tendre à diminuer, à la différence de l'éolien offshore, où tout reste à faire.

Le segment « construction des éoliennes » n'est cependant pas à négliger en raison des possibilités offertes par l'exportation.

Sur la base de ce constat, dans la suite de ce document, un focus particulier sera fait sur les métiers de la maintenance et sur certains métiers en tension de la fabrication des éoliennes, qu'il s'agisse des besoins en compétences ou encore des besoins en formation. Le rapport reviendra également sur la problématique spécifique des « chefs de projet éolien », et en particulier celle de leur formation – thématique qui est revenue de manière récurrente dans les entretiens avec les acteurs de la filière.



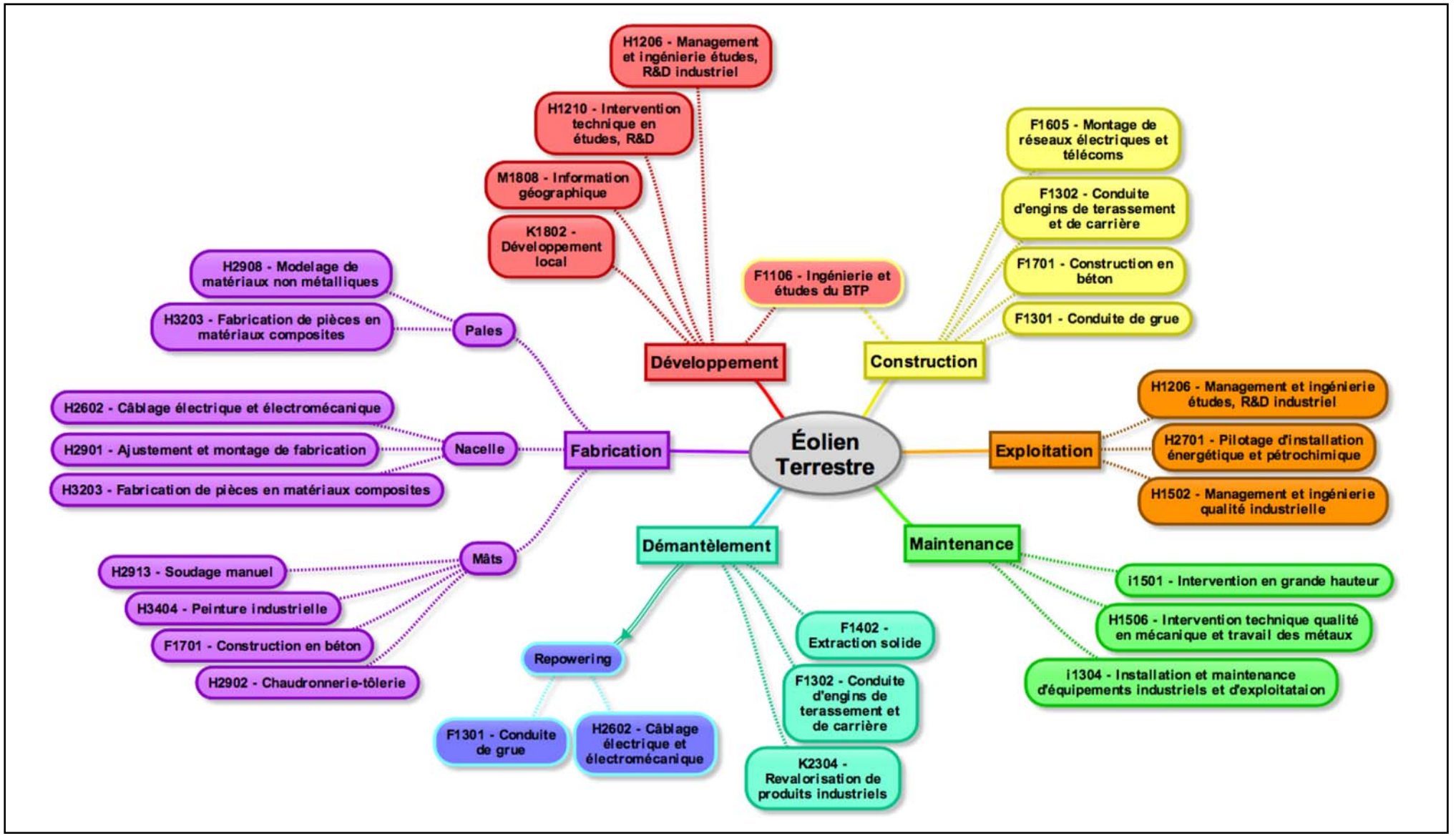
Source : Céreq

1.3. Une cartographie des différents champs professionnels mobilisés par la filière éolienne

Cette cartographie des métiers de l'éolien a été élaborée en associant les résultats des enquêtes de terrain à une recherche par codes ROME, en fonction de la chaîne de valeur. Dans la suite de ce document, ces codes ROME seront associés à des fiches RNCP, afin de saisir plus précisément l'offre de formation sur chacun des segments de la filière de l'éolien terrestre. Nous présentons ici une vision d'ensemble des métiers de l'éolien terrestre. Ces métiers seront ensuite analysés par segment (développement, fabrication, installation, exploitation & maintenance et démantèlement).

Nous n'avons pas traité avec le même niveau d'approfondissement tous les segments de cette chaîne, certains d'entre eux ne présentant pas de problématique emploi/formation spécifique, au regard des critères suivants : pérennité des emplois, tendance à la hausse des recrutements sur un segment, métiers en tension, emplois non délocalisables, besoins spécifiques en termes de réflexion sur les formations.

Une cartographie des métiers de l'éolien



2. Les métiers du segment « développement éolien »

Le développement de parcs éoliens en France est un secteur fortement concurrentiel, ce qui amène à une structuration hétérogène entre PME et grands groupes, qu'ils soient français ou étrangers. La prospective concernant l'évolution des emplois est complexe dans la mesure où les entreprises travaillent le plus souvent à partir de plans stratégiques à 3 ou 5 ans, soumis à de nombreux aléas qui déterminent les intentions d'embauches. Cette situation mérite d'être mentionnée car elle est profondément différente de ce que l'on retrouvera dans la maintenance éolienne par exemple : les contrats de maintenance étant signés sur 15 ans, les prévisions d'emplois sont beaucoup plus aisées à élaborer. Par ailleurs, aux dires de certains professionnels de ce secteur, les activités du segment « développement éolien » concerneront, à l'avenir, plutôt le renouvellement des machines sur les parcs existants, que la construction de nouveaux parcs.

2.1. Le rôle central du chef de projet éolien, pour assembler des compétences très pointues dans des disciplines variées

Le métier de chef de projet éolien fait partie des métiers caractéristiques et spécifiques du segment « développement éolien ». Il est donc apparu nécessaire d'en préciser les contours et d'examiner les différentes voies par lesquelles il était alimenté. Ce focus permettra de montrer que les formations initiales ne répondent pas toujours aux besoins des entreprises du segment « développement éolien », qui ont, de ce fait, dû développer des stratégies de formation interne conséquentes.

Spécificités du métier de chef de projet éolien

« *Le chef de projet éolien occupe une fonction centrale sur l'ensemble de la phase de développement d'un parc éolien, précédent sa construction. Ses missions [sont les suivantes] :*

- *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 réalise l'ensemble des études de faisabilité technique et économique. Il coordonne la réalisation de ces études par des bureaux d'études spécialisés (faune, flore, acoustique, étude paysagère…).*
- *Il étudie et prend en compte les contraintes réglementaires et les possibilités de raccordement du parc au réseau électrique.*
- *Il prend contact avec les propriétaires, les exploitants agricoles et les élus locaux afin de déterminer les possibilités d'implantation précise de chaque éolienne.*
- *Il organise régulièrement des réunions d'information auprès du public pour favoriser la connaissance et l'amélioration du projet de parc éolien. A l'issue de cette phase, un dossier de demande de permis de construire et d'autorisation ICPE […] est transmis aux services de l'Etat. Le chef de projet assure le lien entre tous ces services.*
- *Il réalise, en parallèle de la procédure d'instruction des demandes de permis de construire et d'autorisation ICPE, les démarches auprès des gestionnaires de réseaux pour la planification et la contractualisation des travaux de raccordement au réseau électrique. »*

France Energie Eolienne, *Les métiers de l'éolien*.

Les entretiens réalisés auprès des professionnels de la filière ont mis en évidence les difficultés des employeurs à trouver les bons profils. Il n'existe en effet pas de formation proprement dédiée, malgré l'intégration de la dimension « énergie renouvelable » à un certain nombre de cursus de

master ou de diplôme d'ingénieur, dont certains figurent dans la fiche métier du chef de projet éolien réalisée par l'ONISEP (http://www.onisep.fr/Ressources/Univers-Metier/Metiers/chef-de-projet-eolien/). Aux dires de certaines entreprises, ces formations spécialisées sur les énergies renouvelables, encore trop généralistes, ne seraient pas vraiment adaptées à leurs besoins, car elles ne couvrent pas la totalité des missions attendues d'un chef de projet éolien (cf. encadré). Certains leur préfèrent des profils issus de cursus en agronomie, notamment en raison des études sur la faune et la flore à réaliser ; ces parcours donneraient une vision globale des enjeux autour de l'implantation d'un champ de production éolien, qu'il faut toujours compléter en formation interne par des connaissances juridiques, en communication et techniques. Les profils en aménagement et urbanisme semblent également pertinents à certains responsables de ressources humaines.

Le recrutement d'un chef de projet éolien se fait ainsi sur la base de formations et d'expériences très variées, mais qui en réalité doivent être soumis à une formation longue pour être opérationnels (entre six mois et deux ans). Ainsi, par exemple, lorsqu'une entreprise privilégie un débutant (jeune diplômé d'école d'ingénieur ou urbaniste-aménageur), il lui faut le former à la réglementation, ainsi qu'à la culture juridique ou administrative.

Une offre de formation continue, labellisée par l'ADEME, existe pour répondre à ces besoins de compétences additionnelles sur les dimensions réglementaires et administativo-institutionnelles de ce type de projet :

Stage de formation professionnelle GRAND EOLIEN

Méthodologie de montage de parcs éoliens en France et analyse globale des projets

L'objectif de ce stage est de former des professionnels souhaitant acquérir ou parfaire une connaissance méthodologique et pratique du montage de grands projets éoliens, dans le respect des dispositions réglementaires et des procédures en vigueur
Formation organisée en partenariat avec l'ADEME

2 sessions de 4 jours programmées en 2015

Programme :

- Qui sont les acteurs d'un projet éolien ?
- Comment fonctionne le dispositif ZDE ?
- Quelles sont les procédures relatives au PC ?
- Quels sont les impacts de la Loi Grenelle ?
- Quels sont les impacts de la procédure ICPE ?
- Comment s'articulent les Schémas Régionaux ?
- Comment analyser l'impact environnemental ?
- Quels sont les critères d'acceptabilité d'un parc ?
- Comment mettre en œuvre la concertation ?
- Comment est évaluée la rentabilité ?
- Comment gérer les aspects juridiques

Au-delà de cette formation, l'organisme porteur (METROL) propose également d'autres modules courts à destination des chefs de projet, comme cette formation de 2 jours EVEOL « Evaluation du potentiel éolien et maîtrise des risques associés » (2 sessions proposées en 2015), ou cette formation d'une journée (FINER) consacrée aux problématiques financières (Financement de projets Energies Renouvelables ; 4 sessions proposées en 2015)

Si ces formations professionnelles continues peuvent permettre de réduire les temps de formation interne, les entreprises insistent sur les difficultés à trouver des personnes compétentes. Elles sont conscientes qu'au vu du faible taux de recrutement dans cette spécialité et des aléas actuels de l'emploi dans le domaine, des formations initiales dédiées ne peuvent être mises en place. Ce rapport postule qu'il y aurait un déficit de lisibilité des formations supérieures les plus adaptées mais également un déficit d'informations relatives aux ressources de formations continues qu'elles pourraient mobiliser, dans le cadre des différents dispositifs de financement de la formation continue des salariés (contrats de professionnalisation, plan, CPF etc.).

Parmi ces ressources pourraient figurer celles qui sont en train de se mettre en place pour accompagner la montée en charge du nouveau BTS Maintenance des systèmes, option éolien, à la fois en termes de plateforme technologique, d'enseignants et d'intervenants professionnels. Souvent mises en place en partenariat avec les constructeurs d'éolienne, ces ressources pourraient en effet être mobilisées également en direction de ce public de chefs de projet, pour élaborer une offre modulaire, via le réseau des GRETA, à la fois sur des aspects de découverte des différents types de matériels mais aussi de connaissance de la réglementation et de l'environnement institutionnel afférents aux aspects de la production d'énergie éolienne.

La période de professionnalisation relativement longue des chefs de projet débutants, qui ressort de l'enquête de terrain, met en lumière un élément qu'on va retrouver dans les autres segments de la filière éolienne terrestre : l'importance de la formation interne en entreprise des nouveaux embauchés. Il serait donc souhaitable que les organisations représentant ces entreprises positionnées sur le segment « développement éolien », et notamment les représentants des bureaux d'étude, développent des relations de partenariats avec les plateformes[10] et démonstrateurs « énergies renouvelables », financés dans le cadre des investissements d'avenir, ainsi qu'avec les établissements préparant au BTS Maintenance des systèmes, spécialité éolien, pour construire avec eux, des formations modulaires d'« initiation à l'éolien », pour tous les métiers de la filière.

2.2. Ingénieur acousticien, Evaluation du vent, Expertise environnementale : des spécialités recherchées

Un certain nombre de métiers du segment « développement éolien », déjà présents dans les bureaux d'études, ont été identifiés par les professionnels comme étant amenés à se développer.

2.2.1. Ingénieur acousticien

L'ingénieur acousticien a pour mission de réduire le phénomène de bruit des pales en mouvement. Il peut également être responsable de l'analyse du vent. Travaillant en bureau d'étude, il constitue les avant-projets des futures opérations de construction, intervient dans l'étude d'exécution et fixe les conditions de réalisation de la construction des éoliennes en lien avec sa spécialité : la gestion du bruit des pales. Ce métier comprend de nombreux déplacements sur les chantiers et implique une forte mobilité à l'échelle nationale, voire européenne. (Fiche métier « Ingénieur en acoustique », Pôle emploi).

[10] Pour exemple, nous avons identifié 4 plateformes technologiques financées dans le cadre d'un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI), sur les technologies de l'éolien : WIND 2012-2017 (Rhône Alpes & Bourgogne) ; EOLIFT 2013-2014 (Normandie & IDF) ; JEOLIS 2013-2017 (NPDC) ; EFFEWIND 2014-2019 ((Bretagne)

2.2.2. Evaluation du vent

Cette spécialisation rejoint la précédente : il s'agit, en amont de l'installation d'un parc éolien, de mettre en place une campagne de mesure du vent. Il peut également y avoir un suivi régulier des données du vent ainsi qu'une estimation des MWh/an attendus. Cette activité procède en trois grandes étapes : le traitement des données de vent mesurées sur le site, le recalage de ces données sur le long terme et leur extrapolation dans l'espace (Brochure de présentation d'Eoltech). Il y a en effet encore beaucoup à faire concernant la compréhension des phénomènes liés au vent et aux prédictions de son orientation. Certains bureaux d'étude se sont spécialisés dans la production de cartes ou atlas du vent à la demande et commercialisent des logiciels ad hoc, comme la société METEODYN, de Nantes. Outre les commandes liées aux grands appels d'offres, ce type de prestataire peut intervenir à la demande de collectivités territoriales pour produire des cartes détaillées en zone urbaine[11], pour soutenir le développement du petit éolien, comme cela fut fait en Paca à la fin des années 2000.

2.2.3. L'expertise environnementale

Conformément au code de l'urbanisme, des études paysagères, patrimoniales, acoustiques, faunistiques et floristiques sont mises en place. L'étude d'impact va regrouper l'ensemble des données ainsi recueillies. La définition d'un SRE est alors mise en place à partir du potentiel vent, des possibilités de raccordement au réseau électrique et des sensibilités paysagères.

L'évolution des SIG (Systèmes d'Information Géographique) et l'obtention de données gratuites via le Web permettent une analyse plus pertinente dans la phase de développement des projets : l'usage de ces outils et méthodologies doit donc être maîtrisé au sein des bureaux d'étude qui procèdent aux études d'impact environnemental.

2.3. Un large éventail de spécialités de formation de l'enseignement supérieur alimente les bureaux d'études

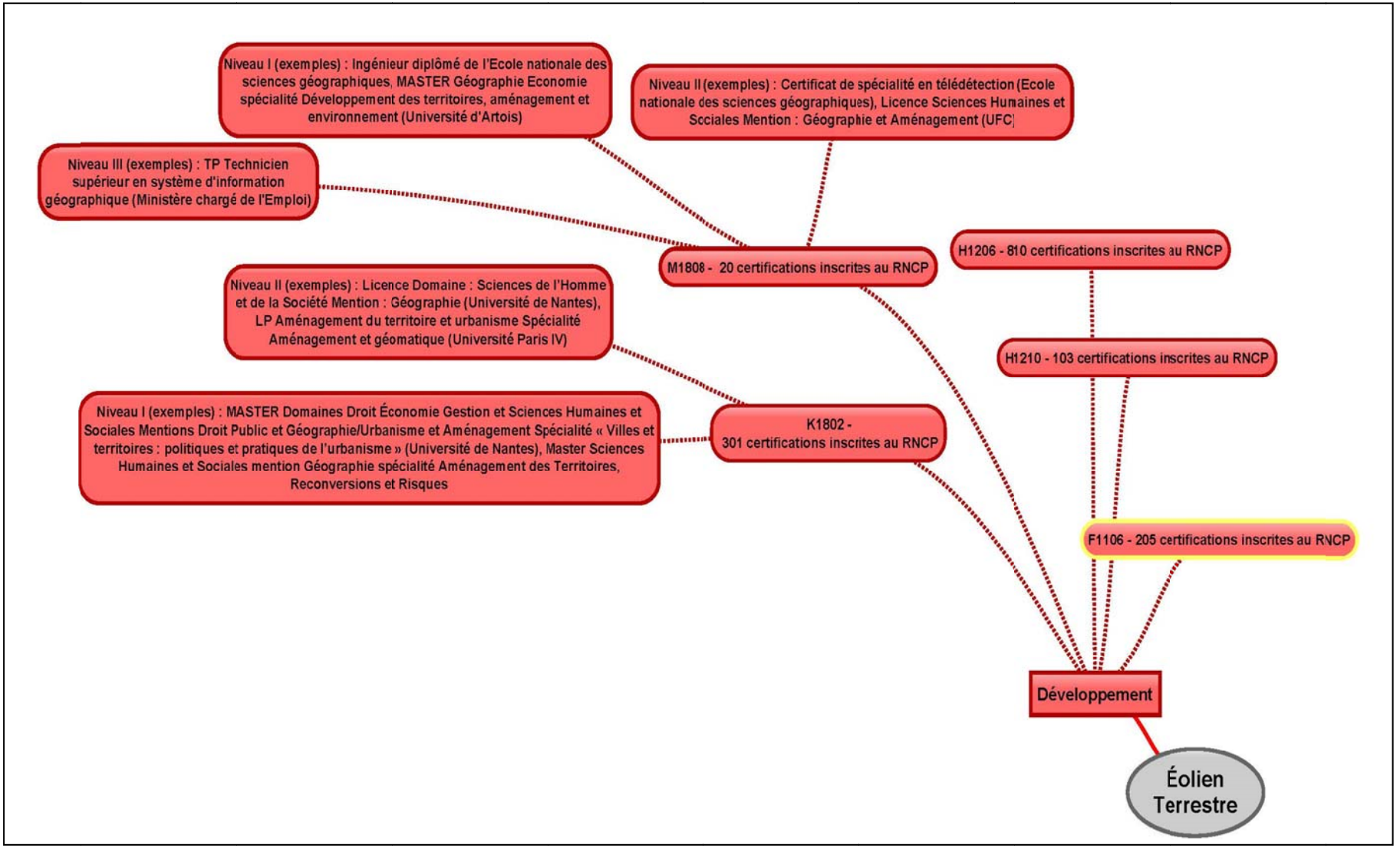
Les bureaux d'études qui se sont spécialisés dans le développement de parcs peuvent recruter les compétences dont ils ont besoin dans de nombreuses spécialités de formation de l'enseignement supérieur, à partir du niveau licence jusqu'au doctorat, en passant par les mastères et les titres d'ingénieurs : géologie, météorologie, aménagement du territoire, urbanisme, aménagement paysager, environnement, génie énergétique, etc.

La cartographie qui suit et le tableau statistique correspondant (publié en Annexe 2.1.), illustrent pour les principaux codes ROME concernés, la diversité de l'offre de certifications inscrites au Répertoire Nationale des Certifications (RNCP), qu'il s'agisse de certificateurs publics ou privés, à vocation de formation initiale (universités, écoles d'ingénieurs, CCI, etc.) ou continue (CNAM, ministère de l'Emploi, etc.)[12].

[11] Cette société commercialise un logiciel *Urba*wind-énergie « *qui s'adresse aux développeurs de projets de petit éolien, constructeurs de petites éoliennes, consultants, installateurs et aménageurs. Il permet de valider le potentiel d'un site et l'emplacement des éoliennes, d'optimiser la production et la durée de vie des machines.* » selon les données disponibles sur son site

[12] Des fiches plus détaillées sur le nombre de certifications par catégorie figurent en annexe 2.

Vue d'ensemble des certifications du segment « développement» de la filière éolienne



Dans le cas des certifications correspondant aux métiers du « management et ingénierie d'études, R&D » (H 1206), qui sont de loin les plus nombreuses, on note que les certificateurs publics sont globalement minoritaires (42 % des 827 formations enregistrées), et en particulier sur le niveau I où l'offre est au 2/3 proposée par les « autres certificateurs » (écoles d'ingénieurs, CNAM et autres organismes proposant des formations « de type mastère »). Pour les niveaux II et III (licence, BTS, DUT), en revanche, les certificateurs publics sont en première ligne (63 % du total des 282 titres enregistrés).

On peut noter également que dans le domaine de « l'information géographique » (M1808), les formations en géomatique sont assez peu nombreuses (25 au total), assez bien réparties sur la hiérarchie des qualifications et majoritairement proposées par les certificateurs publics (15/25).

Plus globalement, l'offre de formation répertoriée à partir de ces 5 codes ROME (voir tableau synthétique en annexe 2.1) est principalement située sur les niveaux I et II. Cette offre est variée et particulièrement fournie, même si l'on considère que le mode d'interrogation (par les codes ROME) génère inévitablement des doubles comptes, dans la mesure où chaque certification inscrite au RNCP peut renvoyer à plusieurs codes ROME (5 maximum).

Les difficultés mentionnées par certains professionnels du secteur concernant le recrutement de chefs de projets éolien pourrait ainsi s'expliquer par une insuffisante lisibilité de l'offre au niveau du RNCP, la spécialité « éolien » ne pouvant être un critère de recherche sur cette base de données nationale.

Un effort d'identification des plus pertinentes, à partir d'une exploitation du millier de fiches du RNCP engerbées par cette recherche à partir des codes ROME, serait nécessaire de manière à pouvoir restituer aux acteurs (entreprises, cabinets de conseil, collectivités territoriales, etc.) ayant des besoins de compétences pour accompagner leurs projets de développement, des listes de formations par grands types de compétences recherchées.

2.4. Le turn-over chez les chefs de projet éolien : un diagnostic qui mériterait des approfondissements.

En contrepartie de l'important investissement formatif nécessaire pour fabriquer de bons chefs de projet spécialistes de l'éolien, les entreprises pourraient aspirer à une certaine stabilité au sein de leurs équipes. Toutefois les fluctuations du marché de l'éolien ne leur permettent pas toujours d'offrir à ces jeunes professionnels des contrats à durée indéterminée, ni les perspectives de carrière leur permettant de les fidéliser. Les entreprises enregistrent alors un turn-over assez fort chez les chefs de projets, qui vont circuler entre les différentes entreprises du secteur, au gré du lancement de nouveaux projets porteurs dans telle ou telle région. Cette mobilité, pénalisante pour les entreprises, resterait néanmoins selon certains (Responsable RH turbinier) dans le périmètre de la filière éolienne. Selon d'autres (représentant SER) le turn-over serait plutôt dû à une « usure » liée aux conditions d'activité des chefs de projets, ce qui expliquerait qu'une partie d'entre eux envisage une mobilité en dehors du périmètre de la filière, pouvant se traduire alors par une perte nette de compétence au niveau de la filière. Cette dernière hypothèse mériterait d'être vérifiée.

Un zoom sur les carrières des chefs de projet mobilisés par les projets lancés ces dix dernières années serait nécessaire pour conforter l'une ou l'autre de ces hypothèses et se faire une idée de la durée moyenne de stabilité sur ces postes, au sein d'une même entreprise, et au sein de la filière elle-même. Les besoins de recrutement de jeunes pour tenir ces postes pourraient ainsi varier non seulement en fonction des aléas du marché de la construction de nouveaux champs de production d'énergie éolienne, mais aussi en fonction de la capacité de la filière à conserver en son sein les compétences produites à grand renfort de dispositifs d'accompagnement et de professionnalisation sur poste.

En guise de conclusion de cette section sur les métiers du segment « développement éolien », un certain nombre de recommandations pourraient être formulées :

- **Une exploitation systématique des fiches RNCP** du millier de formations identifiées à partir d'une entrée par les codes ROME devrait être réalisée, afin d'opérer un classement allant des plus généralistes aux plus spécialisées dans l'une ou l'autre des différentes expertises nécessaires pour mener à bien un projet éolien. Sur cette base un répertoire des formations aux métiers du **développement éolien** pourrait être élaboré et mis en ligne par le nouvel observatoire, en cours de mise en place. Il pourrait compléter les guides de formation de l'Annuaire Eolien de la FEE et du répertoire des formations de la région Haute Normandie (qui comportent peu d'éléments sur les formations au métier de chef de projet éolien).

- **Sur la base de cette analyse, il s'agit d'identifier les spécialités (en ingénierie industrielle, mais aussi en urbanisme et aménagement, en développement local etc.), pour lesquelles l'existence d'option « éolien » s'avère insuffisante et mobiliser les organisations de la filière pour développer ces options**, de manière à réduire la durée de la phase de spécialisation sur l'éolien des chargés d'étude recrutés sur le marché des jeunes diplômés. Inciter les établissements ciblés (universités, écoles d'ingénieur) à s'appuyer sur les ressources technologiques et pédagogiques existantes, mises en place dans le cadre de la diffusion du BTS Maintenance des systèmes, spécialité éolien, ou dans le cadre des plateformes technologiques financées par l'ADEME dans le cadre d'un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI).

- **Conduire une enquête auprès des chefs de projet ayant exercé cette activité au cours des dix dernières années, pour élaborer une typologie de profils et de parcours**, permettant d'informer à la fois les jeunes sur les voies d'accès au métier et les employeurs sur la diversité des options possibles lorsqu'il s'agit de recruter un chef de projet, entre profils généralistes et profils spécialisés dans différents domaines.

- **Constituer, à l'initiative des organisations de la filière, un groupe de travail, avec l'ADEME et les CPNE concernées pour enrichir l'offre de formation continue permettant d'accompagner la professionnalisation des chefs de projets éoliens, en visant l'éligibilité au CPF**. Des recommandations pourraient être adressées par ailleurs aux entreprises pour qu'elles inscrivent de manière systématique des modules courts d'actualisation des connaissances sur la règlementation et l'environnement institutionnel.

3. La fabrication d'éoliennes

La production d'une éolienne implique la mobilisation d'un grand nombre de spécialités industrielles, pour fabriquer les onze sous-ensembles qui la composent (voir détail encadré du §1.2.2). Si par souci de simplification, on les regroupe souvent en 3 éléments principaux (mât/pales/nacelle), il faut garder à l'esprit qu'un grand nombre d'entreprises différentes contribuent, dans le cadre d'un système de sous-traitance à plusieurs niveaux, aux différentes pièces que les grands fabricants vont assembler, in fine, sur le modèle de l'industrie automobile, ou de l'industrie aéronautique.

Ces sous-traitants couvrent un grand nombre de domaines de compétences et des savoir-faire très variés comme le montre l'étude conjointe de la FEE et du SER (2010) « Windustry, l'éolien se tourne vers les savoir-faire industriels français», qui en retient quatre principaux :

- 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.

Le travail réalisé par le Centre de ressources de la région Bourgogne (C2R)[13] permet d'illustrer les spécificités des métiers liés à la fabrication des éoliennes terrestres. On notera qu'il porte essentiellement sur les trois spécialités relevant de la métallurgie, dans la mesure où aucun fabriquant de pales, en matériau composite ne figure dans le périmètre de cet observatoire. Cette situation n'est d'ailleurs pas spécifique à ce territoire, car aucune entreprise française n'a réussi à s'imposer sur ce marché, malgré le soutien de certaines collectivités locales, comme le montrent les difficultés rencontrées par le projet de développement d'une usine de pales d'éoliennes terrestres porté par EADS Astrium et Plastinov[14], en 2010, avec l'appui de la région Aquitaine[15] .

3.1. Une illustration des tensions rencontrées localement sur le marché du travail : le cas de la Bourgogne

La région Bourgogne a analysé de manière fouillée les besoins en compétences et les évolutions à apporter aux formations de la filière de l'éolien terrestre sur son territoire. Le cluster Wind For Future y est dynamique et regroupe un certain nombre d'acteurs de la filière. Il existe ainsi une documentation fournie, en particulier sur les métiers de la fabrication des éoliennes. A partir de cette documentation, un premier diagnostic peut être formulé, qui s'avèrera particulièrement intéressant à prendre en compte pour l'analyse de la situation nationale, pour les raisons évoquées plus haut.

[13] Cette étude a été co-financée par la région et la Direccte, dans le cadre de la commission formation du cluster éolien « Wind 4 future » (W4F), créé en juin 2010.

[14] « La diversification d'Astrium dans l'éolien est, à ce jour, un fiasco », titre Sud Ouest le 1er mars 2012, après avoir constaté sur place, à Blanquefort, que « la partie du bâtiment réservée à EADS est aujourd'hui dépourvue de toute activité ». A noter que Plastinov, partenaire D'EADS sur le projet de Blanquefort, a noué ensuite un partenariat avec une Start up lilloise, Nénuphar, pour « un projet faramineux mais encore au stade du prototype », selon les termes de Sud Ouest, (27/01/2014) pour la production de pales d'éoliennes flottantes

[15] Cf. Les actualités du site Ecoparc de Blanquefort (09/06/2011) EADS ASTRIUM : début de fabrication des pales d'éolienne

Difficultés de recrutement en fabrication de mâts d'éolienne : l'exemple de la Bourgogne
Source : C2R Bourgogne

Deux fabricants de mâts d'éoliennes Siag et Céole (qui ont fusionnés dans FrancEole), sont localisés au Creusot et à Dijon. Leurs clients sont les constructeurs européens d'éoliennes : Vestas, Repower, Enercon, etc.
Le procédé de fabrication d'un mât en acier comprend : le roulage, la soudure, l'accostage, le grenaillage, la métallisation, la peinture, le montage des accessoires. L'atelier mécano-soudure recouvre une grande part de ce processus et il rassemble 60 % des salariés. Les difficultés de recrutement portent essentiellement sur les postes de chaudronniers et de soudeurs. Le grenaillage et la métallisation relèvent de postes de travail dont l'apprentissage peut se faire « sur le tas » (CR2, 2012). Ils requièrent toutefois endurance et capacité à supporter des équipements lourds. Les postes liés à la peinture industrielle sont en forte tension car l'exigence qualité imposée par les constructeurs est très pointue. Enfin, les salariés qui montent et assemblent les accessoires et les câbles sont le plus souvent issus de la maintenance industrielle et électrotechnique.

Le C2R Bourgogne estimait en 2012 qu'entre 20 à 60 postes de chaudronniers et de soudeurs seraient à pourvoir dans l'année en Bourgogne.

Pour ce qui est du métier de chaudronnier, le bac pro Technicien en chaudronnerie industrielle, créé en 2009, pour remplacer le BEP ROC (Réalisation d'Ouvrages Chaudronnés) lors de la rénovation de la voie professionnelle, est très apprécié des employeurs (C2R Bourgogne, 2012). En effet, le niveau BEP ne suffit pas à pourvoir aux besoins des entreprises : le travail demandé demande une capacité de raisonnement et il ne s'agit pas d'une opération répétitive. Toutefois, le C2R Bourgogne (2012) note que les effectifs en terminale ne cessent de diminuer, malgré les excellentes conditions d'insertion offertes par le diplôme. L'image positive du secteur éolien auprès des jeunes ne suffit pas à attirer un public suffisant (C2R Bourgogne, 2012).

Dans le cas des chaudronniers et des soudeurs en Bourgogne, le constat est fait que lors des pics de besoins liés aux commandes d'éoliennes, ces métiers sont rapidement en tension au niveau régional. Le C2R en conclut que les réponses d'adaptation de l'offre de formation à la demande économique, localisée, et conjoncturelle, doivent donc nécessairement être localisées et ponctuelles.

Cette analyse régionale est-elle congruente avec les propos des acteurs nationaux rencontrés au cours de notre étude?

3.2. Au niveau national : l'éolien terrestre comme miroir grossissant des difficultés de recrutement de la métallurgie

Plusieurs acteurs en région, impliqués dans le segment de la fabrication de mats ou de nacelles, ont indiqué que l'éolien terrestre souffrait de manques déjà existants sur les métiers de la métallurgie et fonctionnait comme un révélateur de ces manques. Bien que réelles sur certains bassins et à certaines périodes, ces difficultés de recrutement ne concerneraient cependant que peu d'entreprises, et peu d'emplois, au regard de la totalité de la filière éolienne, comme ont tenu à le souligner à plusieurs reprises les fédérations représentant les entreprises de la filière éolienne.

Sur certains bassins, des tensions peuvent exister sur le métier d'électromécanicien. Mais c'est sur la pénurie de soudeurs et de chaudronniers que les inquiétudes sont les plus vives en Bourgogne[16] : le responsable formation d'un cluster éolien explique que dans ce domaine les difficultés pour faire face au renouvellement générationnel sont nettes, alors que la métallurgie embauche et qu'il existe des perspectives d'évolution. Pour pallier cette pénurie, certaines entreprises font le choix de former via l'apprentissage et les contrats de professionnalisation, et nouent des partenariats avec des établissements de formation (lycées des métiers, CFA ou organismes de formation de branche) pour disposer d'un vivier de candidats. En internalisant une partie de la formation, via l'alternance, ces entreprises espèrent s'assurer également d'une certaine fidélité des professionnels recrutés à l'issue de leur cursus.

Tous s'accordent à dire, comme ce responsable formation, qu'il y a un important effort de communication à faire pour attirer les jeunes vers les métiers de la métallurgie, et pour le métier de soudeur en particulier. Lors d'une réunion d'animation avec des professionnels, la question de la féminisation du métier a été abordée comme l'une des pistes pour sortir de cette situation de pénurie. Des expériences en ce sens ont été tentées avec succès par Pôle emploi, notamment pour les chantiers de l'Atlantique, avec des femmes ayant eu une expérience antérieure du milieu industriel. Mais quelle que soit la cible visée, le déficit d'image de ces métiers reste un handicap. Même dans des bassins métallurgiques historiques comme Le Creusot, il est très difficile aujourd'hui de trouver des soudeurs et chaudronniers.

Ce déficit d'image a d'ailleurs été mesuré par le premier baromètre réalisé début 2013[17] par Les Arts et Métiers et l'Usine nouvelle auprès des lycéens des filières scientifiques et techniques : parmi ces derniers moins d'un jeune sur deux dit qu'il aimerait travailler dans l'industrie. C'est dans ce contexte qu'il faut resituer le manque de soudeurs qualifiés de bon niveau fréquemment évoqué par les entreprises de la métallurgie. Mais plus que d'autres sans doute, la profession de soudeur a subi une forte désaffection des jeunes, ce qui a provoqué la fermeture de sections et même la disparition de certains diplômes. Il n'existe ainsi plus de titres de l'Education nationale exclusivement dédiés au métier de soudeur, à l'exception d'une Mention Complémentaire qui ne peut être préparée qu'à l'issue d'une formation préalable. Malgré les stratégies actives de recherche de ces profils par les entreprises concernées, et le niveau élevé des salaires proposés pour des emplois d'ouvriers, le manque d'attractivité de ce métier auprès des jeunes ne semble pas en passe de reculer de manière significative.

[16] Ces tensions sont également notées dans l'Ouest de la France, où des usines de fabrication d'éoliennes off-shore sont en cours d'installation (cf. G. Podevin, op. cité, pages 46 et suivantes)

[17] Voir l'article de l'Usine nouvelle (http://www.usinenouvelle.com/article/l-industrie-n-enthousiasme-guere-les-lyceens-des-filieres-scientifiques-et-technologiques.N193452), cité et commenté par Claire Garnier : « L'industrie française recherche plus de 4.000 soudeurs, qu'elle peine à trouver, notamment à cause de la mauvaise image véhiculée auprès des jeunes. » http://www.slate.fr/story/72381/soudeur-emploi

Le métier de soudeur : une analyse par les codes ROME
En ce qui concerne l'emploi/ métier de soudeur, il est mentionné dans 8 fiches emploi/métier du ROME :

- Soudage-manuel : H2913
- Chaudronnerie-Tôlerie : H2902
- Conduite d'installation automatisée de production électrique, électronique et microélectronique : H2603
- Conduite d'installation automatisée ou robotisée de fabrication mécanique : H2906
- Montage-assemblage mécanique : H2909
- Réalisation et montage en tuyauterie H2914
- Conduite d'équipement de formage des plastiques et caoutchoucs : H3201
- Intervention en milieu subaquatique I1502

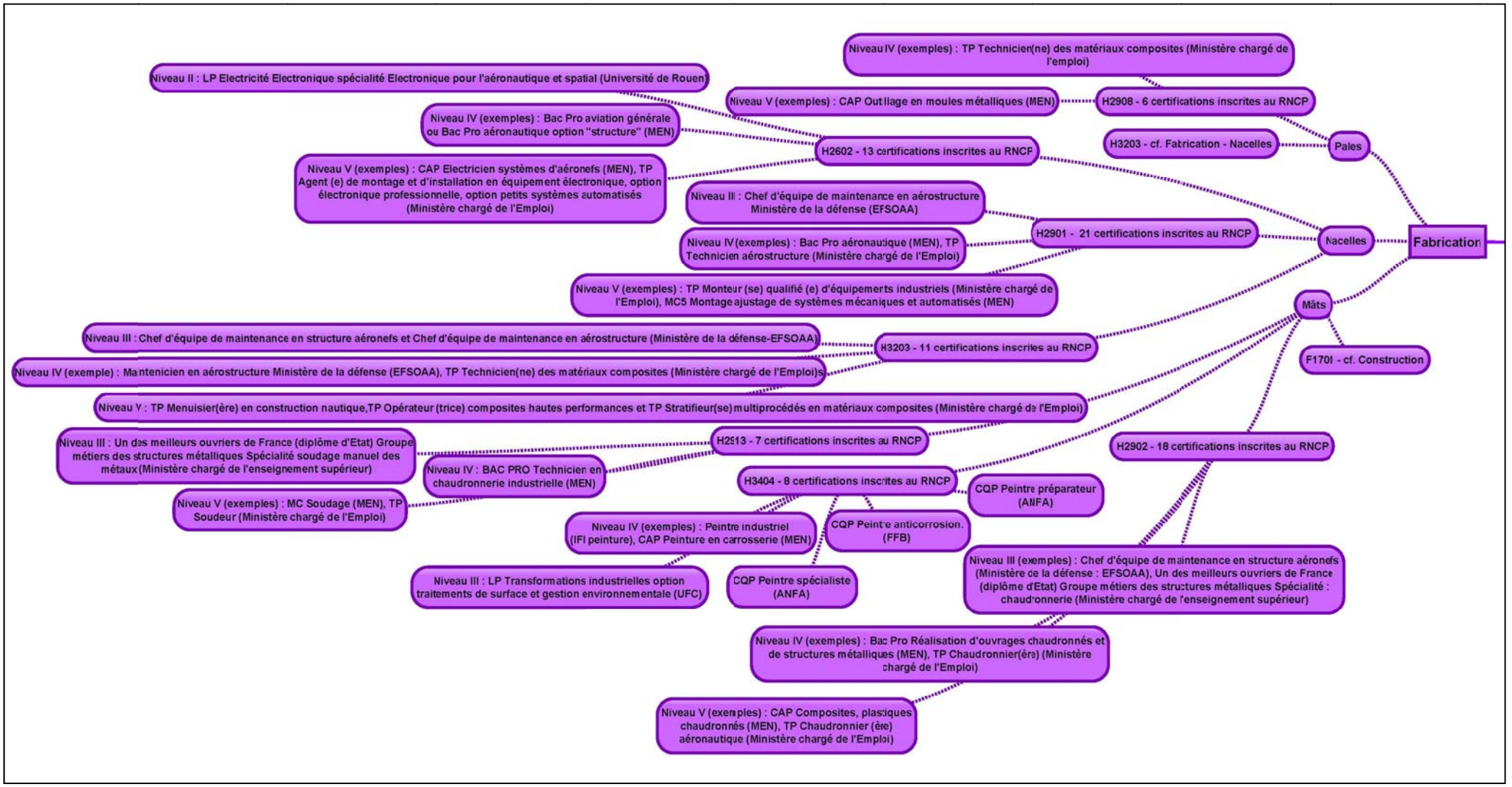
Cette multiplicité de fiches renvoyant au métier de soudeur résulte de l'intervention des soudeurs dans de nombreuses situations professionnelles, sous des appellations plurielles (soudeur MAG, soudeur TIG, etc.) : industrie, transport, bâtiment, agroalimentaire, aéronautique, industrie agricole, etc. En d'autres termes, nous retrouvons les soudeurs partout où il est nécessaire de finaliser des assemblages. Le métier de soudeur présente des aspects variés. Tout dépend du procédé pour lequel le soudeur est spécialisé, ainsi que des travaux à effectuer. Le soudeur professionnel doit posséder un certificat ou un agrément, ou licence, délivré par un organisme extérieur à l'entreprise. Suivant la norme EN 287-1, la validité d'une qualification de soudeur est limitée à 2 ans, sous condition que l'employeur puisse confirmer tous les 6 mois l'aptitude ininterrompue de son personnel (par visa sur le certificat de qualification). Au-delà, la qualification du soudeur peut être reconduite sur dossier ou par essai. Chaque nouvelle opération de certification est facturée à l'employeur, lorsqu'il s'agit d'un salarié, mais peut être pris en charge par Pôle emploi pour des chômeurs. Ce coût peut faire obstacle, dans certains cas, au développement de la polyvalence, qui suppose de cumuler des certificats de spécialité.

Pour ces deux métiers de soudeur et de chaudronnier, l'offre de formation initiale est limitée, à la fois en termes de nombre de diplômes et de sites de formation, comme le montrera la présentation globale de l'offre de formation disponible pour aller vers les métiers de la fabrication éolienne.

3.3. Une offre de certification assez resserrée

Dans le graphique qui suit, (vue d'ensemble des métiers et des formations associées), comme dans le tableau de synthèse présenté en annexe 2.2, les différents domaines de métier (au sens du ROME), mobilisés par la fabrication sont présentés selon le triptyque mât/pale/nacelle.

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



Il existe un nombre restreint de certifications associées aux différents métiers de la fabrication (voir tableau récapitulatif, en Annexe 2.2) : tous certificateurs confondus, dans 6 des 9 métiers retenus, il y a moins de 10 formations enregistrées au RNCP. C'est pour le domaine de la chaudronnerie industrielle que l'offre est la plus importante, avec néanmoins 17 diplômes seulement proposés, la quasi-totalité par les certificateurs publics (ministère de l'Education nationale et ministère du Travail).

Dans le cas du soudage, sur les 9 formations inscrites au RNCP, 6 sont positionnées à niveau V et IV, qui correspondent aux emplois classés ouvriers, auxquelles il faut ajouter 2 CQP (sans niveau) de la métallurgie, à savoir le CQPM de soudeur industriel et le CQPM de tuyauteur(euse) industriel(le).

Pour les métiers de la peinture industrielle, on retrouve peu de formations diplômantes également (7 au total), dont trois sont des Certifications de Qualification Professionnelle de branche : le CQP de peintre anticorrosion de la Fédération française du bâtiment (FFB) et les CQP de peintre préparateur et de peintre spécialiste de l'ANFA (services de l'automobile).

Concernant la fabrication des pales, réalisées en matériaux composites, segment sur lequel on l'a vu les entreprises françaises ont du mal à se faire une place, pour l'éolien terrestre au moins, seules quelques formations permettent d'acquérir les compétences nécessaires : 5 formations sur le volet « modelage de matériaux non métalliques » (H2908), et 8 pour le volet « fabrication en matériau composite » (H 3203). Dans les deux cas, ces certifications relèvent quasi exclusivement de l'initiative des ministères (Education nationale, et ministère du Travail), les offreurs privés de formation se désintéressant, le plus souvent, des premiers niveaux de qualification pour les métiers industriels. Les activités visées à l'origine par ces formations étaient celles de l'automobile, de l'aéronautique et du nautisme, qui peuvent donc s'avérer des viviers de recrutement de personnels expérimentés, en particulier lorsque ces industries connaissent des baisses d'activité, comme c'est le cas de l'automobile dans certains bassins d'emploi. Dans d'autres cas, les fabricants de pales vont se trouver en concurrence avec ces autres industries, pour capter le vivier très restreint des sortants de ces filières de formation.

Se positionner comme offreur de contrat de formation en alternance (contrat d'apprentissage, ou contrat de professionnalisation) peut alors devenir stratégique, pour les fabricants, notamment pour les quelques PME encore actives qui se sont portées sur le marché du « petit éolien »[18] à la fin des années 2000, en pariant sur l'effet incitatif du crédit d'impôt institué par les lois de finance de 2005 et 2006.

[18] Pour une définition précise du « petit éolien, voir la fiche technique de l'ADEME « le petit éolien » (fév 2015) p. 3 http://www.ademe.fr/petit-eolien

Le petit éolien : un marché resté embryonnaire, mais qui continue à susciter des innovations technologiques

Dès le début des années 2000 qui ont vu le déploiement de l'éolien en France, la question de la pertinence de l'éolien urbain est posée dans des termes assez clairs :

« *Parallèlement à l'éolien de grande puissance qui se développe essentiellement dans des espaces ruraux ou à caractère industriel, le développement de l'éolien en milieu urbain constitue une piste à explorer. En effet, pourquoi ne pas produire au plus près du besoin en évitant les coûts de transports ? Cette étude a pour objectif d'estimer la faisabilité réglementaire, technique et financière d'implantation d'éoliennes en milieu urbain* » [19]

Les conclusions de cette première étude sur le sujet sont assez pessimistes quant au potentiel de développement de ce segment, compte tenu d'un cadre de contraintes à la fois technologique et réglementaire très défavorable :

- *le gisement éolien en milieu urbain est fortement limité par une « rugosité » aérodynamique forte. Le rendement de toute installation qui n'est pas placée à une hauteur importante est médiocre ;*
- *les coûts de revient sont largement supérieurs au meilleur tarif d'achat offert par le gestionnaire du réseau pour des installations d'une puissance inférieure à 3 kVA (10,4 c/kWh, h.t.).*
- *Au-delà de 12 m de haut (compté entre le sol et la partie supérieure de la nacelle), un permis de construire est nécessaire pour être autorisé à implanter une éolienne (…). Les études nécessaires à la notice d'impact accompagnant un permis de construire sont coûteuses.*
- *Dans le cas du raccordement au réseau électrique, les procédures de raccordement sont complexes et longues.*[20]

Malgré ce tableau assez noir, le rapport ne ferme pas la porte à la poursuite de la R&D dans ce domaine :

« *La possibilité de produire de l'électricité à partir du vent en milieu urbain demeure une source de recherche et développement. La voie qui est aujourd'hui la plus explorée est celle de l'équipement des toits d'immeubles de grande dimension, là où se trouve le potentiel éolien le plus important. Cette exploitation ne pourra être viable qu'après développement de produits spécifiques (éoliennes à axe vertical) dans des conditions économiques raisonnables*. » [21]

Il évoque également in fine un potentiel possible pour le petit éolien hors du contexte urbain, qui pourrait constituer « une niche d'application économiquement viable » :

« *Enfin, au-delà de l'usage urbain, l'utilisation de petites éoliennes approche la viabilité pour des particuliers qui bénéficient d'un site avec un gisement supérieur à 2000/2200 heures, grâce au niveau crédit d'impôt que les lois de finance 2005 et 2006 successives ont institué.* »[22]

Dans les années qui suivent, de nombreuses entreprises tentent de développer ce marché du

[19] Eoliennes en milieu urbain –l'état de l'art ; ARENE IDF, juillet 2004, actualisé en janvier 2006, p. 9
[20] Idem, p. 5
[21] Idem p. 6
[22] Idem p. 6

petit éolien, avec dans certains cas des pratiques commerciales agressives, voir douteuses, qui seront rapportées par la presse[23]. Entre 2010 et 2012 environ 2 500 petites éoliennes seront installées en France selon l'ADEME[24]. Malgré les tentatives des entrepreneurs sérieux d'assainir le marché et d'agir en faveur de l'assouplissement de la réglementation, avec la création, en 2010, de l'association française des professionnels du petit éolien (AFPPE), le marché s'effondre progressivement, aucune des contraintes pesant sur le développement n'ayant été levée. En 2015, après la faillite de plusieurs entreprises ayant investi à perte dans la fabrication de différents prototypes, l'AFPPE elle-même semble en déshérence, selon les termes d'un expert en ayant assumé brièvement la présidence. Son site web n'est d'ailleurs plus actif.

Dans la dernière version de la fiche technique de l'ADEME sur le petit éolien[25], l'abandon de l'éolien urbain est acté :

« Le respect de la contrainte d'efficacité économique implique de centrer le marché du petit éolien sur le domaine rural : ainsi, d'une part la ressource en vent est de meilleure qualité, d'autre part le petit éolien permet de faire levier sur l'enjeu du secteur agricole de diminution de la dépendance énergétique ou d'apporter une solution aux zones non connectées. Enfin, même si l'enjeu énergétique de la diffusion du petit éolien est dans un premier temps bien moindre que celle du grand éolien, les modalités de déploiement du petit éolien peuvent avoir un impact important en termes d'image sur l'ensemble de la filière éolienne. Il convient donc d'orienter cette filière pour favoriser des installations de qualité. »

Malgré ces mises en garde, certains ingénieurs ne renoncent pas à l'idée de mettre au point des machines capables d'avoir un bon rendement en milieu urbain, en s'adaptant en permanence aux turbulences générées par le bâti, comme en témoigne le projet d'une start-up vosgiennes, Aeroseed, qui a fait appel au financement participatif pour développer un prototype sous licence libre[26]. Ou encore la mise en test à Paris d'un « arbre à vent », conçu par la société New Wind[27].

3.4. Des spécialités peu attractives en formation initiale

Les formations de soudeurs et chaudronniers sont peu attractives, ce qui peut expliquer, pour une part, la tension sur ces métiers.

L'étude du C2R précédemment citée insistait cependant sur la localisation très territorialisée des besoins de formation dans la partie « fabrication d'éolienne » de la chaîne de valeur de l'éolien terrestre. Le traitement cartographique des effectifs en formation en 2012, présenté plus loin, devrait permettre aux entreprises participant à la fabrication des éoliennes de repérer où se trouvent les viviers potentiels de diplômés pour les métiers de soudeurs et de chaudronniers et de mieux cibler ainsi leurs recherches de candidats ou d'alternants, pour ceux qui choisissent cette modalité pour sécuriser leurs recrutements.

[23] Voir par exemple article du 27/09/2012 sur BASTAmag.net « Éoliennes domestiques : comment les pouvoirs publics encouragent une vaste escroquerie » ou encore le N° de Juin 2014 de Que choisir : « Eoliennes domestiques : n'achetez pas ! »

[24] Le petit éolien, Fiche technique ADEME, février 2015, p. 7 : « Le marché compte aujourd'hui plusieurs fabricants français, mais ceux-ci éprouvent des difficultés à se développer : en effet, la rentabilité économique pour l'utilisateur(…) n'est pas toujours garantie, et la concurrence de fabricants étrangers produisant de petites éoliennes en grande série reste forte. »

[25] Idem p. 1

[26] Cf. article du 25/06/2014 sur framablog.org *http://framablog.org/2014/06/25/eolienne-urbaine-libre-aeroseed/*

[27] Cf. article du 16 mars 2015 sur le site Actu environnement.com : « Vents contraires autour de l'inauguration d'éoliennes urbaines sur la Tour Effel » ; http://www.actu-environnement.com/ae/news/eolien-tour-eiffel-vent-energie-renouvelable-24098.php4

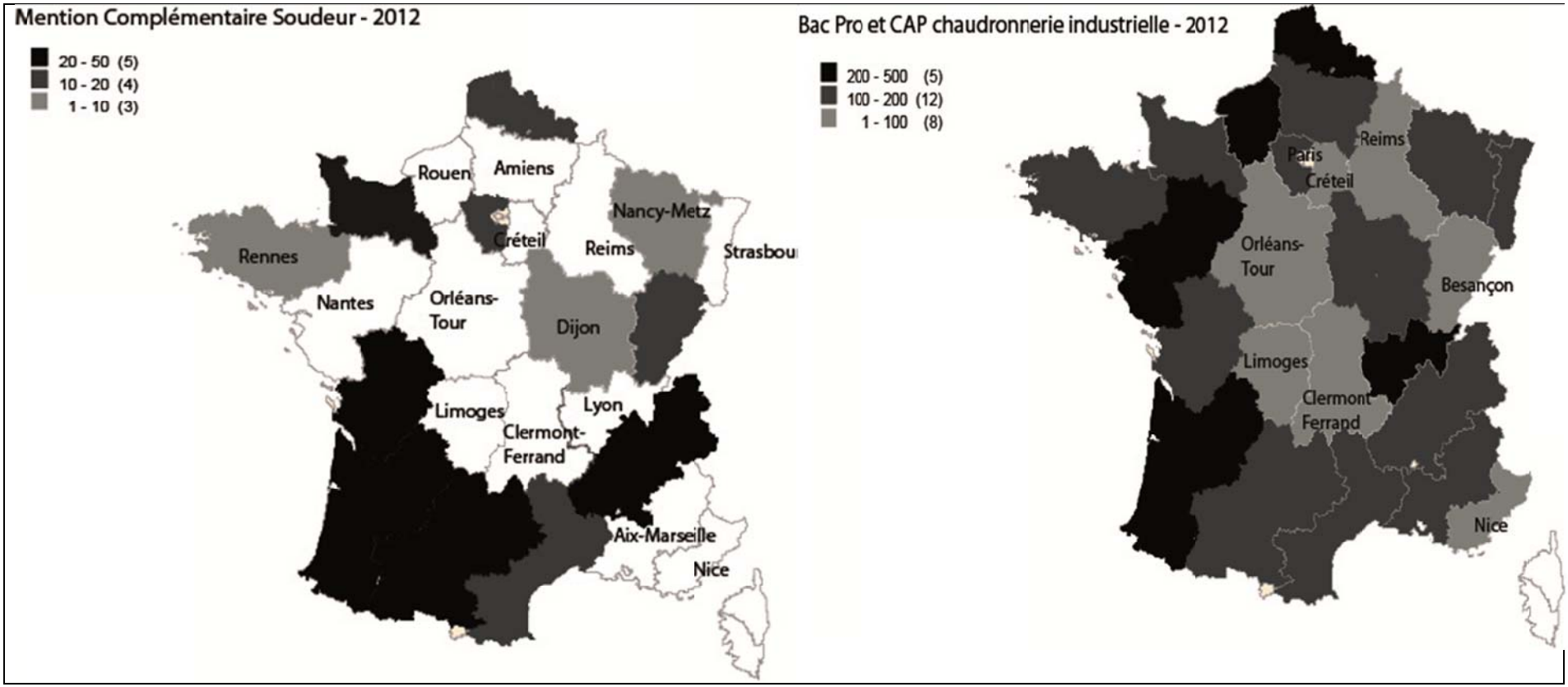
Le tableau des effectifs correspondants, présenté lui, en annexe 5 du rapport, permet de montrer que les effectifs d'élèves en formation de soudage (Mention complémentaire soudeur) ont sensiblement progressé (+ 1/3), entre 2010 et 2012, à la fois en apprentissage (+37 inscrits, soit +50 %) et en voie scolaire (+14 inscrits soit + 16 %). Un petit nombre d'académies seulement proposent cette formation (14 au total), dont 9 en apprentissage (en moyenne 12 apprentis par académie) et 8 en voie scolaire (moyenne identique de 12 élèves par académie).

Le CAP chaudronnerie industrielle, lui, est plus largement proposé, avec 17 académies qui ont des sections d'apprentissage (pour un total de 280 apprentis en dernière année de formation) et 23 qui le proposent en voie scolaire (pour un total de 566 élèves en dernière année de formation). Ses effectifs ont augmenté d'une cinquantaine de jeunes en formation (dont 35 apprentis supplémentaires), entre 2010 et 2012 (+7 %), sans pour autant que la couverture territoriale se soit améliorée : 26 académies au total aux deux dates.

Ces mêmes 26 académies proposent également le bac pro chaudronnerie (créé en 2009), en voie scolaire (sans changement entre 2010 et 2012), pour un total, en 2012, de 1590 élèves en dernière année de cursus. Dans 22 de ces 26 académies la formation en apprentissage est possible, et en 2012, on comptait 950 apprentis en dernière année de formation. Au total, ce sont donc un peu plus de 2500 jeunes qui préparaient cette spécialité à la rentrée 2012/2013.

On ne saurait cependant extrapoler, de ces effectifs de formés dans l'ensemble de cette filière, le nombre de jeunes entrés sur le marché du travail à la rentrée 2013 : une partie des CAP a en effet choisi de poursuivre en bac pro ou en mention complémentaire (MC) soudeur, et une partie des bacs pro a sans doute préféré poursuivre des études en BTS, quand d'autres ont pu chercher à se spécialiser en soudage via la MC.

La pénurie de candidats dans les métiers de la métallurgie ne touche cependant pas les entreprises de la même façon dans toutes les régions, et les tensions sur les métiers de soudeur ou de chaudronnier peuvent être plus ou moins vives selon les caractéristiques des bassins d'emploi. Une analyse plus fine des effectifs selon les académies sera sans doute nécessaire, avec les acteurs de la filière éolienne, dans le cadre de la concertation régionale sur l'offre de formation, pour adapter celle-ci aux besoins des entreprises sur chaque territoire.


Mention Complémentaire Soudeur - 2012
20 - 50 (5)
10 - 20 (4)
1 - 10 (3)
Rouen
Amiens
Nancy-Metz
Créteil
Reims
Strasbou
Rennes
Nantes
Orléans-Tour
Dijon
Limoges
Lyon
Clermont-Ferrand
Aix-Marseille
Nice
Bac Pro et CAP chaudronnerie industrielle - 2012
200 - 500 (5)
100 - 200 (12)
1 - 100 (8)
Reims
Paris
Créteil
Orléans-Tour
Besançon
Limoges
Clermont Ferrand
Nice

En conclusion de cette section, quelques pistes d'action peuvent être suggérées pour réduire les tensions qui peuvent apparaitre, localement, autour des besoins en main -d'œuvre qualifiée pour les opérations de fabrication. .

- **Privilégier les formations en alternance pour former aux métiers de la chaudronnerie et du soudage**, en formation initiale (apprentissage), comme en formation continue (contrats de professionnalisation) : comme le recrutement des sections d'apprentissage est conditionné par la capacité du milieu industriel local à offrir des contrats d'apprentissage, en anticipant des besoins de recrutement, l'adéquation de l'offre aux besoins du territoire est plus facile à ajuster au fil du temps. Mais la prise en charge d'alternants relativement jeunes (en sortie de 3ème) n'est pas simple en milieu industriel, et cela suppose en amont un travail important de concertation entre le CFA et les fabricants d'éoliennes, pour bien identifier les risques de tous ordres, y compris au niveau économique (gaspillage de matière, non qualité etc.). Ce partenariat fort est également indispensable pour penser la répartition des rôles entre les deux entités dans les apprentissages à réaliser, et prendre les mesures permettant de réduire les risques pour l'apprenant et pour l'entreprise.

- **Mener des actions de communication en direction des enseignants de collège et des professionnels de l'orientation, pour promouvoir ces métiers et ces formations auprès des jeunes, et notamment des filles**, dans les académies au sein desquelles se trouvent les principaux bassins d'emploi concernés par la fabrication des éoliennes. Elles devront s'attacher à donner à voir la diversité des activités potentiellement ouvertes aux jeunes à l'issue de ces formations, pour dépasser les images simplistes associées trop souvent aux intitulés actuels des diplômes. En valorisant notamment les applications dans les secteurs des énergies renouvelables, comme cela se fait ailleurs pour le secteur de l'aéronautique.

- **Mener des actions de promotions de ces métiers industriels auprès des opérateurs du Conseil en évolution professionnelle (CEP) de manière à toucher les ouvriers/ères d'autres spécialités industrielles (agroalimentaires, textile etc.), victimes de licenciements, sur les bassins où les fabricants recrutent, et mettre en place, sous la houlette du service public de l'emploi et des régions les sessions de formation leur permettant d'accéder à un premier niveau de qualification, via les titres du ministère du Travail**. A l'instar d'expérimentations déjà réalisées par Pôle emploi pour former des femmes aux métiers de soudeur, dans le bassin de St Nazaire, un effort particulier en direction des ouvrières au chômage serait bienvenu dans les bassins où des emplois sont à pourvoir chez les fabricants de l'éolien.

- **Mobiliser dans le cadre d'expérimentation locales, les dispositifs permettant d'organiser la mobilité inter-entreprises des professionnels qualifiés recherchés par les sous-traitants des secteurs de l'automobile, de l'aéronautique, du nautisme et de l'éolien (selon les configurations industrielles locales), tous confrontés à des aléas importants des carnets de commandes**. Ainsi la création de groupements d'entreprises ou le développement des CDI interim, mis en place dans le cadre d'un accord sur la sécurisation des trajectoires des intérimaires, (JO du 6 mars 2014) pourrait être intégrés à des dispositifs de GPEC territoriales.

4. L'installation

4.1. Un chantier en cinq étapes

4.1.1.1ère étape : la mise en place des accès au site et de la voirie interne

Cette étape consiste à aménager les accès au site en utilisant au maximum les anciens chemins ruraux existants : il faut en effet les élargir et les renforcer pour qu'ils puissent supporter des charges roulantes très importantes. Il existe souvent des contraintes environnementales locales à respecter (notamment en termes de matériaux utilisés, les marchés prévoyant d'accorder une priorité aux matériaux issus de gisements locaux). C'est un travail classique de voirie et de terrassement, fortement mécanisé, qui nécessite un chef de chantier confirmé et très méthodique ayant des compétences relationnelles fortes pour discuter avec les agriculteurs, les propriétaires forestiers locaux ou les représentants des collectivités locales, afin de minimiser les nuisances de productivité et d'accès à leurs parcelles exploitables.

Les équipes sont composées de conducteurs d'engins de travaux publics (bulldozers, niveleuses, pelles hydrauliques, compacteurs etc.), et de chauffeurs de camions pour le transport de matériaux d'apport sur les voiries. Les grands groupes de travaux publics (TP) interviennent via leurs agences à proximité des sites, avec la main-d'œuvre stable qu'ils emploient habituellement, avec des renforts ponctuels si nécessaire pour le transport des déblais (« locatiers »). Au-delà de l'installation du parc, un entretien de la voirie sur la durée du bail est nécessaire car les accès doivent toujours être praticables pour les engins des équipes de maintenance.

Aucune compétence particulière à ce type de chantier n'a été signalée par les employeurs qui s'en tiennent à un constat assez général de manque d'attractivité de ces métiers chez les jeunes.

4.1.2.2ème étape : les fondations des éoliennes

En amont des travaux, une étude de sol par un géologue (bureaux d'étude spécialisés) est obligatoire : de ses conclusions peuvent découler des prescriptions de renforcement des fondations, qui vont donner lieu à l'intervention d'entreprises de génie civil très spécialisées, dotées de personnel maîtrisant des techniques et des équipements spécifiques (plots ballastés ou Jet Grounding par exemple).

Il faut ensuite mettre en place le terrassement des fondations. Puis construire le socle béton (ou « massif »), en respectant très strictement les contraintes du « plan de ferraillage » et de qualité du béton : c'est l'étape qui demande le plus de main-d'œuvre, avec un métier de base (maçon) et une compétence reconnue en « ferraillage » disponibles auprès de quelques rares équipes très spécialisées, très soudées, se déplaçant de chantier en chantier. Très peu d'entreprises françaises sont positionnées sur ce créneau, les allemands y ayant acquis une position dominante, avec une main-d'œuvre d'origine étrangère pour l'essentiel (turcs ou portugais).

4.1.3.3ème étape : la liaison câble des éoliennes entre elles et avec le transformateur

Ce sont le plus souvent des entreprises locales spécialisées dans la pose de câbles ou de canalisations, ayant une expérience de travaux en milieu agricole (drainage, arrosage) et des travaux pour les syndicats locaux d'électricités, qui sont positionnées sur ce segment de marché. Leurs 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. Elles sont également sensibilisées aux précautions à prendre pour éviter d'endommager les câbles au cours des travaux (ERDF propose ce type de formation aux entreprises qui en font la demande). La

partie raccordement électrique est généralement confiée à un partenaire spécialisé en énergie qui mobilise ses propres électriciens qualifiés. A leur contact les conducteurs d'engin acquièrent une culture électrique plus ou moins importante.

4.1.4.4ème étape : l'implantation du poste de transformation EDF

Selon la localisation du parc (et la puissance totale générée), ERDF impose ou pas l'implantation d'un transformateur sur le site. Dans le premier cas, cela suppose la création d'une plateforme (travaux de voirie et terrassement) et la pose de clôtures, puis le coulage de la fondation et enfin les raccordements électriques. Si un raccordement sur un transformateur existant est possible, cette opération va se traduire par la pose de plusieurs kilomètres de câbles haute tension enterrés.

Lorsqu'une même entreprise propose une offre groupée (fondations, câblage, raccordement), les maçons s'approprient des rudiments d'électricité et certains électriciens peuvent acquérir suffisamment de compétences en génie civil pour pouvoir encadrer des équipes mixtes.

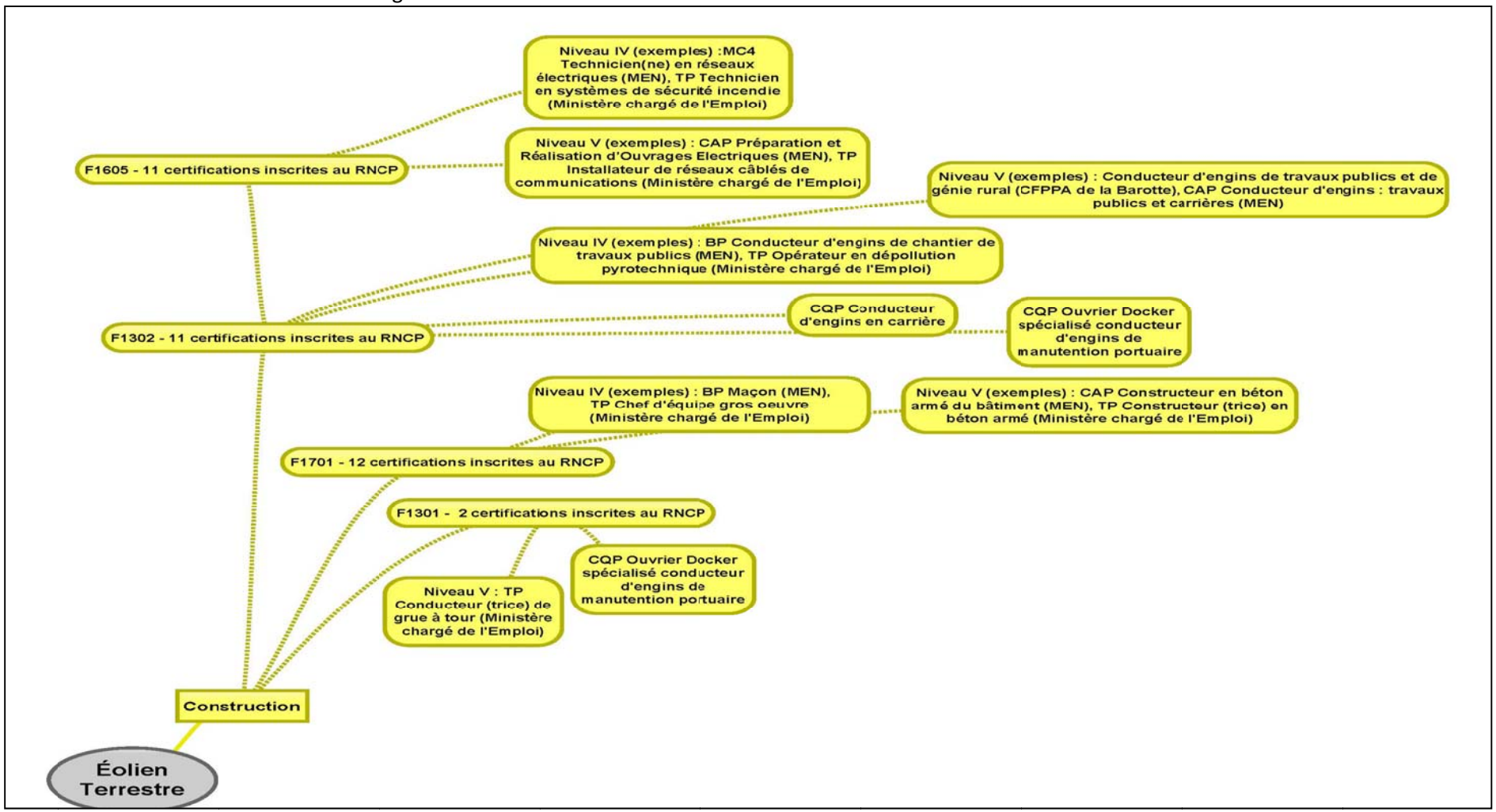
4.1.5.5ème étape : Le transport des pièces des éoliennes (mâts, pales, rotors)

Le transport des pièces des éoliennes est réalisé par des sociétés spécialisées dans le transport exceptionnel, qui emploient des chauffeurs expérimentés ayant un savoir-faire particulier pour manœuvrer sur des voies avec ce type de chargement sur des voies de circulation ordinaires. Ils sont escortés par des motards accompagnateurs ayant des compétences en sécurité routière affirmées, et obligatoirement titulaires d'une attestation de formation professionnelle initiale des conducteurs de véhicules de guidage (FIG) des transports exceptionnels ; auparavant ces escortes étaient gérées par la gendarmerie, aujourd'hui ce sont des sociétés privées qui gèrent le cheminement des convois. Il est fréquent qu'elles recrutent des motards retraités de la gendarmerie pour bénéficier de leur expérience.

4.2. Une offre de certification assez simple, surtout portée par le service public.

Le graphique qui suit indique pour chacun des domaines de métier (codes ROME), les principaux intitulés de certifications y préparant. Ces informations sont reprises en termes statistiques, dans le tableau publié en annexe 2.3. Celui-ci montre par exemple que 7 des 10 certifications existantes dans le domaine de la conduite d'engins de terrassement relèvent des certificateurs publics (5 proposées par le ministère du Travail et 2 par le ministère de l'Education nationale -1 CAP et un BP), et deux des branches professionnelles (CQP, sans niveau).

Panorama des certifications sur le segment « construction »



Ces 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 VAE, pour les salariés qui se sont formés sur le tas, et ont acquis les habilitations nécessaires à la conduite d'engins grâce à la formation continue en entreprise. Ainsi sur 296 titres de conducteur de pelle hydraulique ou de conducteur de bouteur et de chargeuse, délivrés en 2012 par le ministère du Travail 13 % l'ont été par la VAE (37 lauréats pour 39 candidats). Et pour les conducteurs de grue à tour, la part des titres délivrés par la VAE monte à 46 % (53 lauréats). A l'inverse, pour 87 titres de coffreur bancheur en génie civil délivrés en 2012, aucun ne l'a été par la VAE cette année-là.

La même répartition s'observe sur les métiers de la construction béton (maçon, par exemple) : 8 des 10 certifications existantes (niveaux V et IV) relèvent du ministère de l'Education nationale - 3 CAP, 2 BEP, 1 BP) et 2 du ministère du travail (TP coffreur bancheur, et TP chef d'équipe gros œuvre).

Pour le domaine du montage des réseaux électrique et télécom, on retiendra particulièrement, au niveau V, le titre professionnel d'installateur de réseaux électrique aéro-souterrain (ministère du Travail), et pour le niveau IV, la mention complémentaire technicien(ne) en réseaux électrique (ministère de l'Education nationale).

4.3. Une forte mobilité géographique pour une faible mobilité professionnelle

Deux types de mobilité, l'une géographique et l'autre professionnelle, ont été identifiés. La première correspond à une mobilité géographique d'équipes qui se sont spécialisées progressivement dans certains segments du marché et qui tournent d'un site à l'autre (à la manière des équipes qui se déplacent en fonction des grands chantiers d'infrastructure). L'autre mobilité, professionnelle cette-fois, concerne une petite part des ouvriers impliqués dans ces chantiers : il s'agit le plus souvent de demandeurs d'emplois issus du monde agricole qui vont profiter de la construction d'un site à proximité de leur lieu de vie pour s'orienter (se réorienter) vers les métiers des travaux publics (conducteurs d'engin) ou du transport (chauffeurs). La plupart de ces métiers étant accessibles sans diplôme, ils se forment « sur le tas » et les entreprises prennent en charge la préparation des habilitations indispensables. La durée d'instruction des projets étant très longue, Pôle emploi peut aussi mettre en place des dispositifs spécifiques de formation pour l'accès aux titres du ministère du Travail préparant à ces métiers (ex : Titre professionnel (TP) d'installateurs de réseaux électriques ou TP de conducteur de pelle hydraulique, ou encore de conducteur de bouteur et de chargeuse). Certains centres de formation spécialisés proposent ce type de formation régulièrement : c'est le cas en Alsace, Limousin, Lorraine, Midi-Pyrénées, Pays de Loire et Poitou-Charentes par exemple pour les conducteurs d'engin de terrassement.

Ce balayage des métiers et des compétences de la partie Travaux Publics de la construction d'un parc éolien, permet de mettre en évidence le fait que, quels que soient les métiers concernés (conducteurs d'engins de TP, maçons, électriciens) peu de compétences additionnelles spécifiques à la filière éolienne sont identifiées, hormis des compétences collectives d'organisation et de coordination d'activités au sein d'équipes pluri-professionnelles. Ces compétences de travail collaboratif conditionnent assez largement l'efficacité et la productivité des équipes, et donc le respect des délais ainsi que le niveau de qualité élevé exigé dans cette filière. Un bon relationnel des encadrants (chefs de chantiers, conducteurs de travaux) pour la gestion des relations avec les élus locaux et les propriétaires des parcelles adjacentes au site est également un facteur important de bon déroulement du chantier.

De ce fait, il n'y a pas de recommandations spécifiques sur cette partie relative à l'installation des éoliennes terrestres.

5. L'exploitation et la maintenance

A la différence d'autres installations de production d'énergie électrique, les sites de production d'énergie éolienne mobilisent très peu de main d'œuvre en termes de gestion de la production. Les personnels affectés à des tâches de suivi de la production et de régulation de l'activité sont en lien avec les entreprises chargées du transport de l'électricité d'une part et avec les équipes chargées de la maintenance d'autre part. En général ils exercent leurs missions à distance, au siège régional, voir national, de l'exploitant. L'essentiel des emplois liés à l'exploitation sont en fait polarisés sur les activités de maintenance, curatives ou préventives, ou d'optimisation des machines. C'est la raison pour laquelle nous n'aborderons dans ce chapitre que les problématiques emploi-formation liées aux métiers de la maintenance.

La maintenance des systèmes éoliens présente de nombreuses spécificités par rapport aux activités de maintenance sur un site industriel traditionnel. Ces spécificités sont liées aux machines elles-mêmes, mais également à leur implantation et à leur répartition spatiale. Par ailleurs, les différences entre maintenance préventive, curative ou corrective, ainsi que les interventions liées à l'âge des machines, renvoient à des problématiques et exigences spécifiques en maintenance évolutive (voir tableau infra). Enfin, si la plupart des techniciens employés par des exploitants de parcs éoliens travaillent sur la partie mécanique ou électrotechnique de l'éolienne, il existe une maintenance spécialisée qui concerne principalement les mâts et les pales. Celle-ci est le plus souvent effectuée par des techniciens des constructeurs d'éoliennes, qui proposent des contrats de maintenance, en sus des interventions prévues dans le cadre de la garantie constructeur. La sortie prochaine de garantie pour les machines des parcs les plus anciens ouvre un espace possible d'intervention pour de nouveaux prestataires indépendants français qui commencent à se faire une place sur ce marché en devenir.

On peut décrire de manière synthétique les objectifs et les modalités des deux grands types de maintenance sur éolienne en reprenant l'analyse proposée par la CCI de la Meuse dans un rapport sur l'énergie éolienne de 2012 (CCI Meuse, 2012)

- La maintenance préventive a pour but la réduction de la probabilité d'une défaillance ou de la dégradation de l'éolienne. Pour ce faire, les arrêts de maintenance sont programmés et les techniciens interviennent sur les pièces usées avant la panne. Tous les six mois, plusieurs opérations de maintenance préventive sont effectuées : inspection visuelle, analyse vibratoire des machines tournantes, analyse des huiles, changement des filtres, nettoyage, etc. Enfin, une vérification complète de l'éolienne est effectuée tous les 5 ans.
- La maintenance curative (qui regroupe la maintenance corrective palliative et la maintenance corrective curative) s'effectue en cas de panne ou de défaut détectés. Elle peut concerner tout aussi bien les pales que le remplacement de pièces mécaniques ou une intervention sur le réseau électrique.

Si le métier de technicien de maintenance est parfois désigné comme étant « en tension » par les entreprises, certaines relativisent cette situation. En effet, il s'agit plutôt de manques sur des bassins d'emplois déterminés – comme dans l'Est de la France – pour lesquels il n'y a pas de formation en local. Or, il est difficile, ainsi que le précise un responsable maintenance d'une entreprise de développement, exploitation et maintenance, d'attirer des professionnels dans la Meuse, entre autres exemples, alors même que la mobilité est une demande forte du secteur. Les arbitrages en matière de répartition géographique des formations ne peuvent totalement ignorer ces problématiques de faible mobilité de la main-d'œuvre[28].

[28] Cette dernière remarque paraît avoir d'autant plus de sens que le parcours « éolien » du nouveau BTS Maintenance des systèmes doit voir prochainement l'ouverture des premières sections de formations dont la répartition géographique doit être repensée en fonction des besoins des territoires, tout en évitant des flux de formés trop importants.

TYPES DE MAINTENANCE	Préventive	Corrective-palliative	Corrective-curative
OBJECTIFS	- Réduire la probabilité de défaillance des éoliennes, en augmenter la durée de vie. - Réduire des temps d'arrêt lors de révision, et le budget maintenance. - Réduire les dépenses sur les consommables. - Améliorer les conditions de travail, et réduire des causes d'accidents.	- Maintenance qui vise à corriger provisoirement une dégradation ou une panne afin de limiter le temps d'interruption des machines. - Il s'agit d'un dépannage et non d'une réparation.	- Cette maintenance a pour but de rétablir durablement le fonctionnement de la machine et lui permettre d'accomplir sa fonction requise. - Il s'agit d'une réparation en l'état, ou au mieux une modification ou amélioration ayant un caractère permanent et devant conduire à ce que la panne ne se reproduise pas.
RESSOURCES	- Utilisation d'échéanciers, d'indicateurs de tendance. - Utilisation d'outils de mesure, capteurs, télésurveillance. - Planification des interventions, anticipation. - Gestion des stocks des composants.	- Reporting auprès des constructeurs/concepteurs. - Rédaction de rapports sur la disponibilité et la production d'électricité.	- Reporting auprès des constructeurs/concepteurs. - Relations avec les exploitants pour minimiser les temps d'arrêts.
	Fonctionnement en équipe autonome, binôme ou trinôme. 3 choix d'organisation du travail : Des équipes spécialisées par domaine technique demandant une forte mobilité des techniciens. Des équipes généralistes polyvalentes pour la maintenance de niveau 1 et 2 sur parcs définis (pour la maintenance de niveau 3 et 4 des équipes spécialisées et centralisées couvrent un large territoire). Des équipes spécialisées par type de maintenance (préventive, curative) et tournantes et appel à la sous-traitance pour les interventions très spécialisées.		
NIVEAUX DE MAINTENANCE	Niveau 1 : réglage, échange prévu de consommables simples (fusibles). Niveau 2 : échange standard d'éléments prévus.	Niveau 3 : identification, localisation et diagnostic de pannes, analyse. Réparation provisoire.	Niveau 3 et 4 : échange de composants, réparations mineures ou importantes. Réétalonnage des mesureurs.
AGES DE MACHINES ET POSITIONNEMENT DES ENTREPRISES DE MAINTENANCE/AUX CONSTRUCTEURS	« Garantie constructeur », entre 5 et 10 ans : maintenance fréquemment assurée par le constructeur lui-même, garantissant la disponibilité des machines, voire l'optimisation de la production d'électricité. En sortie de garantie, les exploitants peinent à accéder aux informations techniques nécessaires à l'intervention sur les machines, et à la fourniture de pièces détachées. Ils ont le choix entre l'externalisation et l'internalisation de la maintenance, notamment pour la maintenance préventive (exemple des sociétés Boralex et Eole-RES). Après la sortie de garantie, 2 à 3 fois plus de travail et d'exigences en termes de niveaux de compétences techniques et de responsabilités sont demandés aux techniciens de maintenance.		

5.1. Des compétences additionnelles pour les techniciens de maintenance

Technicien de maintenance, un descriptif du métier

« Le technicien de maintenance effectue la planification et la réalisation des tâches de maintenance préventive et curative d'un parc éolien (suivi des performances des éoliennes, missions régulières d'inspection, identification et résolution des problèmes techniques, dépannage…) pour assurer une disponibilité et une production éolienne maximales.
La maintenance préventive permet, par anticipation de la fatigue d'un composant, de réduire la probabilité de défaillance ou dégradation de son fonctionnement. Ces tâches nécessitent l'utilisation de divers logiciels spécifiques.
Ces opérations de maintenance sont souvent effectuées par les constructeurs d'éoliennes, au moins pendant les premières années d'exploitation, mais peuvent également être gérées par des entreprises extérieures. »
France Energie Eolienne, *Les métiers de l'éolien* (brochure, 2013)

5.1.1. Les compétences demandées : autant des comportements que des savoirs

Pour les techniciens et les ingénieurs en maintenance, les compétences demandées sont souvent liées à :

- la polyvalence pluri technique (de l'électrotechnique à la mécanique en passant par l'informatique, l'hydraulique),
- l'autonomie réelle dans des situations complexes,
- l'esprit d'initiative et l'autonomie (être un salarié proactif),
- une attitude responsable (des dangers importants sont présents dans et autour des machines),
- une bonne condition physique et « un bon mental », (en raison notamment des astreintes et des horaires),
- à cela s'ajoute une disponibilité et une aptitude à la mobilité géographique, car il faut être au plus près des parcs.

5.1.2. La maîtrise de l'anglais à développer

L'importance de la maîtrise de l'anglais n'est pas propre au secteur éolien. Il existe, pourtant, une critique récurrente sur le retard français dans ce domaine de compétence. Cette compétence paraît cruciale non seulement au niveau ingénieur mais également pour les techniciens. Or, explique le responsable France d'un turbinier, il est très rare de trouver un technicien maîtrisant bien les langues étrangères telles que l'anglais, l'allemand ou l'espagnol. Or, selon ce responsable, les exploitants de parcs, hormis les grands groupes comme EDF et GDF-Suez, sont le plus souvent liés à des sociétés étrangères et les rapports d'intervention en opération et maintenance se font tous en anglais. Les procédures pour l'usage des machines sont ainsi très peu traduites. Il en est de même pour la documentation concernant les contrôles ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement). Enfin, les techniciens de maintenance doivent également rédiger des rapports techniques en anglais pour des clients étrangers, chose qui est le plus souvent hors de leur portée. Le responsable des ressources humaines d'un turbinier précise ainsi qu'un technicien de maintenance se doit de maîtriser une centaine de termes techniques liés aux éoliennes et à leur fonctionnement.

5.1.3. Pas de compétences techniques nouvelles sur les machines…

Pour ce qui est des savoirs et compétences techniques proprement dits, les entreprises du secteur affirment ne pas avoir de besoin particulier à signaler : *« Même si nos machines évoluent, […] ça reste*

une deux chevaux avec de la mécanique qui roule très bien, donc non il n'y a pas en soi de compétences qui évoluent ni sur les dix dernières années, ni sur les dix prochaines années » explique le responsable France d'une entreprise étrangère.

5.1.4.…mais des besoins qui iront croissant pour la maintenance des mâts et des pales

Les entreprises notent des besoins croissants pour la maintenance des mâts et des pales compte tenu de l'âge moyen actuel des machines. La future sortie de garantie (Cf. Annexe 1 décrivant le déroulé d'un projet éolien) des machines entraînera un besoin de maintenance spécialisée sur certains composants des éoliennes. Lorsqu'un turbinier vend une machine, il propose une garantie qui couvre soit l'entretien, soit la réparation, ou encore les deux possibilités sur une période allant de 5 à 20 ans. Très prochainement, un certain nombre de machines sortiront de ces garanties. Cet état de fait va impliquer des besoins en spécialisation, dans le domaine des matériaux composites notamment ; des techniciens de maintenance employés par les exploitants pourraient même avoir à leur charge dans certains cas l'ensemble de la maintenance de leurs éoliennes. Toutefois, certaines entreprises - qui commencent seulement à être confrontées à ce problème - n'excluent pas d'externaliser cette maintenance spécialisée et de faire appel à des sous-traitants dans ces domaines (travail en hauteur sur pale, peintures spécifiques des mâts, etc.) ou de constituer des équipes de maintenance mixte, certains techniciens se spécialisant sur des interventions autres que sur la nacelle.

De plus, si l'inspection sur les pales constitue aujourd'hui encore un marché de niche tenu en majorité par des entreprises sous-traitantes de turbiniers ou des grands groupes, ainsi que le précise le directeur général d'une entreprise d'expertise et de réparation de pales, celle-ci se fera progressivement par des moyens de surveillance à distance (prises de vue au téléobjectif et diagnostic sur clichés photographiques). Dans certains cas, on pourra recourir aux drones, ce qui suppose soit de former les techniciens de maintenance à ces techniques de surveillance, soit de recourir à des sociétés spécialisées.

Dans le cas d'utilisation de drones pour effectuer les prises de vues, le pilote doit tenir compte des risques liés à l'environnement du site (lignes à haute tension notamment) et au contexte (force du vent) et dialoguer avec le technicien chargé de l'analyse des photos pour choisir les bons angles de vue, permettant de détecter les détériorations. L'analyste, lui, doit pouvoir identifier toutes ces détériorations, mais aussi en comprendre l'origine, de manière à pouvoir non seulement réparer mais prévenir d'autres dégradations. Ainsi il existera deux types de profils distincts. Ces opérations sont des niches pour des prestataires spécialisés (start up) dans le pilotage de drones et l'analyse des images, associés à des spécialistes de la maintenance éolienne.

Le technicien de maintenance en situation d'intervention devra, dans tous les cas, être capable de repérer les défauts éventuels sur les pales, d'en faire le diagnostic, et de décider du type de tâches curatives nécessaires et entrer en communication avec les sociétés spécialisées. Ce dialogue lui impose donc de disposer d'un minimum de compétences sur les matériaux composites.

En ce qui concerne la réparation des pales[29], il existe peu de formations en France. Le responsable maintenance et exploitation d'une entreprise de développement évoquait le recours à des compétences issues de la construction navale comme pouvant servir de base, mais il faudra les compléter par des habilitations au travail en hauteur par exemple. La capacité à travailler sur cordes sera également un prérequis important. Ces techniciens spécialisés devront ainsi avoir une polyvalence, notamment en accès sur cordes et compétences en matière de matériaux composites.

[29] Les quelques formations existantes en plasturgie et matériaux composites (CAP, bac pro ou CQPM) sont plus orientées « fabrication » que « maintenance ». Voir sur cet aspect le rapport de G. Podevin, sur les EMR, pages 68 à 70 (L'émergence d'une filière EMR en France : quelles perspectives pour l'emploi et la formation ? Le cas de l'éolien offshore posé ; Net.doc n° 136 /2015)

Ce sont donc des profils de techniciens très pointus avec des parcours atypiques qui sont concernés ici par cette maintenance des pales (voir encadré sur l'entreprise HELIOPALES). La question de la peinture des pales est également problématique en termes de compétences et de formation.

Héliopales : un exemple d'entreprise de réparation de pales

Cette entreprise propose tout un ensemble de services de qualité pour l'inspection, le suivi, l'expertise, la maintenance et la réparation des pales des grandes éoliennes en France et à l'étranger. Basée en France en région Rhône-Alpes, elle intervient dans toute la France, en zone Europe et dans le monde entier.

L'objectif de cette entreprise est avant tout de garantir la meilleure efficience opérationnelle des machines en évitant des incidets longs et couteux. Par ailleurs, elle intervient de manière générale pour anticiper et prévenir les incidents, maîtriser et planifier la maintenance pour une meilleure disponibilité de vos éoliennes au bon moment.

Deux parcours atypiques

- **Otto LUTZ – Président :**

Après avoir construit le premier bateau en *strongplank*, il s'est intéressé dès 1999 aux pales des éoliennes. Maintenant expert indépendant en matériaux composites, fondateur du cabinet d'expertise www.svb-ottolutz.de , il est le président d'Héliopales. Il collabore à de nombreux projets de recherche.

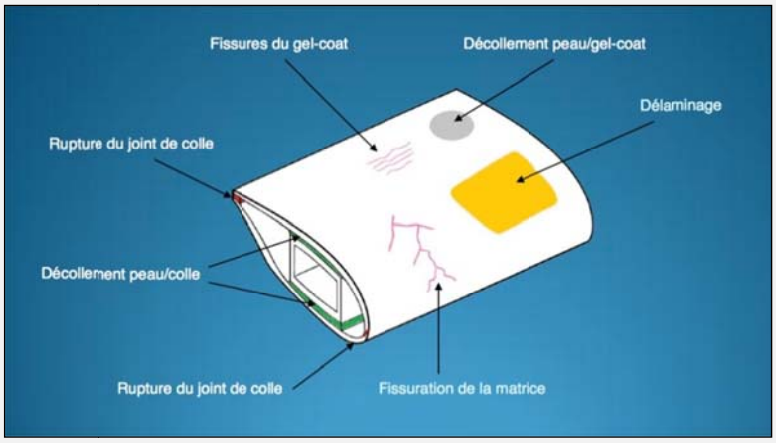
- **Jean-Baptiste LOYSON – Directeur général :**

Diplômé en physique des matériaux, après un parcours varié : moniteur d'escalade et de canyoning, enseignant de physique-chimie en Lycée, technicien cordiste, formateur en sécurité du travail en hauteur et gérant de Vertical Formation, Il s'est spécialisé dans les applications des matériaux composites pour l'énergie éolienne. Egalement diplômé en réparations de structures composites, c'est le responsable des opérations sur la France pour Héliopales. Inspecteur et technicien pour l'entretien des pales des centrales éoliennes, c'est à Héliopales qu'il consacre l'essentiel de son temps.

Focus métier – Réparation de pales

Le processus de réparation de pales comprend plusieurs étapes. C'est une première inspection ou un contrôle qualité qui va permettre de définir s'il s'agit d'un défaut de fabrication ou d'un dommage en service. Différents moyens de détection sont utilisés : contrôle visuel et non destructif, Rayons X, coin tapping, thermographie, ultrasons, etc. L'intervenant rend un rapport d'évaluation débouchant ensuite sur une réparation ou un remplacement de pales. L'inspection et le rapport rendu donnent toujours lieu à une concertation avec le commanditaire qui peut être le constructeur de la machine ou l'exploitant selon les contrats de garantie et de maintenance convenus.

Les dommages conduisant à une réparation de pales sont expliqués ici en image :



Source : Brahim Attaf, Team Europe – Commission Européenne

Les diagnostics et réparations s'effectuent en travaux sur cordes ou via une nacelle qui peut être autoportée (installée sur le pourtour du mât de l'éolienne, sur câbles ou sur porteur (base au sol).

Les réparations se font généralement par patchs en composites appliqués sur la surface à réparer. Un tapis chauffant est ensuite placé sur le patch afin de le fixer à la surface.

La réparation de pales demande diverses compétences :

- en matériaux composites et applications dans l'éolien,
- en structures et caractéristiques mécaniques des pales,
- en maîtrise des risques au travail et à la sécurité en hauteur.

La maîtrise de l'anglais est quasiment indispensable. Les quelques entreprises spécialisées dans le diagnostic et la réparation de pales travaillent sur une zone géographique très vaste (toute l'Europe pour les entreprises françaises interrogées). Les rapports sont obligatoirement rendus en anglais.

Les niveaux de formation sont variés, de bac pro expérimenté jusqu'au doctorat pour la R&D. Les intervenants sont souvent issus de l'aéronautique ou du nautisme et formés ensuite aux travaux en hauteur.

5.1.5. Une forme de compétence « R&D »

Les techniciens doivent également être en capacité de dialoguer avec les concepteurs des machines. Il s'agit d'une forme d'innovation/développement du métier de la maintenance qui suppose un travail de mise au point très précis, en lien avec les ingénieurs des bureaux d'étude et les fabricants de composants. Cette exigence est déjà prégnante dans des activités de hautes technologies ayant souvent des productions en petites séries, où les coûts et les objectifs de disponibilité et de rentabilité économique des équipements sont élevés, comme dans l'aéronautique, la navale ou bien encore l'éolien offshore.

Si la redondance des systèmes (électriques notamment) est un moyen de limiter au maximum les temps d'arrêt liés aux pannes, elle ne réduit pas le nombre de celles-ci, au contraire. Pour travailler sur l'amélioration de la disponibilité d'un système il faut des techniciens de maintenance capables de mener :

- des analyses de Sûreté de fonctionnement (SdF),
- des analyses des modes de défaillance (AMDEC).

Ces deux analyses permettent d'identifier les parties les plus faibles d'un système et d'y remédier dès la conception (faire avancer le bureau d'études sur la conception des machines) puis d'établir un plan de maintenance préventif.

5.1.6. La pratique du « soutien logistique intégré »

Les organismes de formation et certains représentants de branche souhaitent également de développer la pratique du Soutien Logistique Intégré (SLI) qui peut faire évoluer le métier de technicien de maintenance. Le SLI existe depuis très longtemps. Il tend à augmenter le coût de conception d'environ 15 % (comme par exemple dans l'offshore et de la construction navale), mais diminue le coût d'exploitation (conduite et maintenance) de 30 %. Lorsque la conception et l'exploitation ne sont pas intégrées au sein du même groupe, les concepteurs sont peu enclins à engager 15 % de coûts d'études supplémentaires, en vue de diminuer les frais liés à l'exploitation.

L'activité de « Supply chain » est une branche du SLI, car elle organise la logistique, mais ne fait pas d'étude de coût de possession, au cœur du métier du SLI. Un SLI bien mené, sur la base d'un profil de mission, en partenariat avec le bureau d'études, débouche sur l'optimisation d'un coût global de possession, applicable au coût du Kw. Cette spécialité est enseignée dans peu de formation, à l'exception du Master de SUPELEC. Il semble opportun de pouvoir former les techniciens de maintenance à ces nouvelles attentes des exploitants et de les amener à pouvoir dialoguer avec les concepteurs[30].

Pour conclure cette section sur les compétences additionnelles nécessaires à un développement futur de la filière de l'éolien terrestre sur le volet maintenance, il convient de souligner :

- le besoin d'élever significativement la maîtrise orale et écrite de l'anglais, tant par la voie de la formation continue qu'en formation initiale pour les niveaux techniciens,
- les besoins de formation continue pour s'adapter au cycle de vie des machines, aux compétences techniques nécessaires pour la maintenance d'éoliennes sorties des périodes de garantie et nécessitant davantage de remplacements de pièces,
- pour certains, des besoins de formation également liés à la problématique de la prise en charge de la maintenance des mâts et des pales, soit directement au sein d'équipes pluri-techniques, ou bien pour organiser et gérer les interventions de sociétés spécialisées, françaises ou étrangères,

[30] Sur les formations conduisant au métier de responsable de logistique intégré, voir également le rapport de G. Podevin (op cité) pages 72 et 73

- enfin, la nécessité d'accompagner les techniciens de maintenance, qui doivent travailler avec les bureaux d'étude, vers une spécialisation leur permettant d'apporter les modifications nécessaires afin d'améliorer les performances des machines.

5.2. Une meilleure compréhension des mobilités, un préalable à un véritable accompagnement des parcours

Qu'elle soit subie, ou construite et anticipée, la question de la mobilité professionnelle des techniciens de maintenance paraît centrale à la fois pour rendre compte des tensions qui affectent les recrutements sur ces métiers, et pour imaginer des nouvelles conditions de carrière qui les rendent plus attractifs. Le phénomène de rotation rapide des techniciens sur les emplois de maintenance éolienne sera présenté ci-après, pour exposer ensuite une analyse des parcours des techniciens de maintenance.

5.2.1. Des modes d'accompagnement différenciés selon les types de mobilité

La typologie qui suit met en évidence des besoins différents de formation selon la nature des mobilités envisagées. Cette typologie serait à croiser avec celle des types de maintenance, car les perspectives professionnelles et les mobilités géographiques peuvent différer selon que les interventions de maintenance sont généralistes ou spécialisées, préventives ou curatives (voir tableau en introduction du chapitre 5).

	Caractéristiques postes	Caractéristiques techniques/adaptation	Contrainte géographique
Mobilité interne entreprise	Mobilité horizontale - Changement pour des parcs et des machines moins éprouvantes physiquement (éoliennes plus récentes dotées d'ascenseurs et d'une ergonomie améliorée).	- Peu de besoin de formation. - S'inscrit dans un parcours pour salariés plus âgés.	Objectif : réduire la pénibilité liée aux déplacements entre parcs.
	Mobilité verticale : passage vers des responsabilités plus élevées comme chefs d'équipes ou superviseurs de maintenance de parc.	- Qualification plus élevée - Formations nécessaires - Concurrence avec les niveaux ingénieurs.	Moins de mobilité géographique demandée.
Mobilité interne filière	Horizontale ou verticale -On retrouve les motifs précédents. - Mobilité vers les exploitants, les fabricants d'éoliennes, les sous-traitants.	- Adaptation à de nouvelles activités (commerciales, logistiques, QHSE,…). - Recherche de meilleures rémunérations et conditions de travail.	Objectif : sédentarisation plus grande de l'emploi.
	Mobilité vers de la maintenance spécialisée sur pales ou mât.	- Besoin important en formation, notamment dans le domaine des réparations sur matériaux composites. - Mobilités assez rares.	Mobilité géographique plus importante (nationale voire internationale) du fait de la spécialisation.
Mobilité externe vers l'industrie	Maintenance sur site de production industrielle. (secteur de l'industrie des biens d'équipement, de l'automobile, de l'aéronautique et de la construction navale)	- Peu de changements nécessaires en niveau de qualification. - Mais adaptation au nouvel environnement professionnel. - Les profils de technicien de maintenance éolien seraient recherchés.	Pas de mobilité géographique dans l'exercice du métier.
Mobilité vers l'offshore	Maintenance sur éolienne en mer : Métier significativement différent de la maintenance sur éolienne terrestre ; proche des gens de mer.	- Plus grande technicité et pénibilité. - Besoin d'un accompagnement en formation important, le plus souvent assuré par les fabricants. - Habilitations supplémentaires. - Prégnance de l'environnement marin. - Meilleures rémunérations.	Suppose une mobilité pour changement d'activités (situées sur les ports base arrière) ; puis mobilité domicile-travail moindre. Affectation à un seul parc (mais mobilité en mer entre les éoliennes du parc).

5.2.2. Un *turn-over* important mais au périmètre incertain.

Le turn-over des techniciens de maintenance est considéré comme élevé par la plupart des entreprises du secteur de l'éolien ; les chiffres évoqués par certaines entreprises, difficiles à vérifier en l'absence d'enquêtes dédiées, se situeraient entre 15 et 20 % par an. Toutefois, il s'agit le plus souvent non pas d'un turn-over de sortie du périmètre du secteur (ou de la filière) éolien, mais de mobilités en grande partie réalisées entre employeurs de la filière au sein d'une même région, ou vers d'autres spécialités connexes comme l'exploitation ou la supervision. Ainsi que le souligne un turbinier, lorsqu'un nombre important d'éoliennes est installé dans une région, les techniciens

passent d'une entreprise à l'autre, ce qui a pour effet de fragiliser les équipes déjà constituées. Le manque de perspectives d'évolution professionnelles liées à ce métier ainsi que la compétition pour des salaires plus attractifs sont souvent mentionnés comme causes de ce turn-over. Mais, ces causes salariales n'expliquent pas entièrement les départs. En effet, l'usure professionnelle demeure le facteur déterminant pour expliquer l'importance de ces départs. 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.

Si une partie de ces mobilités professionnelles a 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 au sein de la filière sont quantitativement limitées. Aussi, une fraction de ces techniciens (dont le poids est en l'état des données disponibles difficile à quantifier) cherchera un emploi en dehors de l'éolien.

Par ailleurs, des points de vue contradictoires se dégagent des entretiens avec les entreprises sur l'intérêt qu'elles auraient à développer des politiques de fidélisation pour réduire ces mobilités. D'une part, un temps significatif de présence en entreprise serait nécessaire - de 3 à 4 ans - pour faire un bon expert de la maintenance éolienne selon certains interlocuteurs rencontrés. D'autre part, on observe des incitations au départ « d'anciens » - au bout de 5 ans passés dans la même entreprise - au profit de recrutements de jeunes moins exigeants en salaire, plus mobiles, plus aptes à supporter les conditions de travail difficiles, liées notamment au travail en hauteur, mieux formés à l'électrotechnique complexe embarquée dans les machines, etc. Cette contradiction ne semble pas trouver de réponse dans l'état actuel du marché du travail.

Enfin, notons que si ce turn-over apparaît structurel et lié aux caractéristiques mêmes du travail (dureté physique, employabilité complexe après 40 ans, etc.), il paraît important, pour améliorer l'image et l'attractivité du secteur, d'accompagner au mieux les parcours de ces professionnels qui quittent l'activité de maintenance. En réponse à cette difficulté, certains groupes prônent la valorisation de la filière dans son ensemble comme espace de mobilité, tandis que les fédérations professionnelles évoqueraient plutôt la question d'un salaire attractif pour retenir plus longtemps la main-d'œuvre.

Mais, plus concrètement, quelles sont les possibilités d'ores et déjà ouvertes au techniciens de maintenance éolien qui souhaitent quitter leur emploi ?

5.2.3. Quels parcours pour les techniciens de maintenance ?

Plusieurs voies, non exclusives les unes des autres, sont envisageables pour des évolutions professionnelles au sein de la filière ou en dehors :

- ***Offrir des possibilités d'évolutions internes à la filière***

  - **Devenir 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, le nombre de postes à pourvoir étant limité. Par ailleurs, les recrutements qui s'opèrent sur ces postes se font le plus souvent sur des profils d'ingénieur.

  - **Former à la maintenance spécialisée (mâts et pales)**

Cette mobilité reste interne à la filière et conduit les techniciens de maintenance à se spécialiser sur des techniques qui ne sont pas leur cœur de métier. Il convient alors de développer la formation continue pour intégrer des compétences en matériau composite permettant d'intervenir sur les mâts et pales. Cela pourrait permettre une évolution de carrière pour certains. Toutefois, ce type de parcours, s'il vient offrir des opportunités de diversification des débouchés professionnels, ne peut régler la question de l'usure professionnelle liée au travail effectué en hauteur sur les machines. Les volumes de professionnels à former à ces nouvelles spécialités devront faire néanmoins l'objet d'une attention particulière afin de préserver les débouchés des personnes formées, notamment celles qui ont suivi un cursus de formation spécialisé et centré sur le travail des matériaux composites.

De plus, cette spécialisation impliquerait pour les techniciens une mobilité nationale et internationale importante et des déplacements de longue distance. Notons également que la maintenance sur ces sous-ensembles (mâts et pales) renvoie à des métiers et compétences relativement spécifiques peu présents dans les formations classiques à la maintenance. Un module de formation au travail sur composites, mais de durée très limitée, est bien proposé par le BZEE (voir infra § 5.5) mais paraît très insuffisant aux professionnels pour répondre aux besoins.

- ***Favoriser les évolutions 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…), pourra être proposé comme sortie possible de l'emploi dans l'éolien. Souvent envisagé par les professionnels comme une réorientation, nécessitant de nouvelles formations, ce type de parcours n'est donc pas aisé à mettre en œuvre au bout de plusieurs années de spécialisation dans un secteur. Il semble néanmoins, selon plusieurs entreprises enquêtées, que les compétences acquises dans l'éolien sur des objets pluri-techniques (électricité de puissance, électronique, mécanique, hydraulique, informatique), tout comme la capacité d'adaptation à des conditions de travail spécifiques, constituent un acquis professionnel valorisable et transposable. Il pourrait être recherché sur le marché du travail, notamment pour des emplois faisant appel à une forte autonomie et à un sens des responsabilités important. La mobilisation des dispositifs de formation tout au long de la vie (CPF ou CIF, notamment) devrait pouvoir accompagner ce type de mobilité qui suppose une capacité d'adaptation à des environnements industriels très éloignés des conditions d'intervention sur éolienne.

Au total, il paraît donc important de prévoir des formations continues pour ouvrir des perspectives d'évolution de carrière pour les techniciens de maintenance, perspectives qui demeurent restreintes au sein de la seule filière éolienne. Il conviendrait ainsi d'envisager des parcours de spécialisation/diversification sur 10 ans afin de prévoir des débouchés, dans le secteur ou ailleurs, à l'issue de la maintenance éolienne. Les syndicats professionnels imaginent d'ailleurs des parcours possibles (sous réserve d'un fort accompagnement individuel) de la fabrication à la maintenance éolienne terrestre, pour aller ensuite vers la logistique, le QHSE, ou bien encore conduisant à un retour chez les fabricants sur des responsabilités qualité, ou chez les sous-traitants.

Pour éviter l'enfermement dans cette activité et ce métier, il faut donc ouvrir les possibilités de sortie. Mais ces mobilités buttent sur certains obstacles, notamment les freins géographiques, mais aussi l'âge et l'usure professionnelle. Ce qui relativise fortement, comme on va le voir dans la section suivante, les passages pourtant souvent évoqués dans les entretiens, entre la maintenance à terre et la maintenance en mer.

5.3. Les perspectives de mobilité entre l'éolien terrestre et l'éolien en mer : une hypothèse controversée

5.3.1. Des transferts de compétences moins évidents qu'il n'y paraît

Le travail d'enquête mené conjointement auprès d'entreprises et de professionnels de l'éolien terrestre et de l'*offshore* amène à penser que le transfert entre ces deux filières n'est pas aisé. Ainsi, le superviseur maintenance d'un turbinier estime que le travail en exploitation et maintenance « *n'a rien à voir* » entre ces filières, et le responsable France de cette même entreprise a une position similaire : selon lui, les machines sont très différentes et requièrent des savoir-faire distincts. Ces deux responsables rendent compte d'expériences de collaborateurs partis du terrestre pour aller vers l'offshore[31], afin d'y trouver une évolution de carrière après 10 ans dans le terrestre : « *ils ont dû tout réapprendre* ». Même si les différents constructeurs admettent qu'il existe un socle commun de compétences, ils estiment que l'*offshore* demande des compétences très spécifiques, en lien avec une activité en mer, mais également avec des technologies particulières. Selon ces professionnels, ce type de transfert équivaudrait donc à une véritable réorientation, pour les techniciens de maintenance.

Certaines particularités renvoient aux machines elles-mêmes. Les éoliennes *offshore* sont sensiblement distinctes. Ces différences ne sont pas réductibles à une simple question de dimensionnement et supposent de mobiliser des savoirs spécifiques : lutte anticorrosion en milieu marin, maintenance subaquatique fondation/câbles, nacelles pressurisées, surveillance à distance, électrotechnique complexe, sous stations.

De plus, dans l'offshore, les professionnels du domaine QHSE auront sans doute un rôle beaucoup plus important à jouer ici que dans l'éolien terrestre.

Enfin, il semble bien que les recrutements de techniciens de maintenance des éoliennes *offshore* seront très diversifiés, privilégiant les candidats ayant déjà une expérience maritime (plateformes multi-usages/pétrole/mine ; marin mécanicien électro-naval, etc.) ou une expérience de maintenance industrielle de haut niveau à partir de formations spécialisées en électrotechnique de puissance par exemple, qui sont le gage de potentiels plus élevés d'adaptation et d'évolution professionnelle. Dans ce contexte, les recrutements en provenance du terrestre ne représenteraient au total qu'une fraction limitée des besoins (entre 10 % et 15 % des besoins en recrutements de ces techniciens selon certains professionnels rencontrés).

La question du transfert du terrestre vers l'offshore reste toutefois un objet de controverse[32]. En effet, si bon nombre de nos interlocuteurs soulignent, comme on vient de le voir, les différences significatives entre la maintenance d'une éolienne à terre et en mer, certains des acteurs directs de l'éolien terrestre (constructeurs, exploitants ou formateurs) ont tendance à penser, à l'inverse, que le métier de la maintenance sera peu différent en mer (la différence entre les deux activités de maintenance se résumerait selon certains « au mal de mer »), ou que les conditions de travail offshore obligeraient seulement à acquérir les habilitions spécifiques liées à la sécurité maritime.

[31] Ces parcours concernent alors les éoliennes *offshore* à l'étranger. De tels parcours ne sont pas possibles en France, les éoliennes en mer n'y étant pas encore en service.

[32] Sur ce point voir les positions défendues par G. Podevin, dans le *Bref* n° 336, juin 2015 : « Quand l'éolien prend la mer : un vent nouveau sur des métiers existants » : *La mer est donc bien le centre de gravité de cette filière, elle en détermine en grande partie l'organisation et la dynamique des métiers. C'est pourquoi aussi l'organisation des mobilités de techniciens de maintenance entre l'éolien à terre et l'éolien en mer ne va pas de soi*. (page 4)

5.3.2. Qui sera concerné par ces transferts éolien terrestre/éolien offshore?

Le passage terrestre-mer touchera probablement surtout des personnes présentes dans les bassins d'emploi concernés également par l'offshore, puisque la mobilité géographique est souvent complexe à gérer pour les salariés ayant une vie de famille. Les régions les plus concernées seront ainsi probablement celles qui ont un littoral (Nord Pas de Calais, Normandie, Bretagne, etc.).

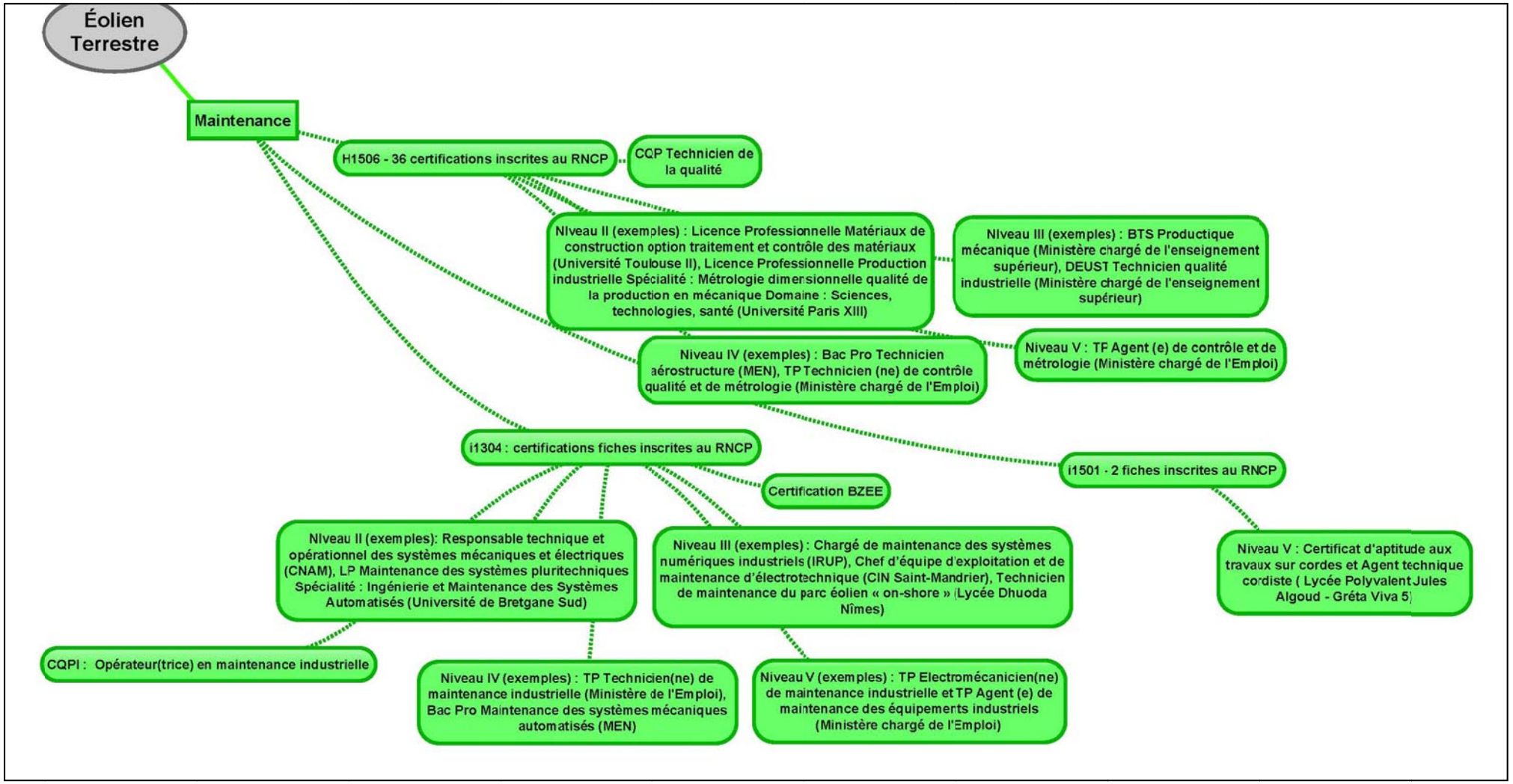
Par ailleurs, les personnes qui se mobiliseront pour travailler dans l'éolien offshore sont celles qui ont pensé et construit dès le départ leur insertion dans l'éolien en fonction de la perspective des projets sur l'offshore et qui conçoivent alors la maintenance terrestre comme une phase de transition en attendant l'ouverture des sites en mer. Un responsable des ressources humaines d'une entreprise de développement, construction et exploitation éolienne soulignait ainsi que des techniciens le contactent depuis de nombreuses années en précisant qu'ils attendent la construction des parcs en mer pour justifier d'avoir choisi de travailler dans ce secteur.

D'autre part, un responsable d'un cluster éolien évoque l'idée que les professionnels « aspirés » par l'éolien offshore auraient de toutes les façons quitté l'éolien terrestre. Il s'agirait de profils très spécifiques pour lesquels le travail en situation difficile peut être attractif, les niveaux de rémunération supérieurs renforçant cette attractivité. Toutefois, compte tenu du contexte maritime, des conditions météorologiques et des modalités d'accès aux machines, les conditions de travail seront rendues plus difficiles. Ainsi, ces transferts ne sauraient être très nombreux. C'est en tout cas le constat que ce responsable a pu faire à partir du cas allemand : selon lui « les techniciens embauchés dans l'offshore sont plutôt des marins spécialisés ». Il estime que le passage du terrestre à la mer ne concernera qu'une petite partie des techniciens de maintenance. Malgré les inquiétudes suscitées par l'attractivité de la maintenance en mer, du point de vue des risques de turn-over, certaines entreprises estiment que l'attractivité de cette nouvelle filière pourrait participer globalement au rayonnement de l'éolien dans son ensemble et à son dynamisme.

5.4. Une offre de formation initiale et continue en expansion

Comme pour les autres segments de la chaîne de valeurs, toutes les certifications conduisant aux métiers identifiés ont été récapitulées dans le schéma ci-dessous et le tableau associé, publié en annexe 2.4. Très peu font explicitement référence aux équipements éoliens dans leur titre, mais de nombreuses formations industrielles ont intégré, ces dernières années, des enseignements relatifs à l'éolien terrestre. On notera en particulier que le BTS Maintenance des systèmes, qui succède depuis la rentrée 2014 au BTS Maintenance Industrielle comporte désormais un parcours consacré à ce type de maintenance (cf. encadré plus loin), alors que la précédente version, datée de 2005, ne faisait aucune référence à l'éolien, ni dans la cible emploi ni dans les activités.

Panorama des certifications sur le segment maintenance



Extraits du référentiel du BTS Maintenance des systèmes, option C : la maintenance des systèmes éoliens » (arrêté du .26 février 2014)

(les deux autres options sont : option A « systèmes de production », option B « systèmes énergétiques et fluidiques ») ;

« **1.2 Les secteurs d'activités et entreprises**

Le territoire national possédant le deuxième gisement de potentiel de vent d'Europe, il offre donc de larges possibilités de développement de parcs éoliens tant sur terre (on-shore) qu'en mer à proximité des côtes (offshore). Les technologies mises en œuvre dans un parc éolien et la nécessaire disponibilité des installations nécessitent la mise en place d'une maintenance très structurée et constante, prise en charge par le technicien supérieur.

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.

1-3 : Les activités professionnelles

Le technicien 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. Il est placé sous la responsabilité hiérarchique du responsable des opérations de maintenance auquel il fournit des comptes rendus d'intervention.

Les nacelles d'éoliennes pouvant culminer à plus de 100 m, le métier nécessite également une bonne condition physique, des capacités à travailler en hauteur et en milieu clos, une grande autonomie ainsi qu'un bon esprit d'équipe. Dans un environnement isolé et restreint, le technicien et son équipier assurent la maintenance des systèmes tout en veillant à respecter les préconisations émises par le constructeur en termes de sécurité, de gestes et de postures. Outre les qualités décrites ci-dessus, le technicien travaillant sur des parcs offshore doit maîtriser les risques spécifiques liés à la sécurité et au travail en mer ainsi qu'au survol des sites (accostage en bateau ou hélicoptère, secours en mer, etc.). »

5.4.1. Les certifications enregistrées au RNCP

Pour les métiers de l'installation et la maintenance d'équipements industriels et d'exploitation, l'offre existante est variée et se déploie sur 4 niveaux de formation (V, IV, III et II). Elle est composée très majoritairement de certifications publiques (29/42) et notamment de 13 licences professionnelles, 2 BTS, 1 bac pro et 4 titres professionnels. Un Certificat de qualification professionnel interbranche (CQPI) de la branche du textile (UIT) vient compléter, au premier niveau de qualification (opérateur en maintenance industrielle), la seule offre publique destinée à la formation des adultes : le titre professionnel d'électromécanicien de maintenance industrielle du ministère du Travail.

A ces certifications inscrites au RNCP, s'ajoutent également une multitude de certifications et habilitations liées le plus souvent à des problématiques de sécurité, comme le travail en hauteur, sans lesquelles certaines activités spécifiques ne peuvent être assurées par les techniciens de maintenance.

5.4.2. Les formations spécifiques de la maintenance éolienne

Sur l'ensemble des certifications associées aux métiers de la maintenance, il n'existait, jusqu'à la rentrée 2014, que deux certifications entièrement dédiées aux activités de maintenance de parc éolien : un titre de niveau III inscrit au RNCP par le lycée Dhuoda de Nîmes (Technicien de maintenance du parc éolien « on-shore ») et une licence professionnelle « techniques avancées de maintenance, préparée à l'IUT de Reims-Châlons-Charleville, qui propose un parcours « Energie Eolienne ».

Depuis la rentrée 2014, les sortants du bac technologique STI2D (sciences et technologies de l'industrie et du développement durable) et de certains bacs pro industriels peuvent préparer l'option « systèmes éoliens » du nouveau BTS Maintenance des systèmes (BTS MS).

Par anticipation, à la rentrée 2013-2014, une expérimentation a pu être menée, par l'organisme PROMEO, sur le site de Friville Escarbotin, avec des élèves préparant le BTS Maintenance en alternance : ils ont pu choisir une option « maintenance en parc éolien ».

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 les représentants de la filière (FEE notamment) 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.

Enfin, il existe plusieurs centres de formation qui proposent depuis le milieu des années 2000, des formations complémentaires d'initiative locale (FCIL) et qui délivrent la certification allemande BZEE (pour plus de détail sur cette certification, voir plus loin le § 5.5).

En complément de ces formations orientées vers la maintenance éolienne, un certain nombre d'organismes (dont l'AFPA et certains GRETA) préparent aux habilitations telles que l'« habilitation électrique », ou au « travail en hauteur (éolien) » nécessaires pour travailler dans la maintenance de l'éolien terrestre.

L'articulation entre la formation des jeunes et des adultes a été assez bien opérée sur le territoire français dans la mesure où les lycées professionnels et les GRETA travaillent en étroite collaboration afin de dispenser ces formations de technicien de maintenance en parc éolien. Dans ce contexte, les groupes d'adultes et de jeunes peuvent parfois être réunis afin de diversifier les profils et enrichir la formation.

Si le niveau BTS suffit dans la majorité des cas, les organismes de formation proposent parfois des formations de niveau licence (IUT de Chalons en Champagne ou IUT de Saint Nazaire par exemple) pour anticiper des besoins liés à une maintenance plus complexe et moins dépendante des fabricants, offrant par ailleurs des perspectives plus larges d'évolution professionnelle vers des fonctions d'encadrement.

Dans le même esprit, des BTS moins spécialisés en termes de produits que celui de maintenance éolienne (mais qui sont plus centrés sur des socles de savoirs généraux et génériques dans des domaines tels que l'électromécanique ou l'électrotechnique) paraissent offrir aux détenteurs de ces diplômes une plus grande garantie d'adaptation et d'évolution. Ce qu'ils perdent en connaissances spécialisées sur un domaine d'application (l'éolien), ils le gagnent en approfondissement dans un domaine technique qui sera recherché en situation de maintenance complexe (notamment lors du passage hors période de garantie).

Pour conclure, on peut dire que l'appareil de formation, initiale et continue, a su trouver au fil des ans des réponses adaptées aux besoins exprimés par les entreprises sur la partie maintenance, mais que ces besoins vont encore connaître d'importantes évolutions. La palette de l'offre devra rester assez large, car les niveaux de qualification recherchés sont largement liés au type d'intervention, maintenance curative ou préventive, et à la nature de l'entreprise qui intervient, constructeur ou entreprise spécialisée indépendante. La sortie de la période de garantie des éoliennes, et par là même leur âge, viendra nécessairement impacter le type d'intervention. Aussi, les organismes de formation ont intérêt à donner à leur formation la plasticité suffisante pour suivre ces évolutions et opérer les recrutements d'élèves en conséquence.

5.4.3. La réglementation ICPE crée des besoins en formation pour les techniciens et ingénieurs en maintenance, et en gestion de la qualité

La formation à la réglementation ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) apparaît essentielle pour les techniciens et ingénieurs de maintenance. Cette formation à la réglementation ICPE permet également de valoriser les techniciens et leur offre de nouvelles perspectives d'évolution professionnelle, jusqu'à pouvoir intégrer des fonctions de superviseurs. Il s'agit là pour eux d'une forme de reconnaissance de leur capacité d'évolution.

La réglementation ICPE génère également des besoins importants en gestion de la qualité, avec notamment des exigences fortes en matière de documentation. Au sein des équipes d'exploitation et de maintenance, la présence de responsables qualité est donc devenue incontournable, la documentation ICPE devant être à jour en permanence sur le parc éolien, et à disposition dans un certain nombre de langues. Ces exigences qui n'étaient pas aussi présentes auparavant, mettent en jeu de nouvelles compétences pour le secteur. Plus largement, les compétences et les responsabilités qui relèvent du champ professionnel de l'HQSE seront de plus en plus recherchées selon les dires d'experts et d'entreprises.

5.5. Le BZEE : une certification contestée

La certification BZEE est un diplôme allemand créé en 2000 par le BWE[33] (association fédérale allemande pour l'énergie éolienne). L'acronyme allemand BZEE (BildungsZentrum für Erneuerbare Energien) signifie littéralement « centre d'éducation des énergies renouvelables ». Le terme de centre d'éducation intègre deux dimensions : la formation et la recherche. Cette certification est officiellement reconnue par les principaux constructeurs allemands (Senvion, Enercon, Siemens, Nordex) et étrangers comme Vestas, GE ou encore Gamesa. Elle est encadrée par la BZEE Academy

[33] BWE : Bundesverband Windenergie

qui met en œuvre le programme de formation du BZEE et les services affiliés, et notamment la formation de formateurs (cf. l'encadré sur le réseau BZEE, plus loin).

5.5.1. Un programme de formation organisé en dix domaines de savoir

Le référentiel du BZEE se présente comme un programme de formation, organisé en 10 domaines (voir tableau synthétique plus bas et tableau détaillé en annexe) comptant chacun entre 2 et 21 modules de formation. La durée minimum d'un module est de 4h (une demi-journée) ; toutes les durées sont un multiple de 4 (8h, 16h, 24h etc.), avec une durée maximum de 80h (10 jours) pour le module d'anglais technique (domaine « support »). Au total 79 modules sont répertoriés.
Au sein de chaque domaine, les modules sont parfois libellés en savoirs disciplinaires, d'autres fois en savoir-faire, comme l'illustre les exemples suivants :

Modules formulés en domaine de savoirs	Modules formulés en savoir faire
HSE01 : Règles de santé et sécurité	HSE07 : Travailler en espace confiné
ELT01 : Principes de génie électrique	HSE14 : Usage et maintenance des élévateurs
MEC01 : Génie des matériaux	ELT11 : Entretien d'onduleurs et dépannage
SUP 01 : Anglais technique	MEC04 : Entretien du système de freinage

Cet ensemble de modules peut permettre de construire des parcours différenciés selon les emplois visés par les candidats. Six parcours distincts sont proposés : technicien de maintenance terrestre ; technicien de maintenance off-shore ; technicien d'exploitation éolien ; monteur d'éoliennes on-shore ; monteur d'éoliennes off-shore ; technicien sur pales. La certification de référence correspond au technicien de maintenance terrestre, qui comprend 50 modules obligatoires, pour un total de 740h, dont 80h d'anglais technique. Le certificateur recommande d'y ajouter 13 modules pour un total de 204h. (voir tableau synthétique en Annexe 3.1).

Chacun des modules est affecté d'un indicateur de niveau de qualification, le repère utilisé étant le Cadre européen de certification (CEC ou EQF en anglais) en 8 niveaux. Sur un même domaine, les différents modules peuvent être affectés de niveaux différents, toujours compris entre les niveaux 2 et 4, ce qui, dans la nomenclature française, revient à dire que les différentes certifications délivrées (selon les parcours préconisés pour les différents métiers visés) sont positionnées au maximum sur le niveau 4 du CEC, comme le sont les baccalauréats professionnels ou technologiques. Autrement dit, des élèves recrutés en France avec un baccalauréat professionnel conservent à l'issue de leur formation le même niveau de qualification, comme dans le cas d'une mention complémentaire (dont le format en termes de volume horaire se rapproche d'ailleurs). On notera que le module obligatoire de 88h (12 jours) pour la maintenance des pales ne serait pas jugé suffisant par les entreprises qui cherchent des spécialistes de cette activité, selon l'un des organismes de formation enquêtés.

5.5.2. Un réseau de centres agréés pour délivrer le BZEE

Pour avoir le droit de préparer et de délivrer cette certification, les établissements de formation (publics ou privés) doivent suivre une procédure d'agrément et envoyer leurs formateurs en Allemagne pour suivre une formation de plusieurs semaines.
Comme nous l'avons dit plus précédemment (§ 5.4.2), en France plusieurs établissements, et notamment 6 GRETA, ont fait le choix de préparer cette certification et participent donc au réseau européen du BZEE. Ils le justifient[34] en soulignant la demande incontournable des entreprises de leur

[34] Les témoignages d'organismes de formations mobilisés dans ce paragraphe ont été principalement recueillis à l'automne 2013, avant que soit connu le référentiel de l'option éolien du BTS maintenance.

environnement quant à l'obtention de cette certification BZEE pour s'insérer dans l'éolien[35]. Deux raisons majeures sont évoquées par les responsables rencontrés :

- il n'y avait pas, lorsqu'ils se sont positionnés sur le BZEE, de certification française, or les entreprises ont besoin de se baser sur une certification pour s'assurer que les candidats disposent de toutes les compétences requises pour être opérationnels rapidement
- les exploitants préfèreraient embaucher un technicien habilité BZEE afin de ne pas prendre le risque que leurs éoliennes ne soient plus couvertes par la garantie, au moins lorsque celles-ci sont d'origine allemande. Ce choix vaudrait également pour leurs réseaux de prestataires en matière de maintenance.

Le réseau BZEE

Le BZEE e.V (pour eigentragener Verein) est un équivalent d'association loi 1901 doté d'un conseil d'administration réélu tous les trois ans. Il a été fondé en 2000 par différentes entreprises de l'éolien afin de répondre aux besoins en formation du secteur.

BZEE e.V regroupe 90 entreprises membres : des fabricants, des fournisseurs et prestataires de services. Les membres ainsi que l'équipe d'encadrement et de formation du BZEE déterminent conjointement les exigences de qualification de l'énergie éolienne.

L'association a fondé la BZEE Academy qui met en œuvre le programme de formation du BZEE et les services affiliés :

- - le développement continu des modules de BZEE,
- - le développement de matériel de formation spécifique,
- - le test des modules de BZEE en conditions réelles,
- - le programme de formation des formateurs pour les partenariats internationaux du BZEE,
- - le développement de sécurité et de sauvetage concepts spécifiques au fournisseur,
- - la formation des clients en fonction des besoins de conduite.

Le Réseau BZEE dispose aujourd'hui d'une trentaine de sites dans le monde où sont dispensées (en anglais) les formations qui conduisent à la certification.

En France, la certification BZEE délivrée par les établissements agréés reste supervisée par l'association BZEE et délivrée par un jury franco-allemand (le référentiel de formation est présenté en annexe 3).

Les formations BZEE peuvent être dispensées de deux façons complémentaires :

Pour les jeunes au titre de la formation initiale, à l'issue d'une formation dans une spécialité industrielle, de niveau III,

- Soit par le biais de FCIL dans les lycées de Charleville-Mézières, Montmorillon,
- Soit par le biais d'un titre de niveau III inscrit au RNCP par le GRETA de Nîmes Camargue, mais proposé également en formation initiale dans le lycée de Nîmes Dhuoda[36].

[35] Soulignons que cette position n'est pas unanime : les établissements qui ne relèvent pas du système Bzee sont beaucoup plus nuancés sur ce caractère incontournable de la certification allemande pour être recruté, ce qui semble aussi le cas de plusieurs des entreprises enquêtées.

[36] A partir de la rentrée 2015, le lycée Dhuoda ne proposera plus ce titre, en voie scolaire, dans la mesure où il ouvre une section de BTS MS/option éolien ; mais le CFA local continuera à le proposer en apprentissage, pour des détenteurs d'autres BTS. Et le GRETA continuera de le proposer aux adultes en formation continue.

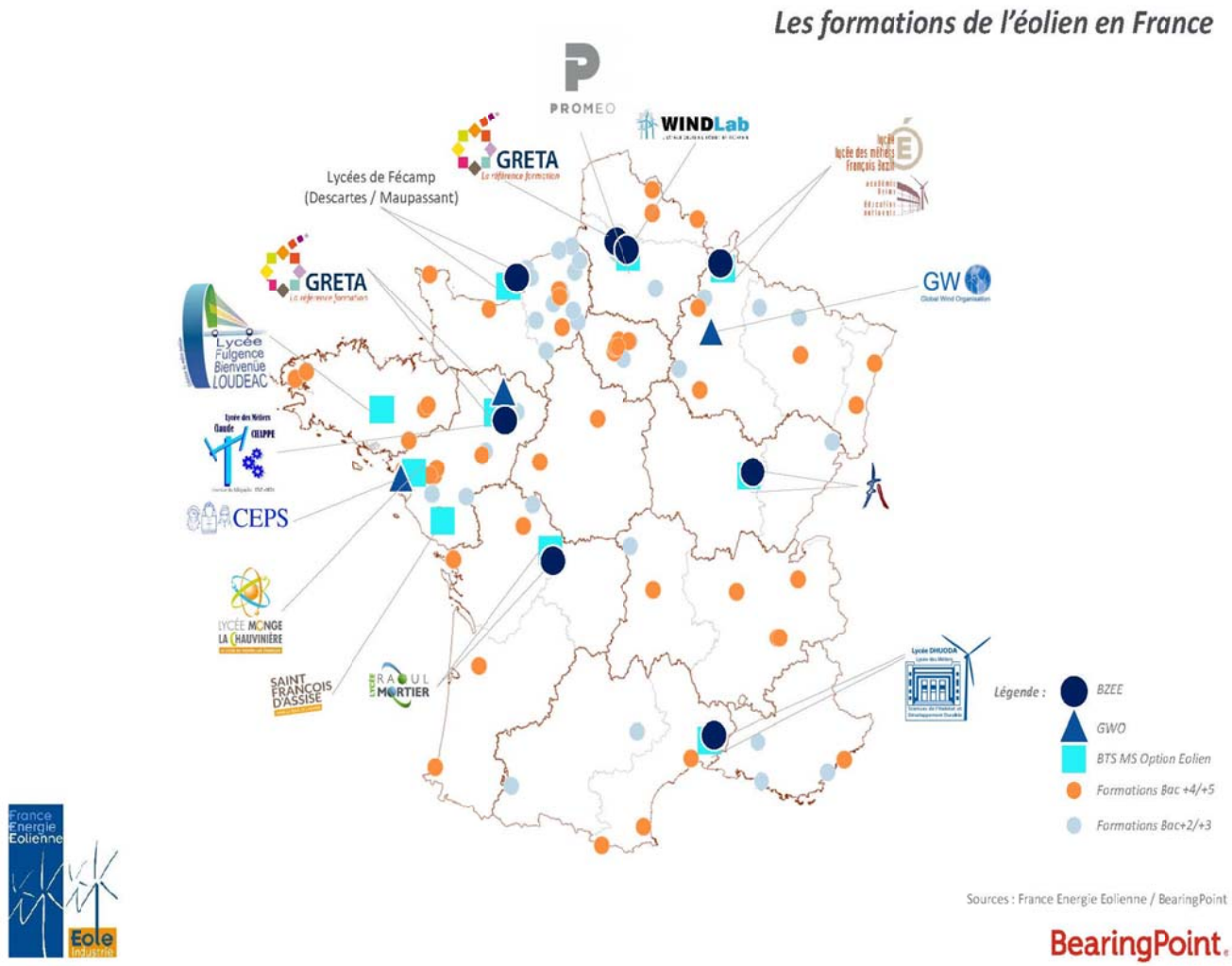
La mise en place de l'option éolien du BTS MS, à partir de la rentrée 2015 devrait à terme rendre caduque cette offre pour le public de formation initiale.

Pour les demandeurs d'emploi, à condition de figurer dans les formations proposées par les PRDF ou par Pôle emploi, ou les salariés, au titre de la formation continue en entreprise :

- en 2013/2014, six centres de formation délivraient la certification BZEE. On notera que le GRETA du Mans, qui prépare au BZEE, prépare aussi à la certification GWO (Global Wind Organisation, voir plus loin), à vocation « mondiale ».
- les GRETA de Nîmes et de Dijon proposaient de leur côté le titre de technicien maintenance éolien (niveau III), en formation continue.

En tant que certification de référence dans l'éolien, le BZEE pourrait souffrir demain de la concurrence du GWO, qui s'affiche comme une « norme mondiale » adoptée par de grands constructeurs et exploitants comme Vestas, Siemens, GE energy etc. (voir encadré ci-dessous). Le conseiller en formation continue d'un GRETA préparant aux deux certifications considère qu'au cours de l'année 2014 la notoriété de GWO s'est amplifiée et que cette certification, qui intègrerait la totalité des modules du BZEE mais prendrait mieux en compte les questions de sécurité dans le contexte de l'offshore, pourrait s'imposer, en particulier chez les exploitants qui sont positionnés aussi sur l'offshore. En contrepoint de ce point de vue, on doit souligner que fin 2013- début 2014, lors de la campagne d'entretiens chez les exploitants d'installations terrestres, les références à cette certification étaient quasiment inexistantes.

Localisation des centres délivrant des certifications spécialisées en éolien (source FEE)



Focus – GWO

Global Wind Organization (GWO) que l'on peut traduire par « Organisation mondiale de l'éolien » est une association créée par treize grandes entreprises de l'énergie éolienne en 2009 dans le but de favoriser un environnement de travail aux risques maîtrisés dans l'industrie éolienne. L'organisation a choisi la *Danish Wind Industry Association* (DWIA – association éolienne danoise) à Copenhague pour y établir son secrétariat.

Une norme a été élaborée en réponse à la demande de formation de base à la sécurité (BST : Basic Safety Training). Le BST, appelé plus communément GWO a été élaboré par les membres de GWO eux-mêmes. Parmi eux : Vestas, Dong Energy, E-On, Fred Olsen Renewables, Gamesa, Repower (Senvion), Siemens, Statoil, Suzlon, AES, GE Energy, Vattenfall et Acciona Energy. La formation a d'abord été présentée en Allemagne, au Danemark, au Royaume Uni ainsi qu'en Espagne en mars 2012. « Elle correspond à la création d'un permis de conduire international pour les normes de formation », explique Claus Rose, le Président du GWO. La création du GWO (BST) est basée sur des évaluations de risques et des statistiques d'incidents et accidents constatés dans l'installation, le service et la maintenance d'éoliennes terrestres et *offshore*.

La GWO avance un double objectif :

- la réduction des risques pour le personnel opérant sur les machines par la mise en place d'une formation commune,
- la réduction des risques environnementaux à travers l'Europe et le monde.

Tout comme pour le BZEE, la certification GWO est amenée à évoluer. Elle fonctionne sur le même principe ; un organisme faisant la demande de certification GWO doit préparer ses formateurs. La validation de la certification se fait sur les contenus dispensés, l'équipe encadrante ainsi que sur le matériel pratique d'enseignement.

La formation de base à la sécurité comprend différents enseignements :

- les premiers secours,
- la manutention,
- la sensibilisation à l'incendie,
- le travail en hauteur,
- la survie en mer (spécifique à l'offshore).
-

Tous les éléments mentionnés ci-dessus ont une validité de 24 mois, ils doivent ensuite être renouvelés afin de satisfaire aux exigences de la certification (hormis la survie en mer, à recycler tous les 48 mois).

La formation GWO ne comporte aucune formation à la sécurité technique, telles que l'habilitation électrique ou l'équipement avec énergies stockées, etc. Une formation supplémentaire peut être nécessaire selon les exigences des entreprises ou des pays.

5.5.3. Le BZEE : une formation de plus en plus sélective et strictement réglementée

Ce certificat allemand, imaginé à l'origine avec un accès au niveau baccalauréat, a finalement évolué vers une sélection des candidats au niveau BTS, en formation post-initiale au moins. En effet, selon les centres de formation, les entreprises de l'éolien ne recruteraient plus de techniciens en-dessous du niveau BTS, comme socle de qualification associé au BZEE. Outre les prérequis en termes de niveau, l'accès à cette qualification comporte des tests de sélection techniques, d'aptitude au travail en hauteur et de maîtrise de l'anglais. Ces établissements précisent par ailleurs que l'âge limite à partir duquel on ne peut plus suivre la certification BZEE pour la maintenance éolienne est 35 ans. Dans le système français de formation professionnelle, cette élévation des prérequis pour la formation au BZEE pourrait s'avérer un véritable handicap à l'avenir pour son déploiement, au moins en formation initiale, dans la mesure où l'accès au niveau III de qualification est désormais possible, après certains bac techno ou certains bac pro, grâce au BTS MS option éolien.

Le processus de certification au BZEE est quant à lui très réglementé et coûteux à mettre en place pour les organismes de formation :

- le matériel doit être certifié et le coût de ces matériels est élevé ;
- les enseignants doivent être habilités et formés en Allemagne pendant environ 8 semaines, ce qui représente un investissement important pour un centre de formation (cf. ci-dessous encadré sur le GRETA de Nîmes) ;
- les habilitations de sécurité obligent à multiplier le nombre d'enseignement à financer ;
- pour chaque session de certification l'établissement paye une contribution à la BZEE Academy (environ 6 000€ par session).

La mise en place d'une formation spécifique au BZEE : un investissement difficile à rentabiliser ?

Mettre en place, au plan régional, une formation *ad hoc* pour mettre sur le marché du travail des professionnels parfaitement préparés à assurer la maintenance d'éoliennes, et certifiés BZEE, coûte cher. Ce coût n'est-il pas démesuré au regard du potentiel de personnes à former dans cette spécialité ? C'est la question qui peut être posée au vu de l'expérience développée par le GRETA du GARD agence de Nîmes et le lycée Dhuoda, qui ont choisi de répondre, il y a une dizaine d'année, aux besoins exprimés alors par la filière éolienne en plein développement dans le grand Sud.

Très soutenu par les autorités régionales, le projet a pu voir le jour grâce à des tours de table faisant intervenir des financements européens (FEDER) à la fois sur le plan des investissements matériels (le coût de la plateforme technologique *ad hoc*, avec démonstrateur « grandeur nature » avoisine aujourd'hui le million d'euros) et sur le plan des investissements humains : forte mobilisation dans l'ingénierie de formation et plan de formation important et couteux pour l'équipe dédiée : cette dernière (une dizaine de personnes) a dû en effet partir 15 jours en Allemagne pour se former à la certification BZEE et permettre ainsi au GRETA d'être habilité à délivrer cette certification allemande, considérée alors comme un sésame indispensable pour travailler dans ce secteur. Mais le coût du BZEE ne s'arrête pas là puisque pour chaque promotion à certifier, le Greta doit verser 6 000€ de royalties au certificateur allemand.

Mais pour devenir éligible aux différentes voies de formation, et notamment au programme régional qualifiant (PRQ) de la région Languedoc-Roussillon, et potentiellement d'autres régions (comme la Bourgogne en 2013), ce « certificat » particulier (BZEE) devait être inclus dans une certification plus large pouvant être enregistrée au RNCP. Il a donc fallu élaborer une certification de « technicien maintenance en parc éolien », qui satisfasse aux critères de la CNCP, et instruire le dossier auprès de celle-ci, ce qui a supposé des mois de travail.

Depuis sa création en 2008, cette formation *ad hoc* a accueilli 82 demandeurs d'emploi, quelques personnes en reconversion via un CIF (dont 3 militaires) et depuis septembre 2014, 3 apprentis. Par ailleurs, cette même formation a pu être proposée à une trentaine de jeunes en formation initiale post-BTS, dans le cadre d'une FCIL proposée par le lycée Dhuoda.

Mais le vivier de candidatures locales s'essouffle, dans la mesure où la majorité des offres d'emploi sont situées désormais au nord est et ouest de la France, et le maintien de cette formation pourrait à l'avenir dépendre de la capacité de l'équipe à élargir le périmètre de sa cible emploi. Sur la base d'une analyse des transferts de compétences possibles vers d'autres secteurs (gestion de l'eau, carrières, remontées mécaniques etc.), des pistes sont à l'étude en ce sens.

5.5.4. Le rôle du BZEE comme certification de référence interrogé par les acteurs

Alors que les organismes qui délivrent le BZEE affirment que sans lui, il serait impossible de se faire embaucher comme technicien de maintenance éolien, plusieurs entreprises non liées par des obligations de garanties disent s'en passer et paraissent même assez critiques sur cette certification : outre le fait qu'elle a été produite pour répondre aux besoins des constructeurs allemands, dans le cadre d'un système de formation assez éloigné du contexte français, et le fait qu'elle coûte cher, certains exploitants considèrent que la formation est trop superficielle et ne répond pas à leurs attentes en compétences et habilitations. L'élévation des prérequis demandés à l'entrée (BTS industriel exigé aujourd'hui) a sans doute permis de répondre en partie à ces critiques, mais du coup la durée du BZEE peut être interrogée. D'autant plus que la plupart des habilitations dont la délivrance est incluse dans le BZEE (travail en hauteur, électricité de puissance notamment) peuvent être préparées, voire délivrées aussi par des organismes de formation de branches, par l'AFPA, voire par l'Education nationale dans le cadre de certains BTS. Ce qui devrait être le cas pour le nouveau BTS MS option éolien.

Par ailleurs, le BZEE en lui-même, non adossé à un BTS industriel plus large, présente le risque d'enfermer ses titulaires dans une seule spécialisation qui est l'éolien, réduisant le champ potentiel de leurs mobilités futures. C'est précisément cet écueil qu'a souhaité éviter l'Education nationale, en proposant une spécialisation en seconde année seulement du BTS Maintenance des systèmes, sous la forme d'un parcours éolien dont le poids dans l'ensemble du cursus reste faible, préservant ainsi la possibilité de mobilités en dehors de l'éolien.

Malgré l'attractivité que connaissent les formations orientées énergies renouvelables, pour les jeunes optant pour des cursus industriels, la multiplication du nombre de centres habilités BZEE et/ou GWO, se traduit dans certaines régions par une baisse de la qualité des candidatures ainsi qu'un probable effet de saturation du marché, avec un risque de difficultés d'insertion pour les jeunes formés en surnombre (cf. encadré précédent). Et cela d'autant plus que l'offre de formation s'est diversifiée au niveau III et II en maintenance spécialisée (cf. § 5.4.1). L'ouverture de l'option éolien en seconde année de BTS MS, à la rentrée 2015, en formation initiale, pourrait d'ailleurs tarir une partie du vivier des candidats au BZEE. La durée de formation au BZEE pourrait en effet paraître très vite excessive au regard des acquis des sortants de ce BTS, dont le référentiel viserait, selon ses concepteurs, toutes les compétences du BZEE.

5.5.5. Des descriptifs de diplôme qui ne permettent pas une comparaison terme à terme

Il n'est pas aisé de comparer les deux référentiels car les descriptifs des deux certifications ne sont pas de même nature : pour le BZEE on ne dispose que d'un tableau énumérant les intitulés courts des 79 modules de formation, avec des volumes horaires en regard ; de l'autre (BTS) on dispose d'un référentiel d'activités détaillé (20 tâches décrites, 28 pages), d'un référentiel de compétences détaillé (18 compétences décrites, regroupées en 6 macro-compétences, 18 pages) et d'un référentiel de savoirs également détaillé (10 domaines de savoirs dont 4 de savoirs dits généraux et 6 de savoirs technologiques associés, 40 pages), mais pas d'un programme de formation organisé en modules de formation (voir en annexe les tableaux croisés d'activités, de compétences et de savoirs associés).

Par ailleurs, la part des compétences (savoirs et savoir-faire) dédiées spécifiquement à la maintenance dans le contexte de l'éolien est très difficile à identifier dans ce référentiel de BTS, dont l'objectif emploi est très large. Il concerne en première année l'ensemble des activités de maintenance, quel que soit le contexte industriel dans lequel elles sont réalisées, soit de manière internalisée, soit via des prestataires spécialisés en maintenance. Ce n'est en effet qu'en seconde année que les étudiants peuvent choisir l'option « système éolien », plus ciblée, qui se traduit par la spécification de deux « unités constitutives du diplôme », sur les six unités professionnelles que compte le diplôme (U53 : amélioration et intégration d'un bien et U62 : étude et réalisation de maintenance en entreprise).

On notera néanmoins que la grille indicative des horaires annuels par domaine de savoirs indique que les étudiants bénéficient sur 2 ans de 154h d'anglais (contre 80 pour le BZEE), de 620h de d'études pluri-technologiques des systèmes (contre 400h dans le BZEE), de 154h sur l'organisation de la maintenance (contre 52h), et qu'ils sont préparés aux habilitations électriques et au certificat de sécurité au travail sur poste en hauteur dans le cadre des enseignements de « santé, sécurité et environnement ». Ceux-ci étant intégrés dans un bloc de 400h consacrées à la formation aux « techniques de maintenance, conduite et prévention », il est très difficile de comparer terme à terme avec la formation HSE délivrée dans le BZEE (79h obligatoires).

L'horaire annuel est donné à titre indicatif.

	Horaire de 1re année (32s)			Horaire de 2e année (30s)		
	Par semaine	a + b + c(2)	Par année	Par semaine	a + b + c(2)	Par année
Culture générale et expression	2	1 + 1 + 0	64	2	1 + 1 + 0	60
Anglais	2	1 + 1 + 0	64	3(3)	2(3) + 1 + 0	90
Mathématiques	3	2 + 1 + 0	96	3	1 + 2 + 0	90
Physique et chimie	4	2 + 0 + 2	128	4	2 + 0 + 2	120
Étude pluritechnologique des systèmes	10	2 + 3 + 5	320	10	2 + 2 + 6	300
Organisation de la maintenance	3	1 + 2 + 0	96	2	0 + 2 + 0	60
Techniques de maintenance, conduite, prévention(4)	6	1(5) + 0 + 5	192	7(3)	2(3)(5) + 1 + 4	210
Accompagnement personnalisé	1	0 + 1 + 0	32	1	0 + 1 + 0	30
Horaire total des enseignements obligatoires	31 h	10 + 9 + 12	992(1) h	31(3) h	9(3) +10 + 12	930(1) h
Langue vivante facultative (autre que l'anglais)	1	1 + 0 + 0	30	1	1 + 0 + 0	30

(1) Les horaires annuels ne tiennent pas compte des semaines de stage en milieu professionnel : 4 semaines en 1re année, 6 semaines en 2e année.
(2) **a : cours en division entière, b : travaux dirigés, c : travaux pratiques d'atelier.**
(3) **Dont une heure de co-enseignement de l'anglais et de l'enseignement des techniques d'intervention (deux enseignants) en 2e année en vue de l'épreuve E61 soutenue en partie en anglais.**
(4) Enseignement intégrant la qualité, la sécurité, la santé et la protection de l'environnement.
(5) Une heure en division entière réservée à l'enseignement de la prévention des risques professionnels.

5.5.6. L'arbitrage entre les certifications se fera sur le marché du travail

Le souhait souvent exprimé par les établissements de formation de pouvoir « s'affranchir » du BZEE pourrait ainsi devenir réalité, à condition que les recruteurs accordent à ce nouveau BTS la même confiance qu'au BZEE quant à l'opérationnalité des diplômés et à leur maîtrise des règles de sécurité. Certes des représentants de la filière éolienne ont participé à l'élaboration du référentiel de ce BTS, mais il faudra attendre que les premières promotions se soient insérées sur le marché du travail pour pouvoir faire un bilan de la pertinence de ce diplôme aux yeux de l'encadrement de terrain, et donc des recruteurs.

Pour gagner le pari de voir le nouveau BTS se substituer rapidement au BZEE comme qualification de référence dans l'éolien, l'Education nationale a tout intérêt à structurer très vite un réseau des établissements positionnés sur cette spécialité, pour mettre en place les bons Travaux Pratiques, sur les machines de dernières générations, en mobilisant les équipes des établissements (lycées et GRETA) ayant une bonne expérience du BZEE. L'enjeu est aussi de constituer au niveau national un

réseau d'entreprises permettant de proposer la formation en apprentissage, ou a minima d'assurer à chaque étudiant la possibilité de faire son stage de fin d'année chez un constructeur ou un exploitant éolien. D'après un grand constructeur étranger, « Quand [le nouveau BTS option éolien] sera opérationnel, de préférence en alternance, on n'aura plus besoin du BZEE ». Les choix opérés par les entreprises démarchées par les nouvelles sections de ce BTS pour la signature de contrats en alternance à la rentrée 2015 devraient constituer un test grandeur nature de cette hypothèse.

En ce qui concerne la formation des adultes, demandeurs d'emploi ou salariés, la recherche d'une alternative française au BZEE (ou au GWO) semble également à l'ordre du jour du côté des partenaires sociaux : l'UIMM envisagerait en effet, au dire de certains interlocuteurs, de créer un CQPM pour former des techniciens éoliens.

Si cette voie se concrétisait, les entreprises françaises disposeraient alors de deux formations complémentaires, permettant à un public varié d'accéder à ces formations (jeunes diplômés, salariés, demandeurs d'emploi, individuels) tout en privilégiant un contenu pédagogique qui s'adapte aux besoins en formation des candidats.

En résumé, il apparaît que l'intérêt actuel du BZEE pour les entreprises, au regard de son coût, fait encore l'objet d'intenses controverses sur le terrain. Cette divergence de points de vue sur la certification allemande pourrait ainsi justifier un audit qui porterait à la fois sur le contenu des formations qui se revendiquent du BZEE, comparé à celui des formations et certifications qui prétendent s'y substituer. Cet audit pourrait permettre d'évaluer les compétences mises en œuvre dans les entreprises qui ne recourent pas à cette certification, mais à d'autres systèmes d'habilitation. Un tel audit serait surtout une opportunité pour remettre à plat l'ensemble des habilitations attendues pour occuper un poste de technicien en maintenance éolienne : travail en hauteur, cordiste, santé-sécurité, sauvetage, électronique de puissance, CACES, entre autres exemples. Cela pourrait également permettre de mieux appréhender la manière dont les établissements qui opteront pour l'ouverture du parcours « Maintenance éolienne » du BTS Maintenance des systèmes pensent pouvoir compléter le programme des formations par des modules nécessaires à l'acquisition de l'ensemble de ces habilitations. Reste que la question de la localisation géographique des sections de BTS option éolien demeure centrale pour régler les tensions localisées sur certains marchés du travail des techniciens de maintenance. Les représentants de la filière devront donc à l'avenir faire entendre leur voix dans les dispositifs de concertation, désormais pilotés par les régions, visant à établir la carte des formations professionnelles initiales.

En conclusion de cette section sur le métier de technicien de maintenance un certain nombre de recommandations pourraient être avancées :

- Saisir l'Observatoire de l'Éolien, mis en place par France Energie Eolienne (FEE) d'un projet d'enquête rendant compte de la nature et de l'importance des mobilités des techniciens de maintenance, de leur destination en termes d'activités et d'emplois. En effet, un flou subsiste sur les types de parcours professionnels effectifs de ceux qui, entrés dans cette profession, la quittent après quelques années, souvent 8 ou 10 ans. Mieux connaître ces parcours c'est pouvoir mieux accompagner les mobilités, les anticiper, et chercher des solutions à la fidélisation de ces techniciens, mais aussi faire de cette connaissance des parcours un instrument d'attractivité de la filière.

- Accompagner par des programmes de formation adaptés les mobilités de techniciens de maintenance qui souhaiteraient se spécialiser sur la maintenance des pales et des mâts. Des modules de formation visant l'acquisition des compétences nécessaires à la fois pour la surveillance des pales et les premiers diagnostics, et des éléments de culture technique permettant de communiquer avec les entreprises spécialisées dans ce type d'intervention pourraient être élaborés dans un objectif de certifications éligibles au CPF. Ils pourraient viser un double public : celui des techniciens expérimentés, issus des formations de maintenance industrielle ou d'électrotechnique, et celui des débutants dotés du nouveau BTS Maintenance des systèmes, option éolien. Dans le même esprit, des modules de formation pourraient préparer /accompagner les mobilités vers les entreprises exploitantes, ou les constructeurs, ou vers des fonctions plus spécialisées comme le QHSE, le soutien logistique intégrée (SLI), ou bien encore la Sûreté de fonctionnement (SdF). Ces formations devraient permettre aux techniciens de maintenance de mieux prendre en compte les attentes des exploitants, et d'être en capacité de dialoguer avec les concepteurs des machines, en amont, pour réduire les couts de maintenance, en aval.

- Valoriser le métier de technicien de maintenance et ses multiples débouchés comme levier d'une véritable politique de promotion de la filière terrestre et de ses métiers, qui associe les Régions, l'Etat et les syndicats professionnels. Ces actions doivent pouvoir se conduire sur le terrestre en se différenciant de la promotion de l'éolien en mer qui aujourd'hui tend à occuper tout l'espace communicationnel et à occulter en partie les besoins propres de la filière terrestre. Ces politiques de promotion de la filière doivent aussi être en mesure de s'articuler à des campagnes d'information et d'orientation professionnelle tant pour les jeunes que pour les adultes. Pour ces derniers, les nouveaux dispositifs en conseil et orientation professionnelle pourront être mobilisés par les entreprises, en s'appuyant sur les ressources mises en place au niveau territorial par les SPRO.

- Accompagner les reconversions vers l'éolien, comme en provenance de ce secteur, en mobilisant de façon anticipée les dispositifs de Pôle emploi, mais aussi les ADEC (actions de développement des emplois et des compétences) issues des EDEC (engagement de développement de l'emploi et des compétences) sur la base d'accords interprofessionnels régionaux. De nombreuses expériences sont déjà menées sur certains territoires notamment autour des branches de la navale et de la métallurgie (voir l'ADEFIM Bretagne). Développer aussi les plateformes de GPECT et les dispositifs trans-compétences, outil de détection et de valorisation des compétences transférables entre secteurs. Ces outils permettent de croiser, à l'échelle d'un territoire, l'identification et l'analyse des compétences de l'individu acquises au cours de son parcours professionnel, avec celles nécessaires à l'entreprise sur un poste de travail donné (exemple du CODESPAR –Métropole de Rennes). Ils facilitent ainsi la construction de passerelles entre secteurs d'activités, dans des contextes locaux de tensions sur les recrutements dans certains métiers.

- Encourager, comme pour les métiers du développement éolien, la mise en place de partenariats étroits et innovants entre le système de formation et les entreprises, autour des plateformes territorialisées technologiques et de formation, et des campus métiers dédiés à l'éolien. C'est dans ce cadre en effet que peuvent se brasser les disciplines et les niveaux de qualification, que peuvent se mutualiser les moyens, et se déployer de nouvelles formes d'apprentissage alterné qui reposent sur une forte implication des entreprises. Des formes innovantes déjà en marche, comme les Parcours Partagés d'Apprentissage[37], doivent être mieux connues et se diffuser au sein des clusters regroupant grandes entreprises de fabrication, exploitants et sous-traitants. Compétentes en matière d'apprentissage, les Régions devraient soutenir l'effort d'essaimage de ces expérimentations.

- **Réaliser un bilan de la mise en œuvre du BTS MS / option éolien, et de son impact sur la place du BZEE (et du GWO) dans les stratégies de recrutement des entreprises de la filière.** Bien que certains considèrent la disparition du BZEE de l'offre de formation initiale (ou post initiale) comme tranchée par la diffusion de ce BTS, la controverse sur leur attractivité respective n'est pas close. Ce bilan devrait être réalisé en prenant en compte l'évolution des effectifs formés à ces deux types de certification dans les différentes voies d'accès (formation initiale, voie scolaire et apprentissage) /formation continue /vae), en intégrant les éventuelles offres complémentaires pouvant apparaitre (comme un éventuel CQP). Ce travail devrait être l'occasion de mettre à plat la question des prérequis (technologiques et linguistiques pour ce qui est de l'anglais) de ces formations pour un métier en pleine évolution technique et organisationnelle. Elle devrait s'attacher également à rendre compte des modalités diversifiés (notamment en termes de modèle économique et pédagogique) d'acquisition des habilitations réglementaires nécessaires pour exercer ce métier.

  Sans attendre les résultats de ce bilan, sans doute conviendrait-il d'accompagner les lycées qui délivrent actuellement le BZEE vers une conversion au BTS éolien, suivant une géographie qui reste à définir, en lien avec le représentants locaux de la filière, pour mieux réguler l'offre et les débouchés (la demande des entreprises) sur les territoires. La prudence quant au dimensionnement de l'offre devrait s'accompagner d'un équilibre entre les voies de formation. Si l'alternance s'avérait hypertrophiée, les entreprises pourraient voir leurs offres de stages non pourvues, et se voir privées ainsi d'un vivier de candidats connus et mobilisables lors de la mise en exploitation de nouveaux parcs.

[37] "Le PPA (Parcours Partagés d'Apprentissage) est un dispositif permettent à un jeune apprenti de compléter sa formation pratique dans plusieurs entreprises, dont les fournisseurs d'une grande entreprise". Cf. rapport de G. Podevin sur les EMR, op. cité, p ; 128

6. Démantèlement et *Repowering*

La phase de démantèlement des éoliennes terrestres a été identifiée comme étant amenée à se développer dans les prochaines années, mais cette nouvelle activité fait appel très largement aux métiers et compétences déjà analysés sur les autres segments de la filière, à l'exception des activités relevant spécifiquement de la filière de la récupération/valorisation des matériaux.

6.1. Le remplacement des éoliennes ou *Repowering* : des compétences identiques à celles du segment « installation »

Malgré les opérations d'optimisation des installations existantes, la question du remplacement des éoliennes de première génération par des éoliennes plus puissantes (*repowering*) ne devrait pas manquer de se poser, compte tenu de l'âge des premiers parcs, proche de 20 ans. Les nouvelles éoliennes intégreront les avancées technologiques qui se préparent dans les bureaux d'étude des constructeurs : la capacité unitaire de production de chaque éolienne étant en croissance continue, les gestionnaires de parc pourront produire plus d'énergie avec moins de mâts. Compte tenu de la durée d'instruction des dossiers de création de nouveaux champs, due notamment aux recours d'ordre divers qu'ils peuvent susciter, le développement de la production d'électricité d'origine éolienne passera en effet à l'avenir beaucoup plus par l'accroissement des capacités des champs existants que par la création de nouveaux sites.

Pour autant, ces opérations de désinstallation-réinstallation, déjà courantes en Allemagne ou aux Pays Bas, mais encore peu répandues en France, se font rarement sans que de profonds changements soient apportés aux sites eux-mêmes, à leur périmètre, à leur configuration interne, et elles supposent des études d'impact aussi poussées que lors de leur création. Les porteurs de projets bénéficient néanmoins d'un grand nombre de données liées aux nombreuses années d'exploitation sur ce site (notamment sur les régimes de vents) qui peuvent permettre aux bureaux d'étude de raccourcir la phase d'instruction technique.

Aux dires des professionnels interrogés, cette activité de réinstallation ne mobiliserait aucune compétence autre que celles des métiers mobilisés pour l'activité d'installation étudiées au chapitre 5. C'est le cas aussi en grande partie pour les activités de démantèlement des éoliennes existantes, prises en charge généralement par les mêmes types de prestataires que ceux mobilisés pour l'installation (génie civil, génie électrique, entreprises de levage et de transport etc.), à l'exception notable des prestataires spécialisés dans la récupération des déchets (du BTP et industriels), ou de leur revalorisation.

6.2. Le démantèlement : un nouveau marché pour certains prestataires spécialisés ?

Selon l'article L. 553-3 du Code de l'Environnement, l'exploitant est responsable du démantèlement d'une éolienne ou du parc éolien, ainsi que de la remise en état du site. Ce dernier doit également constituer les garanties financières nécessaires. L'article R. 553-6 précise les étapes à suivre : « les opérations de démantèlement et de remise en état d'un site après exploitation comprennent :

a) le démantèlement des installations de production, y compris le système de raccordement au réseau,
b) l'excavation d'une partie des fondations,
c) la remise en état des terrains, sauf si le propriétaire souhaite leur maintien en l'état,
d) la valorisation ou l'élimination des déchets de démolition ou de démantèlement dans les filières autorisées à cet effet. »

Pour ces activités de démantèlement, qu'elles soient suivies ou non d'une opération de réinstallation, les exploitants devront donc faire appel à quelques prestataires spécialisées dans la récupération et la revalorisation des produits industriels (mâts, pales, aérogénérateurs etc.). Les prestataires qui se sont spécialisés sur le démantèlement de bateaux de plaisance ou d'aéronef semblent bien positionnés pour intervenir sur ce nouveau marché, compte tenu à la fois des équipements dont ils disposent et de leur connaissance des matériaux à récupérer. Les fondations elles-mêmes (massifs de béton) devront être dans tous les cas déconstruites et les déchets du BTP récupérés, triés et recyclés (ciment, ferrailles). Selon la nouvelle implantation des machines, une partie des réseaux pourra être réutilisée, mais devra probablement être renforcée pour supporter l'augmentation de puissance des machines. Ce qui se traduira par l'appel à des sociétés de câblage spécialisées, qui devront prendre en charge également la récupération et la valorisation des réseaux de câbles devenus obsolètes, ou travailler avec des prestataires spécialisés dans la récupération de ce type de matériau.

6.3. Une offre de certification assez resserrée, à niveau V et IV

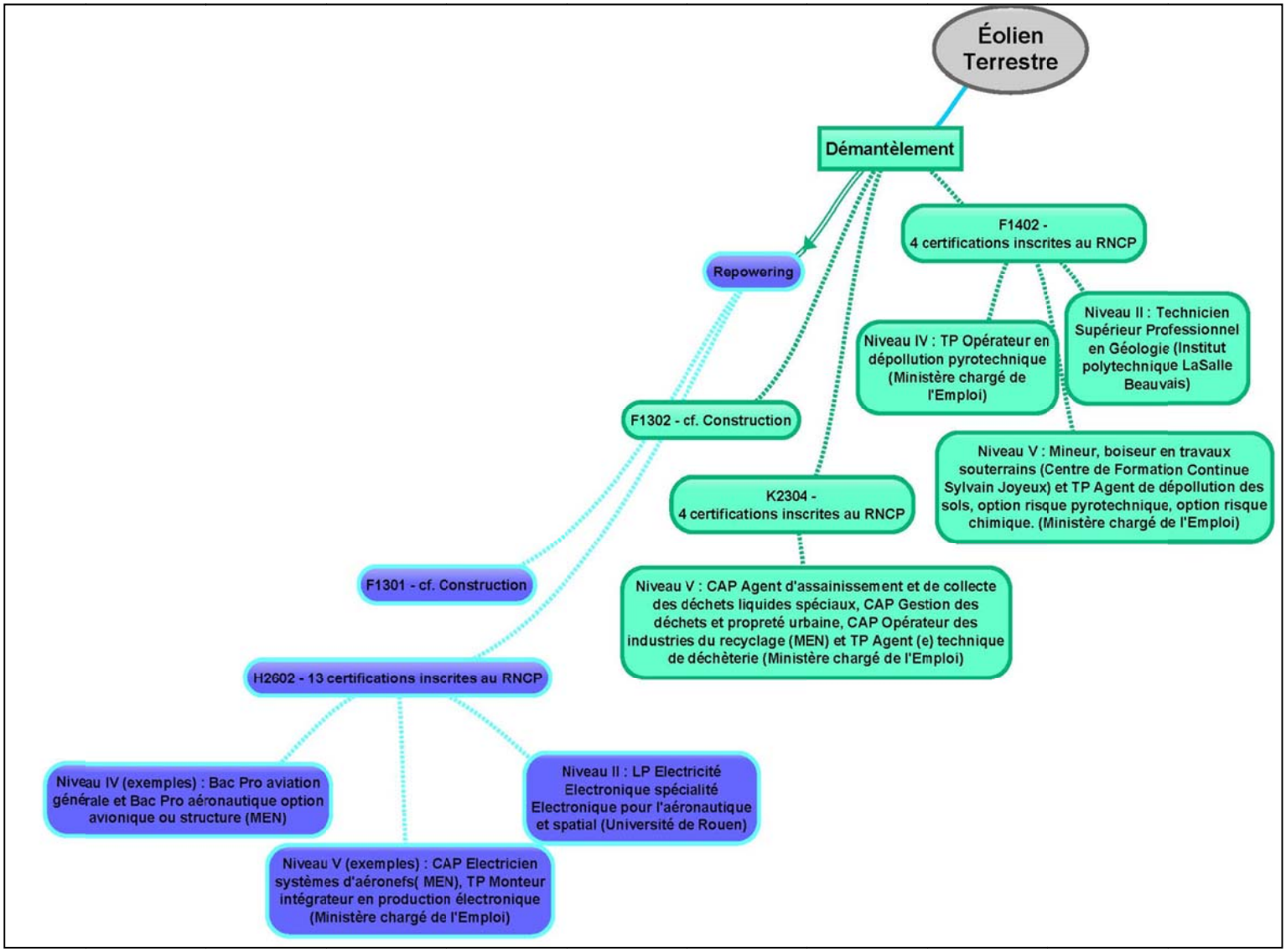
Sur les cinq codes Rome identifiant des activités concourant au processus de démantèlement, deux ont fait l'objet d'une analyse dans le chapitre 4« Installation » (Conduite de grues -1301 et d'engins de chantier -1302). Sur les 3 domaines professionnels restant (H2602-câblage électrique et électromécanique, F1402- extraction solide et K2304- revalorisation de produits et matériels) l'offre de certification est assez limitée et resserrée sur les niveaux V et IV. Les certificateurs publics (et notamment le ministère du Travail) occupent une place prépondérante dans cette offre, avec des certifications comme :

- les deux titres professionnels de dépollution des sols, à niveau IV (opérateur) et V (Agent) du ministère de l'Emploi, pour ce qui concerne le domaine professionnel des métiers de « l'extraction solide » (F1402)
- les titres professionnels d'Agent (e) technique de déchèterie (ministère de l'Emploi) ou le titre d'Agent de services de gestion et de valorisation des déchets (Gip Formavie), ou encore le CAP d'opérateur des industries du recyclage, pour ce qui est du domaine de la revalorisation des produits et matériels (K2034). Les effectifs de ce CAP étant restés confidentiels en formation initiale (une promotion en voie scolaire et une promotion en apprentissage en 2013), il a été transformé en 2015 en un CAP à champ plus large, le CAP propreté de l'environnement urbain, collecte et recyclage.
- le TP d'électricien d'équipement (ministère de l'Emploi) ou le CAP préparation et réalisation d'ouvrages électrique (niv V), ou un peu au-dessus, la Mention complémentaire Technicien en réseau électrique ou le BP Installation et équipements électriques, pour ce qui relève des opérations de dépose dans le domaine du câblage électrique et électromécanique (H2602).

Compte tenu de la faible attractivité des métiers du recyclage, associés à ceux de la gestion et du tri des déchets, pour les jeunes et leurs familles, les employeurs du secteur de la récupération/valorisation des déchets comptent plus sur la formation professionnelle continue des salariés et des demandeurs d'emploi, que sur la formation initiale des jeunes pour répondre à leurs besoins de professionnalisation des opérateurs intervenant dans le démantèlement des éoliennes (comme des bateaux ou des aéronefs)...

Pour compléter l'offre de titres professionnels destinés aux adultes, la branche professionnelle des entreprises du recyclage (FEDEREC) a mis en place un certain nombre de CQP. On retiendra en particulier trois des 6 CQP ciblés sur les opérations de tri et de recyclage de certains matériaux, comme le CQP recyclage des métaux ferreux et non ferreux, le CQP recyclage des matières plastiques, ou encore le CQP recyclage des déchets d'équipements électriques et électroniques.

Les certifications liées aux métiers concourant aux activités de démantèlement



Conclusion

L'objet de cette étude était de saisir les besoins en compétences de la filière éolienne terrestre française, en termes d'emploi et de formation, et d'analyser la manière dont le système de formation initiale, mais surtout continue, pourrait y répondre.

L'attention a été portée particulièrement sur six points repérés comme problématiques dans le cours de l'enquête :

- le processus de professionnalisation long et coûteux des chefs de projets éoliens ;
- les tensions dans certains bassins d'emploi sur des métiers de la métallurgie participant de la fabrication des composants d'éoliennes, comme les électromécaniciens, les chaudronniers et les soudeurs, notamment lorsque d'autres filières comme l'aéronautique ou la construction navale recrutent, tensions jugées assez marginales cependant par les représentants de la filière (la FEE).
- l'usure des techniciens de maintenance, et la construction de parcours de mobilité permettant de limiter les pertes de compétences pour la filière ;
- les nouveaux besoins en compétences dans la maintenance, pour faire face à la réorganisation de l'activité en période de sortie de garantie et au vieillissement des machines ;
- les besoins en compétences d'optimisation des machines et des process pour réduire les coûts d'exploitation ;
- la position dominante d'une certification étrangère (le BZEE) sur le marché de la formation pour les techniciens de l'éolien et les stratégies visant à la contourner, notamment pour des questions de coûts jugés prohibitifs.

Les préconisations synthétisées ci-dessous offrent un certain nombre d'éléments pour faire évoluer la réflexion et l'action publique sur ces questions.

Si les segments « développement éolien » et « fabrication » ont donné lieu à une attention particulière, le maillon « maintenance » de la filière de l'éolien terrestre a concentré une bonne part de l'analyse de cette étude. Ce choix a relevé de plusieurs raisons liées principalement à l'importance des controverses qui agitent le monde professionnel et celui de la formation autour de deux inconnues :

- le niveau des mobilités à venir, pour les techniciens, entre l'éolien terrestre et l'éolien offshore ;
- la place que conserveront, ou non, dans les années qui viennent, les certifications étrangères ad hoc (BEZZ ou GWO) sur le marché de la formation initiale, une fois déployé le tout récent BTS Maintenance des systèmes option éolien.

Cette étude apporte, au travers des préconisations proposées, un certain nombre de pistes pour réduire les tensions sur le recrutement de certaines spécialités dont l'éolien a besoin pour se développer, et pour accompagner ce développement par une montée en compétence de la main-d'œuvre mobilisée. On notera que sur le second point de controverse, les éléments dont on dispose à ce jour ne sauraient suffire aux responsables en charge de la carte des formations en région pour orienter les financements dans un sens ou dans un autre. Un véritable audit de ces certifications ad hoc au regard des avantages concurrentiels du BTS MS option éolien reste à mener.

Si le « Pacte éolien pour la compétitivité et l'emploi » proposé en 2014 par France énergie éolienne (FEE) et les professionnels de l'éolien, dans le cadre de la transition énergétique, devait se traduire par l'accélération de la mise en chantier de nouveaux parcs, les besoins en compétences identifiés dans le cadre de cette étude ne manqueraient pas de s'aiguiser dans les années qui viennent. Une attention particulière devrait alors être portée à l'ajustement de l'offre de formation à ces nouveaux besoins, sur les différents segments étudiés, qu'il s'agisse des chefs de projet, des professionnels des

TP, des ouvriers qualifiés de la métallurgie et des matériaux composites, ou des ingénieurs et techniciens de l'exploitation, de la maintenance et de l'optimisation des aérogénérateurs. La carte des formations initiales (avec notamment le BTS éolien) devrait sans doute être réexaminée, et l'offre de formation continue développée, pour assurer la professionnalisation des nouveaux entrants dans le secteur et offrir aux salariés en poste des perspectives de carrière au sein de la filière.

Résumé des préconisations

Sur le segment du développement

Pour un traitement détaillé voir conclusion du chapitre 2

1. Mettre en place un répertoire des formations du segment « développement éolien » – répertoire qui viendrait compléter l'annuaire éolien de la FEE ne traitant pas spécifiquement de ce segment.
2. Sur la base de cette analyse, identifier les spécialités (en ingénierie industrielle, mais aussi en urbanisme/aménagement etc.), pour lesquelles l'existence d'option « éolien » s'avère insuffisante et mobiliser les organisations de la filière pour développer ces options
3. Conduire une enquête auprès des chefs de projet ayant exercé cette activité au cours des dix dernières années, pour élaborer une typologie de profils et de parcours, permettant aux entreprises de mieux anticiper/accompagner la mobilité de ces professionnels
4. Constituer, à l'initiative des organisations de la filière, un groupe de travail, avec l'ADEME et les CPNE concernées pour enrichir l'offre de formation continue permettant d'accompagner la professionnalisation des chefs de projets éoliens, en visant l'éligibilité au CPF.

Sur le segment de la fabrication

Pour un traitement détaillé, voir conclusion du chapitre 3.

5. Privilégier les formations en alternance pour former aux métiers de la chaudronnerie et du soudage, pour ajuster au mieux les formations aux besoins locaux de main-d'œuvre dans ces spécialités.
6. Promouvoir par des actions de communication innovantes auprès des professionnels de l'orientation et des enseignants des collèges, les métiers de la chaudronnerie et du soudage, et les formations qui y conduisent.
7. Mener des actions de promotion de ces métiers industriels auprès des opérateurs du Conseil en évolution professionnelle (CEP) de manière à toucher les ouvriers/ères d'autres spécialités industrielles (agroalimentaires, textile etc.), victimes de licenciements et mettre en place les sessions de formation leur permettant d'accéder à un premier niveau de qualification, via les titres du ministère du Travail.
8. Mobiliser dans le cadre d'expérimentation locales, les dispositifs permettant d'organiser la mobilité inter-entreprises (groupements d'employeurs, CDI intérim) des professionnels qualifiés, entre les sous-traitants des secteurs de l'automobile, de l'aéronautique, du nautisme et de l'éolien (selon les configurations industrielles locales), tous confrontés à des aléas importants des carnets de commandes.

Sur le segment de la maintenance

Pour un traitement détaillé, voir conclusion du chapitre 5.

9. Saisir l'Observatoire de l'Éolien mis en place par France Energie Eolienne (FEE) d'un projet d'enquête rendant compte de la nature et de l'importance des mobilités des techniciens de maintenance.
10. Valoriser le métier de technicien de maintenance et ses multiples débouchés comme levier d'une véritable politique de promotion de la filière terrestre et des métiers associant les Régions, l'Etat et les syndicats professionnels, tout en veillant à limiter les effets de concurrence entre régions.

11 Accompagner par des programmes de formation adaptés, les mobilités de techniciens de maintenance qui souhaiteraient se spécialiser sur la maintenance des pales et des mâts, ainsi que dans les démarches comme le QHSE, le soutien logistique intégrée (SLI), ou bien encore la Sûreté de fonctionnement (SdF), L'éligibilité au CPF devra être recherchée dans le cadre d'une concertation avec les CPNE concernées.

12 Mobiliser de façon anticipée les dispositifs de Pôle emploi, mais aussi les ADEC (actions de développement des emplois et des compétences) issues des EDEC (engagement de développement de l'emploi et des compétences) sur la base d'accords interprofessionnels régionaux, pour accompagner les reconversions de techniciens vers l'éolien.

13 Encourager le développement de partenariats forts et innovants entre le système de formation et les entreprises, comme les Parcours Partagés d'Apprentissage expérimentés sur certains sites.

14 Réaliser un bilan de la mise en œuvre du BTS MS, option éolien, et de son impact sur la place du BZEE dans les stratégies de recrutement des entreprises de la filière.

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, (2013), « La production éolienne d'électricité », *Les avis de l'ADEME*, novembre.

ADEME, (2015), « Le petit éolien », Fiche technique, février

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.

CAP GEMINI, (2010), « Windustry, l'éolien se tourne vers les savoir-faire industriels français », Etude pour le SER et la FEE, mai.

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

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.

COPPI M. et VASSELIN A., (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.

Eoltech, Brochure de présentation.

France Energie Eolienne, Les métiers de l'éolien.

France Energie Eolienne – Syndicat des Energies Renouvelables, 2010, Windustry. L'éolien se tourne vers les savoir-faire industriels français.

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

FEE (Observatoire de l'Éolien), (2014), « Analyse du marché et des emplois éoliens en France ». Colloque France Energie Eolienne avec le cabinet de conseil BearingPoint, 2 octobre.

EUROBSERV'ER, (2014a), Baromètre éolien, février.

OBSERV'ER, (2014b), Le baromètre 2013 des énergies renouvelables électriques en France. Filière éolienne.

RTE – SER – ERDF – ADEeF, (2013), 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.

Sites Internet :
http://www.developpement-durable.gouv.fr/Decision-du-Conseil.html
http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-eolienne,3735-.html
http://www.developpement-durable.gouv.fr/Nouvelle-reglementation-applicable.html
http://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/fiches/BO201122/met_20110022_0100_0036.pdf
www.enr-sodeger.com
www.cv.com (Fiche métier « ingénieur acoustique »)
www.auvergne.developpement-durable.gouv.fr/eoliennes-et-installations-r792.html
www.developpement-durable.gouv.fr
http://fee.asso.fr/wp-content/uploads/2014/10/Observatoire-éolien-FEE_Restitution_v24_actualisation-classement-exploitants.pdf
http://www.energies-haute-normandie.com/wp-content/uploads/2012/05/Formation_%C3%A9olien_complet_A4_Final.pdf
http://www.hautenormandie.fr/content/download/38860/556704/file/Brochure

ANNEXE 1 - Le déroulé d'un projet éolien

Les étapes du projet éolien impliquent le respect de la réglementation. Reprendre en détail le déroulé du projet éolien permettra de comprendre l'importance des différentes réglementations dans toute la phase de développement d'un parc et son impact sur sa temporalité.

Les études de pré-faisabilité (1 à 5 mois)
Cette étape va identifier les sites favorables à l'implantation d'un parc éolien. Une analyse de l'état initial du site permet d'identifier les éventuels obstacles majeurs (protection de l'avifaune, site classé, possibilité de raccordement au réseau électrique, etc.) et ainsi de s'assurer de la faisabilité du projet.

L'étude de faisabilité (10 à 24 mois)
Grâce au mât de mesure, le développeur s'assure de la pertinence de la ressource éolienne. Pour qu'un projet soit envisageable, le site doit être suffisamment venté avec un vent fort et régulier sur l'ensemble de l'année et sans turbulences excessives. Une analyse économique est effectuée afin d'évaluer la rentabilité financière du projet. Parallèlement aux études menées pour vérifier la faisabilité du projet, une première phase de concertation est lancée d'abord avec les élus puis avec l'ensemble de la population concernée tout au long de la phase de développement.

L'étude d'impact (12 à 24 mois)
L'étude de faisabilité et l'étude d'impact peuvent être menées simultanément.

Conformément au code de l'urbanisme, des études paysagère, patrimoniale, acoustique, faunistique et floristiques sont mises en place. L'étude d'impact va regrouper l'ensemble des données ainsi recueillies. La définition de la ZDE (Zone de Développement Eolien) est alors mise en place à partir du potentiel vent, des possibilités de raccordement au réseau électrique et des sensibilités paysagères. Ce sont les communes qui proposent aux préfets la création d'une ZDE, en définissant notamment un schéma régional éolien.

L'étude d'impact comporte :

- une analyse de l'état initial du site,
- une description du projet (historique, choix des sites envisagés, etc.),
- les effets du parc sur l'environnement,
- les mesures envisagées pour réduire, compenser et supprimer ces effets,
- un résumé non technique.

Le dépôt de demandes du permis de construire et d'autorisation d'exploiter ICPE / Installation Classées pour la Protection de l'Environnement (10 à 12 mois)
La demande de permis de construire est déposée en mairie, celle d'autorisation d'exploiter ICPE (voir description plus loin) en Préfecture. Un inspecteur des installations classées peut prendre contact avec le développeur pour obtenir des informations complémentaires.

27 administrations[38] et la commission départementale de la nature, des paysages et des sites sont consultées et donnent leur avis. Les conseils municipaux des communes concernées émettent également un avis.
Le développeur effectue une demande de raccordement auprès de RTE[39], ainsi qu'une demande d'autorisation d'exploiter auprès du ministère chargé de l'énergie. Pour obtenir l'obligation d'achat,

[38] BRGM, INSEE, DREAL, DDT, DAPA, DRAC, Défense Nationale, Direction Civile de l'Aviation Civile, Opérateurs téléphonique, Gestionnaires de réseaux (électriques, hydrocarbures, téléphonie et télévision), STAP, DGEC, DGALN, DAJ, DGPR, etc.

[39] Sous le seuil de 12 MW, une demande de raccordement peut être directement faite auprès d'EDF. Au-delà de 12 MW, cette demande est adressée à RTE.

il est nécessaire d'obtenir un certificat ouvrant droit à l'obligation d'achat auprès du Préfet. Une demande de contrat d'achat sera également faite auprès d'EDF.

L'enquête publique (1 mois)
Les dossiers de permis de construire et d'autorisation d'exploiter ICPE sont à disposition des riverains au cours de l'enquête publique. Le permis de construire peut être accordé avant la fin de l'enquête publique mais il ne sera valable qu'une fois cette dernière achevée.

La construction du parc éolien (6 à 12 mois)
(Voir description plus haut)

L'exploitation et la maintenance (20 ans)
Une éolienne est exploitée pendant une vingtaine d'années soit environ 120 000 heures. La maintenance des parcs éoliens doit permettre aux investisseurs et aux exploitants de réduire au maximum les pannes mécaniques ou électriques des éoliennes, pouvant impacter sur la rentabilité des projets.

Le démantèlement
Selon l'article L. 553-3 du Code de l'Environnement, l'exploitant est responsable du démantèlement d'une éolienne ou du parc éolien, ainsi que de la remise en état du site. Ce dernier doit également constituer les garanties financières nécessaires. L'article R. 553-6 précise les étapes à suivre : « les opérations de démantèlement et de remise en état d'un site après exploitation comprennent :

- le démantèlement des installations de production, y compris le système de raccordement au réseau,
- l'excavation d'une partie des fondations,
- la remise en état des terrains, sauf si le propriétaire souhaite leur maintien en l'état,
- la valorisation ou l'élimination des déchets de démolition ou de démantèlement dans les filières autorisées à cet effet. »

Le temps pour démonter une éolienne est estimé à 2 jours par machine, par une journée sans vent.

ANNEXE 2 - L'offre de certifications

Etude CGDD

Recherche de certifications au RNCP selon les codes ROME de la cartographie des métiers caractéristiques de l'éolien terrestre – Développement/fabrication/construction/exploitation/maintenance/démantèlement

A2.1. Nombre de certifications répertoriées au RNP, pour chacun des domaines de métier (codes ROME) du segment développement

DEVELOPPEMENT							
H1206	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	827	544	278	4			1
MINISTERES	350	173	174	3			0
AUTRES CERTIFICATEURS	477	371	104	1	0	0	1
Management & ingénierie d'études, R&D industrie							
H1210	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	117	13	78	23	2	1	0
MINISTERES	78	6	51	19	1	1	0
AUTRES CERTIFICATEURS	39	7	27	4	1	0	0
Intervention stechniques en études,R&D							
M1808	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	25	15	6	3	1		0
MINISTERES	15	7	4	3	1		0
AUTRES CERTIFICATEURS	10	8	2	0	0	0	0
Information géographique							
K1802	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	299	149	140	9	1		0
MINISTERES	204	100	96	8			0
AUTRES CERTIFICATEURS	95	49	44	1	1	0	0
Développement local							

A2.2 : Nombre de certifications répertoriées au RNP, pour les domaines de métier (codes ROME) du segment « fabrication »

FABRICATION PALES							
H2908	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	5				2	3	0
MINISTERES	4				1	3	0
AUTRES CERTIFICATEURS	1	0	0	0	1	0	0
Modelage de matériaux non métalliques							
H3203	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	8			1	4	3	0
MINISTERES	7			1	3	3	0
AUTRES CERTIFICATEURS	1	0	0	0	1	0	0
Fabrication de pièces en matériaux composites							
FABRICATION NACELLE							
H2602	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	11		1		4	6	0
MINISTERES	10		1		3	6	0
AUTRES CERTIFICATEURS	1	0	0	0	1	0	0
Cablage électrique et électromécanique							
H2901	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	15			1	6	8	0
MINISTERES	14			1	6	7	0
AUTRES CERTIFICATEURS	1	0	0	0	0	1	0
Ajustement et montage de fabrication							
H3203	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	8			1	4	3	0
MINISTERES	7			1	3	3	0
AUTRES CERTIFICATEURS	1	0	0	0	1	0	0
Fabrication de pièces en matériaux composites							
FABRICATION MATS							
H2913	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	9			1	2	4	2
MINISTERES	7			1	2	4	0
AUTRES CERTIFICATEURS	2	0	0	0	0	0	2
Soudage manuel							
H3404	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	7		1			3	3
MINISTERES	3		1			2	0
AUTRES CERTIFICATEURS	4	0	0	0	0	1	3
Peinture industrielle							
H2902	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	17		1	4	7	4	1
MINISTERES	15		1	4	7	3	0
AUTRES CERTIFICATEURS	2	0	0	0	0	1	1
Chaudronnerie/tôlerie							

A2.3. Nombre de certifications répertoriées au RNP, pour les domaines de métier (codes ROME) du segment « construction »

CONSTRUCTION							
F1605	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	11				7	3	1
MINISTERES	8				5	3	0
AUTRES CERTIFICATEURS	3	0	0	0	2	0	1
Montage de réseaux électriques et telecom							
F1302	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	10				2	6	2
MINISTERES	7				2	5	0
AUTRES CERTIFICATEURS	3	0	0	0	0	1	2
Conduite d'engins de terrassement							
F1701	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	10				3	7	0
MINISTERES	8				2	6	0
AUTRES CERTIFICATEURS	2	0	0	0	1	1	0
Construction en béton							
F1301	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	2					1	1
MINISTERES	1					1	0
AUTRES CERTIFICATEURS	1	0	0	0	0	0	1
Conduite de grue							

A2.4. Nombre de certifications répertoriées au RNP, pour les domaines de métier (codes ROME) de la maintenance

MAINTENANCE							
I1501	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	2					2	0
MINISTERES	0						0
AUTRES CERTIFICATEURS	2	0	0	0	0	2	0
Intervention en grande hauteur							
H1506	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	37		22	8	5	1	1
MINISTERES	28		16	7	4	1	0
AUTRES CERTIFICATEURS	9	0	6	1	1	0	1
Intervention technique qualité en mécanique et travail des métaux							
I1304	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	42		19	16	5	1	1
MINISTERES	29		13	11	4	1	0
AUTRES CERTIFICATEURS	13	0	6	5	1	0	1
Installation et maintenace d'équipements industriels et d'exploitation							

A2.5. Nombre de certifications associées aux métiers du démantèlement (source RNCP)

F1301	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	2					1	1
MINISTERES	1					1	0
AUTRES CERTIF	1	0	0	0	0	0	1
Conduite de grues (F1301)							
F1302	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	10				2	6	2
MINISTERES	7				2	5	0
AUTRES CERTIF	3	0	0	0	0	1	2
Conduite d'engins de terrassement (F1302)							
H2602	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	11		1		4	6	0
MINISTERES	10		1		3	6	0
AUTRES CERTIF	1	0	0	0	1	0	0
Cablage électrique et électromécanique (H2602)							
F1402	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	3		1		1	1	0
MINISTERES	2				1	1	0
AUTRES CERTIF	1	0	1	0	0	0	0
Extraction solide (1402)							
K2304	nb certifs	niveau I	niveau II	niveau III	niveau IV	niveau V	sans niveau
ENSEMBLE	5					5	0
MINISTERES	4					4	0
AUTRES CERTIF	1	0	0	0	0	1	0
Revalorisation de produits et matériels (K2304)							

ANNEXE 3 - Le BZEE[40]

A3.1. Tableau synthétique des modules obligatoires ou recommandés pour le technicien de maintenance terrestre

Intitulés des modules du BZEE	**Nombre total de modules**	**Modules <u>obligatoires</u> pour le Technicien maintenance terrestre**		**Modules <u>recommandés</u> pour le Technicien maintenance terrestre**	
		Nbe modules	Nbe heures	Nbe modules	Nbe heures
Santé et sécurité	21	13	76	3	32
Electronique éolienne	17	10	140	7	108
Mécanique éolienne	8	8	108		
Hydraulique	8	6	152	2	56
Pales	2	2	88		
Transport	5	-		1	8
Technologies de l'énergie éolienne	5	4	28		
Opérations offshore	6	-			
Gestion des opérations	4	4	52		
Support	3	3	96		
Ensemble	**79**	**50**	**740**	**13**	**204**

[40] BildungsZentrum für Erneuerbare Energien

A3.2 : tableau détaillé des modules de formation :

Mode de lecture : Le module HSE01 (règles de santé et de sécurité), d'une durée de 8h et positionné sur un niveau2 de qualification dans le cadre européen de certification (EQF), est obligatoire (O) pour tous les emplois de techniciens de l'éolien, de la maintenance et du montage.
Le module HSE 10 (escalade mat avancé), d'une durée de40h, et positionné sur un niveau 3 de qualification sur le cadre européen de certification, n'est obligatoire que pour les techniciens sur pales
Pour l'emploi de technicien de maintenance terrestre les modules sécurité OBLIGATOIRES représentent 76h de formation

Code	Modules BZEE	Niveau	Nb d'H	Rôles					
		EQF		Tech. Maintenance terrestre	Tech maintenance offshore	Tech exploitation éolien	Monteur d'éoliennes onshore	Monteur d'éoliennes offshore	Technicien sur pales
HSE	SANTÉ ET SECURITÉ								
HSE-01	Règles de santé et sécurité	2	8	O	O	O	O	O	O
HSE-02	Premiers secours en travail en hauteur (SST)	2	16	O	O	O	O	O	O
HSE-03	Premiers secours en travail en hauteur, recyclage	2	8	O	O	O	O	O	O
HSE-04	Premiers secours offshore, situations d'urgence	3	12		O			O	
HSE-05	Travaux en hauteur et entrainement au sauvetage, les bases	3	16	O	O		O	O	O
HSE-06	Travaux en hauteur et … recyclage	3	8	O	O		O	O	O
HSE-07	Travailler en espace confiné	3	8	O	O	O	O	O	O
HSE-08	Sauvetage en hub (partie du rotor)	3	8	O	O		O	O	O
HSE-09	Escalade mât – basique	2	40						O
HSE-10	Escalade mât – avancé	3	40						O
HSE-11	Escalade mât – expert	4	40						O
HSE-12	Autorité compétente – inspection PPE (?)	4	16	R	R		R	R	R

HSE-13	Exercice d'ascension et enseignement	3	8	R	R		R	R	R
HSE-14	Usage et maintenance des élévateurs	3	8	R	R		R	R	R
HSE-15	Fixation et levage des charges	3	16	O	O	O	O	O	
HSE-16	Prévention et lutte contre l'incendie, formation de base	2	4	O	O	O	O	O	O
HSE-17	Prévention et lutte incendie	3	4	O	O		O	O	O
HSE-18	Manipulation des matières dangereuses	2	8	O	O	O	O	O	O
HSE-20	Sauvetage des personnes en suspension libre	3	4	O	O		O	O	O
HSE-21	Sauvetage depuis une pale	3	8	O	O		O	O	O
	Total modules HSE O			76h					

ELT	ÉLECTRONIQUE EOLIENNE								
ELT-01	Principes de génie électrique	3	40	O	O	O	O	O	
ELT-02	Compétences de base électrotechn – personnel électrique qualifié	3	16	R	R	O	O	O	O
ELT-03	Compétences de base électrotechn – recyclage	3	8	R	R	O	O	O	O
BELT-04	Habilitation électrique pour des missions d'assemblage spécifiées	3	40	R	O		R	O	
BZEE-ELT-05	Habilit électr pour missions d'assemblage spécifiées, recyclage	3	16	R	O		R	O	
ELT-06	Autorisation de basculement à 30kV	4	16	R	R				
ELT-07	Autorisation de basculement à 30kV, recyclage	4	8	R	R				
ELT-08	Finitions de câbles	3	8	O	O	O	O	O	
ELT-09	Générateurs et moteurs électr	4	24	O	O				
ELT-10	Transformateurs	4	8	O	O				

ELT-11	Entretien 'onduleur et dépannage	4	4	O	O				
ELT-12	Techniques de mesures électriques	3	8	O	O	O	O	O	
ELT-13	Installations capteurs éolienne	4	24	O	O	O			
ELT-14	Electronique d'éoliennes	3	40	O	O	O			
ELT-15	Réseaux de parcs éoliens, de transmission de données, technologie fibre optique	4	16	O	O				
ELT-16	Entretien protections foudre	3	8	O	O		O	O	O
ELT-17	Maintenance des systèmes de clim	3	4	R	O	O			
	Total modules électronique O			140h					

MEC	MECANIQUE EOLIENNE								
MEC-01	Génie des matériaux	3	16	O	O	O	O	O	
MEC-02	Systèmes et composants mécaniques /bases	3	40	O	O	O			
BMEC-03	Inspection des roulements, arbres, engrenages	3	16	O	O	O			
MEC-04	Entretien du système de freinage	3	4	O	O	O			
MEC-05	Lubrifiants, techno de filtre, analyse d'huile	3	8	O	O	O			O
BMEC-06	Prises de commande de puissance (hydraulique, électrique, mécanique)	3	8	O	O	O	O	O	O
MEC-07	Fonction et entretien de système de lacet	4	8	O	O	O	O	O	R
MEC-08	Revêtement et protect. contre la corrosion	2	8	O	O	O	O	O	
	Total Modules Mécanique O			108h					

HYD	HYDRAULIQUE								
HYD-01	principes Hydraulique	3	16	O	O	O			
HYD-02	Assemblage et maintenance des unités hydrau	3	24	O	O	O			
HYD-03	Montage et maintenance de pompes et vannes hydrauliques	3	24	O	O	O			
HYD-04	Montage et maintenance de systèmes hydrau	3	24	O	O	O			
HYD-05	Montage et maintenance de commandes électro-hydrauliques	3	24	O	O	O			

HYD-06	Montage et maintenance de commandes hydrauliques proportionnelles et servovalves	4	40	O	O	O			
HYD-07	Montage et maintenance du « pitch » hydraulique et système de freinage	4	16	R	R	R			
HYD-08	Montage et maintenance de lecteurs hydrodynamiques et hydro-cinétique	4	40	R	R	R			
	Total modules Hydraulique O			152 h					

ROT	PALES								
ROT-01	Inspection des pales	3	16	O	O		O	O	O
ROT-02	Réparation de pales	3	72	O	O		O	O	O
	Total modules pales			88h					

TRA	TRANSPORT								
TRA-01	PC pour chariot élévateur (CACES)	2	16			O	R		
TRA-02	PC pour chariot élévateur (CACES) – recyclage	2	8			O	R		
TRA-03	Permis camion à mat télescopique	2	8			R	R		
TRA-04	Permis pour camion à mat télescopique, recyclage	2	4			R	R		
TRA-05	Conduire en sécurité	2	8	R	R		R	R	R
	Total modules Transport O			0h		24h			

WET	TECHNOLOGIE DE L'ENERGIE EOLIENNE								
WET-01	Techno de l'éolien systèmes et composants	3	16	O	O	O	O	O	O
WET-02	Aérodynamiques de l'éolienne	3	4	O					O
WET-03	Structures des fondations d'une éolienne terrestre	3	4	O			O		
WET-04	Météorologie, planification d'intervention	3	4	O	O		O	O	O

WET-05	Structures des fondations d'une éolienne en mer	3	4		O			O	
	Total modules Technologies de l'éolien O			28h					

OFF	OPERATIONS OFFSHORE								
OFF-01	Survie en mer	3	8		O			O	
OFF-02	Exercice d'évacuation (hélicoptère, sous marin)	3	8		O			O	
OFF-03	Hélitreuillage et transport	3	16		O			O	
OFF-04	Hélitreuillage transport, recyclage	3	8		O			O	
OFF-05	Accès Offshore	3	8		O			O	
OFF-06	Communication Offshore	3	24		O			O	
	Total modules sécurité offshore O			0h	72 h				

MAN	GESTION DES OPERATIONS								
MAN-01	Législation / droit du travail	3	16	O	O	O	O		
MAN-02	Notions de base de la gestion d'entreprise	3	24	O	O	O	O		
MAN-03	Processus de management qualité	3	4	O	O	O	O	O	O
MAN-04	Gestion des stocks	3	8	O	O	O	O		
	Total modules gestion opérations O			52H					

SUP	SUPPORT								
SUP-01	Anglais technique	3	80	O	O	O	O	O	O
SUP-02	Formation en équipe	2	16	O	O		O	O	O
SUP-03	Stage en entreprise	3	240	O	O	O	O	O	
	Total modules O (hors stage)			96h					

ANNEXE 4 - Liste des entretiens réalisés

Entretiens avec le monde professionnel

Activités des entreprises interrogées	Fonction de l'interlocuteur
Turbinier/fabricant de mâts béton	Responsable Ressources Humaines
Turbinier	Responsable Marketing et Communication
Fabrication de mâts en acier	Directrice Ressources Humaines
Turbinier	Responsable Achats
Turbinier	Responsable Ressources Humaines
Turbinier	Responsable France
Développement, exploitation, maintenance	Directeur des Opérations
Développement exploitation, maintenance	Responsable Maintenance et Exploitation
Développement, exploitation, maintenance	Directeur Général
Développement, exploitation éolienne	Responsable Ressources Humaines
Expertise et réparation de pales	Directeur Général
Bureau d'étude spécialisé en analyse du vent	Directeur général
Développement et suivi de projet	Consultant spécialisé en parcs éolien
Entreprise de TP (aménagement de site)	Un responsable opérationnel d'agence
Entreprise de TP (spécialisé en fondations)	Directeur général
Entreprise de TP (spécialisée en réseaux)	Directeur technique
Entreprise de TP (spécialisée en fondations)	Directrice technique
Entreprise de l'énergie	Chef d'agence spécialisé en câblage de site éolien
Entreprise de démolition/récupération	Responsable d'exploitation
ADEME PACA	Chargé de mission responsable d'un projet régional de développement de l'éolien
Cluster éolien (X2)	Responsable du réseau d'entreprises

Entretiens avec le milieu de la formation

Types de formation	**Fonctions de la personne interrogée**
CNAM (X2)	Conseiller en développement dans l'enseignement supérieur
Lycée délivrant le BZEE	Proviseur
Lycée délivrant le BZEE	Proviseur
Lycée délivrant le BZEE	Chef des travaux
Lycée	Chef de travaux BTS Electrotechnique
Conseil Régional	Responsable, direction générale des services
IUT	Responsable de la LP Techniques Avancées de Maintenance (dont parcours énergie éolienne)

ANNEXE 5 - Tableau des effectifs de formés, par académie, sur la filière Soudure/ Chaudronnerie

		Effectifs en dernière année de formation (source BCP / Traitements CEREQ)									
		01025405 MC SOUDAGE		40025409 BAC PRO3 TECH.CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE					35 CAP2 REALISAT. EN CHAUDRONNERI		
		apprentis	scolaires		apprentis			scolaires	apprentis		scolaires
	Rentrée sco	1E AN./1AN	MC5	Académie du CFA Lib L	1E AN./1AN	2E AN./2ANS	3E AN./3ANS	TLEPRO3	1E AN./1AN	2E AN./2ANS	2CAP2
BESANCON	2010		13	AIX-MARSEILLE		11	1			14	18
	2011		8				29	87		13	28
	2012	7	12				28	79		8	27
BORDEAUX	2010	3	17	AMIENS						19	38
	2011	7	10		4	24	16	29		9	30
	2012	14	12				54	37		21	40
CAEN	2010	10	15	BESANCON			2			11	9
	2011	6	18				13	41		6	7
	2012	10	16				22	40		8	3
CLERMONT-FERRAND	2010	1		BORDEAUX		2				26	10
	2011	1				28	53	132		20	11
	2012					7	68	104		35	12
DIJON	2010			CAEN		13				10	6
	2011						51	94		6	6
	2012		8				35	72		8	2
GRENOBLE	2010	12		CLERMONT-FERRAND		13				2	29
	2011	26			1	17	3	55	1	2	28
	2012	23					5	39		3	25
LA REUNION	2010			CRETEIL							24
	2011	3				9		65			28
	2012	2						65			27
LILLE	2010	9	5	DIJON		8					12
	2011	6	7			14	31	66		6	16
	2012	6	9		1	1	35	61	1	7	6
MONTPELLIER	2010	8		GRENOBLE		2				15	35
	2011	13				13	45	75		19	39
	2012	13					38	66		20	38
NANCY-METZ	2010		5	LA REUNION							9
	2011		7					57			11
	2012		9					38			10
POITIERS	2010		19	LILLE						41	104
	2011		17			7	56	253		39	108
	2012		26				58	173		15	95
RENNES	2010		11	LIMOGES							
	2011		12					39			
	2012		7			1		25		3	
TOULOUSE	2010	21		LYON		19	2			21	25
	2011	22				86	28	84		9	27
	2012	24				13	64	70		34	29
VERSAILLES	2010	8		MONTPELLIER						6	17
	2011	7					33	54		11	17
	2012	10					38	49		7	15
toutes académies	**2010**	**72**	**85**	NANCY-METZ		1	45			32	
	2011	**91**	**79**				66	106		11	
	2012	**109**	**99**				38	72		16	
	2010			NANTES	4	6	5				63
	2011					62	78	91		31	57
	2012					19	70	58		46	56
	2010			NICE						1	6
	2011							26			5
	2012							21			8
	2010			ORLEANS-TOURS		4					8
	2011					3	35	76			6
	2012						18	52			9
	2010			PARIS							11
	2011						18	16			14
	2012						15	8			18
	2010			POITIERS		9	5			9	16
	2011					8	42	76		23	24
	2012						28	52		16	27
	2010			REIMS					1	7	18
	2011				3		22	45		15	12
	2012				1		16	33		3	18
	2010			RENNES					1	8	
	2011						35	91	1	11	
	2012					40	41	99		11	
	2010			ROUEN		1				4	16
	2011					7	76	152		9	24
	2012					3	49	103		13	36
	2010			STRASBOURG		27					21
	2011				1	41	42	46			23
	2012				1	53	18	50			29
	2010			TOULOUSE		11					23
	2011					18	28	83		3	17
	2012						32	64			10
	2010			VERSAILLES						15	33
	2011					27	57	70		16	29
	2012					17	25	61		6	26
	2010			**Toutes académies**	**4**	**127**	**60**	**0**	**2**	**241**	**551**
	2011				**9**	**364**	**857**	**2009**	**2**	**259**	**567**
	2012				**3**	**154**	**795**	**1591**	**1**	**280**	**566**

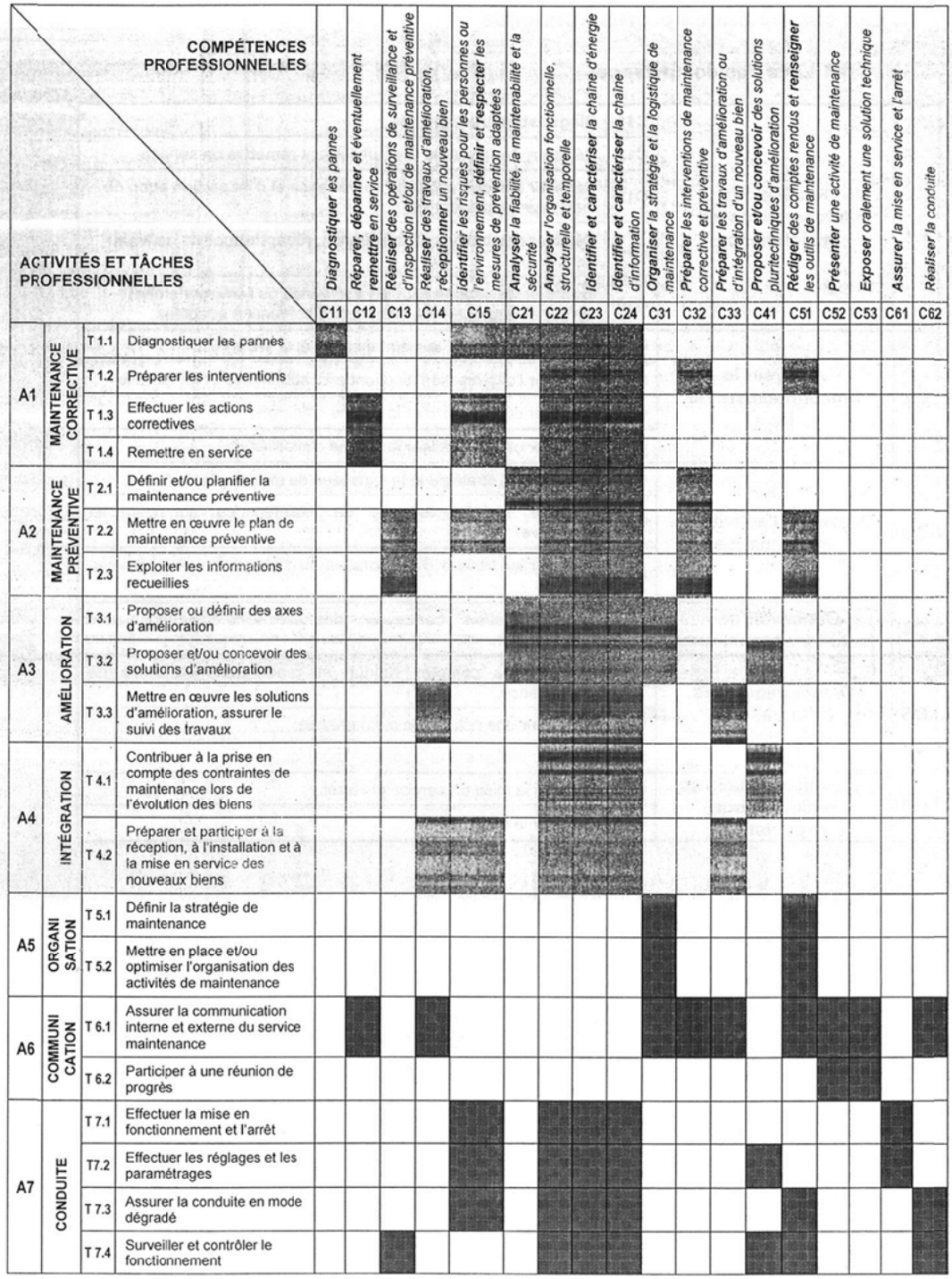
Annexe 6 - Extraits du référentiel du BTS Maintenance des systèmes (option éolien)

1. Les compétences professionnelles

1.1 Liste des compétences

C1	Réaliser les interventions de maintenance	C11	**Diagnostiquer** les pannes.
		C12	**Réparer, dépanner** et éventuellement **remettre** en service.
		C13	**Réaliser** des opérations de surveillance et d'inspection et/ou de maintenance préventive.
		C14	**Réaliser** des travaux d'amélioration, **réceptionner** un nouveau bien.
		C15	**Identifier** les risques pour les personnes ou l'environnement, **définir** et **respecter** les mesures de prévention adaptées.
C2	Analyser le fonctionnement du bien	C21	**Analyser** la fiabilité, la maintenabilité et la sécurité.
		C22	**Analyser** l'organisation fonctionnelle, structurelle et temporelle.
		C23	**Identifier** et **caractériser** la chaîne d'énergie.
		C24	**Identifier** et **caractériser** la chaîne d'information.
C3	Organiser l'activité de maintenance	C31	**Organiser** la stratégie et la logistique de maintenance.
		C32	**Préparer** les interventions de maintenance corrective et préventive.
		C33	**Préparer** les travaux d'amélioration ou d'intégration d'un nouveau bien.
C4	Concevoir des solutions techniques	C41	**Proposer** et/ou **concevoir** des solutions pluritechniques d'amélioration.
C5	Communiquer les informations techniques	C51	**Rédiger** des comptes rendus et **renseigner** les outils de maintenance.
		C52	**Présenter** une activité de maintenance.
		C53	**Exposer** oralement une solution technique.
C6	Conduire un bien et optimiser son exploitation	C61	**Assurer** la mise en service et l'arrêt.
		C62	**Réaliser** la conduite.

1.2 Tableau de correspondance tâches-compétences


COMPÉTENCES PROFESSIONNELLES
ACTIVITÉS ET TÂCHES PROFESSIONNELLES
C11 Diagnostiquer les pannes
C12 Réparer, dépanner et éventuellement remettre en service
C13 Réaliser des opérations de surveillance et d'inspection et/ou de maintenance préventive
C14 Réaliser des travaux d'amélioration, réceptionner un nouveau bien
C15 Identifier les risques pour les personnes ou l'environnement, définir et respecter les mesures de prévention adaptées
C21 Analyser la fiabilité, la maintenabilité et la sécurité
C22 Analyser l'organisation fonctionnelle, structurelle et temporelle
C23 Identifier et caractériser la chaîne d'énergie
C24 Identifier et caractériser la chaîne d'information
C31 Organiser la stratégie et la logistique de maintenance
C32 Préparer les interventions de maintenance corrective et préventive
C33 Préparer les travaux d'amélioration ou d'intégration d'un nouveau bien
C41 Proposer et/ou concevoir des solutions pluritechniques d'amélioration
C51 Rédiger des comptes rendus et renseigner les outils de maintenance
C52 Présenter une activité de maintenance
C53 Exposer oralement une solution technique
C61 Assurer la mise en service et l'arrêt
C62 Réaliser la conduite
A1 MAINTENANCE CORRECTIVE
T 1.1 Diagnostiquer les pannes
T 1.2 Préparer les interventions
T 1.3 Effectuer les actions correctives
T 1.4 Remettre en service
A2 MAINTENANCE PRÉVENTIVE
T 2.1 Définir et/ou planifier la maintenance préventive
T 2.2 Mettre en œuvre le plan de maintenance préventive
T 2.3 Exploiter les informations recueillies
A3 AMÉLIORATION
T 3.1 Proposer ou définir des axes d'amélioration
T 3.2 Proposer et/ou concevoir des solutions d'amélioration
T 3.3 Mettre en œuvre les solutions d'amélioration, assurer le suivi des travaux
A4 INTÉGRATION
T 4.1 Contribuer à la prise en compte des contraintes de maintenance lors de l'évolution des biens
T 4.2 Préparer et participer à la réception, à l'installation et à la mise en service des nouveaux biens
A5 ORGANISATION
T 5.1 Définir la stratégie de maintenance
T 5.2 Mettre en place et/ou optimiser l'organisation des activités de maintenance
A6 COMMUNICATION
T 6.1 Assurer la communication interne et externe du service maintenance
T 6.2 Participer à une réunion de progrès
A7 CONDUITE
T 7.1 Effectuer la mise en fonctionnement et l'arrêt
T7.2 Effectuer les réglages et les paramétrages
T 7.3 Assurer la conduite en mode dégradé
T 7.4 Surveiller et contrôler le fonctionnement

TÂCHES DU RAP	MACRO-COMPÉTENCES	COMPÉTENCES	SAVOIRS TECHNOLOGIQUES ASSOCIÉS						
			S5 Analyse systémique et fonctionnelle	S6 Chaîne d'énergie	S7 Chaîne d'information	S8 Santé - sécurité - environnement	S9 Stratégie et organisation de la maintenance	S 10 Techniques de maintenance et de conduite
1.1	Réaliser les interventions de maintenance	**C 11 Diagnostiquer** les pannes						
1.3, 1.4, 6.1		**C 12 Réparer, dépanner** et éventuellement **remettre** en service						
2.2, 2.3, 7.4		**C 13 Réaliser** des opérations de surveillance et d'inspection et/ou de maintenance préventive						
3.3, 6.1, 4.2		**C 14 Réaliser** des travaux d'amélioration, **réceptionner** un nouveau bien						
1.1, 1.3, 1.4, 2.2, 4.2, 7.1, 7.2, 7.3		**C 15 Identifier** les risques pour les personnes ou l'environnement, **définir** et **respecter** les mesures de prévention adaptées						
1.1, 2.1, 3.1, 3.2	Analyser le fonctionnement d'un bien	**C 21 Analyser** la fiabilité, la maintenabilité et la sécurité						
A1, A2, A3, A4, A7		**C 22 Analyser** l'organisation fonctionnelle, structurelle et temporelle						
		C 23 Identifier et caractériser la chaîne d'énergie						
		C 24 Identifier et caractériser la chaîne d'information						
3.1, 3.2, 5.1, 5.2, 6.1	Organiser l'activité de maintenance	**C 31 Organiser** la stratégie et la logistique de maintenance						
1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 6.1		**C 32 Préparer** les interventions de maintenance corrective et préventive						
3.3, 4.2, 6.1		**C 33 Préparer** les travaux d'amélioration ou d'intégration d'un nouveau bien						
3.2, 4.1, 6.1, 7.2, 7.4	Concevoir des solutions techniques	**C 41 Proposer et/ou concevoir** des solutions pluritechniques d'amélioration						
1.2, 2.2 ,2.3, 5.1, 5.2, 6.1, 7.3, 7.4	Communiquer les informations techniques	**C 51 Rédiger** des comptes rendus et **renseigner** les outils de maintenance						
6.1, 6.2		**C 52 Présenter** une activité de maintenance						
6.1, 6.2		**C 53 Exposer** oralement une solution technique						
7.1, 7.2	Conduire un bien et optimiser son exploitation	**C 61 Assurer** la mise en service et l'arrêt						
6.1, 7.3, 7.4		**C 62 Réaliser** la conduite						

BTS Maintenance des systèmes

51

Abonnez-vous à notre newsletter en cliquant ici

Retrouvez l'activité et les publications du Céreq

WWW.CEREQ.FR

et suivez-nous sur Twitter

@PRESSECEREQ

ISSN en cours

Formation - Travail - Emploi Céreq www.cereq.fr