

- **Convertisseur de fréquence** : il permet de limiter les pics de charge et pointes de surtension grâce à un système générateur-convertisseur à régime variable.
- **Circuit de refroidissement** : multiplicateur, génératrice, convertisseur sont refroidis via un échangeur air/eau couplé avec un échangeur eau/huile pour le multiplicateur. Tous les systèmes sont conçus de manière à garantir des températures de fonctionnement optimales même en cas de températures extérieures élevées. La température de chaque roulement de multiplicateur, de l'huile du multiplicateur, des bobinages et des roulements de la génératrice ainsi que du réfrigérant, est contrôlée en permanence et en partie de manière redondante par le système contrôle-commande.
- **Les freins** : l'éolienne est équipée d'un frein aérodynamique disposant de 2 niveaux de freinage. Ce frein est déclenché par rotation des pales. Il peut être couplé à un deuxième système de freinage mécanique disposant également de 2 niveaux de freinage.

Le mât

Le mât est un mât tubulaire cylindrique en acier ou en béton. L'échelle d'ascension avec son système de protection antichute et les plateformes de repos et de travail à l'intérieur du mât permettent un accès à la nacelle à l'abri de la météo.

Le mât est placé sur une **fondation** de 15 à 30 m de diamètre. La construction des fondations dépend de la nature du sol du site d'implantation prévu. Pour l'ancrage du mât, une cage d'ancrage est bétonnée dans les fondations. Le mât et la cage d'ancrage sont vissés ensemble.

IV. 1. 1. 2. Emprise au sol

Lors de la construction, de l'exploitation, puis du démantèlement du parc éolien, chaque éolienne nécessite la mise en œuvre de différentes emprises au sol, comme schématisé dans la figure ci-après :

- La **surface de chantier** est destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des composants de l'éolienne durant la construction et le démantèlement. Elle est temporaire.
- La **fondation** est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes dépendent des caractéristiques de l'éolienne choisie et des propriétés du sol.
- 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 du rotor à 360° par rapport à l'axe du mât.
- La **plateforme** (ou aire de grutage) correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance liées à l'éolienne. Ses dimensions varient en fonction de l'éolienne choisie et de la configuration du site d'implantation.

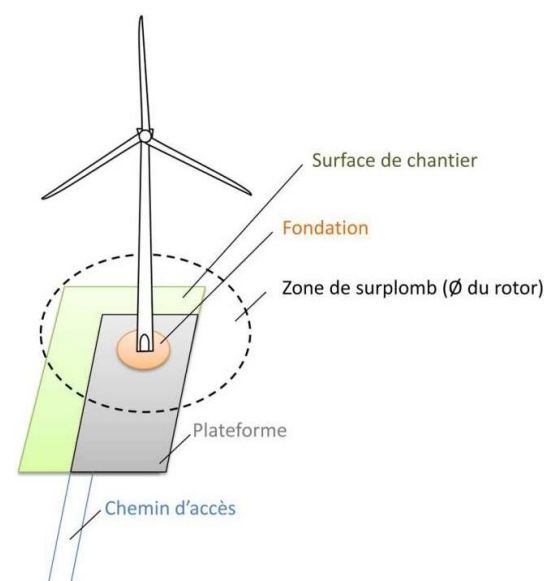


Figure 13 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne
(Source : Guide technique de l'étude de dangers, SER-FEE-ENERIS, 2012)

À titre d'illustration, pour une éolienne de hauteur totale de 150 m, le diamètre de la fondation est d'environ 16 m et la surface de la plateforme d'environ 1 500 à 2 500 m².

Les emprises au sol de chaque éolienne du Parc éolien la Foye sont les suivantes :

- **Plateforme temporaire (stockage)** : 1500 m² ;

- **Plateforme** : 1 750 m² ;
- **Zone de survol** : 151,2 m de diamètre.

IV. 1. 1. 3. Chemins d'accès

Des pistes d'accès sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder à chaque aérogénérateur, aussi bien pour les opérations de constructions du parc éolien, que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation :

- L'aménagement de ces accès concerne principalement des chemins agricoles existants ;
- Si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés sur les parcelles agricoles.

Durant la phase de construction et de démantèlement, les engins empruntent ces chemins pour acheminer les éléments constituant des éoliennes et de leurs annexes.

Durant la phase d'exploitation, les chemins sont utilisés par des véhicules légers (maintenance régulière), par des engins permettant d'importantes opérations de maintenance (ex : changement de pale) ou pour l'entretien des accès et abords du site (ex : élagage).

IV. 1. 1. 4. Autres installations

Le projet ne prévoit l'installation d'aucune aire de repos ni de parking d'accès, non existant actuellement.

IV. 1. 2. Activité de l'installation

L'activité principale du futur parc éolien de la Foye sera la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + nacelle) maximale de **111,5 m maximum**. Cette installation est donc soumise à la rubrique n°2980 des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

IV. 1. 3. Composition de l'installation

Le projet de parc éolien de la Foye est composé de 3 aérogénérateurs et de 2 postes de livraison (PDL). Chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 111,5 m (soit une hauteur de mât de 115,28 m au sens de la réglementation ICPE) et un diamètre de rotor de 150 m maximum, pour une hauteur totale en bout de pale de **180 m maximum**.

La puissance unitaire des éoliennes est de 5,6 MW maximum, ce qui permet de projeter un parc éolien d'une puissance totale maximale de **16,8 MW**.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison :

Tableau 11 : Coordonnées géographiques des installations du parc éolien de la Foye

	Lambert II étendu		WGS84		Cote NGF au sol (en m)
	X	Y	Lat	Long	
E1	414127,35	2140343,61	N 46°14'15,26"	W 00°04'25,52"	169
E2	414444,09	2140189,33	N 46°14'10,58"	W 00°04'10,60"	168
E3	414549,44	2139874,85	N 46°14'00,51"	W 00°04'05,27"	165
PDL1	414297,69	2140514,41	N 46°14'20,96"	W 00°04'21,35"	169
PDL2	414310,30	2140517,58	N 46°14'21,08"	W 00°04'20,74"	169

Les distances inter-éoliennes sont présentées ci-après :

Tableau 12 : Distances inter-éoliennes du parc de la Foye

NOM	VERS	Distance en mètre
E1	E2	352
E2	E3	332
E3	E1	631
PDL 1	E1	236
PDL 2	E1	247

La distance entre les éoliennes est donc comprise entre 334 m et 635 m.

Les postes de livraison PDL1 et PDL2 se trouvent respectivement à 236 m et 247 m de l'éolienne E1 la plus proche.

Un plan détaillé de l'installation, présentant l'emplacement des éoliennes, des postes de livraison, des plateformes, des chemins d'accès et des câbles électriques enterrés, est présenté en page suivante.

Plan des aménagements



Légende

▭ Limite communale

Eolienne

● Eolienne

□ Zone de survol

⋯ Aire d'étude - 500 m

Aménagements

■ Fondation

■ Plateforme

■ Poste de livraison

■ Chemin à créer

■ Chemin à renforcer

■ Virages

⋯ Raccordement électrique interne

0 100 200 m



Projet de parc éolien de la Foye

FORMAT - A3

ECHELLE - 1/6 000

COORDS - L93

DATE - 13/03/2020

Géoportail - Photographies aériennes
2018, ERG, NCA Environnement



IV. 2. Fonctionnement de l'installation

IV. 2. 1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par la **girouette** qui détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'**anémomètre** (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h, et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur, et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint 45 à 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

Pour un aérogénérateur de 2,5 MW par exemple, la production électrique atteint 2 500 kW dès que le vent atteint environ 45-50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 100 km/h (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

- le premier par la mise en drapeau des pales, c'est-à-dire un freinage aérodynamique : les pales prennent alors une orientation parallèle au vent ;
- le second, en cas d'urgence ou de maintenance, par un frein mécanique sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle.

IV. 2. 2. Découpage fonctionnel de l'installation

Le tableau suivant permet de recenser tous les éléments du parc éolien de la Foye, avec leur fonction et caractéristiques.

Tableau 13 : Découpage fonctionnel du parc éolien de la Foye

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	De 2,5 m à 5 m d'épaisseur pour un diamètre d'environ 15 m à 30 m, elle est composée de béton armé. Elle est constituée soit d'une virole d'ancrage métallique préfabriquée, soit d'une cage d'ancrage, tous deux enchâssés dans un réseau de ferrailage à béton. Le type de fondation mise en œuvre sera déterminé avec précision suite aux résultats de l'étude géotechnique qui sera réalisée avant le démarrage des travaux de construction. Leur dimensionnement prend en compte : le type d'éolienne, la nature des sols, les conditions météorologiques extrêmes et les conditions de fatigue. Elles sont enterrées sous le niveau du sol naturel, par remblaiement avec une partie des matériaux excavés ou pour moitié hors sol, avec un mètre au niveau du sol.

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
		Le dimensionnement et la construction des fondations sont soumis au Contrôle Technique Obligatoire.
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Le mât de l'aérogénérateur est constitué de plusieurs sections tubulaires en acier ou en béton, de plusieurs dizaines de millimètres d'épaisseur, assemblées entre elles par brides. Il est fixé aux tiges d'ancrage disposées dans la fondation. Sa couleur est blanc grisé (RAL 7035 ou similaire). La hauteur du mât pour le projet est de 115,28 m au sens de la réglementation ICPE (mât + nacelle), et ses autres dimensions, sont en relation avec le diamètre du rotor, la classe des vents, la topologie du site et la puissance recherchée. L'accès au mât se fait par une porte verrouillable en pied d'éolienne. Il abrite une armoire de contrôle, des armoires de batteries d'accumulateurs, les cellules de protection électriques et le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle. Il est doté d'un dispositif d'éclairage assurant un éclairage intégral des plates-formes et de la montée.
Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	La nacelle, positionnée au sommet du mât, est constituée d'une structure métallique habillée de panneaux en fibre de verre et équipée de fenêtres de toit permettant d'accéder à l'extérieur. Elle abrite un certain nombre d'équipements fonctionnels : générateur (transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique), multiplicateur, système de freinage mécanique, système d'orientation permettant de positionner le rotor face au vent, instruments de mesure de vent, balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.
Rotor / Pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Le rotor se compose de trois pales, construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Son diamètre est de 150 m maximum. Les pales sont de la même couleur que le mât (disposition réglementaire). Elles pivotent autour de leur axe longitudinal, afin de s'adapter aux conditions de vent. Elles peuvent également se mettre en position « drapeau » (parallèle à la direction du vent) pour assurer un freinage aérodynamique en cas de vitesses de vent élevées, qui peut être suivi du freinage mécanique (système à l'intérieur de la nacelle).
Transformateur	Élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Le transformateur permet l'élévation en tension de l'énergie électrique produite par l'aérogénérateur de 690 à 20 000 V. Il peut être installé soit dans l'éolienne (pied de mât ou nacelle), soit dans un local à proximité.
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Le parc éolien de La Foye sera équipé de 2 postes de livraison, auxquels chaque éolienne sera reliée par un réseau de câbles souterrains (câbles électriques à 20 000 V, câbles optiques et réseau de mise à la terre). Le poste de livraison est un bâtiment préfabriqué de dimensions L 10 m x l 3 m, pour une surface de 30 m ² , comprenant un poste de livraison normalisé ENEDIS, un circuit bouchon (filtre électrique) et des systèmes de contrôle du parc. Pour une meilleure intégration dans son environnement, il sera habillé d'un bardage en bois.
Câbles souterrains	Permettent d'acheminer l'électricité depuis les éoliennes jusqu'au réseau de distribution via le poste de livraison	Câbles enterrés entre 80 et 120 cm de profondeur. Présence d'un grillage avertisseur, réseau borné et repéré. Tension des câbles : 20 000 volts.
Plateforme	Permet le positionnement des grues nécessaires au levage et à la maintenance	Empierrement stabilisé pour supporter le poids des grues.