



Février 2023

PROJET ÉOLIEN DE CERNAY

Commune de Cernay (86 140)

PIECE N°1 – DESCRIPTION DU PROJET

DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

Pétitionnaire – SAS Ferme Eolienne de Cernay







CONTENU DE LA PIECE

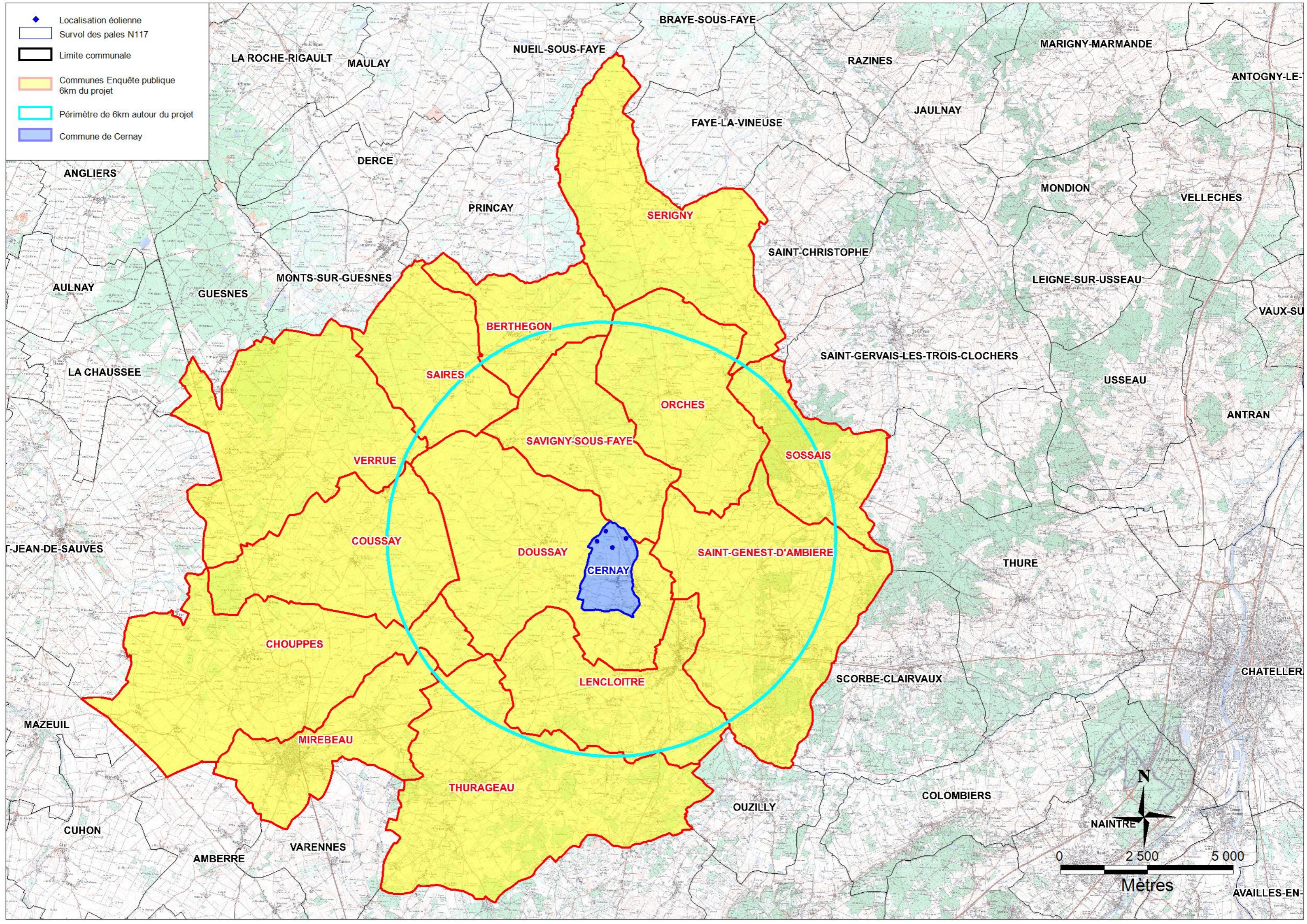
Code de l'environnement

Page

-	Description du projet, de sa construction, son activité et le procédé mis en œuvre	R.181-13-4° CE D.181-15-2-I-2° CE	Intégralité
---	--	--------------------------------------	-------------

1. CONSIDERATIONS GENERALES.....	4
1.1. REGIME ET NOMENCLATURE ICPE.....	4
1.2. EMPLACEMENT DU PROJET.....	4
1.3. CONTEXTE ET ACTIVITE DE PRODUCTION ELECTRIQUE EOLIENNE	5
2. DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS DU PARC EOLIEN DE CERNAY.....	6
2.1. LE PARC EOLIEN : ELEMENTS CARACTERISTIQUES	6
2.2.L'OUVRAGE EOLIEN : COMPOSITION ET FONCTIONNEMENT	7
3. DESCRIPTION DES TRAVAUX NECESSAIRES A LA REALISATION DU PARC EOLIEN	12
3.1. PRISE EN MAIN DU SITE	12
3.2. PREPARATION DU TERRAIN POUR LA CREATION DES PISTES, PLATEFORMES ET LE RACCORDEMENT ELECTRIQUE	12
3.3. REALISATION DU RACCORDEMENT ELECTRIQUE INTER-EOLIEN	12
3.4. EXCAVATION	12
3.5. STABILISATION DES VOIES D'ACCES ET DES PLATEFORMES DE GRUTAGE	13
3.6. TRAVAUX AU POSTE SOURCE.....	14
3.7. RACCORDEMENT ENTRE LE PARC EOLIEN ET LE POSTE SOURCE	14
3.8. REALISATION DES FONDATIONS	14
3.9. INSTALLATION DU POSTE DE LIVRAISON.....	15
3.10. ACHEMINEMENT SUR SITE ET STOCKAGE DES ELEMENTS DE COMPOSITION DE L'EOLIENNE.....	15
3.11. MONTAGE DE L'EOLIENNE.....	16
4. L'ACTIVITE D'EXPLOITATION DU PARC EOLIEN	16
4.1. ENTRETIEN DES EQUIPEMENTS PRINCIPAUX	16
4.2. GESTION A DISTANCE DES EOLIENNES.....	17
4.3. METHODES ET MOYENS D'INTERVENTION	17
4.4. MAINTENANCE CURATIVE.....	17
4.5. MOYENS DEPLOYES POUR LA SECURITE DE L'INSTALLATION EOLIENNE.....	17
5. DEMANTELEMENT ET REMISE EN ETAT.....	18
5.1. REGLEMENTATION APPLICABLE	18
5.2. DUREE DE VIE DU PARC EOLIEN	18
5.3. MASSES DES DIFFERENTS COMPOSANTS DE L'EOLIENNE	18
5.4. PROCESSUS DE DEMANTELEMENT ET DE REMISE EN ETAT	19

-  Localisation éolienne
-  Survol des pales N117
-  Limite communale
-  Communes Enquête publique 6km du projet
-  Périmètre de 6km autour du projet
-  Commune de Cernay



1. Considérations générales

1.1. Régime et nomenclature ICPE

La demande d'autorisation environnementale présentée par la SAS Ferme éolienne de Cernay a pour objet la construction et l'exploitation d'une « installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent », communément appelée « parc éolien ». L'installation projetée se compose de quatre aérogénérateurs, dont les caractéristiques sont précisées plus bas, pour une puissance totale maximale de 14,4 MW

Compte tenu du gabarit des ouvrages projetés (mât d'une hauteur supérieure à 50 mètres), le parc éolien de Cernay relève de l'application du régime des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) dont dispose le code de l'environnement aux articles L. 511-1 et suivants. L'installation appartient en effet de la rubrique 2980 de la nomenclature ICPE¹.

De fait, sa réalisation nécessite la délivrance d'une autorisation en application des articles L. 181-1 et suivants du Code de l'environnement

Soumis au régime d'autorisation ICPE, le projet devra par ailleurs se conformer à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

1.2. Emplacement du projet

Le projet éolien de Cernay se situe sur le territoire de la commune de Cernay, dans le département de la Vienne (86), dans la région Nouvelle-Aquitaine.

Coordonnées du projet – Position des ouvrages

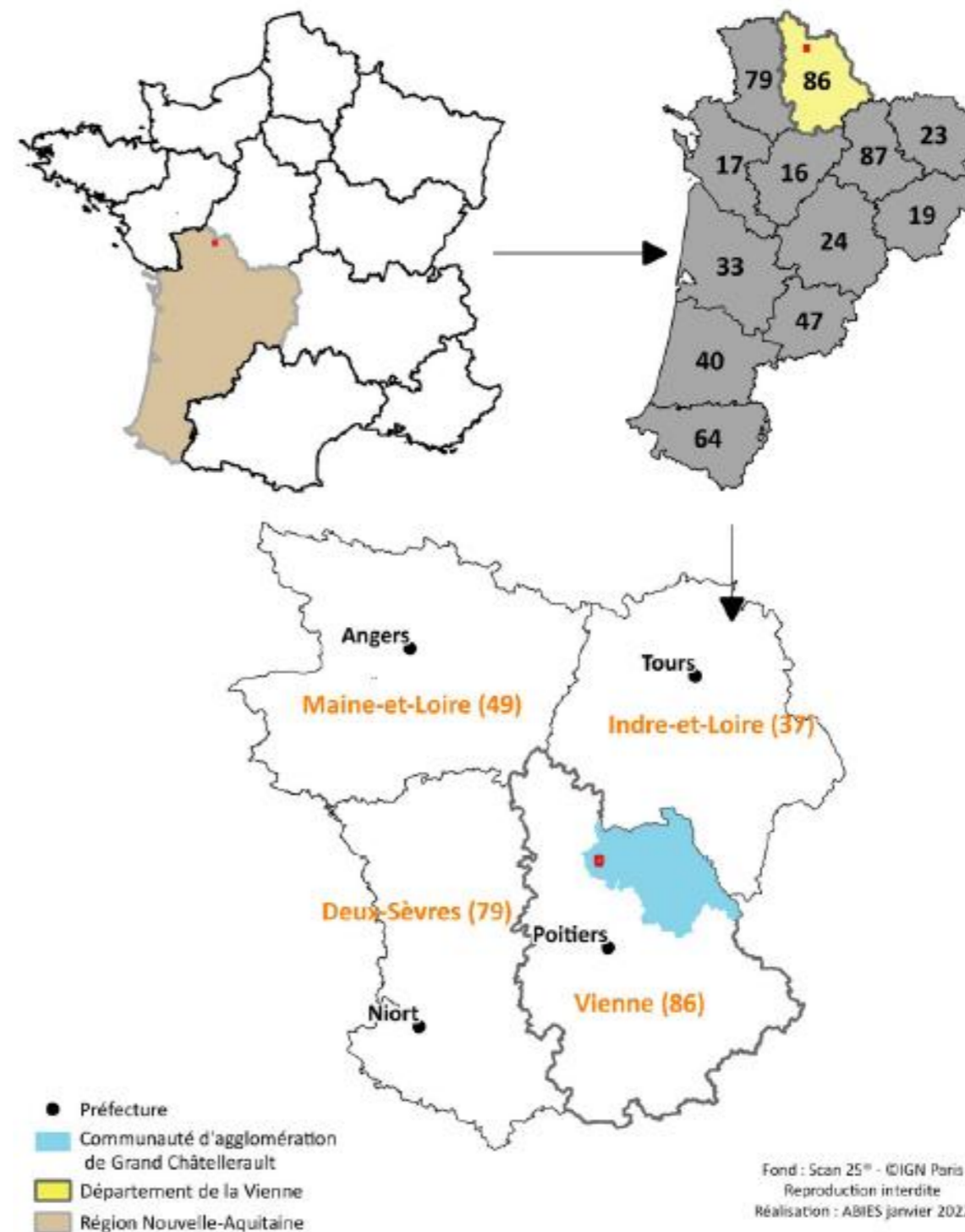
Nom de l'installation	Lambert 93 (m)		Parcelle concernée
	X	Y	
E1	494221,87	6642006,23	004 ZA
E2	494807,78	6641791,11	030 ZA 031 ZA
E3	493962,95	6641715,88	111 ZA
E4	494408,06	6641531,96	134 ZA
Poste de livraison	494 418,3	6 641 549,3	134 ZA

¹ Annexe de l'article R 511-9 du Code de l'environnement, Edition Dalloz 2017

Situation géographique du projet et périmètre d'enquête publique

Projet éolien de Cernay

Plan de situation



1.3. Contexte et activité de production électrique éolienne

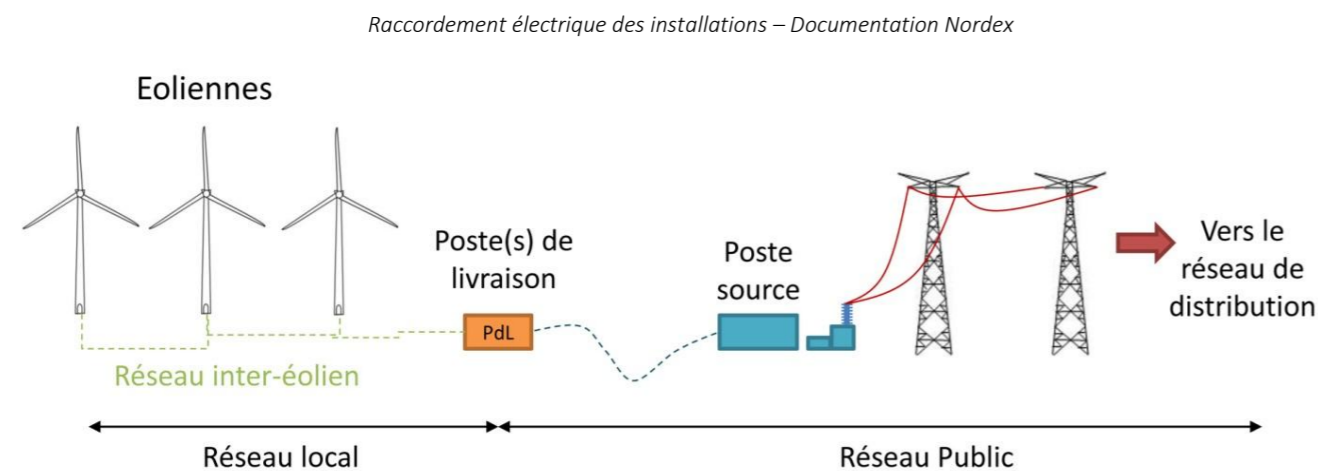
Le projet porté par la SAS Ferme éolienne de Cernay consiste en l'installation d'un parc éolien de quatre ouvrages d'éoliennes dont les dimensions sont les suivantes :

- Un rotor de 117 m de diamètre maximum ;
- Une hauteur au moyeu de 90,9 m ;
- Une hauteur en bout de pale de 149,3 m ;
- Une garde au sol de 32,5 m.

Le parc éolien est un moyen de production électrique industriel qui exploite les ressources naturelles du vent.

Une éolienne est ainsi dotée d'une technologie qui permet de transformer l'énergie cinétique² du vent en courant électrique. L'énergie primaire est captée par le rotor en mouvement (moyeu + pales) qui transfère l'énergie mécanique vers la génératrice d'où provient le courant électrique.

Ce courant fait alors l'objet d'opérations de conversion au sein de l'ouvrage avant d'être dirigé, conformément aux spécifications, vers le réseau électrique.



Le développement et l'installation de parcs éoliens sur le territoire répond au double besoin de limiter le réchauffement global de la planète ainsi que les perturbations climatiques associées d'une part, et d'autre part de maîtriser à l'échelle nationale, voire européenne, les consommations d'énergie. Ce double enjeu, a été traduit sous la forme de politiques publiques³.

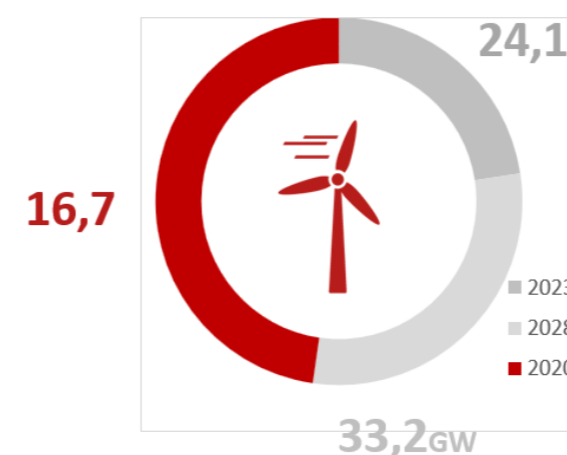
En complément d'autres énergies bas carbone (nucléaire, photovoltaïque, hydroélectricité, méthanisation etc...), et en accompagnement d'une politique d'efficacité énergétique, d'efforts de sobriété, l'éolien contribue à la transition écologique des sociétés modernes. Il s'agit en effet d'un moyen de production électrique peu carboné. Il a par ailleurs atteint un niveau de maturité économique élevé⁴ et en constante progression.

Le projet de Cernay s'inscrit dans un contexte de forte demande en matière de développement d'énergie renouvelable. Concernant l'éolien terrestre, les objectifs sont ambitieux et encore loin d'être atteints.

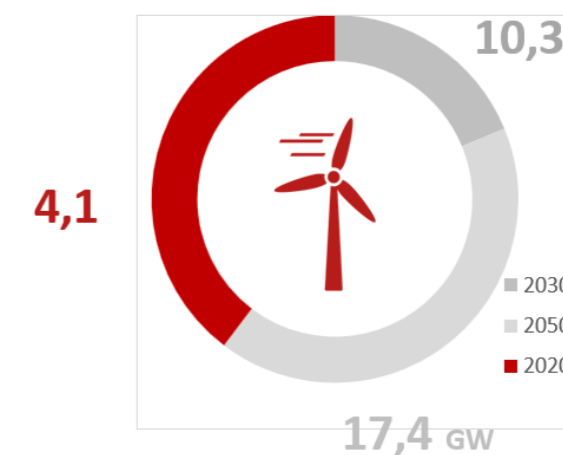
L'État a fixé, au travers de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) d'avril 2020⁵ de porter la capacité installée d'éolien terrestre à 24,1 GW (Gigawatts) en 2023 puis, au minimum, à 33,2 GW en 2028⁶. Il sera donc nécessaire de multiplier presque par 1,7, la puissance éolienne installée aujourd'hui en France (20 GW en 2022) en 5 années pour parvenir à ces objectifs.

La Région Nouvelle-Aquitaine, pour sa part, ambitionne de multiplier par 2,5 la production d'électricité d'origine éolienne sur son territoire entre 2020 et 2030 puis par 4 à horizon 2050 (cf. SRADDET - Schéma régional d'aménagement et de développement durable du territoire : plan régional planifiant une multitude de sujet, dont l'énergie)⁷.

Programmation Pluriannuelle de l'Énergie



SRADDET Nouvelle-Aquitaine



Le parc éolien de Cernay atteindra une puissance installée maximale de 14,4 MW. L'analyse du gisement éolien, à l'appui des données issues du mât de mesure de vent installé sur site, permet d'établir une estimation de la production annuelle du projet de 21 000 MWh (ou 21 GWh).

Cette production correspond en moyenne à la consommation électrique annuelle d'environ 10 000 personnes⁸.

² Qui se rapporte ou qui est dû au mouvement. Énergie possédée par un corps du fait de son mouvement de translation et/ou de rotation par rapport à un référentiel donné supposé fixe.

³ [Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte](#) ; [Energie et Green Deal européen](#) ; [Programmation Pluriannuelle de l'Énergie](#)

⁴ [Coûts des énergies renouvelables en France, Edition 2020, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie \(ADEME\)](#)

⁵ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/TRER2006667D%20signe%CC%81%20PM.pdf>

⁶ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Synthe%CC%80se%20de%20la%20PPE.pdf>

⁷ [SCHEMA ADOPTE & APPROUVE - SRADDET - La Région vous donne la parole \(nouvelle-aquitaine.fr\)](#)

⁸ <https://bilan-electrique-2020.rte-france.com/> ; [Observatoire des marchés de détail du 2e trimestre 2022 - CRE](#)

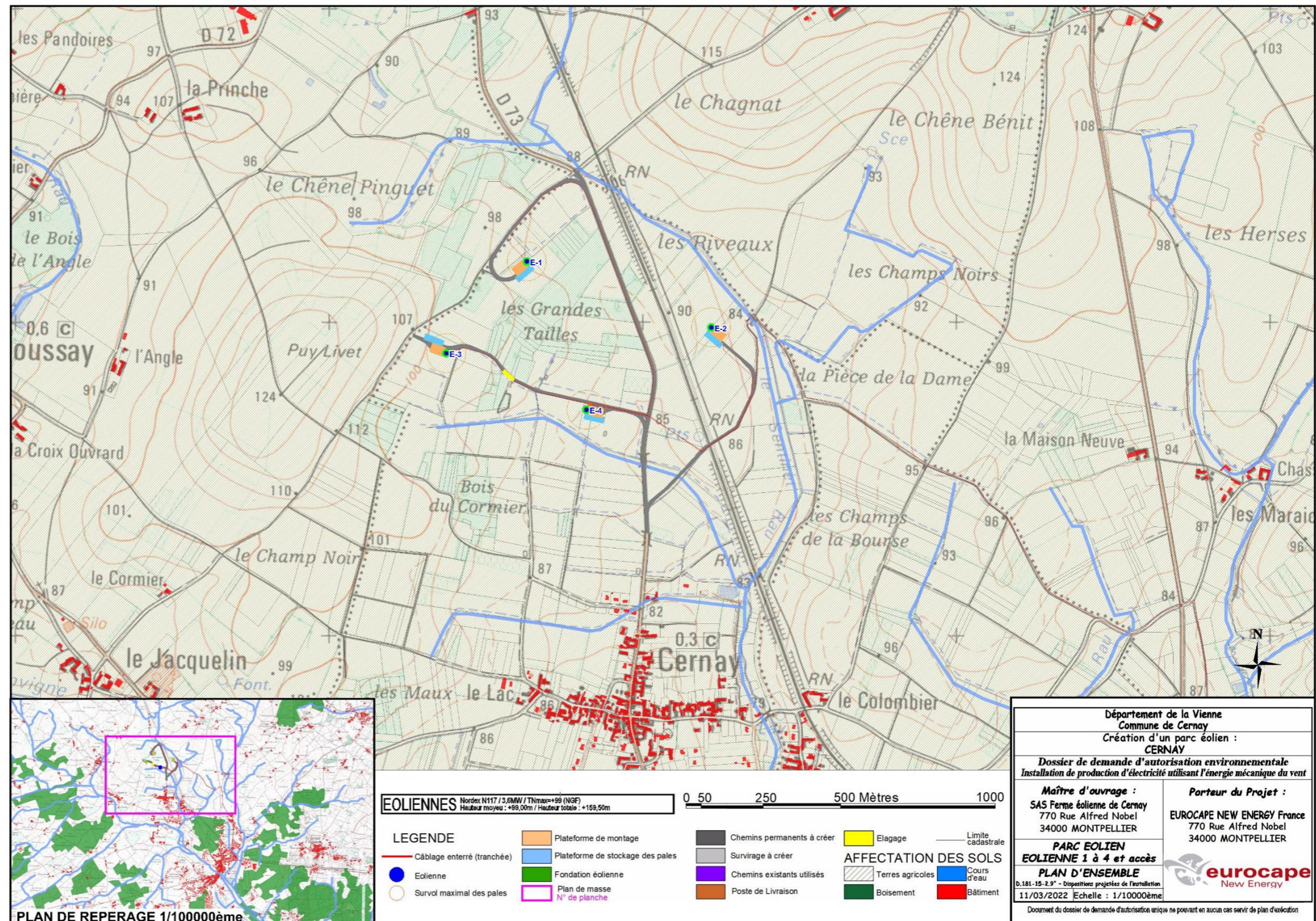
2. Description des aménagements du parc éolien de Cernay

2.1. Le parc éolien : éléments caractéristiques

Le parc éolien se compose de quatre aérogénérateurs et de leurs annexes :

- Chaque éolienne est fixée sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;
- Un réseau de chemins d'accès raccordé au réseau routier existant ;
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien ») ;
- Un ou plusieurs poste(s) de livraison électrique (un dans le cas de ce projet), réunissant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité ;
- Et, de façon non systématique, des éléments connexes tels qu'un mât de mesures de vent, un local technique, une aire d'accueil et d'information du public, etc....
- La plateforme temporaire pour le stockage des pales de l'éolienne.

L'intégralité des composantes du projet (temporaires ou permanentes) a été représentée avec précision au travers des plans produits en pièce n°13 et n°14 du dossier de demande d'autorisation environnementale.



Au total, le projet éolien de Cernay a vocation à occuper environ 1,92 hectares en phase d'exploitation (calcul excluant les surfaces temporaires uniquement nécessaires au chantier).

Aménagement	Description	Emprise totale nécessaire au projet
Ouvrage éolien	4 éoliennes : - Hauteur totale : - Fondation : 347 m ² - Garde au sol (distance entre le bas du rotor et la surface) : 32,5 mètres	1 385 m ²
Plateformes de levage pour les éoliennes	Surface nécessaire au montage des éoliennes.	4 000 m ²
Plateforme temporaire de stockage des pales	Surface nécessaire au stockage des pales avec l'opération de montage. Dimensions minimales requises : 60 mètres par 15 mètres.	3 600 m ²
Plateforme pour le poste de livraison	Surface nécessaire au montage des postes de livraison, situé sur la même parcelle	480 m ²
Câblage enterré inter-éolien	Enterré à 80 centimètres de profondeur minimale. Emprise de 60 centimètres de large pour la réalisation de la tranchée lors du chantier.	2 806 mètres linéaires de câbles réseaux
Voirie créée	Voies à créer sur parcelle agricole. En ligne droite : 4 mètres de large minimum Dimensions variables dans les virages.	8 826 m ²
Voirie renforcée	Voies existantes, à renforcer, aux frais du porteur de projet. En ligne droite : 4 mètres de large minimum Dimensions variables dans les virages.	4 918 m ²

Les plans produits en pièce n°13 et 14 permettent d'apprécier avec précision la nature et le volume du projet. Ces deux pièces regroupent :

- Un plan d'ensemble à l'échelle 1/10000
- Un plan de situation à l'échelle 1/25000
- Quatre plans de masse à l'échelle 1/2000
- Huit plans de masse couvrant l'ensemble des aménagements importants à l'échelle 1/500

La pièce n°12 propose également des plans d'élévation de chacune des éoliennes.

2.2. L'ouvrage éolien : composition et fonctionnement

Seul un gabarit a été retenu pour ce projet éolien. L'éolienne sélectionnée correspond aux dimensions suivantes :

L'éolienne retenue sera de type Nordex N117/3600 HH91

Type de machines	Hauteur nacelle (m)	Diamètre maximal rotor (m)	Hauteur en bout de pale (m)	Garde au sol (m)	Longueur de la pale (m)	Puissance unitaire (MW)
Nordex N117/3600 HH91	91	117	149,3	32,5	57,3	3,6

Ces modèles d'éoliennes sont essentiellement composés des éléments suivants :

- Le **rotor**, composé du **moyeu**, de trois **pales** et du système de calage des pales (système pitch). Les trois pales, reliées au moyeu, sont fabriquées en matière plastique haut de gamme renforcée par des fibres de verre et des fibres de carbone.
- Le **mât** est composé de 3 tronçons. Il est ancré au sol par l'intermédiaire de **fondations**.
- La **nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels précisés ci-après :
 - o Le générateur qui transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
 - o Le multiplicateur ;
 - o Le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique ;
 - o Le système de freinage mécanique ;
 - o Le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
 - o Les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;
 - o Le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

Description du Rotor

Le rotor capte l'énergie du vent circulant sur la surface de la pale et la convertit en électricité par la génératrice. Le rotor des éoliennes de Cernay se compose de 3 pales reliées à un moyeu. Le diamètre du rotor de ces éoliennes sera de 117 m maximum.

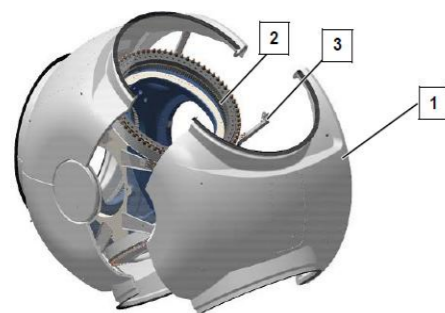
• Pales du rotor :

Les pales de la turbine sélectionnée seront fabriquées en matériau composite de fibre de verre, allié à de la résine époxy. Cette conception permet d'obtenir une structure suffisamment solide, sans augmenter le poids de la pale. La conception du bout de pale permet de maximiser la production électrique tout en réduisant les charges et le bruit créé par le passage de la pale devant le mât. La pale est construite de deux coques qui sont fixées autour de plusieurs poutres intérieures qui maintiennent la structure solidaire.

• Moyeu du rotor :

Le moyeu a pour but de permettre la rotation des pales et d'abriter le système de contrôle. Composé d'une structure en fonte nodulaire rigide sur laquelle est installée le palier de calage de pale et le système porteur. Le moyeu est habillé d'une enveloppe métallique appelée « spinner ». Le spinner permet un accès direct de la nacelle vers le moyeu.

Au sein du moyeu, le système de calage des pales permet de réguler la puissance délivrée dans le cadre de l'exploitation par la réalisation d'un réglage de l'angle des pales du rotor. Chaque pale est commandée et entraînée séparément par un entraînement électromagnétique avec moteur triphasé, un engrenage planétaire, et une unité de commande avec convertisseur de fréquence et alimentation électrique de secours.



Rotor Nordex N117/3600

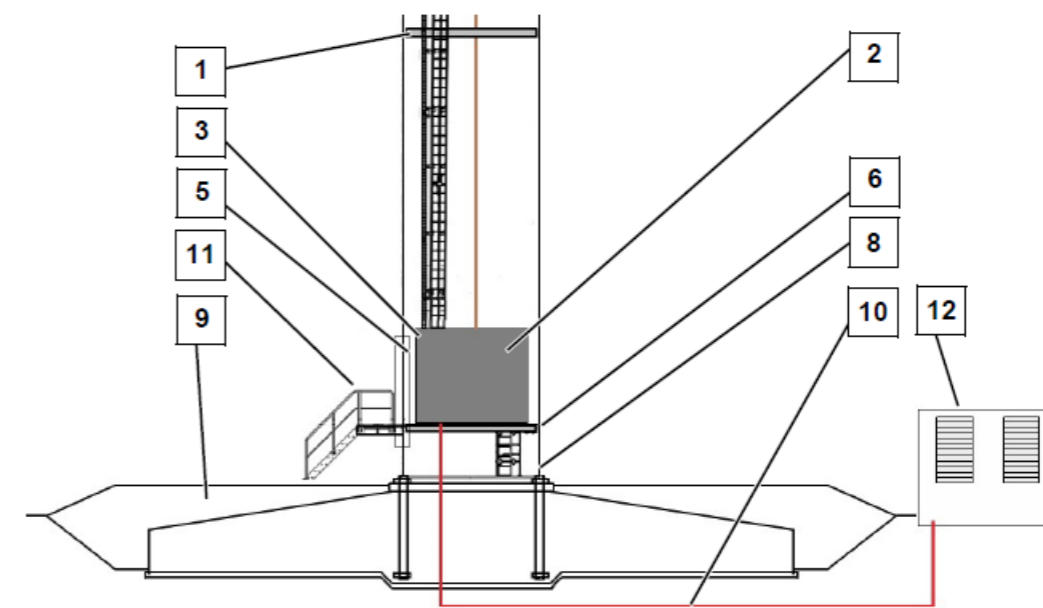
1. Spinner
2. Moyeu
3. Système de calage des pales

Le système de contrôle, lorsque la vitesse du vent est par exemple inférieure à la valeur nominale, sélectionne un angle de tangage pour maximiser la puissance électrique tirée de chaque vitesse de vent. Lorsque la vitesse est au contraire supérieure à la valeur nominale, l'angle utilisé est celui qui fournit la puissance maximale. En cas d'urgence, le frein aérodynamique du

système est activé. Ce système d'arrêt étant hydraulique, il ne nécessite aucune pile, ce qui augmente sa fiabilité. Les pales se tournent ainsi jusqu'à 90° pour le freinage, ce qui interrompt la portance et crée une grande résistance de l'air provoquant ainsi le freinage du rotor (frein aérodynamique).

• Description du mât

Les éoliennes retenues seront installées sur des mâts tubulaires en acier. Il s'agit de mâts cylindriques. Seule la section à laquelle est relié le moyeu est conique. La base du mât comporte plusieurs éléments techniques du système électronique de l'éolienne.



Coupe du pied de mât - Nordex

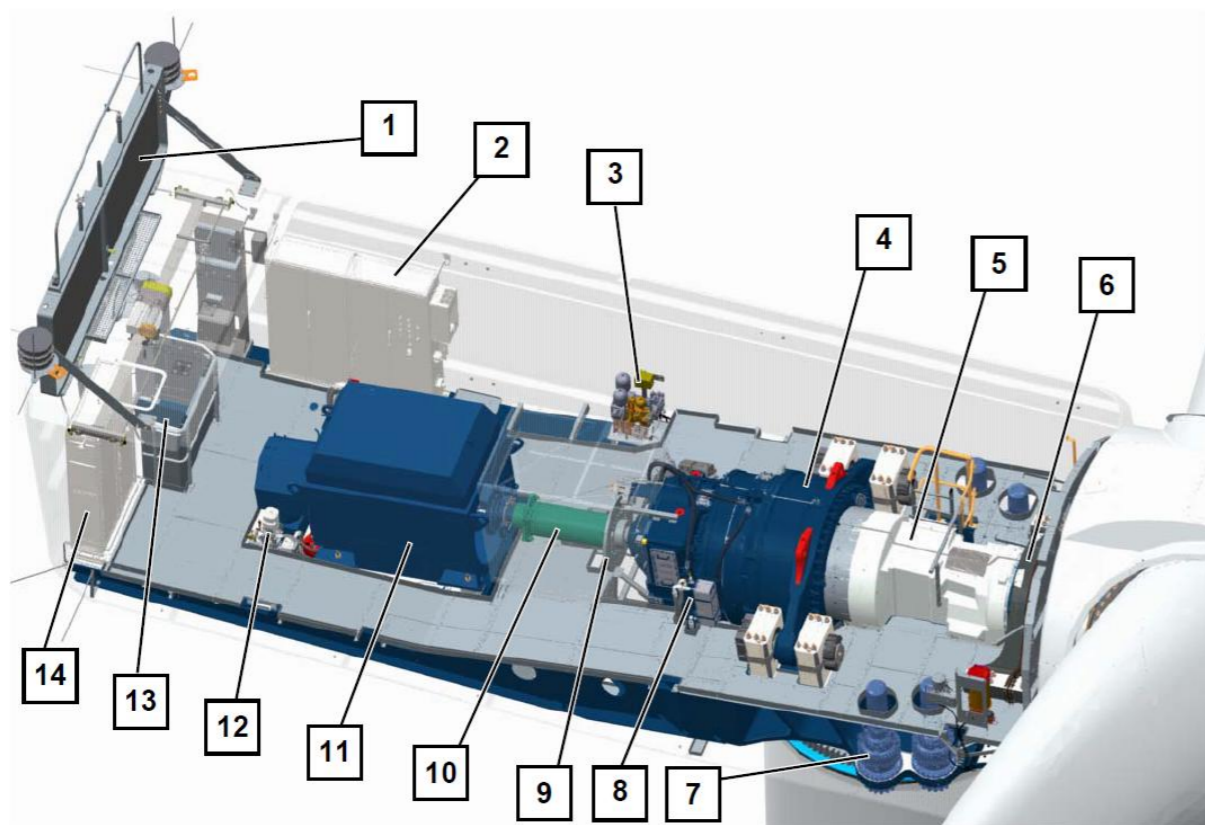
- | | |
|------------------------------------|-------------------------|
| 1 – Seconde plateforme du mât | 8 – Boulons d'ancrage |
| 2 – Installation de commutation MT | 9 – Remblai |
| 3 – Aération/Refroidissement | 10 – Câbles électriques |
| 5 – Porte du mât | 11 – Escaliers du mât |
| 6 – Première plateforme du mât | 12 – Transformateur |

Les fondations standard ont une forme combinée de cône tronqué et cylindrique. Ils sont calculés sur la base de charges d'éoliennes certifiées et en considérant un terrain standard.

Lorsque les valeurs hypothétiques utilisées varient, les valeurs standards établies sont inutiles et les fondations doivent être recalculées. Par conséquent, pour chaque site, les caractéristiques du sol et les données de vent doivent être revues pour s'assurer que la fondation la plus appropriée est sélectionnée. Des études géotechniques seront réalisées avant la construction pour dimensionner les fondations en fonction de la nature du sol.

• Description de la nacelle

La nacelle, composée d'un châssis en fonte et d'une coquille fabriquée en matière plastique renforcée de fibres de verre, contient les éléments présentés ci-dessous :



- | | |
|--|---|
| 1 – Échangeur thermique | 8 – Système de refroidissement de la boîte de vitesse |
| 2 – Topbox | 9 – Frein rotor |
| 3 – Unité hydraulique | 10 – Accouplement |
| 4 – Boîte de vitesse | 11 – Génératrice |
| 5 – Arbre rotor | 12 – Pompe de refroidissement |
| 6 – Roulement du rotor | 13 – Trappe du treuil électrique |
| 7 – Entraînement Système d’Orientation Nacelle | 14 – Transformateur |

Intérieur Nacelle – N117/3600 – Source : Nordex

Le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique : Le générateur est une machine asynchrone à double alimentation, à enroulement de rotor et à bague collectrice. Il est refroidi par un échangeur air-eau. Le système de contrôle permet un fonctionnement à des vitesses variables en utilisant la commande de fréquence d'intensité du rotor.

Il a pour mission de :

- Proposer un fonctionnement optimal quelle que soit la vitesse du vent, maximisant ainsi la production et minimisant les charges et le bruit, grâce à un fonctionnement à vitesse variable.
- Contrôler de la puissance active et réactive via le contrôle de l'amplitude et de la phase du courant rotor.
- Connecter et déconnecter en douceur l'éolienne du réseau électrique.

Le générateur est protégé contre les courts-circuits et les surcharges. Des capteurs situés en des points sur le stator, les roulements et le boîtier de bague collectrice surveillent la température en permanence.

La commande API (Automate Programmable Industriel) surveille le générateur via le codeur de mesure de vitesse magnétique. Cela détecte toute survitesse. Le système de maintenance prédictive reçoit également des lectures des accéléromètres du générateur et d'autres composants de l'éolienne, pour prédire les pannes et les dysfonctionnements de l'éolienne.

Le multiplicateur a pour mission de transmettre la puissance au générateur. Les rouages de la boîte de vitesses ont été conçus pour une efficacité maximale et de faibles niveaux de bruit et de vibrations. Du fait du rapport de transmission, une partie du couple d'entrée est absorbée par les bras de réaction intégrés à la boîte de vitesses. Ces bras de réaction symétriques fixent la boîte de vitesses au châssis grâce à des ponts amortisseurs qui minimisent la transmission des vibrations. L'arbre à grande vitesse est lié au générateur via un accouplement flexible avec limiteur de couple qui empêche les surcharges sur la chaîne de transmission.

La boîte de vitesses dispose d'un système de lubrification principal avec un système de filtrage associé à l'arbre rapide.

Les composants et les paramètres de fonctionnement du réducteur sont surveillés par différents capteurs, à la fois du système de commande et du système de maintenance prédictive. Tous les réducteurs sont soumis à des tests de charge à puissance nominale lors de leur fabrication. Ces tests réduisent les probabilités de défaillance pendant le fonctionnement et garantissent la qualité du produit.

Le transformateur permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique. Le transformateur triphasé encapsulé à sec a différentes tensions de sortie, diverses plages de puissance apparente et a été conçu spécifiquement pour les applications d'énergie éolienne. Il est ancré rigidement au cadre arrière de la nacelle dans un compartiment séparé par une paroi métallique, qui assure l'isolation thermique et électrique des autres composants de la nacelle. Le compartiment est refroidi par ventilation forcée de l'air extérieur sec à travers une grille située sous le transformateur et par extraction forcée par le module d'extraction d'air, situé dans la partie supérieure du compartiment.

Les éoliennes seront composées des **systèmes de freinage** suivant :

- Un frein principal : de type aérodynamique grâce à des pales à mise en drapeau complète. Le système de contrôle de pas est indépendant pour chaque pale et assure ainsi la sécurité en cas de défaillance de l'une d'entre elles.
- Un frein mécanique : comprenant un frein à disque à embrayage hydraulique monté sur l'arbre rapide de la boîte de vitesses. Ce frein mécanique n'est utilisé que comme frein de stationnement ou lorsqu'un bouton-poussoir d'arrêt d'urgence a été engagé.

Le système d'orientation de la nacelle place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie (« Active Yaw »). Il permet à la nacelle de tourner autour de l'axe de la tour. Il est activé électriquement par le système de commande de l'éolienne à partir des données reçues des girouettes et anémomètres. Ainsi, une indication de vent permet d'actionner la nacelle afin qu'elle s'oriente dans la position qui permettrait au rotor de balayer une surface de vent plus importante, et ainsi de produire davantage d'électricité.

Principe de fonctionnement de l'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 environ 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

Pour un aérogénérateur de type N117, 3,6 MW par exemple, la production électrique atteint 3 600 kWh dès que le vent atteint environ 55,8 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 660 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 90 km/h (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité.

Système du fonctionnement - Eolienne Nordex N117/3600 HH91		
Conditions climatiques	Température ambiante de survie	-20 °C à +50 °C
	Puissance nominale	- 10 °C à +40 °C
	Arrêt	-10 °C, redémarrage à -8 °C
	Certificat	Norme CEI 61400-1
Conception technique	Puissance nominale	3600 kW
	Régulation de puissance	Variation active de pale individuelle
	Diamètre du rotor	116,8 m
	Hauteur du moyeu	91 m
	Concept de l'installation	Boite de vitesse, vitesse de rotation variable
	Plage de vitesse de rotation du rotor	7.9 à 14.1 tours par min
Rotor <i>Capte l'énergie mécanique du vent et la transmette à la génératrice</i>	Type	Orientation active des pales face au vent
	Sens de rotation	Sens horaire
	Nombre de pales	3
	Surface balayée	10 715 m ²
	Contrôle de vitesse	Variable via microprocesseur
	Contrôle de survitesse	Pitch électro motorisé indépendant sur chaque pale
	Matériau des pales	Plastique renforcé à la fibre de verre et de carbone
Nacelle <i>Supporte le rotor et abrite le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité</i>	Arbre de rotor <i>Transmet le mouvement de rotation des pales</i>	Entraîné par les pales
	Multiplicateur <i>Augmente le nombre de rotation de l'arbre</i>	Engrenage planétaire à plusieurs étages (3) + étage d'engrenage droit Tension nulle
	Génératrice <i>Produit l'électricité</i>	Asynchrone à double alimentation Tension de 660 V
Système de freinage	Frein principal aérodynamique	Frein à disque avec étriers de frein hydraulique
	Frein auxiliaire mécanique	Frein à disque à actionnement actif sur l'arbre rapide
Mât	Type	Tubulaire en acier

Système du fonctionnement - Eolienne Nordex N117/3600 HH91		
<i>Supporte le rotor et la nacelle</i>	Nombre de sections	3
	Protection contre la corrosion	Revêtement multicouche résine époxy
	Fixation du pied du mât	Cage d'ancrage noyée dans le béton de fondation
Transformateur <i>Elève la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau</i>	Caractéristiques	Situé en nacelle Tension de 20kV à la sortie
Fondation <i>Ancre et stabilise le mât dans le sol</i>	Type	En béton armé, de forme octogonale
	Dimensions	Design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction.
Périodes de fonctionnement	1,1 à 3 m/s	Un automate, informé par une girouette, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent
	Environ 3 m/s	Le vent est suffisant pour générer de l'électricité. L'éolienne peut être couplée au réseau électrique
	> 3 m/s	La génératrice délivre un courant électrique alternatif, dont l'intensité varie en fonction de la vitesse du vent
	15.5 à 24,5 m/s	L'éolienne fournit sa puissance nominale. Cette dernière est maintenue constante grâce à une réduction progressive de la portance des pales. La plage de fonctionnement est dépendante de la puissance nominale de la turbine.
Poste de livraison <i>Adapte les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public</i>	Caractéristiques	Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV

3. Description des travaux nécessaires à la réalisation du parc éolien

Une fois l'autorisation environnementale obtenue, les services d'ENERGITER (anciennement Eurocape New Energy France) se chargeront pour le compte de la SAS Ferme éolienne de Cernay, de l'ensemble des démarches d'ordre juridiques et financières permettant d'initier la phase de chantier.

Avant la préparation des travaux, la définition des plans d'exécution dans le respect des aménagements autorisés et l'organisation précise d'un calendrier de chantier, ENERGITER aura la responsabilité de consolider les fondations juridiques du projet (signature des baux emphytéotiques et des servitudes sous seing notarié avec les propriétaires fonciers concernés, gestion d'un éventuel contentieux devant les juridictions compétentes, sécurisation définitive du financement).

La résolution de ces différents points conditionne le financement effectif et, par conséquent, la mise en œuvre du chantier. Une fois cadré d'un point de vue logistique et après la sélection de l'ensemble des prestataires, celui-ci se déroule selon les étapes suivantes dans un délai d'environ 9 à 11 mois.

3.1. Prise en main du site

Cette étape se traduit essentiellement par les événements suivants :

- Installation d'une base vie de chantier à proximité du site
- Mise en place des panneaux d'informations relatives au chantier et à la sécurité



- Organisation d'une réunion de lancement

Cette réunion est effectuée sur le site avec l'ensemble des prestataires sélectionnés pour la réalisation des différentes phases du chantier. Elle permet notamment de rappeler les mesures de sécurité et les mesures de préservations écologiques dont le respect devra impérativement accompagner le déroulement des travaux.

3.2. Préparation du terrain pour la création des pistes, plateformes et le raccordement électrique

- Décapage de la terre végétale sur les emprises nécessaires au chantier

- Busage



- Réalisation du premier suivi écologique de chantier

La fréquence de ces suivis pendant le chantier sera variable selon la période du chantier et la nature des enjeux en présence.

3.3. Réalisation du raccordement électrique inter-éolien

La tranchée est creusée sur une profondeur d'environ 1,2 mètre et une largeur d'environ 0,6 mètre. L'ensemble des matériaux extraits est déposé le long de la tranchée.



3.4. Excavation

Une pelle-mécanique intervient sur site afin de creuser le sol sur un volume déterminé permettant d'accueillir les futures fondations des éoliennes, dimensionnées après la réalisation des expertises géotechniques.



3.5. Stabilisation des voies d'accès et des plateformes de grutage

- Agrandissement de certaines voiries existantes



- Création de chemins et plateformes



Les pistes seront stabilisées sur 4 mètres de large de manière à supporter le passage des engins pour la construction. La structure des pistes sera composée de plusieurs couches :

- Couche de forme : à base de matériaux de granulométrie continue ou, si le terrain le permet, par traitement au liant hydraulique avec interposition d'un géotextile anti-contaminant. L'épaisseur de la couche de forme varie selon les caractéristiques mécaniques du terrain de façon à atteindre une portance minimale de 2 Mpa.
- Couche de roulement : à base de matériaux de granulométrie continue. Epaisseur : 15 à 25 cm.



3.6. Travaux au poste source

L'évacuation de l'énergie nouvellement produite par le parc éolien peut nécessiter la réalisation de travaux au sein du poste source électrique qui fait l'interface entre le réseau de distribution de l'électricité et le réseau de transport.

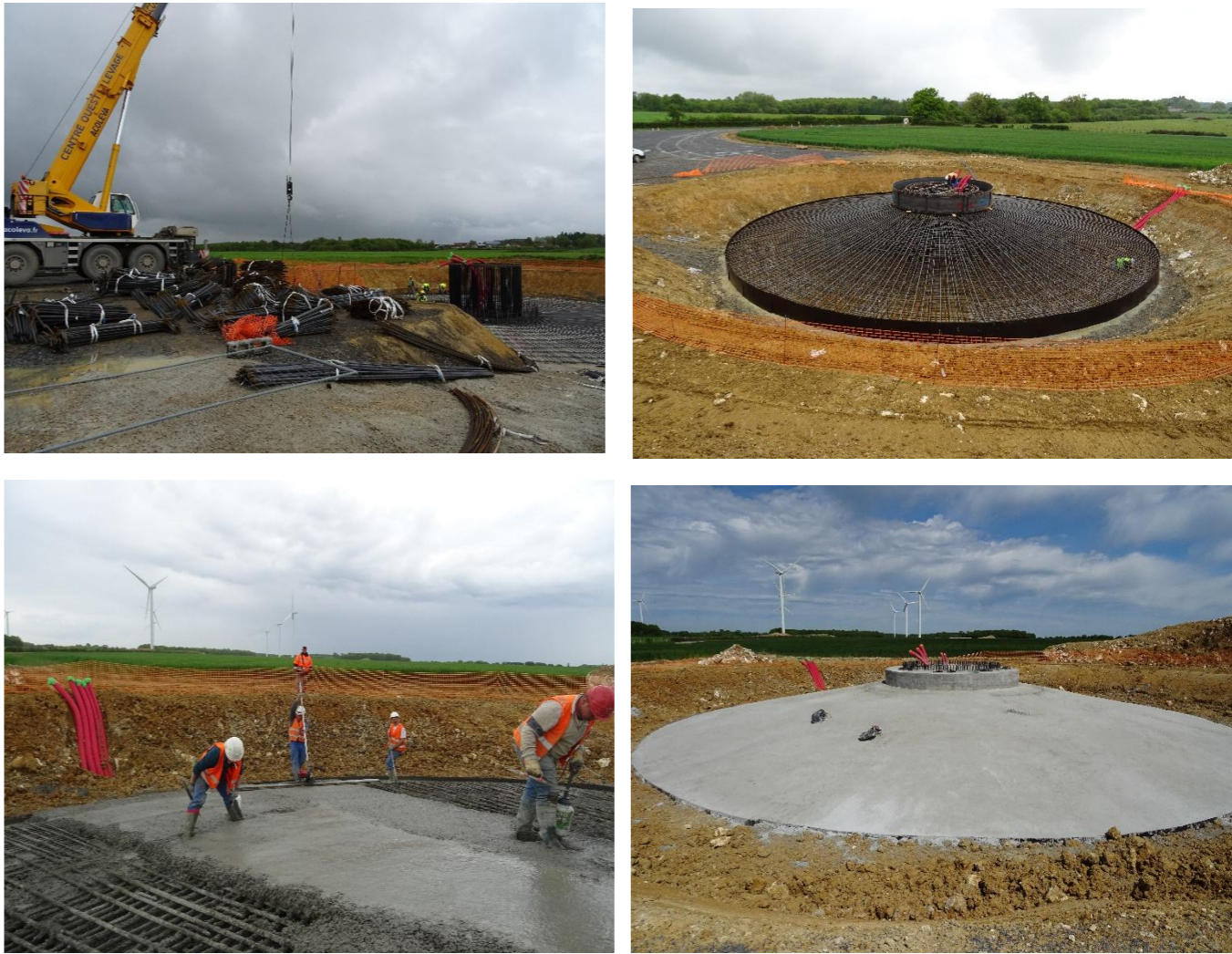


3.7. Raccordement entre le parc éolien et le poste source



3.8. Réalisation des fondations

Après validation par un géotechnicien, le ferrailage sera mis en place dans les cavités issues des opérations d'excavation et le coulage de la fondation sera réalisé en une seule fois (organisation d'une rotation en flux tendu des camions-toupies de béton).



3.9. Installation du poste de livraison



3.10. Acheminement sur site et stockage des éléments de composition de l'éolienne

Les camions transportant les pales et la nacelle empruntent les pistes de construction, déposent leur chargement avec l'aide d'une grue et ressortent en marche arrière par le même chemin ; cette manœuvre est possible grâce aux remorques « rétractables » utilisées pour le transport de ce type de chargement.

Des aires de stockage temporaires, intégrées à la plateforme à proximité de l'emplacement prévu de chaque éolienne, accueilleront les composants de l'éolienne. L'emplacement réservé aux pales ne fera pas l'objet d'aménagement particulier. Cette aire temporaire sera de très courte durée : 15 jours environ. Un autre espace sera réservé au dépôt de matériel divers. A l'image de la plateforme de montage, le sol sera stabilisé pendant la durée du chantier.

3.11. Montage de l'éolienne

La tour est d'abord assemblée, puis le rotor. Ensuite, la nacelle est hissée et le rotor assemblé à cette dernière.



4. L'activité d'exploitation du parc éolien

4.1. Entretien des équipements principaux

Une maintenance prédictive et préventive des éoliennes sera mise en place dans le cadre de l'exploitation du parc éolien de Cernay.

L'activité de maintenance porte essentiellement sur l'analyse des huiles, l'analyse vibratoire des machines tournantes et l'analyse électrique des éoliennes.

La maintenance préventive des éoliennes a pour but de réduire les coûts d'interventions et d'immobilisation des éoliennes. En effet, grâce à la maintenance préventive, les arrêts de maintenance sont programmés et optimisés afin d'intervenir sur les pièces d'usure avant que n'intervienne une panne. Les arrêts de production d'énergie éolienne sont anticipés pour réduire leur durée et leurs coûts.

De manière générale, les maintenances préventives se déroulent après le premier trimestre suivant la mise en service du parc éolien. D'autres opérations ont lieu six mois après, puis un an après. À la livraison des ouvrages, le constructeur remet un manuel d'utilisation contenant une partie dédiée à l'entretien.

L'entretien annuel est beaucoup plus poussé que l'entretien semestriel, il se compose des étapes suivantes :

- Lubrifications (pales, axe lent, génératrice, réducteurs d'orientation, etc...);
- Vérification visuelle des pales ;
- Vérification des boulons (des pales et de la tour), visuelle ou par échantillonnage ;
- Test du groupe hydraulique ;
- Inspection du multiplicateur, de la génératrice, du transformateur, des systèmes de freins ;
- Tests de fonctionnement via l'automate (survitesse, etc...)

L'ensemble des opérations est consigné dans une check-list, un document d'une trentaine de pages.

À ces opérations d'entretien, s'ajoutent des vérifications du bon état des pales de l'éolienne et une série de contrôles réglementaires (lignes de vie, rail, treuil de levage, monte-personne, etc...).

4.2. Gestion à distance des éoliennes

L'exploitation des éoliennes ne fera pas l'objet d'une présence permanente sur site, mis à part lors des opérations de maintenance. Le fonctionnement du parc éolien est entièrement automatisé et contrôlé à distance depuis le centre d'exploitation ENERGITER de Montpellier (34).

L'exploitation s'effectue par l'utilisation d'un Automate Programmable Industriel (API) qui analyse en permanence les données en provenance des différents capteurs de l'installation et de l'environnement (conditions météorologiques, vitesse de rotation des pales, production électrique, niveau de pression du réseau hydraulique etc...) et qui contrôle les commandes en fonction des paramètres.

Sur un moniteur de contrôle placé au niveau du poste électrique de livraison, toutes les données d'exploitation peuvent être affichées et contrôlées, et des fonctions telles que le démarrage, l'arrêt et l'orientation des pales peuvent être commandées.

De plus, les éoliennes seront équipées d'un système de contrôle à distance des données. La supervision peut s'effectuer à distance depuis un PC équipé d'un navigateur Internet et d'une connexion ADSL ou RNIS. Un logiciel de supervision (SCADA – Supervising Control And Data Acquisition) sera utilisé. Le SCADA constitue un terminal de dialogue entre l'automate et son système d'entrée/sortie, connecté en réseau au niveau des armoires de contrôle placées dans la nacelle et dans le pied de l'éolienne.

4.3. Méthodes et moyens d'intervention

En cas de sinistre, les pompiers seront prévenus par le personnel du site ou les riverains directement par le 18. L'appel arrivera au Centre de Traitement des Appels (CTA), qui est capable de mettre en œuvre les moyens nécessaires en relation avec l'importance du sinistre. Cet appel sera ensuite répercuté sur le Centre de Secours disponible et le plus adapté au type de sinistre.

Une voie d'accès donne aux services d'intervention un accès facilité au site du parc éolien.

Les moyens d'intervention une fois l'incident ou accident survenu sont des moyens de récupération des fragments : grues, engins, camions.

En cas d'incendie avancé, les sapeurs-pompiers se concentreront sur le barrage de l'accès au foyer d'incendie. Une zone de sécurité avec un rayon de 500 mètres autour de l'éolienne devra être respectée.

Le programme préventif de maintenance s'étale sur quatre niveaux :

- Type 1 : vérification après 500 à 1500 heures de fonctionnement (contrôle visuel du mât, des fixations fondation/tour, tour/nacelle, rotor... et test du système de déclenchement de la mise en sécurité de l'éolienne),
- Type 2 : vérification semestrielle des équipements mécaniques et hydrauliques,
- Type 3 : vérification annuelle des matériaux (soudures, corrosions), des équipements mécaniques et hydrauliques, de l'électrotechnique et des éléments de raccordement électrique
- Type 4 : vérification quinquennale de forte ampleur pouvant inclure le remplacement des pièces.

Chacune des interventions sur les éoliennes ou leurs périphériques fait l'objet de l'arrêt du rotor pendant toute la durée des opérations.

4.4. Maintenance curative

Il s'agit des opérations de maintenance réalisées suite à des défaillances de matériels ou d'équipements (ex : remplacement d'un capteur défaillant, ajout de liquide de refroidissement faisant suite à une fuite ...). Ces opérations sont faites à la demande, dès détection du dysfonctionnement, de façon à rendre l'équipement à nouveau opérationnel.

4.5. Moyens déployés pour la sécurité de l'installation éolienne

Conformément aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation, le parc éolien de Cernay respectera les dispositions qui suivent :

▪ Concernant le risque incendie (articles 16,23 et 24 de l'arrêté du 26 août 2011⁹)

« L'intérieur de l'aérogénérateur est maintenu propre. L'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables est interdit. »

« Chaque aérogénérateur est doté d'un système de détection qui permet d'alerter, à tout moment, l'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné, en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse de l'aérogénérateur.

L'exploitant, ou un opérateur qu'il aura désigné, est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de quinze minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. L'exploitant dresse la liste de ces détecteurs avec leur fonctionnalité et détermine les opérations d'entretien destinées à maintenir leur efficacité dans le temps.

Chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte contre l'incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, notamment :

- *D'un système d'alarme qui peut être couplé avec le dispositif mentionné à l'article 23 et qui informe l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal. Ce dernier est en mesure de mettre en œuvre les procédures d'arrêt d'urgence mentionnées à l'article 22 dans un délai de soixante minutes.*
- *D'aux moins deux extincteurs situés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils sont positionnés de façon bien visible et facilement accessible. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Cette disposition ne s'applique pas aux aérogénérateurs ne disposant pas d'accès à l'intérieur du mât. »*

▪ Concernant le risque de projection de glace (article 25 de l'arrêté du 26 août 2011)

« Chaque aérogénérateur est équipé d'un système permettant de détecter ou déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur est mis à l'arrêt dans un délai maximal de soixante minutes. L'exploitant définit une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales... »

▪ Concernant le risque de foudre (article 9 de l'arrêté du 26 août 2011)

« Les aérogénérateurs doivent respecter les dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010). L'exploitant doit tenir à disposition de l'inspection des installations classées, les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée. Les opérations de maintenance doivent inclure un contrôle visuel et des éléments susceptibles d'être impactées par la foudre. »

⁹ [Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.](#)

5. Démantèlement et remise en état

5.1. Réglementation applicable

L'article **L 515-46 du Code de l'environnement** établit un principe de responsabilité de l'exploitant d'ouvrages éoliens en matière de démantèlement et de remise en état du site. Ce principe s'accompagne de deux déclinaisons juridiques permettant d'en assurer la pleine efficacité :

1. La responsabilité de la société-mère en cas de défaillance de sa « fille » exploitant l'installation
2. L'obligation de constitution de garanties financières nécessaires à la réalisation des opérations de démantèlement.

Le principe législatif est complété par l'**arrêté du 26 août 2011** relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, modifié par les arrêtés du 6 novembre 2014 du 22 juin 2020, du 10 décembre 2021, et pris en application de l'article R 515-106 du Code de l'environnement. Celui-ci précise en son article 29 :

« 1. Les opérations de démantèlement et de remise en état des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent prévues à l'article R. 515-106 du code de l'environnement comprennent :

1. Le démantèlement des installations de production d'électricité, des postes de livraison ainsi que les câbles dans un rayon de 10 mètres autour des aérogénérateurs et des postes de livraison ;
2. l'excavation de la totalité des fondations jusqu'à la base de leur semelle, à l'exception des éventuels pieux. Par dérogation, la partie inférieure des fondations peut être maintenue dans le sol sur la base d'une étude adressée au préfet démontrant que le bilan environnemental du décaissement total est défavorable, sans que la profondeur excavée ne puisse être inférieure à 2 mètres dans les terrains à usage forestier au titre du document d'urbanisme opposable et 1 m dans les autres cas. Les fondations excavées sont remplacées par des terres de caractéristiques comparables aux terres en place à proximité de l'installation
3. La remise en état qui consiste en le décaissement des aires de grutage et des chemins d'accès sur une profondeur de 40 centimètres et le remplacement par des terres de caractéristiques comparables aux terres à proximité de l'installation, sauf si le propriétaire du terrain sur lequel est sise l'installation souhaite leur maintien en l'état. »

L'excavation des fondations lors du démantèlement devra donc être réalisée intégralement.

5.2. Durée de vie du parc éolien

La durée d'exploitation d'un parc éolien est généralement estimée à 25 années (30 ans maximum) pour les nouveaux parcs.

Par ailleurs, certains éléments électrotechniques de l'éolienne, notamment le transformateur, peuvent être réutilisés au-delà de 25 ans dans le cadre d'autres projets et demeurent des valeurs industrielles qui échappent pour un temps supplémentaire au processus de recyclage.

5.3. Masses des différents composants de l'éolienne

Au regard de la documentation technique des constructeurs, les volumes des composants des éoliennes qui, à terme, seront concernées par les opérations de déconstruction, se répartissent de la façon suivante :

- Entre 350 et 500 tonnes d'acier,
- Entre 500 et 650 m³ de béton,
- Entre 35 et 60 tonnes de matériaux composites,
- Environ 2 et 4 tonnes de cuivre,
- Entre 30 et 40 tonnes de composants électriques.

La valorisation et la revente de certains de ces matériaux, notamment l'acier, le cuivre, une partie des composants électriques, etc.), permet de couvrir au moins en partie les coûts liés au démantèlement.

Composant	Matériaux	Poids approximatif N117 HH 91 3,6
Pale (Rotor)	Matériaux composites et fibre de verre / Cuivre / Composants électriques	11.7 t par pale
Moyeu (Rotor)	Acier / Composant électriques / Matériaux composites	Approx 36.73 t
Nacelle	Matériaux composites / Acier / Composant électriques / Cuivre	Approx 60,53 t (sans groupe motopropulseur) Approx 62.4 t (avec groupe motopropulseur)
Mât	Acier / Aluminium	Top section : 43 t MID2 : 49,7 t MID1 : 65,4 t Bottom section : 65,4 t
Fondation	Béton	622 m ³
	Cage d'ancrage	9,6 t max
Déchets dangereux	Huiles, graisses, liquide de refroidissement	Approx 2.8 t

5.4. Processus de démantèlement et de remise en état

1	Installation du chantier	Mise en place du panneau de chantier, des dispositifs de sécurité, du balisage de chantier autour des éoliennes et de la mobilisation, location et démobilité de la zone de travail.
2	Découplage du parc	Mise hors tension du parc au niveau des éoliennes ; mise en sécurité des éoliennes par le blocage de leurs pales ; rétablissement du réseau de distribution initial, dans le cas où le gestionnaire du réseau local ou RTE ne souhaiterait pas conserver ce réseau.
3	Démontage des éoliennes	Procédure inverse au montage.
		Recyclage ou traitement par des filières spécialisées
4	Démantèlement des fondations	Excavation de la totalité des fondations jusqu'à la base de la semelle.
5	Démantèlement du raccordement électrique	Retrait de 10 m de câbles autour des éoliennes et du poste de livraison.
6	Remise en état du site	Décaissement des aires de grutage et des chemins d'accès sur une profondeur de 40 centimètres.
		Remplacement des aires de grutage, des chemins d'accès et des fondations excavées par des terres de caractéristiques comparables aux terres à proximité de l'installation.

Dans de bonnes conditions météorologiques, le temps consacré au démantèlement d'une éolienne est estimé entre trois et cinq jours.

Une fois les différents équipements du parc éolien retirés, les fondations seront détruites et intégralement enlevées, conformément à la réglementation. Les emplacements des fondations seront rebouchés de terre végétale, les pistes et aires de grues seront décompactées. Les mêmes mesures de prévention et de réduction que celles prévues pour le chantier seront appliquées.

Dans l'hypothèse où certains accès seraient utiles à l'exploitation agricole, et en cas de demande en ce sens, la préservation des aménagements en question sera discutée par les usagers et la municipalité.

Les activités agricoles pourront reprendre à l'issue du démantèlement.

Les dispositions liées au démantèlement des parcs éoliens sont encadrées par l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.