

5. Le projet en phase de construction

La construction du futur parc éolien de Fère-Champenoise sera effectuée dans le respect des réglementations en vigueur et des conditions strictes de sécurité pour le chantier et son environnement. Elle respectera également les normes d'entretien et de propreté requises pour un chantier de qualité. Ceci a d'ailleurs été le cas sur le projet éolien de Saulces-Champenoises de la société Green Energy 3000 GmbH construit en 2014.

La phase de construction fera l'objet d'un suivi, d'une part à travers deux chefs de chantier (l'un interne et l'autre externe missionné par l'investisseur et la banque) et d'autre part par une mission indépendante, gérée par un bureau de contrôle.

Les différentes étapes de la phase de construction d'un parc éolien sont présentées ci-après.

5.1. Phases préliminaires aux travaux

5.1.1. Études d'arpentage

Il est primordial de délimiter de manière exacte les parcelles ainsi que les surfaces concernées par l'installation des aérogénérateurs pour l'établissement de baux emphytéotiques. Il est donc prévu à cet effet de faire réaliser un arpentage et une division parcellaire par un géomètre-expert.

La surface des nouvelles parcelles créées est calculée en se basant sur les dimensions de l'emprise au sol des éoliennes et des plateformes.

On distingue à ce stade du projet, différentes sortes de surfaces :

- **La surface de chantier** est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes ;
- **La fondation de l'éolienne** est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont fonction du type d'aérogénérateur et des propriétés du sol ;

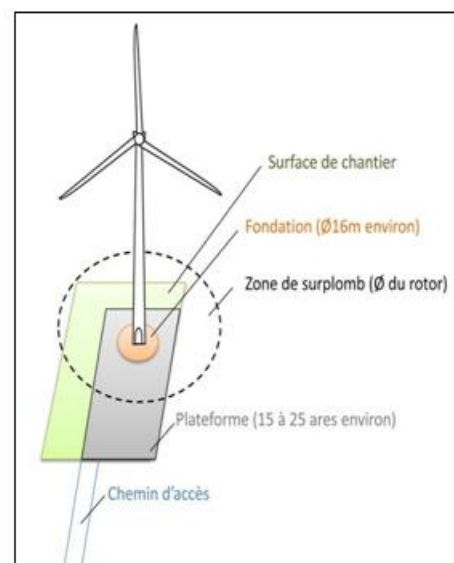


Figure 25 : Emprise au sol d'une éolienne
(Source : Vestas)

- **La zone de surplomb ou de survol** correspond à la surface au sol au-dessus de laquelle les pales sont situées, en considérant une rotation à 360° du rotor par rapport à l'axe du mât ;
- **La plateforme** correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance, liés aux éoliennes. Sa taille varie selon les éoliennes choisies et la configuration du site d'implantation.

L'organisation des surfaces nécessaires à la construction dépend du constructeur de l'aérogénérateur et du type de machine. Le zonage, la répartition et la taille de ces différentes surfaces, décrites ci-dessus, varient donc selon les spécificités du projet et les moyens de construction disponibles.

Cette étape préliminaire est indispensable à la construction d'un parc éolien.

5.1.2. État des lieux initial

L'usage initial des parcelles concernées est exclusivement agricole. Ceci implique la prise en compte des périodes de récoltes, afin d'éviter dans la mesure du possible toute destruction ou perturbation d'activité agricole.

Une organisation adéquate en concertation avec les exploitants agricoles en amont de la construction du projet, notamment via l'anticipation des différentes cultures, et récoltes, permet de réaliser une construction quasiment sans conflit avec l'activité agricole.

Des états des lieux, c'est-à-dire des documentations exactes sous forme de texte et de photos du site de construction avant et après la construction, sont obligatoires et prévus. Ils permettent d'apprécier après la construction : l'état des surfaces modifiées (permanentes et temporaires), les accès et les modifications apportées à l'environnement de la zone de construction. Ils permettent également de comparer de façon aisée les prévisions faites lors de la planification avec la réalité sur le terrain après la construction. Ils évitent donc tout conflit potentiel, rassurent les partenaires au projet et mettent le développeur et particulièrement les sociétés de construction sous-traitantes devant leurs responsabilités ; ceci sur la base d'un cahier des charges précis. Ces états des lieux initiaux sont réalisés non seulement par nos services en interne, mais aussi par un huissier indépendant pour garantir la légitimité et l'indépendance des informations relevées.



Figure 26 : Localisation des prises de vue de l'état initial (Source : Green Energy 3000 GmbH)

Photo n°1 – 1



Photo n°1 – 2



Photo n°1 – 3



Photo n°1 – 4



Photo n°II – 1



Photo n°II – 2



Photo n°II – 3



Photo n°II – 4



5.1.3. Servitudes de construction

Préalablement au lancement des travaux, toutes les servitudes nécessaires, dont les servitudes de construction, seront établies pour les baux emphytéotiques, dans le respect des normes et de la législation en vigueur.

5.1.4. Analyses géotechniques et hydrogéologiques

Afin de mieux définir la nature du sol et le comportement du site, notamment pour le dimensionnement des fondations, des études géotechniques seront effectuées au niveau des futurs emplacements des éoliennes.

Ces études consistent à réaliser une série de sondages et d'essais in-situ, qui permettent de fournir la composition exacte de chaque couche géologique. Ainsi le maître d'ouvrage et la ou les sociétés en charge du dimensionnement des fondations peuvent définir, justifier et mettre en œuvre précisément les solutions techniques adaptées dans le respect de l'environnement direct du site.

En parallèle, une étude hydrogéologique sera menée afin de pouvoir vérifier la possibilité et les conditions de construction de chaque fondation, en évitant notamment toute interaction avec les eaux des nappes phréatiques.

Le procédé détaillé des études géotechniques et hydrogéologiques du sol n'est pas encore connu à ce stade du projet. Cependant tous les essais seront effectués conformément aux normes NF et EN en vigueur. La réalisation des DICT (Déclaration d'Intention de Commencement des Travaux) auprès des différents concessionnaires des réseaux enterrés sera réalisée préalablement à l'exécution des sondages.

La phase d'analyses géotechniques et hydrogéologiques dure environ *un mois*.

5.2. Phases de construction du parc

5.2.1. Voirie Réseaux Divers

5.2.1.1. Accès au site d'implantation

Le site d'implantation du projet éolien de Fère-Champenoise est situé à l'ouest du territoire de cette même commune. Le site est en limite du territoire de Fère-Champenoise, délimité au nord par la commune de Bannes et à l'ouest par la commune de Connantre.

Le site est desservi par la départementale D43, reliant Bannes à Fère-Champenoise, qui passe à l'est du site et permet d'accéder au chemin d'exploitation cadastré ZP n°8. Cette route départementale rejoint la D5 à Fère-Champenoise. La D5 est un grand axe parfaitement aménagé qui permet de rejoindre Châlons-en-Champagne et l'autoroute A26.

Le trajet pour l'acheminement des différents composants des éoliennes jusqu'au site sera étudié en détail ultérieurement. En effet, c'est le constructeur (et vendeur) des aérogénérateurs qui a la charge de réaliser une étude déterminant le trajet le moins contraignant possible permettant la livraison des éoliennes sur site. Cette étude dépend du modèle d'éolienne, des moyens de transport utilisés et donc du constructeur choisi. C'est pourquoi cette étude est généralement réalisée seulement lorsqu'un accord a été convenu entre le constructeur des éoliennes et le développeur (ou toute autre société finalisant l'achat des aérogénérateurs).

Les accès à choisir dépendront entre autres des points de départ de livraison des différentes composantes, qui ne sont pas produites sur un seul site voire dans un seul pays. Les plus grosses composantes viennent généralement de France, d'Espagne, d'Allemagne ou du Danemark.

- Dans le cas d'une livraison à partir de l'A26 (Metz - Troyes), les convoyeurs pourraient à partir de la sortie n°18 rejoindre la D5 en direction de Villeseneux., puis continuer sur cette axe jusqu'à Fère-Champenoise.
- Dans le cas d'une livraison à partir de la N4 (région parisienne – Toul), les convoyeurs pourraient passer par Vaudoy-en-Brie, Sézanne, Connantre, puis rejoindre Saulces-Champenoises.

Dans tous les cas, la D5 ou la N4 correspondent aux accès privilégiés pour rejoindre le site en phase de construction et notamment pour la livraison des éoliennes. Cependant, ce tracé ne pourra être confirmé définitivement que par le constructeur (des éoliennes) qui s'assurera que la livraison est bien possible via cet itinéraire. D'autres options restent ouvertes, tel que l'accès à la D 43 via Bannes.

Au-delà de ces considérations relevant de l'acheminement des composants des éoliennes jusqu'au site d'implantation, il est aussi question des accès sur le site lui-même qui permettront de desservir les plateformes de montage à la fois pendant la construction du parc mais également lors de son exploitation.

Sur ce point il est à noter que l'ensemble des chemins d'exploitations existants au niveau du site d'implantation sont cadastrés et propriété de l'association foncière de Fère-Champenoise. Un accord a d'ores et déjà été conclu entre Green Energy 3000 et l'association foncière de Fère-Champenoise. Ainsi, la société Green Energy 3000 GmbH a obtenu l'autorisation de renforcer ces chemins et de les emprunter dans le cadre du développement, de la construction et de l'exploitation du parc éolien de Fère-Champenoise.

Les chemins de l'association foncière de Fère-Champenoise permettent d'accéder à l'éolienne F3 sans création de nouveau chemin (renforcement uniquement). Cependant, l'accès à F1, F2 et F4 nécessitera la réalisation de nouveaux chemins. Green Energy 3000 a obtenu l'accord des propriétaires et des exploitants agricoles concernés (qui sont également concernés par l'implantation des éoliennes pour la réalisation de ces chemins). Ces chemins se limiteront à un linéaire de 400 mètres environ.

Ainsi l'accès au site pour l'ensemble des éoliennes, à la fois lors de la construction du parc éolien et pendant l'exploitation de ce dernier, est garanti à Green Energy 3000 GmbH.

5.2.1.2. Exigences pour les chemins d'accès et les aires de grutage

Les chemins d'accès prévus pour le transport doivent être construits et/ou renforcés et avoir obtenu une autorisation pour le convoyage de poids lourds d'une charge par essieu de 15 tonnes et d'un poids total d'au moins 120 tonnes (transport des sections de la tour).

Les chemins d'accès doivent répondre au minimum aux exigences suivantes (*Source : Vestas, cahier des charges*) :

Dimensions

- Largeur utile de la chaussée : $\geq 5,00$ m
- Largeur exempte d'obstacle : entre 5,50 et 6,60 m
- Hauteur exempte d'obstacle : $\geq 5,50$ m
- Dimensions pour les aires de grutage : $\geq 35,00$ m x 46,00 m
- Dimensions pour les aires de montage : $\geq 35,00$ m x 65,00 m
- Rayon de courbure extérieur des virages : $\geq 54,00$ m

- Rayon de courbure intérieur des virages : $\geq 48,00$ m
- Rayons longitudinaux : $= 250,00$ m

Pente / Déclivité (routes/accès)

- Revêtement lié (asphalte/béton) : ≤ 10 %

Dans le cas de revêtement lié avec une pente supérieure à 10 %, une consultation du transporteur voire expéditeur et du propriétaire de la grue est nécessaire.

- Revêtement non lié (cailloux) : ≤ 10 %
- Pente transversale (profil en forme de toit) : ≤ 2 %

Pente / Déclivité (aires de grutage)

- Déclivité latérale du pied de la grue : $\leq 2^\circ$
- Déclivité longitudinale du pied de la grue : $\leq 2^\circ$
- Garde au sol des véhicules : $\geq 0,15$ m

Charge admissible

- Charge par essieu : ≤ 15 t
- Poids maximal des véhicules : ≤ 120 t
- Pression superficielle des appuis de la grue : ≤ 260 kN/m²

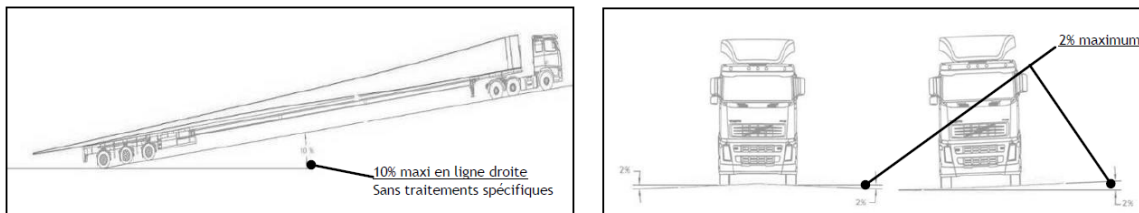


Figure 27 : Pentes longitudinales et transversales pour le transport (Source : Vestas)

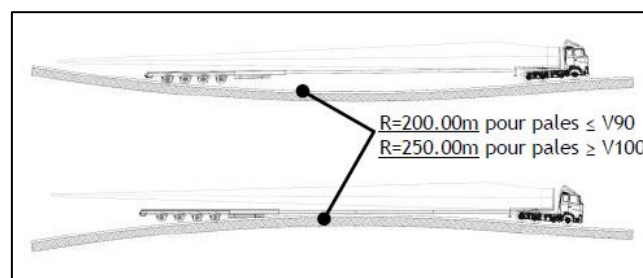


Figure 28 : Rayons longitudinaux (Source : Vestas)

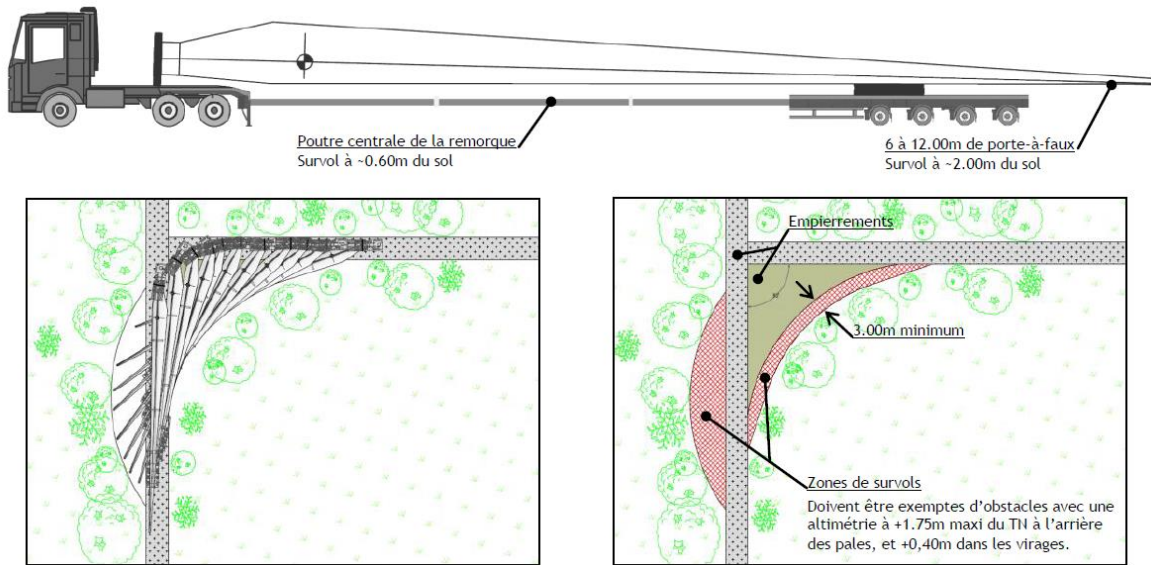


Figure 29 : Porte-à-faux des pales et zones de survols (Source :Vestas)

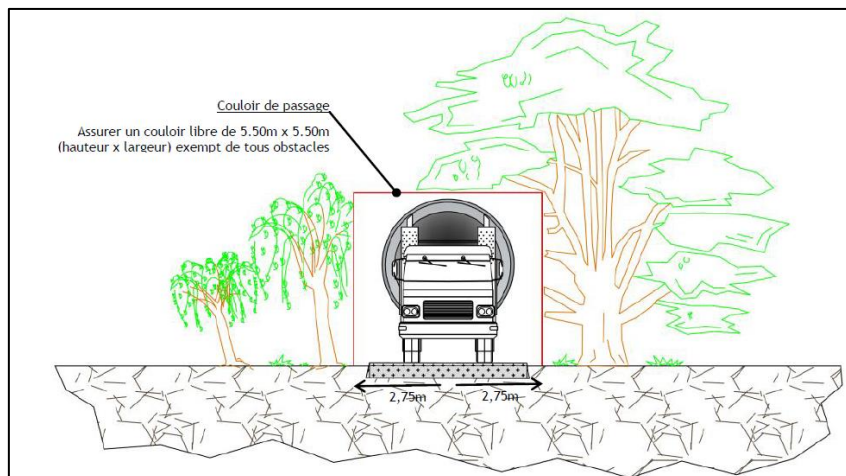
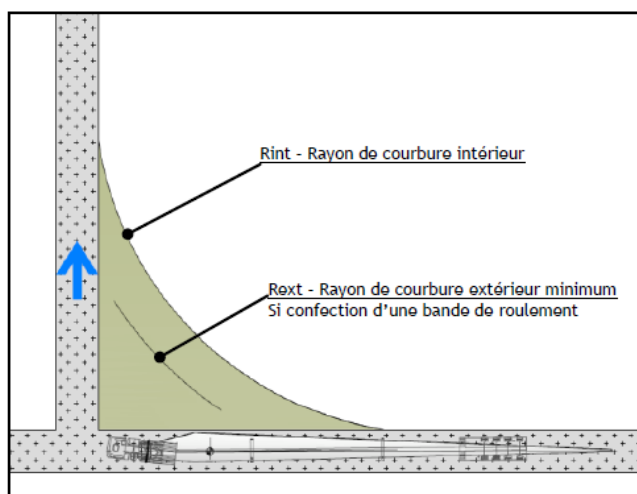


Figure 30 : Couloir de passage utile (Source : Vestas)



WTGS	Rint (m)	Rext (m) Si bande de roulement
V126	54,00	60,00
V117	48,00	54,00
V112	43,00	49,00
V110	42,00	48,00
V100	40,00	46,00
V90	34,00	40,00
V80	32,00	38,00

Figure 31: Intersection de voiries / Pan-coupés (Source : Vestas)

Les voies internes et les accès au parc éolien seront donc dimensionnés pour supporter une reprise à l'effort de 15 tonnes à l'essieu par temps sec ou humide (dans le cas d'une grue télescopique à forte capacité, une reprise de 18 tonnes à l'essieu permettra un transfert inter-éolien simplifié).

Pour les sols cohésifs, l'utilisation d'un géotextile est nécessaire au-dessous de la couche portante. Cela dit, ces exigences ne sont que d'ordre général et devront être affinées suite aux conclusions de l'étude géotechnique qui définira, entre autres, la capacité de portance du sol en présence.

5.2.1.3. Renforcement des chemins et spécificités des voies d'accès

Les chemins d'exploitations au niveau du site d'implantation, propriétés de l'association foncière de Fère-Champenoise, sont dans un très bon état général. Cependant, la qualité desdits chemins ne permettra pas d'assurer, en l'état, le transport des différents éléments constitutifs des éoliennes et de certains engins de chantier. Il sera donc nécessaire de réaménager ces chemins et de les renforcer conformément aux demandes du constructeur (Vestas ou Nordex) qui assure le transport de ses machines. Le renforcement des chemins se fera sur la base des résultats des études géotechniques, qui permettent de connaître la nature et la portance exacte des sols. De manière générale la portance des chemins d'accès doit être de 70 MPa minimum. Le renforcement des chemins permet donc d'augmenter les charges admises pour la construction du parc et les interventions de maintenance.

Il est à noter qu'en période de dégel l'utilisation des chemins est déconseillée et soumise aux règlements de l'association foncière ou de l'entité qui s'occupe de leur gestion.

La plupart des voies d'accès créées ou renforcées servant pendant la période de construction seront maintenues et utilisées pendant toute la période d'exploitation du parc. Selon les besoins, la nécessité de création de voies temporaires nouvelles pourrait se présenter, cependant cela ne sera à priori pas nécessaire dans le cadre de la construction de ce parc éolien. De plus les surfaces utilisées pour la création de ces dernières seront remises en état.

Ainsi, dans le cadre du projet éolien de Fère-Champenoise, environ 3 650 mètres de chemins seront renforcés et 400 mètres de chemins seront créés (voir le sous-dossier « Projet architectural – Plans de masses et plans techniques »).

Selon le cahier des charges de Vestas, par exemple, les pistes d'accès doivent être composées de 5 mètres de bande de roulement (largeur de piste) avec des pentes transversales inférieures ou égales à 2% et des pentes longitudinales inférieures à 10%.

Par ailleurs, les voies d'accès au parc éolien devront être dimensionnées pour supporter une reprise à l'effort de 12T à l'essieu par temps sec ou humide (parfois plus en fonction du type de grue utilisée

pour le montage). De plus, les voies d'accès doivent pouvoir reprendre une pression de 4 bars aux ELU (Etat Limite Ultime - 0,4 MPa) en tout point, être carrossables par tout temps et avoir un module de compressibilité à court et long terme précis, défini en fonction des matériaux mis en œuvre.

5.2.2. Enfouissement des câbles

Le tracé des câbles qui serviront à acheminer la production d'électricité du futur parc éolien sera, en fonction des possibilités, planifié le long des chemins existants afin de limiter les gênes lors de l'enfouissement des câbles. Des distances minimales à parcourir par les câbles seront également privilégiées, pour des raisons de coûts mais également pour minimiser les impacts.

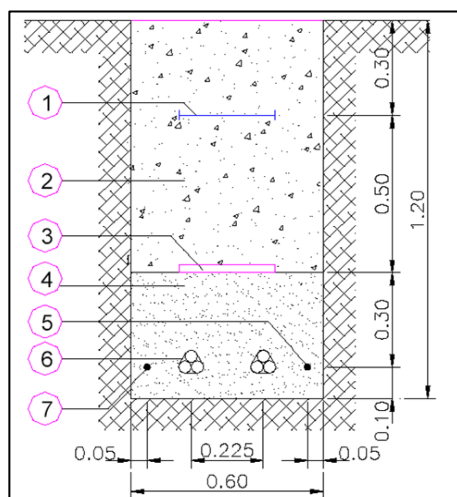


Photo 4 : Trancheuse utilisée pour la réalisation des tranchées sur environ 1 m de profondeur (Source : Vestas)

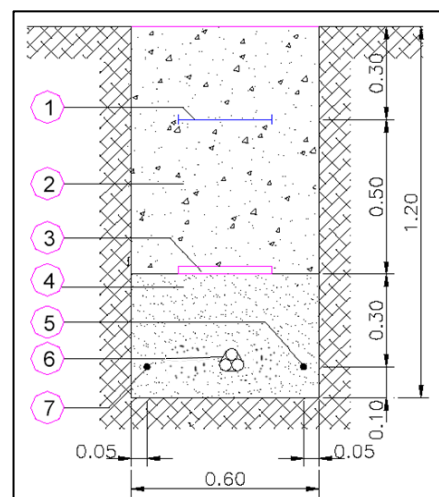
Selon les normes en vigueur dans les domaines de l'agriculture et de l'énergie, le réseau de câbles sera enfouis à des profondeurs comprises entre 0,8 et 1,2 mètres, afin d'éviter la dégradation des câbles par l'activité agricole et de respecter les règles de sécurité.

L'enfouissement des câbles ne nécessitera pas la création de tranchées ouvertes. En effet, ceux-ci seront directement enfouis dans le sol à l'aide d'une trancheuse.

Les schémas ci-après montrent une coupe type d'enfouissement des câbles (avec un ou deux triple-conduits).



2 triple-conduits



1 triple-conduits

- | | |
|---|--|
| 1 | Band/Grillage avertisseur imposé par EDF |
| 2 | Remplissage avec la terre enlevée lors du creusage de la tranchée |
| 3 | Plaque de protection physico-chimique (polypeptide) pas nécessaire en France |
| 4 | Sable |
| 5 | Câble à fibre optique (Télécommunication) |
| 6 | Câble triple conducteur NA2XSF 2N Alu |
| 7 | Câble de terre |

Les détails sur la réalisation et les différentes spécificités à respecter seront discutés avant la réalisation de ces travaux entre le développeur, les structures responsables des différentes voies d'accès, l'association foncière de Fère-Champenoise et ENEDIS.

La phase d'enfouissement des câbles inter-éolien se déroulera sur une période d'environ *un mois*. Pour ce qui est du raccordement au poste source, cela dépend de l'opérateur ENEDIS, mais au regard de la distance qui sépare le poste de livraison au poste source une période équivalente, d'environ 1 mois, semble pertinente.

5.2.3. Fondations

La fondation permet d'assurer la stabilité de l'éolienne. Les fondations des éoliennes envisagées sont circulaires. Cette forme permet par rapport à des fondations carrées ou en croix :

- D'éviter les pressions asymétriques en fonction de la direction des vents ;
- De réduire la quantité d'armatures et de béton nécessaire à la construction mais aussi de diminuer la taille de la zone de coffrage ;
- D'utiliser la terre déblayée lors de l'excavation pour le remblai des fondations, entraînant ainsi la réduction de la quantité de béton nécessaire pour garantir la stabilité de la fondation.

Leur dimensionnement est réalisé par un bureau d'étude spécialisé dans la conception et le calcul des fondations d'éoliennes terrestres, à partir de données fournies par le fabricant et des caractéristiques géotechniques du terrain.

Les notes de calculs du dimensionnement ainsi que les différentes étapes de la réalisation de la fondation feront l'objet de vérifications et validations par un organisme de contrôle qualité compétent et indépendant.

D'après les données du constructeur Vestas les fondations auront une emprise au sol d'environ 450 m² ainsi qu'une profondeur de 3 à 5 mètres. Ceci représente une masse de béton d'environ 1 000 tonnes. Néanmoins, ce résultat peut être appelé à évoluer en fonction des caractéristiques géotechniques du site d'implantation. Par exemple, sur un sol plutôt instables, une fondation plus en profondeur assurera une meilleure distribution des forces aux couches portantes plus profondes.

La durée des travaux pour la réalisation des fondations est estimée à environ *deux à trois mois* (de l'excavation au séchage).

5.2.3.1. Excavation

La première étape nécessaire à la réalisation d'une fondation est l'excavation. Dans le cadre de ce projet, il est nécessaire de dégager de 900 à 1 500 m³ de terre (en fonction des dimensions de la fondation). Une fois la validation du fond de fouille effectuée par le bureau de contrôle, une fine couche de béton appelée « béton de propreté » est appliquée au fond de l'excavation.



Photo 5 : Excavation (Source : document interne à l'entreprise)

Lors de l'excavation un tri des terres est effectué, il permet de mettre de côté la terre végétale et la séparer des autres matériaux extraits. La terre végétale est maintenue sur place et sera dispersée sur les champs. Elle ne sera en aucun cas évacuée. Le déblai est quant à lui stocké près de la fondation pour servir à son remblai. Le surplus sera mis à la disposition des propriétaires fonciers

La zone de réalisation des fondations est structurée, afin d'éviter des pertes ou dommages sur les surfaces agricoles. Seules les surfaces strictement nécessaires seront utilisées.

Le schéma ci-après montre à titre d'exemple comment peut s'effectuer le stockage des matériaux lors des travaux de manière effective.

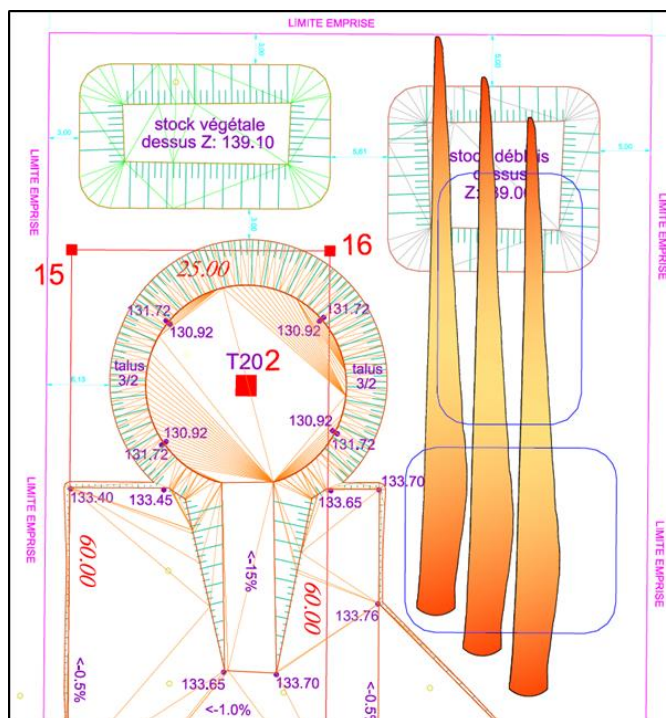


Figure 32 : Zonage des surfaces (Source : Vestas)

5.2.3.2. Cage d'ancrage

La cage d'ancrage est une composante importante de la fondation. Elle sera livrée en pièces détachées et sera assemblée directement au centre de gravité de l'éolienne, sur le béton de propreté.

Elle établit le lien entre la fondation et le mât de l'éolienne et sert de fixation pour la base de la tour.



Photo 6 : Cage d'ancrage (Source : document interne à l'entreprise)

5.2.3.3. Ferrailage

Le ferrailage est la structure métallique tissée dans l'excavation. Elle permet d'assurer la solidité de l'ouvrage béton armé, qui après son coulage et son séchage fait objet de fondation

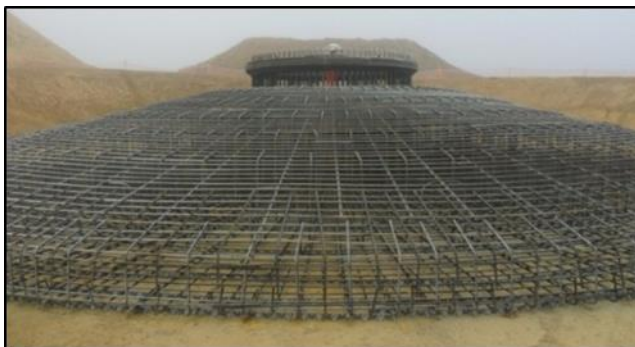


Photo 7 : Ferrailage (Source : document interne à l'entreprise)

5.2.3.4. Coulage de la fondation

Une fois le ferrailage effectué et validé par le bureau de contrôle, le coulage est réalisé en deux étapes :

- Le coulage de la semelle
- Le coulage du fût

Des contrôles qualités seront effectués sur le béton après le séchage.



Photo 8 : Coulage de la fondation (Source : document interne à l'entreprise)



Photo 9 : Fondation au stage final (Source : document interne à l'entreprise)

5.2.4. Préparation de l'aire de montage

Avant le montage et le levage des équipements, il est important de s'assurer que l'aire de montage dispose d'une portance suffisante. Celle-ci est définie dans le cahier des charges du constructeur des éoliennes choisies pour le projet de Fère-Champenoise. Cette portance sera vérifiée à l'aide d'essais de plaque.

L'aire de montage servira à stocker tous les matériaux lors de la construction, pour une emprise au sol d'environ 2 000 m² à 3 000 m² par éolienne.

Afin de limiter cette emprise, les aires de montages seront situées le long des limites des parcelles et à proximité des chemins d'accès.

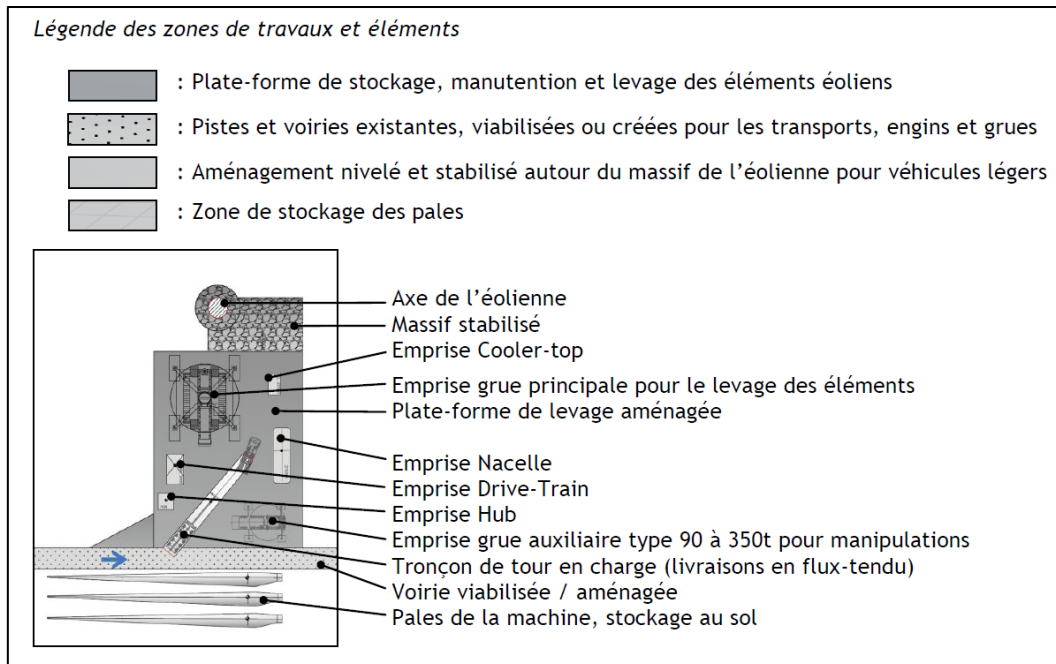


Figure 33 : Plateforme de montage type pour une éolienne V117-3,3 (Vestas, cahier des charges)

5.2.5. Transport et stockage des éléments

5.2.5.1. Transport des éléments

Le transport des machines et des personnes doit être prévu pour toute la durée du chantier. L'acheminement des composants des éoliennes représentera la partie la plus importante du transport.

Concernant l'encombrement, ce sont les pales qui représenteront la plus grosse contrainte. Leur transport sera réalisé par convoi exceptionnel à l'aide de camions adaptés.

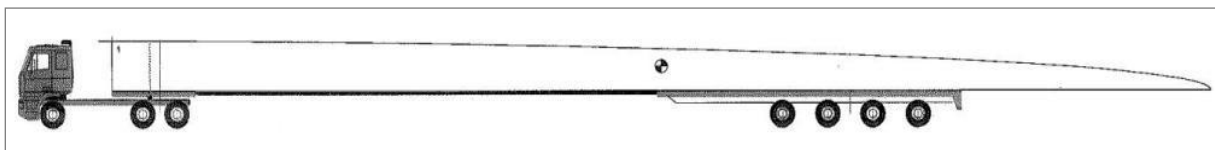


Figure 34 : Transport d'une pale (Source Vestas)

Les photos ci-après montrent le transport d'une pale dans le cadre de la construction du parc éolien de l'Énergie du Partage sur la commune de Saulces-Champenoises.



Photo 10 : Transport d'une pale (Source : documents internes à l'entreprise)



Lors du transport des aérogénérateurs, le poids maximal à supporter est celui du transport des nacelles. Par exemple une nacelle d'une éolienne de type V117-3,3 pèse environ 70 tonnes à vide. La charge de ce véhicule sera portée par 12 essieux, avec une charge d'environ 10 tonnes par essieu.

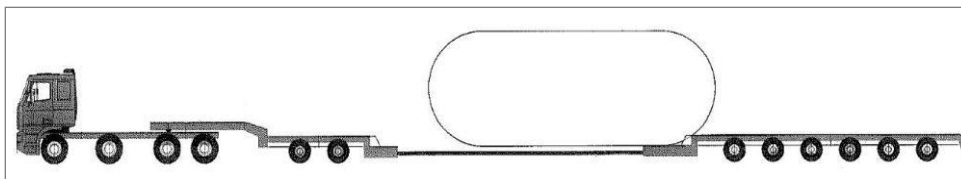


Figure 35 : Transport de la nacelle (Source : Vestas)

Les différentes sections du mât sont généralement transportées à l'aide de semi-remorque à 8 essieux. La longueur totale de l'ensemble et son poids sont variables selon le type d'éolienne et la section transportée.

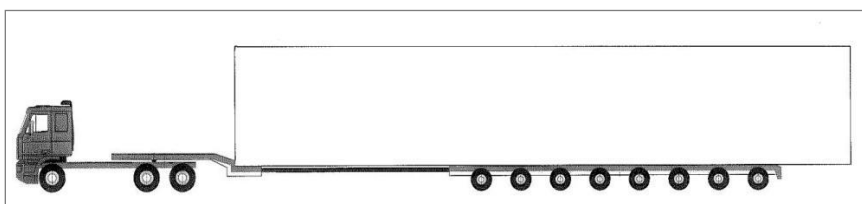


Figure 36 : Transport d'une section du mat (Source : Vestas)



Photo 11 : Transport d'une section du mât (Source : documents internes à l'entreprise)

On peut estimer que le transport des matériaux d'une éolienne nécessitera l'utilisation des engins suivants :

Tableau 27 : Quantité des moyens de transports (Source : Vestas)

Quantité	Engin de transport	Matériel transporté
4	Camion / Remorque surbaissée	Sections de la tour (4 au total)
3	Camion	Pales (3 au total)
1	Camion / Remorque	Nacelle
1	Camion / Remorque surbaissée	Moyeu / Hub
1	Camion	Insert / Racine (pièce à insérer dans le béton)
1	Camion (avec 2 conteneurs 20 pieds)	Matériel de montage (outils, grue, etc.)
1	Camion	Pièces détachées pour 2 éoliennes
1	Camion	Cage d'ancrage
Soit un total de 12,5 camions par éolienne		

Selon les estimations, il faut ajouter aux 13 camions destinés au transport des matériaux nécessaires à la construction d'une éolienne, environ 8 camions supplémentaires pour les travaux de génie civil, 10 pour les fondations et 6 pour les chemins.

Par ailleurs, une grue télescopique de 500 tonnes et une grue mobile de 120 tonnes seront également nécessaires lors du montage des machines.

Cependant il est important de préciser ici que, tous les matériaux de transport ne seront pas sur le site au même moment et des roulements seront planifiés.

5.2.5.2. Stockage des éléments

Les composants des éoliennes (tours, nacelles, pales, etc.) seront acheminés sur le site par convois exceptionnels. Pour des raisons d'organisation, chacun des éléments constituant une éolienne sera déchargé près de chacune des fondations. De grandes précautions seront prises afin d'éviter toute contrainte durant le déchargement.

Le stockage des éléments sera de courte durée afin d'éviter toute détérioration.



Photo 12 : Cales pour poser les pales (Source : document interne à l'entreprise)



Photo 13 : Conteneur de stockage (Source : document interne à l'entreprise)

Le déchargement de la nacelle sera prévu à proximité des plateformes, où une aire est spécialement aménagée pour la manœuvre du camion apportant la nacelle. Les pales seront déposées sur une zone prévue à cet effet, qui doit être aplanie et exempte de tout obstacle.

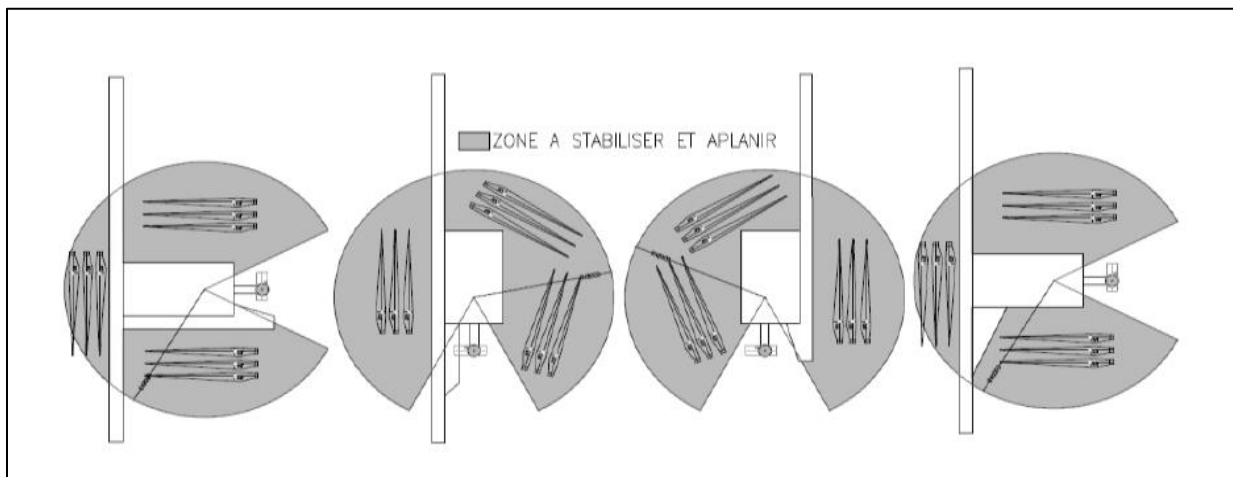


Figure 37 : Exemples de stockages et dimensions (Source : Vestas, cahier des charges)

5.2.6. Montage – levage des équipements

L'opération d'assemblage des éléments constituant l'éolienne se déroule en plusieurs étapes :

1. Préparation de la tour
2. Assemblage de la tour
3. Préparation de la nacelle
4. Hissage de la nacelle sur la tour
5. Hissage du moyeu
6. Montage des pales

5.2.6.1. Préparation de la tour

Les surfaces et les plateformes de chaque section de la tour doivent être inspectées visuellement. Il en va de même pour l'intérieur de toutes les sections avant qu'elles ne soient levées à la verticale. On procède au nettoyage de la tour qui a été exposée à la boue et aux poussières lors de son transport. Des tests de tension des boulons seront ensuite effectués.

5.2.6.2. Assemblage de la tour

Cette opération mobilise deux grues pour lever une section de tour en position verticale. La section basse de la tour sera levée à la position verticale et des poignées aimantées seront utilisées pour bien positionner la tour. Une fois la section basse placée dans la position adéquate, les boulons de fixation seront serrés.

Les sections de tour suivantes seront ensuite assemblées. L'assemblage de la section haute et de la nacelle est en principe planifié le même jour. Toutefois si le montage de la nacelle ne peut se faire le même jour, en raison des conditions climatiques ou autres imprévus, le risque d'oscillation de la tour est pris en compte et prévenu en sécurisant la tour grâce à un système de cordes.



Photo 14 : Hissage de la première section de la tour
(Source : documents internes à l'entreprise)



Photo 15 : Hissage de la deuxième section de la tour (Source : documents internes à l'entreprise)

5.2.6.3. Préparation de la nacelle

Quelques outils sont stockés dans la nacelle lorsqu'elle est levée (outils de serrage, câbles, etc.). Les capteurs de vent et le balisage aéronautique ainsi que la plupart des éléments de la nacelle sont installés au sol avant le hissage.

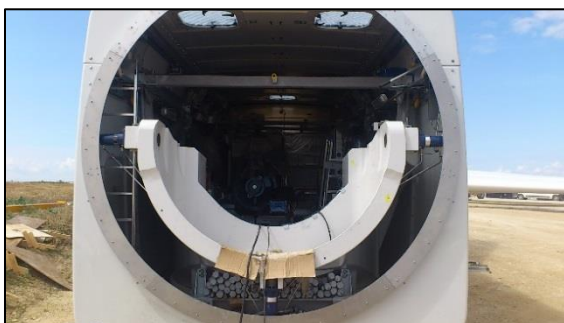


Photo 16 : Préparation de la nacelle (Source : document interne à l'entreprise)

5.2.6.4. Hissage de la nacelle

Dans un premier temps, les étriers de levage et les cordes directrices doivent être fixés solidement à la nacelle.

La nacelle est ensuite hissée et fixée sur la tour.

5.2.6.5. Hissage du moyeu

Deux méthodes peuvent être utilisées selon la charge utile de la grue :

1. le moyeu peut être monté directement sur la nacelle au sol. L'ensemble nacelle et moyeu est alors hissé et fixé sur la tour ;
2. La nacelle est hissée sur la tour, le moyeu est hissé et fixé sur la nacelle dans un second temps.

5.2.6.6. Montage des pales

Le montage des pales sera réalisé avec une grue munie de matériel de montage spécial appelé « pince de levage » ou dans certains cas d'un système de cordage pour le levage.

La pale sera hissée au niveau du moyeu. Des cordes seront utilisées pour guider la pale vers sa position définitive. Deux techniciens seront également nécessaires pour guider les gougeons en position, un au niveau du moyeu à l'intérieur et le deuxième à l'extérieur.

Après avoir fixé les gougeons de la pale sur le moyeu, les éléments de levage sont retirés



Photo 17 : Hissage de la nacelle
(Source : document interne à l'entreprise)



Photo 18 : Montage des pales (Source : document interne à l'entreprise, Vestas)

5.2.7. Mise en service des éoliennes

Après l'assemblage des machines, suit une phase de réglage et de calibrage appelée « commissioning ». Une phase de test d'une période d'environ dix jours permettant d'apprécier le réglage et le fonctionnement des machines, viendra ensuite.

Plusieurs autres paramètres liés aux équipements annexes (postes de livraison) et aux équipements de contrôle à distance et de suivi (SCADA / automate de télégestion / DEIE) seront également réglés et testés dans cette même période.

Une fois les tests passés avec succès et un fonctionnement sans faille constaté pendant une durée bien définie, les machines pourront être mises en service, après des visites d'inspection réglementaires et commerciales (bureau de contrôle, Maître d'Ouvrage). Ces visites garantissent avant toute mise en service, le bon fonctionnement des aérogénérateurs, le respect des contrats liant les parties et surtout toutes les mesures de sécurité pour le personnel, les équipements et l'environnement des éoliennes.

5.3. Durée et planning prévisionnel de construction

Le chantier de construction pour ce parc éolien composé de 4 aérogénérateurs est planifié pour durer environ 8 mois. Les conditions météorologiques, les disponibilités des partenaires constructeurs et d'autres paramètres imprévisibles pourraient cependant influencer la durée du chantier. Celle-ci, selon le constructeur et selon l'expérience du parc éolien construit sur la commune de Saulces-Champenoises dans les Ardennes et mis en service en décembre 2014, peut être estimée comme montre le tableau ci-après :

Tableau 28 : Planning prévisionnel des travaux

Nature des travaux	1 ^{er} mois	2 ^{ème} mois	3 ^{ème} mois	4 ^{ème} mois	5 ^{ème} mois	6 ^{ème} mois	7 ^{ème} mois	8 ^{ème} mois
Étude géotechnique	■							
Dimensionnement des fondations		■						
Câblage électrique		■	■					
Pistes d'accès et plateformes		■						
Excavation pour les fondations		■						
Fondations			■	■				
Séchage des fondations				■	■			
Postes de livraison				■				
Montage des éoliennes					■	■	■	
Raccordement au réseau électrique					■	■	■	
Réglage et mise en service							■	■