

Le montage sur site d'une éolienne est assez complexe. Les principales étapes sont les suivantes

- L'aménagement des accès et de la plate-forme (desserte) de montage.
- La construction de la fondation qui supportera le poids de l'éolienne
- Le raccordement au réseau électrique
- Le montage de l'éolienne à l'aide d'une grue



Sources

- Revue TRAVAUX n°832
- www.ally43
- www.espace-eolien.fr
- www.windpower.org

L'installation d'une éolienne :



La fondation est coulée en béton.

Il faut creuser un grand trou dans la terre. Dans le trou, on met un treillis en fer pour maintenir le béton en place.

Autour de la fondation, on pose un fil en cuivre sans isolement. C'est le conducteur de paratonnerre. Si l'éolienne est foudroyée, l'électricité sera conduite par des câbles à travers la tour et jusque dans la terre. De cette façon, l'éolienne ne sera pas abîmée.

Le béton arrive par camion et est ensuite conduit au trou à travers un long tuyau. Les trois hommes vérifient que le béton s'étend comme il faut. L'un d'entre eux tient le tuyau. L'autre tient un vibreur pour bien pénétrer le béton. Le troisième homme est en train d'aplanir la surface.



Le béton est un mélange de gravier, sable, ciment et eau.

La base de la tour est coulée dans le béton de la fondation.

Maintenant, tout est prêt pour le montage des autres sections de la tour.

Les tours sont normalement fixées par boulons aux fondations sur lesquelles elles ont été placées.



Document n°3

Avant l'installation de l'éolienne, la tour, la nacelle et le rotor sont transportés au site par de très grands camions (souvent la nuit pour ne pas perturber la circulation)

On utilise une grande grue pour lever les différentes sections. Il faut être certain que les sections sont assemblées de façon sûre.

La grue peut travailler avec grande précision.

Pour que 2 sections puissent être assemblées de façon exacte, le conducteur doit souvent mouvoir la grue d'un ou deux millimètres seulement ! Il est important qu'il n'y ait pas de vent fort lors de l'installation. Le rotor et la nacelle sont attachés à des câbles qui permettent à des hommes au sol en contact radio avec le grutier de diriger et de les placer correctement.



INFRASTRUCTURES POUR EnR - ÉOLIEN

Parc éolien d'Ally

Moins de 12 mois pour faire sortir de terre le plus grand parc éolien de France

Avec 26 aérogénérateurs de 1,5 MW, le plus grand parc éolien français est entré en service en décembre 2005, au terme d'un chantier marathon conduit par Cegelec, qui a associé compétence en génie civil, expertise électrique et maîtrise de la gestion de projet et justifié ainsi sa place de leader dans la réalisation d'infrastructure des parcs éoliens.

Benoît Pueyo
DÉPARTEMENT ÉNERGIE
Cegelec



Alain Viard
DIRECTEUR
DU DÉPARTEMENT
ÉOLIEN
Cegelec



Porté par le Conseil municipal depuis 1999, autour de M^{me} Olagnol, maire d'Ally, le projet du parc éolien d'Ally-Mercœur a depuis le début suscité l'adhésion des habitants. Sur un site occupé traditionnellement par les moulins à vent, il s'inscrit également dans la modernité, en contribuant à la fois au développement durable et au dynamisme économique de la commune.

PREMIÈRE CONTRAINTE : LE FACTEUR TEMPS

En choisissant Cegelec comme maître d'œuvre des infrastructures du projet, General Electric Wind Energy (GEWE), constructeur des éoliennes et co-développeur du parc avec Sofiva, s'était tourné vers une entreprise qui est familière de ses turbines de 1,5 mégawatt : Cegelec en a déjà implanté six à Peyrelevade (Corrèze), et 25 à Haute-Lys, dans le Pas-de-Calais, site codéveloppé par Cegelec et Espace Eolien Développement et auquel Ally a ravi le titre de "plus grand parc éolien de France". Ce sont ces mêmes turbines qui ont été retenues sur le site d'Ally, pour obtenir le meilleur rendement possible et la meilleure rentabilité économique : en effet, les études de vent, menées par le cabinet britannique Garrad Hassan, avaient conduit à inscrire Ally en classe IEC 3 avec des vents d'une grande régularité mais d'une force moyenne. Toutefois, pour bénéficier des meilleures conditions tarifaires consenties par EDF, il fallait mettre le parc en service avant la fin de 2005.

LE CHOIX DE CEGELEC : UN ACTEUR COMPLET DE L'ÉOLIEN

La connaissance des aérogénérateurs de GEWE n'a pas été le seul atout de Cegelec sur le site d'Ally. Si ce chantier n'a pas sollicité la compétence de l'entreprise dans la fourniture d'installations



Vue d'un chemin avant et après son aménagement. Le relief du site a exigé des aménagements particuliers pour permettre aux convois exceptionnels de franchir les zones les plus vallonnées. Plus de 15 km de pistes agricoles ont été élargies et renforcées

View of a path before and after its development. Given the site relief, special development work was required to enable exceptionally large convoys to pass through the most undulating areas. More than 15 km of agricultural tracks were widened and reinforced



clés en main, il a bénéficié de façon essentielle de sa capacité à associer ingénierie électrique et génie civil, et de son expertise en conduite de projets pour mettre en œuvre la solution opérationnelle et économique la mieux adaptée :

- ◆ définition des matériels électriques – câbles, fibres optiques, transformateurs, cellules de protection, postes de livraison auxquels sont connectées les éoliennes des quatre sous-sections du parc (trois de sept éoliennes et une de cinq);
- ◆ études de génie civil et d'accessibilité – amé-

INFRASTRUCTURES POUR ENR - ÉOLIEN

Des terrassements importants ont été nécessaires pour établir des formes de levage parfaitement planes des zones pentues

Major earthworks needed to establish flat lifting platforms in steep areas



► aménagement des pistes pour faire arriver en plein milieu du Massif central des nacelles de 50 t et des pales de 38,5 m de long, aménagement d'une quinzaine de kilomètres de chemins d'accès, construction de 26 plates-formes de 800 m² pour le levage des éoliennes, etc.

■ OFFRIR UNE SOLUTION ÉCONOMIQUEMENT RENTABLE POUR LE PROJET

La nécessité de présenter une offre compétitive dépendait, bien entendu, de la capacité de Cegelec à obtenir des conditions favorables sur le matériel grâce au potentiel de commande qu'il représente chez les équipementiers : Areva, pour les postes de livraison, ou Nexans, pour le câble, ont fait des offres compétitives.

Elle était liée aussi à sa capacité à mobiliser des entreprises familières des conditions climatiques et géologiques locales, et équipées pour les affronter : Cegelec a pu ainsi s'appuyer sur un maillage étroit d'agences locales, en l'occurrence celle du Puy-en-Velay, et sur l'entreprise de terrassement Marquet, retenue sur appel d'offres, qui disposait des équipements adaptés à un terrain de qualité, permettant une bonne assise des éoliennes, mais assez rocheux et nécessitant des outils adaptés. En outre, leur habitude du climat local leur facilitait le travail d'enfouissement des câbles (environ 17 km de tranchées) dans des conditions rigoureuses, sans attendre le printemps. Enfin, la décision d'installer sur le site une centrale à béton, également confiée à une entreprise locale, a permis des gains supplémentaires en termes de temps.

Enfouissement des câbles HTA et du fourreau pour fibre optique par un soc vibrant. Cette technique est adaptée au type de sols rencontré sur le site. La fibre optique a ensuite été introduite dans le fourreau par soufflage

Burying of MV cables and optical fibre sheathing by a vibratory plough. This technique is appropriate for the type of soils encountered on the site. The optical fibre was then inserted into the sheath by blowing



■ FACTEURS CLÉS DE SUCCÈS : ANTICIPER ET GÉRER LA COACTIVITÉ

Le parc éolien d'Ally-Mercœur était à l'étude depuis 2000 et le permis de construire avait été délivré en octobre 2002 mais, du fait des délais inhérents au développement de ces parcs, les premiers travaux n'ont démarré qu'à l'automne 2004. Et c'est seulement début 2005 que le chantier a vraiment pris son rythme, sur la base d'un précontrat avec le maître d'ouvrage, Boralex Massif Central, alors même que le financement principal était en cours de finalisation.

Il n'y avait en effet pas de temps à perdre pour tenir l'engagement de livrer les premiers kilowattheures avant la fin de l'année. Pour cela, la définition des matériels a été concentrée sur deux mois, en s'appuyant sur les études préalables réalisées en phase de négociation. Quant à la recherche des sous-traitants et aux études d'accessibilité et

Vue du ferrailage de l'éolienne avant coulage de la semelle. Les barres constituées d'aciers HA 500, de diamètre compris entre 16 et 32 mm. Le ferrailage total du massif représente un poids de 25 t

View of the wind generator reinforcements before pouring the foundation slab. The bars consist of 500 high-adhesive-strength steel, of diameter ranging between 16 and 32 mm. The total foundation reinforcements weigh 25 tonnes



Le génie civil, elles avaient été anticipées, dès la fin 2004. Mais ce n'était pas suffisant ! Pour gagner encore en rapidité, Cegelec a su tirer parti de la taille du site (15 km de piste) pour mener plusieurs chantiers simultanément. Son expérience en conduite de projets, que ce soit avec General Electric mais aussi avec d'autres partenaires, a ici joué à plein pour optimiser la gestion de l'espace et du calendrier, en ordonnant les travaux pour gagner du temps sans causer de gêne : terrassement, études de tracé, voirie, enfouissement des câbles, livraison et montage des pâles et des nacelles, etc.



La fondation d'éolienne est coulée en deux phases : semelle d'environ 190 m³ de béton C30/37 puis le fût de béton C35/45. Le site étant situé à 1.000 m d'altitude dans le Massif central, les bétons ont été prévus pour être exposés au gel, et un produit de protection a été appliqué sur la surface de chaque fût.

The wind generator foundation is poured in two stages : foundation slab of about 190 cu. m of C30/37 concrete, then the C35/45 concrete frame. The site being located at an altitude of 1.000 metres in the Massif central hills, the concretes were designed for exposure to frost and a protection product was applied to the surface of each frame.

■ LA COURSE CONTRE LE TEMPS DÉBUTE... SOUS LA NEIGE !

En janvier, tandis que les équipes de terrassement préparent les voies d'accès et les plates-formes, l'équipe Réseaux de l'agence Cegelec du Puy-en-Velay commence à installer et à enfouir les câbles sous la neige. Et malgré le début du dégel, qui réduit l'accessibilité du site et retarde l'installation de la centrale à béton, les équipes de Cegelec Toulouse entament les travaux de génie civil proprement dit en mars, à partir de centrales fixes hors site, en empruntant des itinéraires secondaires au prix de dommages à la voirie qui ont été réparés depuis.

Une fois les excavations creusées, sur chaque plate-forme, un socle de béton octogonal de 14 m de diamètre est coulé à deux mètres de profondeur, surmonté d'un cylindre de 5 m de diamètre, dans lequel est intégrée une virole métallique de 4 m de diamètre. Les 230 m³ de béton de chaque fondation sont destinés à supporter les 209 t de l'éolienne.

Jusqu'en avril, Cegelec gère ainsi trois corps de métiers en simultané – le terrassement, l'enfouissement et le génie civil –, sur le plus grand parc éolien de France : une expérience précieuse capitalisée pour l'avenir.

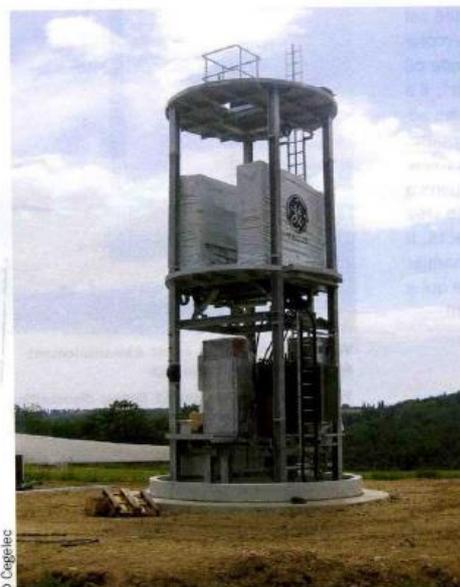
■ À 85 MÈTRES DANS LE CIEL D'ALLY

Fin mai, une nouvelle phase s'enclenche avec l'arrivée des premiers éléments d'éoliennes : les pâles de 38,5 m et 6,5 t et les grues qui les monteront à 85 m, fixées à des nacelles de 50 t. Le montage est réalisé par General Electric, mais Cegelec continue à gérer le chantier et planifie les livraisons de matériel électrique pour en assurer la fluidité. Par la suite, Cegelec interviendra sur le raccordement haute tension du réseau enterré, connecté aux postes de livraison eux-mêmes reliés au réseau EDF 20 kV : les premières mises sous tension sont effectuées en août et septembre et la mise en pro-



Coactivité sur le site à l'arrière plan l'équipe d'enfouissement réseau achève ses travaux entre E1 et E2 alors que les premières pâles sont livrées à proximité des plates-formes et fondations déjà achevées.

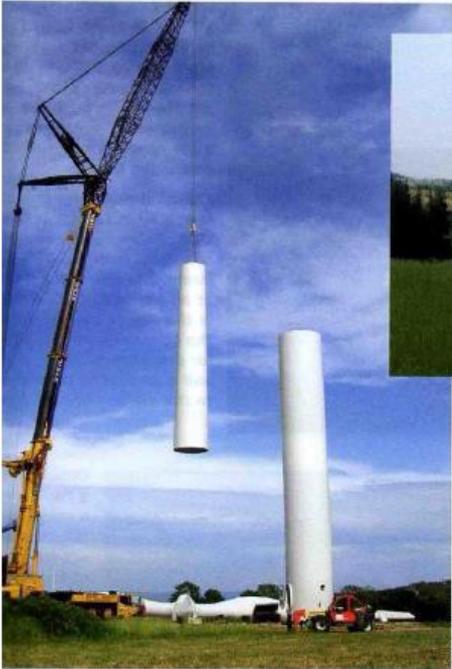
Concurrent work on site : In the background, the network burying team completes its work between E1 and E2 while the first turbine blades are delivered near the already completed platforms and foundations.



La structure PPM de l'éolienne GE comporte à son premier étage le transformateur 1.600 kVA, le disjoncteur BT 690V et la cellule de protection fusible HTA 20.000 V. Au deuxième étage se situent les armoires de contrôle GE.

The PPM structure of the GE wind generator comprises, in its first stage, the 1.600 kVA transformer, the LV 690-V circuit-breaker and the 20,000-V MV fuse protection unit. The GE control cabinets are located on the second stage.

INFRASTRUCTURES POUR ENR - ÉOLIEN



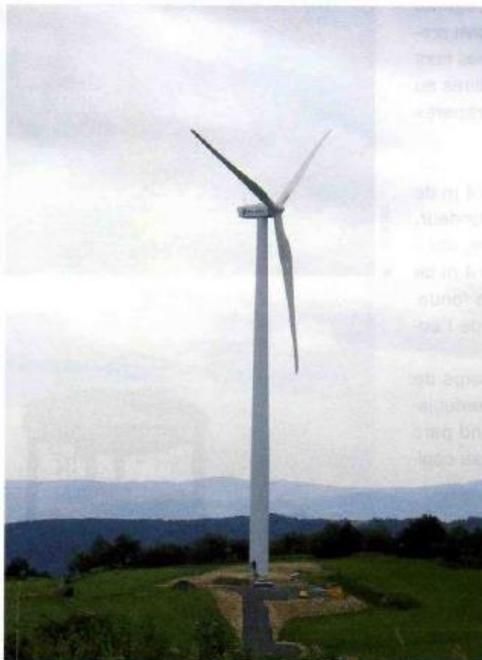
La grue télescopique 500 t, aidée par un système "superlift" met en place le mât intermédiaire. L'éolienne est en tout composée de quatre tronçons de mât

The 500-tonne telescopic crane, aided by a "superlift" system, sets up the intermediate mast. The wind generator consists of four mast sections in all

tion se fera progressivement, jusqu'à l'inauguration, le 27 octobre. Le transfert de propriété à l'Ally Massif Central a eu lieu fin décembre, à la suite du nombre d'heures de fonctionnement pré-contractuellement pour valider, optimiser et régler la centrale.

UN CHANTIER QUI NE LAISSE QUE DES BONS SOUVENIRS

Enfin, le pari du délai a été tenu et la qualité est au rendez-vous. Le bilan du chantier d'Ally-Mercœur est d'autant plus positif que, dans un monde où les projets éoliens se font parfois "attaquer", il a toujours été porté localement. Aujourd'hui, les administrés de M^{me} Olagnol sont fiers de leur parc. Une association a été créée pour la mise en valeur du patrimoine éolien, la restauration de moulins à vent et la visite du parc. En outre le chantier a créé 100 emplois directs et 70 emplois indirects. Il ne restait plus qu'à effacer toute trace du chantier en remettant chemins et clôtures en état, ce qui a été fait entre septembre 2005 et mars 2006.



Vue de l'éolienne E1 avant démantèlement de la plate-forme de levage

View of wind generator E1 before dismantling the lifting platform

ABSTRACT

Ally wind-power farm. Less than 12 months to set up the largest wind-power farm in France

B. Pueyo, A. Viard

With 26 wind-power generators of capacity 1.5 MW, the largest French wind-power farm came into operation in December 2005, on completion of a marathon project carried out by Cegelec, involving a combination of civil engineering competencies, electrical engineering expertise and project management skills, thus illustrating its position as the leader in execution of wind-power farm infrastructure.

RESUMEN ESPAÑOL

Parque eólico de Ally. Menos de 12 meses para que surja de tierra el más importante parque eólico de Francia

B. Pueyo y A. Viard

Con 26 aerogeneradores de 1,5 MW, el más importante parque eólico francés ha entrado en servicio en diciembre de 2005, al término de unas obras maratón encabezadas por Cegelec, que ha combinado competencia en ingeniería civil, pericia eléctrica y dominio de la gestión de proyecto, y ha justificado así su puesto de líder en la ejecución de infraestructura de parques eólicos.