



DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

Projet éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie

PIECE N° 1 : DESCRIPTION DU PROJET

- Février 2022 -

Version incluant les compléments pour recevabilité – Novembre 2023



Suivi du document**Maitrise des enregistrements / Référence du document :**

Référence	Versions
03_VOLTALIA_Beaune_Allier_1_DescriptionProjet_v1.docx	<p><i>Versions < 1 (0.1, 0.2, ...) versions de travail</i> <i>Version 1 : version du document à déposer</i> <i>Versions >1 : modifications ultérieures du document</i></p>

Evolutions du document :

Version	Date	Rédacteur(s)	Vérificateur(s)	Modification(s)
0.1	14/01/2022	JL	LR	Modifications diverses
1	15/02/2022	JL	LR	/
2	22/11/2023	JL	LR	Version complétée

Intervenants :

		Initiales	Société
Rédacteur (s) du document :	Julien LHOMME	JL	IMPACT ET ENVIRONNEMENT
Vérificateur (s) :	Lucien Richard	LR	VOLTALIA

Contact :

Lucien RICHARD
Chef de projets

1330 Rue Jean René Guilbert
Gauthier de la Lauzière
13856 Aix-en-Provence Cedex 3

/

06.38.70.92.60

l.richard@voltalia.com

Société	
Personne référente :	
Adresse :	
Contact :	Tel fixe :
	Tel mobile :
	E-mail :

Le document suivant intègre les retours à la demande de complément transmise par la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Auvergne-Rhône-Alpes le 25 mai 2022. Afin de faciliter le suivi des modifications qui ont été apportées au document, ces dernières seront proposées avec un colorie de police différente. Les modifications vont donc apparaître en BLEU :

Exemple : Modifications apportées au document en réponse à la demande de complément transmise par la préfecture d'Ille-et-Vilaine.

INTRODUCTION

L'objet de ce document est de présenter les différentes composantes du **Projet Eolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie** afin de respecter les articles R.181-13-4°, R.181-15-2-1-2° et R122-5-2° du code de l'environnement décrivant le contenu de la Demande d'Autorisation Environnementale et de l'Etude d'impact.

Il s'agit donc ici de présenter succinctement les principes généraux qui régissent un parc éolien, la société pétitionnaire, la localisation du projet et avec davantage de détails : les propriétés techniques du projet comprenant, une estimation de la production attendue les caractéristiques des aérogénérateurs, des postes de livraison, des plateformes et chemins d'accès, du raccordement interne et externe, etc. Les grandes étapes de vie du projet éolien seront également décrites afin de détailler les opérations réalisées lors des phases de travaux, d'exploitation et de démantèlement.

	Pièce n°1 : Description du projet	CERFA N°15964*01 PJ N°46
	Pièce n°2 : La note de présentation non-technique	CERFA N°15964*01 PJ N°7
	Pièce n°3 : Justificatif de maîtrise foncière	CERFA N°15964*01 PJ N°3
	Pièce n°4.1 : L'étude d'impact	CERFA N°15964*01 PJ N°4/52
	Pièce n°4.2 : Le Résumé Non-Technique de l'étude d'impact	CERFA N°15964*01 ANNEXE PJ N°4
	Pièce n°5.1 : Expertise liée à l'étude d'impact - Etude écologique incluant l'évaluation des incidences Natura 2000	CERFA N°15964*01 ANNEXE PJ N°4
	Pièce n°5.2 : Expertise liée à l'étude d'impact - Etude acoustique	CERFA N°15964*01 ANNEXE PJ N°4
	Pièce n°5.3 : Expertise liée à l'étude d'impact - Etude paysagère	CERFA N°15964*01 ANNEXE PJ N°4
	Pièce n°6 : L'étude de dangers et son Résumé Non-Technique	CERFA N°15964*01 PJ N°46/49
	Pièce n°7 : Capacités techniques et financières	CERFA N°15964*01 PJ N°47/60/68
	Pièce n°8 : Accords et avis consultatifs (Avis DGAC, Météo-France et Défense si nécessaire et disponible, Avis du maire ou président de l'EPCI et des propriétaires pour la remise en l'état du site)	CERFA N°15964*01 PJ N°1/2/48/62/63
	Pièce n°9 : Eléments graphiques et plans règlementaires	CERFA N°15964*01 PJ N°1/2/32/48/66

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	3
SOMMAIRE	4
TABLES DES ILLUSTRATIONS.....	4
DESCRIPTION DU PROJET EOLIEN DE BEAUNE-D'ALLIER EOLIEN ENERGIE	5
I.1. PRINCIPES GENERAUX DE FONCTIONNEMENT D'UNE EOLIENNE ET D'UN PARC EOLIEN : PROCEDES DE FABRICATION ET MATIERES MISES EN OEUVRE (PJ N°46).....	5
I.1.1. Procédés de fabrication	5
I.1.2. Matières mises en œuvre.....	5
I.2. LES ACTEURS DU PROJET	6
I.3. LOCALISATION DU PROJET	6
I.4. DESCRIPTION DE L'IMPLANTATION ET DE LA TECHNOLOGIE RETENUES.....	8
I.5. PRODUCTION ATTENDUE.....	8
I.6. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU PARC EOLIEN	14
I.6.1. Les différents composants de l'éolienne retenue	14
I.6.2. Caractéristiques des accès	22
I.6.3. Caractéristiques du raccordement électrique	24
I.7. DESCRIPTION DES ETAPES DE LA VIE DU PARC.....	27
I.7.1. Construction.....	27
ANNEXE 1 : CERTIFICATIONS DU MODELE D'EOLIENNE GE103 UTILISE POUR DEFINIR LE GABARIT TYPE DE CETTE ETUDE	33

TABLES DES ILLUSTRATIONS



LES FIGURES

Figure 1 : Représentation schématique d'une éolienne (Source : EDF)	5
Figure 2 : Schématisation d'un parc éolien (Source : ADEME)	5
Figure 3 : Répartition des projets de VOLTALIA en exploitation, construction et en Instruction en France	6
Figure 4 : Les experts consultés pour le développement du projet	6
Figure 5 : Localisation du projet	7
Figure 6 : Plan d'élévation du Gabarit Type – 2/3 MW – 133 m	9
Figure 7 : Plan d'implantation du parc éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie – Fond topographique	10
Figure 8 : Plan d'implantation du parc éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie – Fond orthophotographique	11
Figure 9 : Plan de masse de l'implantation retenue	12
Figure 10 : Schéma type d'une fondation pour une éolienne VESTAS V100	14
Figure 11 : Coupe transversale d'une nacelle en 3D (Source : VESTAS)	15
Figure 12 : Type de pale avec serrations	16
Figure 13 : Signalisation en haut de nacelle sur une éolienne VESTAS (Source : VESTAS)	17
Figure 14 : Balisage lumineux standard d'une éolienne isolée.....	17
Figure 15 : Illustration des règles du balisage diurne des champs éoliens terrestres (Source : Arrêté 23/04/2018).....	17
Figure 16 : Exemple de la visibilité en azimut des feux intermédiaires de faible intensité de type B en périphérie de champ éolien	17
Figure 17 : Balisage lumineux nocturne d'une éolienne secondaire	18
Figure 18 : Illustration des règles du balisage nocturne des champs éoliens terrestres (Source : Arrêté 23/04/2018).....	18
Figure 19 : Qualification du projet de parc éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie selon les critères définis par l'arrêté du 23 avril 2018 relativ au balisage lumineux	19
Figure 20 : Organisation du chantier sur les plateformes de montage (Source : VESTAS)	21

Figure 21 : Différents plans-types d'une plateforme de montage pour une éolienne V100 (Source : VESTAS)	21
Figure 22 : Pentes longitudinales et transversales pour le transport	22
Figure 23 : Rayons longitudinaux.....	22
Figure 24 : Porte-à-faux des pales et zones de survols (Source : VESTAS).....	22
Figure 25 : exemple de cunette réalisée en bordure de voirie (source : VESTAS)	22
Figure 26 : Transport d'une pale	22
Figure 27 : Transport de la nacelle	23
Figure 28 : Transport d'une section du mât	23
Figure 29 : Illustration d'un "blade lifter" négociant un virage serré	23
Figure 30 : Raccordement électrique des installations	24
Figure 31 : Exemple de câbles MT pour raccordement électrique interne	24
Figure 32 : Exemple de câble de raccordement électrique interne type NF C33-226	24
Figure 33 : Coupe type de tranchées utilisées pour le raccordement électrique interne du parc éolien	24
Figure 34 : Plan de raccordement électrique interne	25
Figure 35 : Coupe-type du poste de livraison (Source : VOLTALIA)	25
Figure 36 : Tracé pressentis pour le raccordement électrique externe	26
Figure 37 : Illustration d'un passage de câbles électriques sous voirie (Source : La Voix du Nord, Ouest France)	26
Figure 38 : Exemple de câble de raccordement électrique souterrain (Source : RTE)	27
Figure 39 : Vue en coupe de la tranchée de liaison électrique au poste source.....	27
Figure 40 : Quantité moyenne de matériaux par MW éolien et possibilités de recyclage (Source : ADEME)	31



LES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition de la capacité éolienne exploitée en France au 30 juin 2019	6
Tableau 2 : Caractéristiques techniques principales des modèles d'éoliennes envisagés pour le projet éolien des Beaune d'Allier Eolien Energie	8
Tableau 3 : Coordonnées des éoliennes et du poste de livraison.....	8
Tableau 4 : Caractéristiques des fondations pour le Gabarit Type - 2/3 MW - 133 m	14
Tableau 5 : Surfaces concernées par les fondations (cas pour une éolienne VESTAS V100)	14
Tableau 6 : Les principales étapes de construction d'une fondation pour une éolienne VESTAS	14
Tableau 7 : Caractéristiques du mât pour le Gabarit Type - 2/3 MW - 133 m	15
Tableau 8 : Caractéristiques de la nacelle et du transformateur pour le Gabarit Type - 2/3 MW - 133 m	15
Tableau 9 : Caractéristiques du rotor et des pales pour le Gabarit Type - 2/3 MW - 133 m	16
Tableau 10 : Altitude en bout de pale des éoliennes (mètres NGF)	18
Tableau 11 : Surface des différentes plateformes et aménagements annexes	20
Tableau 12 : Longueur et poids du convoi transportant une pale	22
Tableau 13 : Synthèse des surfaces des aménagements de voirie à réaliser	23
Tableau 14 : Longueur de câble posé pour chaque section du raccordement	24
Tableau 15 : Caractéristiques du poste-source de « COMMENTRY » auxquels pourrait être raccordé le projet (Source : RTE/ENEDIS)	26
Tableau 16 : Détails du traitement des déchets de chantier (origine, stockage, traitement, etc.)	28
Tableau 17 : Déchets générés par l'exploitation des aérogénérateurs et mode de traitement	28

DESCRIPTION DU PROJET EOLIEN DE BEAUNE-D'ALLIER EOLIEN ENERGIE

I.1. PRINCIPES GENERAUX DE FONCTIONNEMENT D'UNE EOLIENNE ET D'UN PARC EOLIEN : PROCÉDÉS DE FABRICATION ET MATERIES MISES EN OEUVRE (PJ N°46)

I.1.1. PROCÉDÉS DE FABRICATION

Les données présentées ci-dessous, sont issues de la description générique établie par l'INERIS dans son guide technique¹. L'éolienne, aussi appelée aérogénérateur, a pour objectif de produire de l'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent. Pour se faire, elle se compose de trois éléments principaux :

- **le rotor**, qui est composé de trois pales, construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- **le mât**, est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier, ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, le mât abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique (le transformateur peut aussi être installé dans la nacelle).
- **la nacelle**, abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - *le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique,*
 - *le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas),*
 - *le système de freinage mécanique,*
 - *le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie,*
 - *les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),*
 - *le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.*

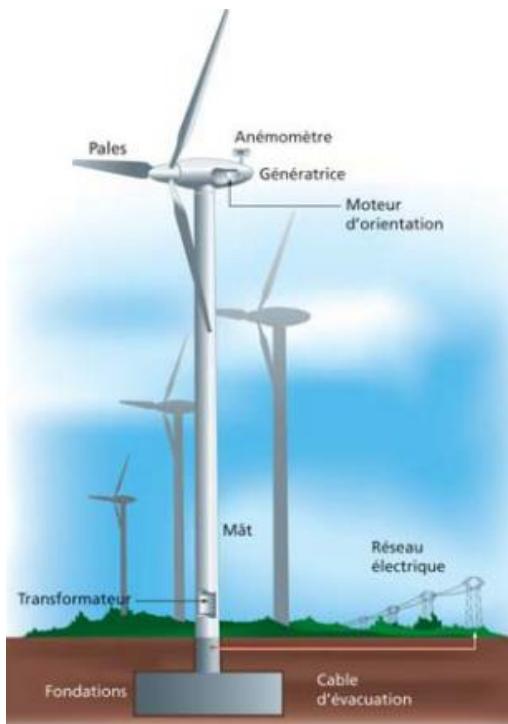


Figure 1 : Représentation schématique d'une éolienne (Source : EDF)

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. 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.

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. L'énergie cinétique du vent est captée par les pales pour être transmise par l'arbre lent et l'arbre rapide sous forme d'énergie mécanique. La génératrice va transformer à son tour cette énergie en électricité.

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 2,5 MW par exemple, la production électrique atteint 2 500 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. 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.

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.

Un parc éolien regroupe donc plusieurs aérogénérateurs ainsi que leurs annexes :

- plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage »,
- 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, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité, au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public),
- un réseau de câbles enterrés, permettant d'évacuer l'électricité regroupée au(x) poste(s) de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité),
- un réseau de chemins d'accès,
- éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

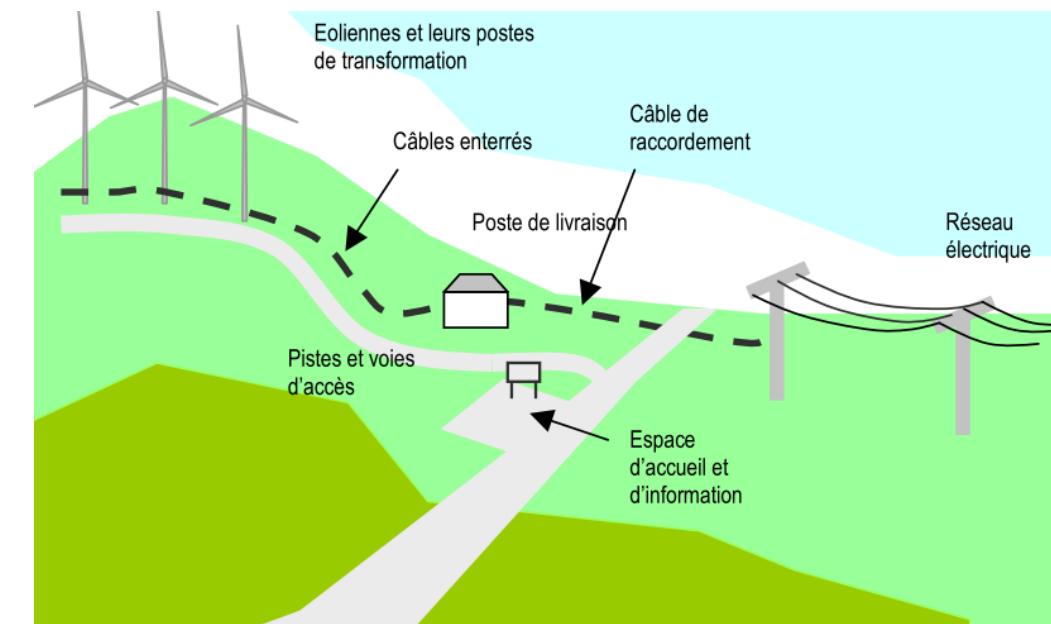


Figure 2 : Schématisation d'un parc éolien (Source : ADEME)

I.1.2. MATERIES MISES EN OEUVRE

Lors de la phase d'exploitation du parc éolien, différents produits sont utilisés :

- Des huiles : pour le transformateur (isolation et refroidissement), pour les éoliennes (huile hydraulique pour le circuit haute pression et huile de lubrification pour le multiplicateur) ;
- Du liquide de refroidissement (eau glycolée, eau et éthylène glycol) ;
- Des graisses pour les roulements et les systèmes d'entraînement ;
- De l'hexafluorure de soufre, pour créer un milieu isolant dans les cellules de protection électrique ;
- De l'eau, lors de la phase chantier, et plus particulièrement pour le terrassement et la base de vie ;
- Lors de la maintenance, d'autres produits pourront être utilisés (décapants, produits de nettoyage, etc.) mais ils seront en faible quantité.

Aucun produit dangereux n'est stocké dans les éoliennes conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 (matériaux combustibles ou inflammables).

¹ INERIS, 2012. Guide technique. Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens. 93 p.

I.2. LES ACTEURS DU PROJET

Le développement de ce projet est mené par la société **SAS Beaune d'Allier Eolien Energie**. Cette société a été créée spécifiquement pour ce projet par le groupe VOLTALIA.



Fondé en 2005, VOLTALIA est un producteur d'énergie et prestataire de services dans la production d'électricité renouvelable à partir des énergies solaire, éolienne, hydroélectrique et biomasse.

En tant qu'acteur industriel intégré, VOLTALIA a développé une forte expertise tout au long de la chaîne de valeur d'un projet d'énergie renouvelable : développement de projets, financement de projets, ingénierie, fourniture d'équipement, construction et exploitation & maintenance. Le groupe est présent dans 20 pays et dispose d'une capacité d'action mondiale pour ses clients. En France, VOLTALIA exploite une puissance éolienne totale de 52 MW réparti comme suit :

Tableau 1 : Répartition de la capacité éolienne exploitée en France au 30 juin 2019

Année de mise en exploitation	Département	Communes	Nombre d'éoliennes	Puissance installée (en MW)
2009	31	Saint-Félix du Lauragais	6	10
2010	16	La Faye, La Chèvreerie	6	12
2014	86	Adriers	5	10
2015	89	Molinons	5	10
2019	61	Echauffour	5	10
2021 (parc construit, mise en service mi-2021)	89	Sarry, Chatel-Gérard	11	23,1

VOLTALIA exploite également pour le compte de tiers 8,3 MW supplémentaire sur la commune de Saint-Félix-du-Lauragais. Un autre projet, d'une puissance de 23,1 MW situé à Sarry et Chatel-Gérard dans l'Yonne est actuellement construit, sa mise en service est prévue Mi-2021. Ces parcs en exploitation et ces projets sont localisés sur la carte suivante :

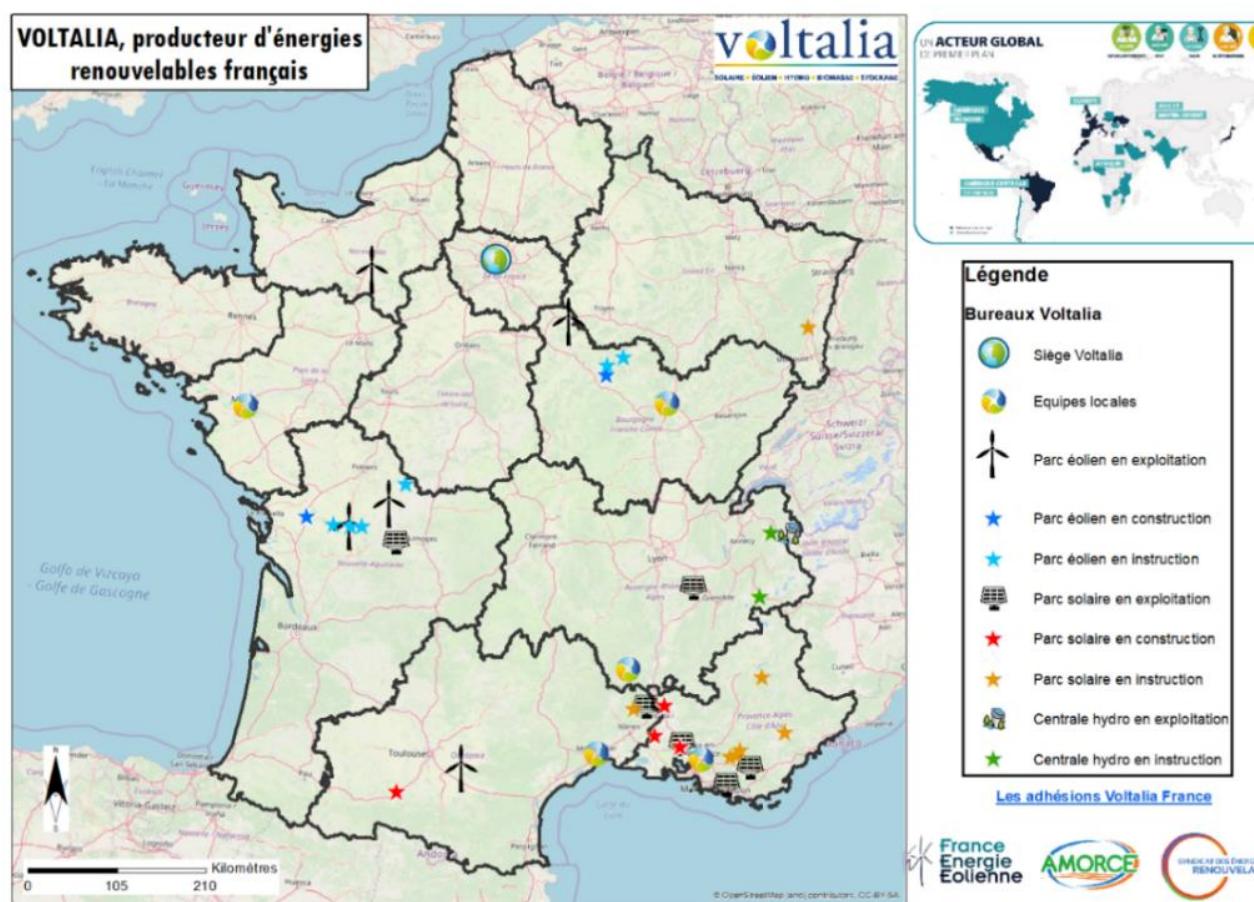


Figure 3 : Répartition des projets de VOLTALIA en exploitation, construction et en Instruction en France

Pour réaliser ce projet, VOLTALIA s'est entouré de divers partenaires techniques et experts.

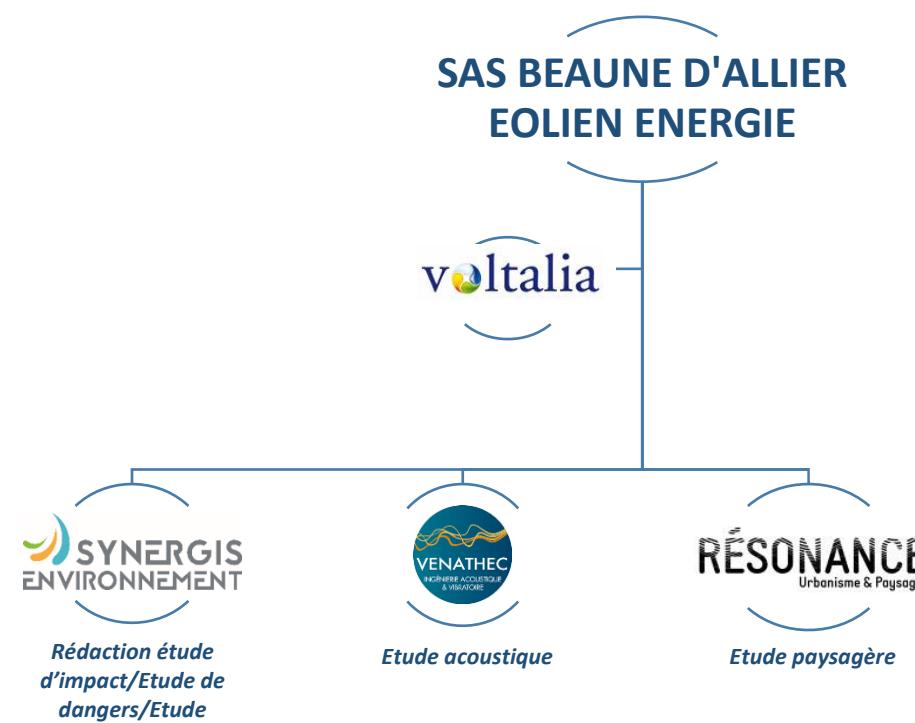


Figure 4 : Les experts consultés pour le développement du projet

VOLTALIA, propriétaire du parc, disposera des garanties financières demandées. De plus, conformément à la réglementation en vigueur, des garanties financières seront constituées dès la construction du parc par l'exploitant afin d'assurer la remise en état du site après exploitation (198 000 € pour l'ensemble du parc, à actualisé tous les cinq ans).

I.3. LOCALISATION DU PROJET

Le **projet éolien de Beaune d'Allier Eolien Energie** se localise sur la commune de BEAUNE-D'ALLIER appartenant à la communauté de communes de Commentry Montmarault Néris. Cette commune se positionne à la limite Sud du département de l'Allier, en région Auvergne-Rhône-Alpes, entre BOURGES et CLERMONT-FERRAND et à une vingtaine de kilomètres au Sud-Est de MONTLUCON. Le site d'implantation présentant les potentialités techniques nécessaires à la mise en place d'éolienne se positionne plus précisément sur un petit promontoire marquant les prémices du Massif central et la ligne de démarcation des eaux des bassins versants du Chère et de la Sioule s'écoulant respectivement à l'Ouest et à l'Est.

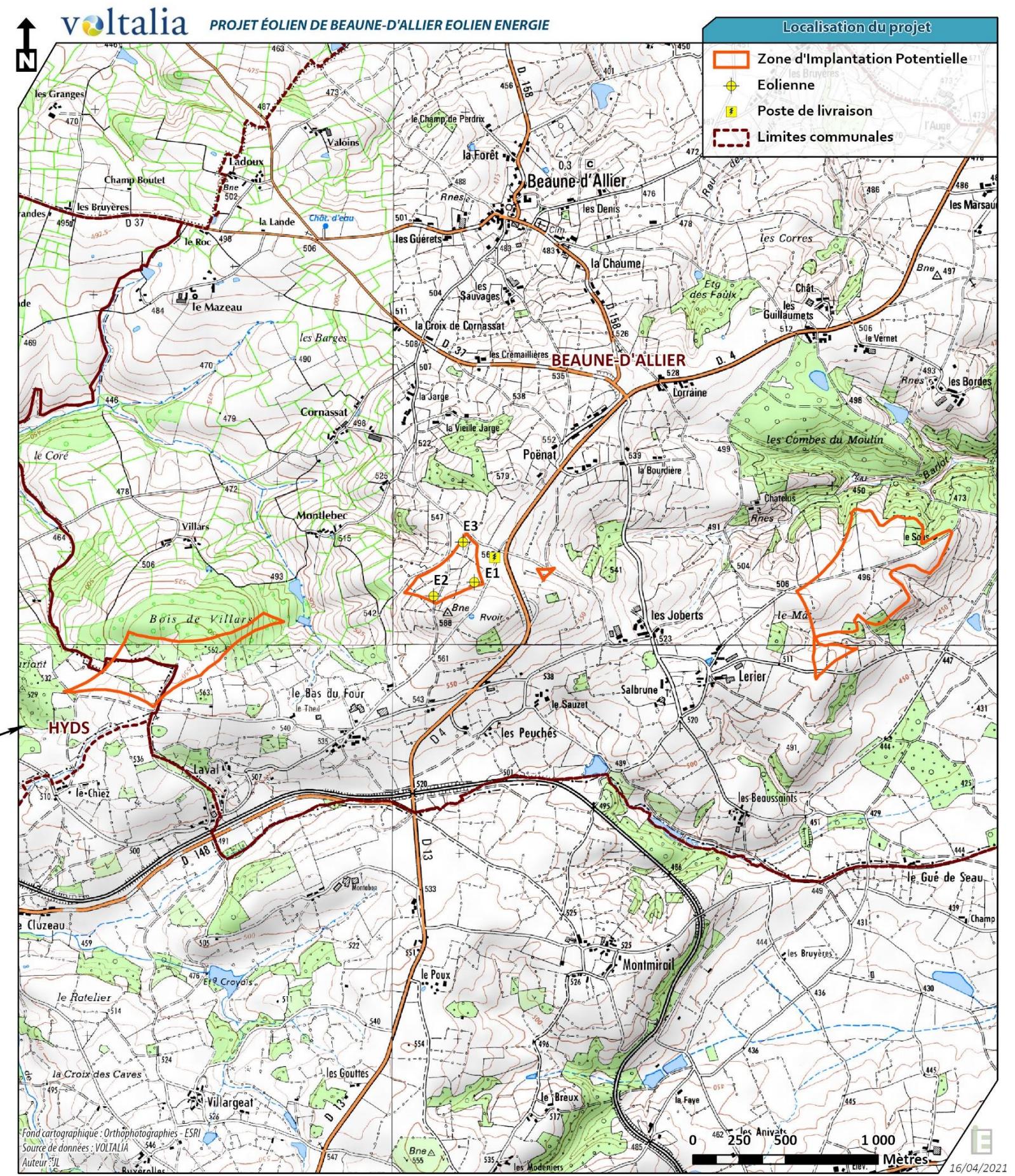
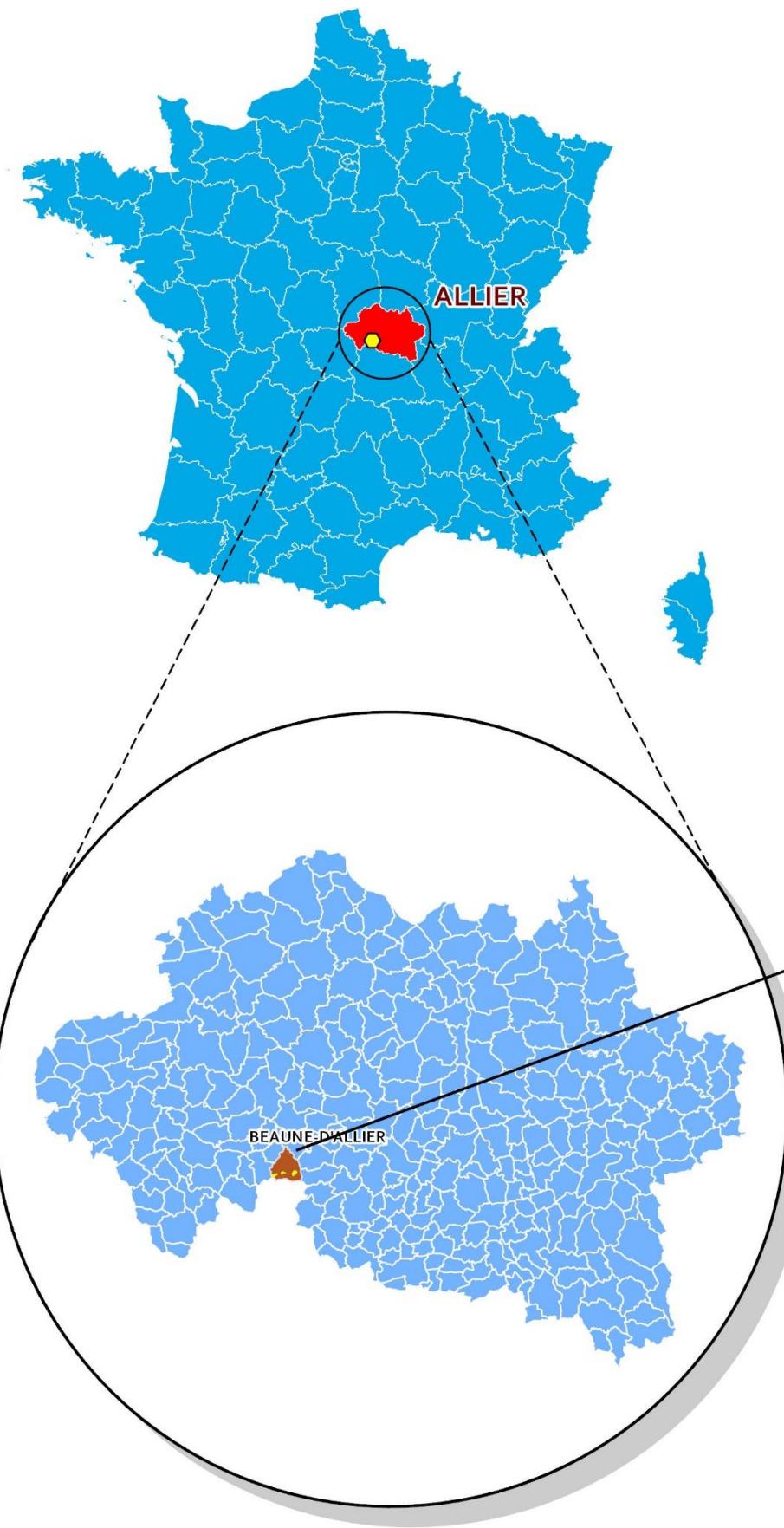


Figure 5 : Localisation du projet

I.4. DESCRIPTION DE L'IMPLANTATION ET DE LA TECHNOLOGIE RETENUES

Le projet de **Parc éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie** est composé de 3 aérogénérateurs et d'un poste de livraison. Le choix du modèle précis d'éoliennes qui sera installé sur ce parc éolien ne sera réalisé qu'une fois l'ensemble des autorisations nécessaires obtenues. Cela permettra de garantir le principe de mise en concurrence des fabricants d'éoliennes et de retenir, au moment de la construction du parc éolien, le modèle d'éoliennes le plus adapté aux conditions du site et le plus performant. Deux modèles ont été retenus à titre indicatif. Ces modèles sont les suivants :

- VESTAS V100 de 2 MW,
- GENERAL ELECTRIC GE103 de 3 MW.

Leurs caractéristiques générales sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Caractéristiques techniques principales des modèles d'éoliennes envisagés pour le projet éolien des Beaune d'Allier Eolien Energie

Modèle d'éoliennes envisagés pour le projet éolien des Beaune d'Allier Eolien Energie							
Constructeur	Modèle	Puissance unitaire (MW)	Hauteur de moyeu (m)	Longueur de pale (m)	Hauteur totale (m)	Diamètre de rotor (m)	Hauteur en bas de pale (m)
Vestas	V100	2	83	49	130	100	33
GENERAL ELECTRIC	GE103	3	81,5	50,2	133	103	30

En gras : les données minorantes et les données majorantes

Ainsi, le gabarit type des éoliennes qui seront installées pour le projet de Beaune d'Allier Eolien Energie repose essentiellement sur les caractéristiques techniques du modèle GE103 de GENERAL ELECTRIC. Ce gabarit disposerait hypothétiquement des dimensions maximisantes suivantes :

- Une puissance unitaire jusqu'à 3 MW,
- Une hauteur de moyeu de 83 mètres maximum (hauteur de la tour seule d'environ 81 mètres et hauteur en haut de nacelle de 85 m),
- Un diamètre de rotor de 103 mètres maximum (soit une longueur de pale de 50,2 m maximum et une surface balayée de 8 332,3 m² maximum),
- Hauteur minimale entre le bas de pale et le sol de 30 mètres au minimum,
- Une hauteur totale (bout de pale) de 133 mètres maximum.

→ Ce modèle sera nommé **Gabarre Type – 2/3 MW – 133 m** dans le reste de ce rapport.

Le plan type présent ci-après (Cf. Figure 6) illustre le gabarit type de machines qui sera installé.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison dans les systèmes de coordonnées Lambert 93 et WGS 84 :

Tableau 3 : Coordonnées des éoliennes et du poste de livraison

	Commune	N° parcelle	Altitude NGF (sol)	Altitude NGF (bout de pale pour les éoliennes)	Coord. Lambert 93	Coord. WGS 84
E1	BEAUNE-D'ALLIER	ZR 39	557	690	X 690932,65 Y 6573687,77	E 2°52'56.2080" N 46°15'46.8360"
E2	BEAUNE-D'ALLIER	ZR 40	571	704	X 690711,55 Y 6573612,87	E 2°52'45.8699" N 46°15'44.3848"
E3	BEAUNE-D'ALLIER	ZR 39	572	705	X 690870,8 Y 6573903,54	E 2°52'53.2927" N 46°15'53.8153"
Poste de livraison	BEAUNE-D'ALLIER	ZR 39	569	572	X 691041,09 Y 6573820,61	E 2°53'1.2581" N 46°15'51.1351"

Sur les pages suivantes figurent la carte de localisation du projet et le plan de masse de l'installation projetée.

I.5. PRODUCTION ATTENDUE

La production annuelle attendue de 3 éoliennes du modèle type étudié est de **21 969 MWh**, soit environ **22 GWh**.

A noter que cette estimation est une première approche du productible envisagé, ce dernier restant dépendant du choix final de machines qui sera opéré.

! : Afin d'enrichir cette partie et d'illustrer les différentes composantes techniques qui composent une éolienne et ses aménagements annexes, plusieurs figures ont été implantées. Ces figures sont essentiellement issues de documents fournis par la société VESTAS étant donné que le modèle-type étudié se base en partie sur une éolienne VESTAS V100. Dans ce cadre, il est important de rappeler qu'aucune conclusion ne doit être tirée à partir du choix de figure présentée et de leur source respective. Effectivement, cela ne signifie pas nécessairement que les machines implantées à terme seront fournies par cette société.

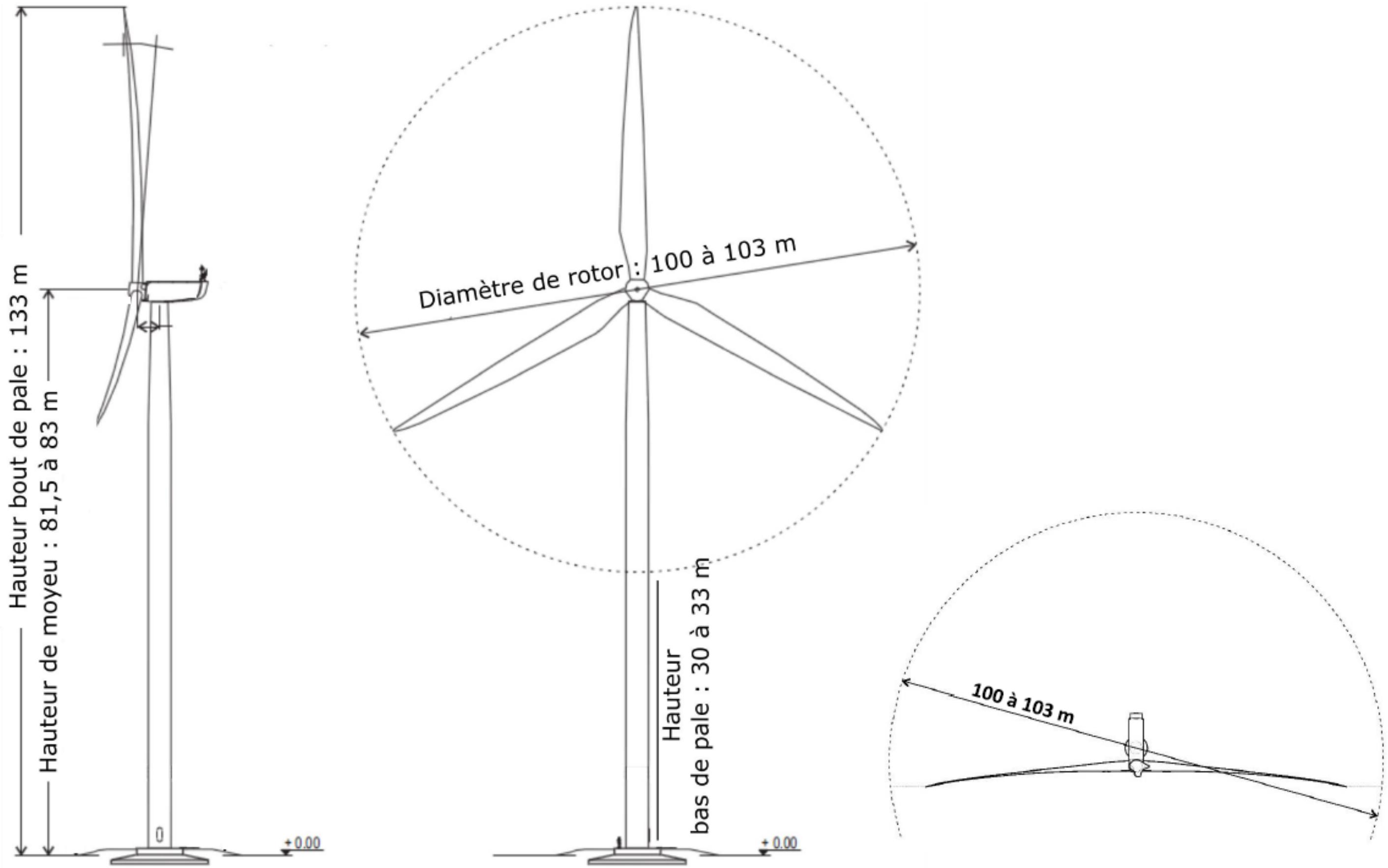


Figure 6 : Plan d'élévation du Gabarit Type – 2/3 MW – 133 m

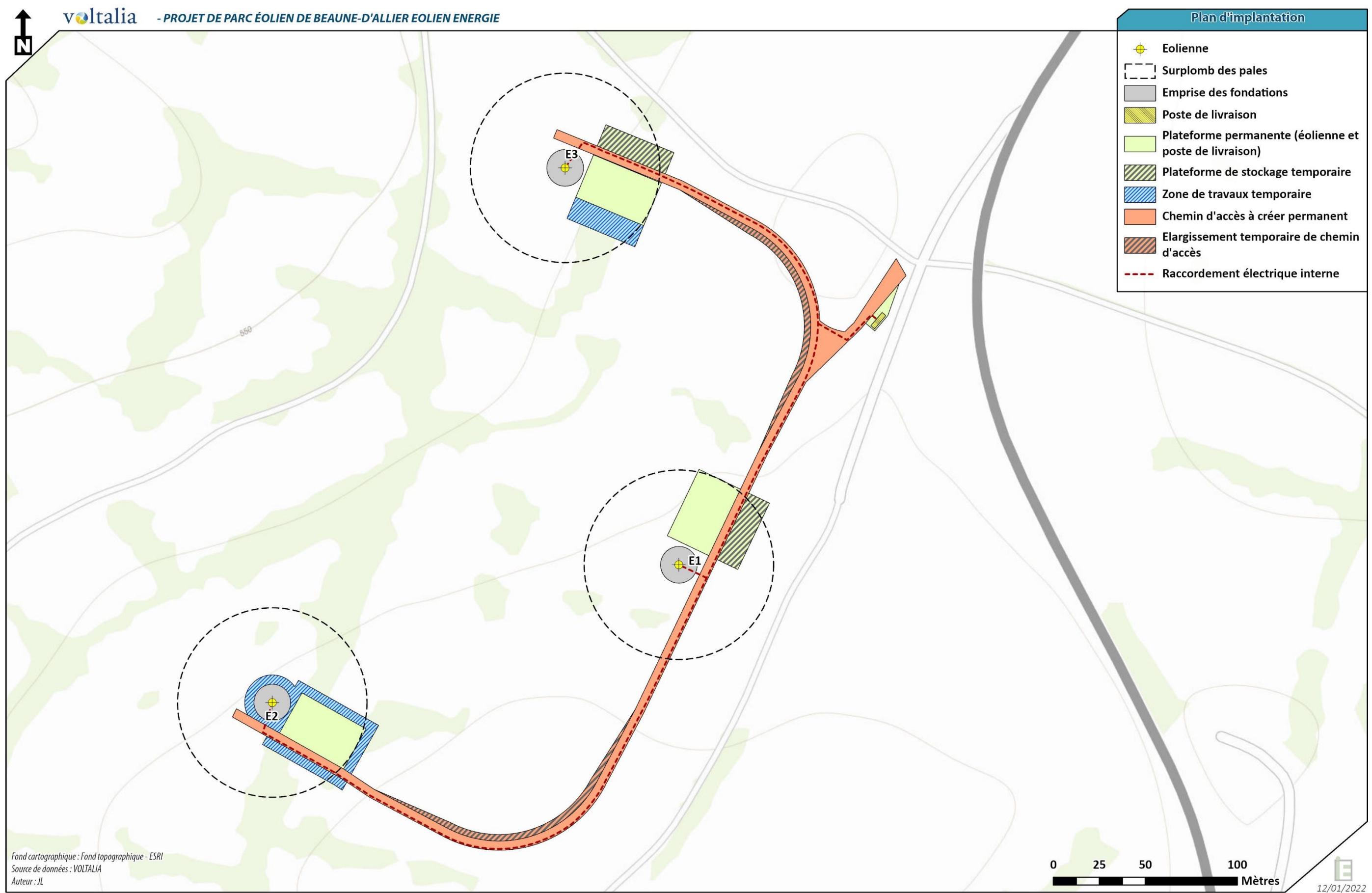


Figure 7 : Plan d'implantation du parc éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie – Fond topographique



Figure 8 : Plan d'implantation du parc éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie – Fond orthophotographique

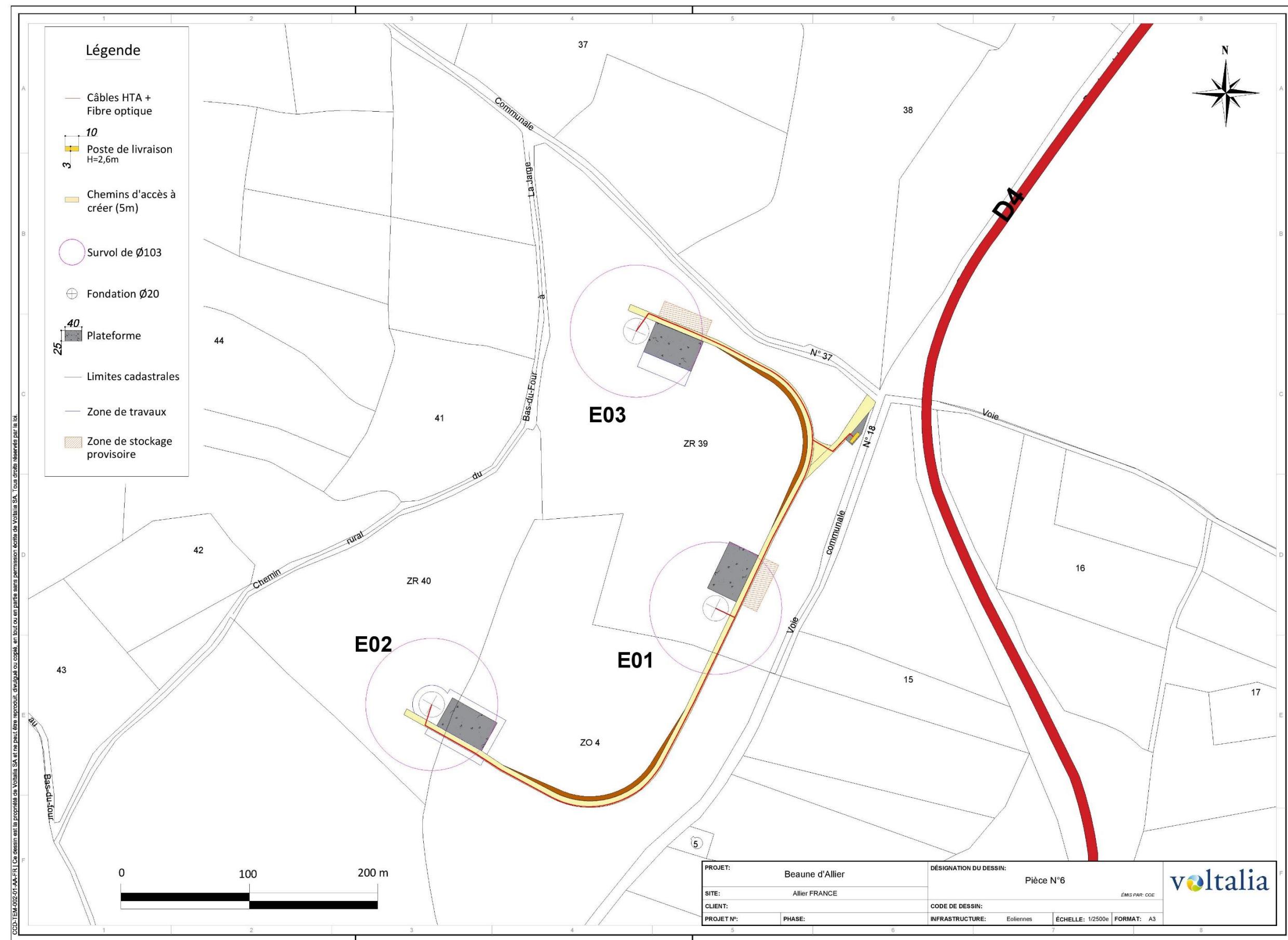


Figure 9 : Plan de masse de l'implantation retenue

I.6. IMPLANTATION ET DISTANCE A LA CIME DES ARBRES

Pour l'implantation des trois éoliennes, des données ont été mesurées afin de connaître la distance entre le bout de pôle et la cime des arbres. Ces données sont présentées sous forme de tableaux présentés ci-dessous.

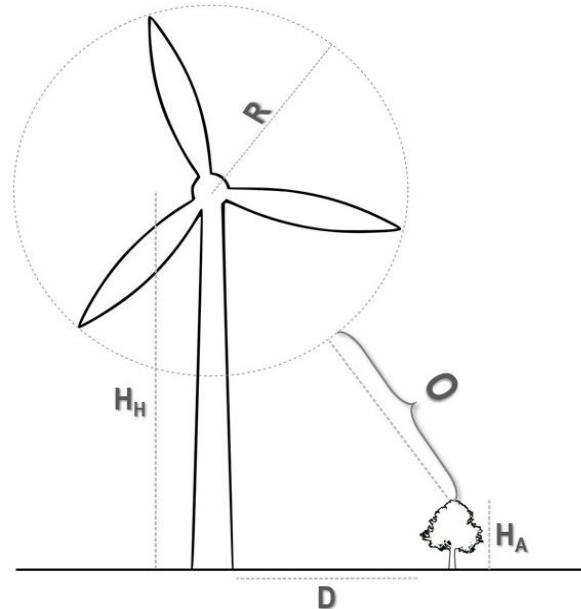


Figure 10 : Schéma présentant les différents paramètres permettant le calcul de la distance entre le bout de pôle et la cime de l'arbre (O)

- Eolienne n°3

Tableau 6 : Présentation des données concernant l'éolienne n°3

Données d'entrée	unités
Hauteur de l'arbre	HA = 8
Distance mât – arbre	D = 32
Hauteur de moyeu	HH = 81,5
Rayon de rotor (longueur de pale pour simplifier)	R = 51,5

Distance minimum entre le bout de pale et la cime de l'arbre

$$O = 28,7 \text{ m}$$

Ainsi pour l'implantation de l'éolienne n°3, la distance minimale entre le bout de pôle et la cime des arbres est de **28,7 mètres**.

- Eolienne n°1

Tableau 4 : Présentation des données concernant l'éolienne n°1

Données d'entrée	unités
Hauteur de l'arbre	HA = 8
Distance mât – arbre	D = 34
Hauteur de moyeu	HH = 81,5
Rayon de rotor (longueur de pale pour simplifier)	R = 51,5

Distance minimum entre le bout de pale et la cime de l'arbre

$$O = 29,5 \text{ m}$$

Ainsi pour l'implantation de l'éolienne n°1, la distance minimale entre le bout de pôle et la cime des arbres est de **29,5 mètres**.

- Eolienne n°2

Tableau 5 : Présentation des données concernant l'éolienne n°2

Données d'entrée	unités
Hauteur de l'arbre	HA = 8
Distance mât – arbre	D = 18,57
Hauteur de moyeu	HH = 81,5
Rayon de rotor (longueur de pale pour simplifier)	R = 51,5

Distance minimum entre le bout de pale et la cime de l'arbre

$$O = 24,3 \text{ m}$$

Ainsi pour l'implantation de l'éolienne n°2, la distance minimale entre le bout de pôle et la cime des arbres est de **24,3 mètres**.

I.7. CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU PARC EOLIEN

Pour rappel, le choix du modèle précis d'éolienne qui sera installé sur le parc éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie ne sera réalisé qu'une fois l'ensemble des autorisations nécessaires obtenues. Cela permettra de retenir, au moment de la construction du parc éolien, le modèle d'éolienne le plus adapté aux conditions du site et le plus performant. Toutefois, il convient de rappeler que le porteur de projet a choisi de retenir un gabarit-type composé à partir de dimensions maximisantes eu égard à la prise en compte de diverses contraintes identifiées sur le site d'implantation.

I.7.1. LES DIFFERENTS COMPOSANTS DE L'EOLIENNE RETENUE

I.7.1.1. Les fondations

Pour assurer un ancrage solide aux éoliennes, les sites d'implantation feront l'objet d'une excavation afin de pouvoir y couler un socle de fondation en béton. Ces fondations présentent des dimensions adaptées au modèle d'aérogénérateur choisi, mais leurs caractéristiques générales demeurent similaires, notamment dans le cas d'éoliennes d'un gabarit proche. Pour information, les fondations pour des éoliennes VESTAS V100 correspondent aux dimensions suivantes² :

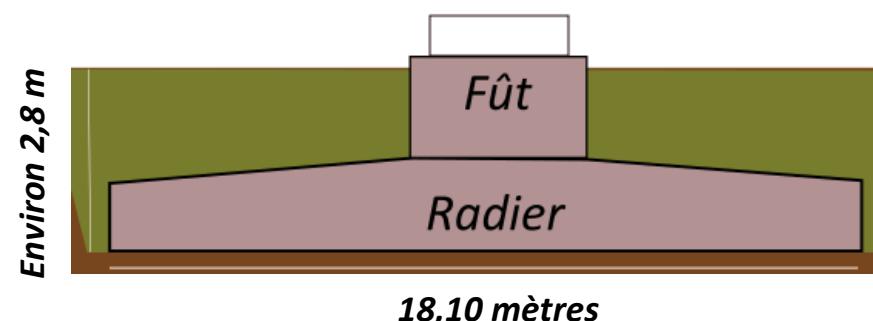


Figure 11 : Schéma type d'une fondation pour une éolienne VESTAS V100

Tableau 7 : Caractéristiques des fondations pour le Gabarit Type - 2/3 MW - 133 m

Elément de l'installation	Fonction	Gabarit Type - 2/3 MW - 133 m
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol.	<p>Forme : Circulaire Nature : Béton armé Diamètre total* : 18,10 m Diamètre de la surface émergente du sol : 6 m Profondeur* : environ 2,8 m Volume de béton : environ 386 m³</p>

*Le diamètre total et la profondeur des fondations peuvent être variables suivant la nature du sol (présence d'eau notamment).

Par éolienne, la surface strictement concernée par les fondations est donc de l'ordre de 258 m² (cas d'une fondation d'un diamètre moyen de 18,10 m), soit 774 m² pour l'ensemble du Parc éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie. Lors des travaux, la zone concernée par l'excavation sera toutefois légèrement supérieure (+4m autour) afin de permettre la circulation des ouvriers autour de la structure, comme illustré sur les photos ci-dessous. La surface concernée par l'excavation sera donc de l'ordre de 535 m² par éolienne, soit 1 605 m² pour l'ensemble du parc.

Il convient de souligner qu'une fois le béton sec, la zone située autour de la fondation sera remblayée. De plus, la fondation sera recouverte de remblai sur plus d'un mètre de hauteur, ce qui contribue à garantir une assise stable à l'éolienne.

Tableau 8 : Surfaces concernées par les fondations (cas pour une éolienne VESTAS V100)

Emprise cumulée des excavations de fondations en phase chantier	Emprise cumulée des fondations en phase exploitation (surface remblayée non-cultivée)
1 605 m ²	774 m ²

² Il convient de souligner que les dimensions peuvent être adaptées en fonction des conditions locales, la portance des sols étant notamment influencée par la présence d'eau ou non. L'étude géotechnique menée en amont des travaux doit permettre de définir les dimensions adaptées.



Tableau 9 : Les principales étapes de construction d'une fondation pour une éolienne VESTAS

La conformité des fondations sera certifiée par des bureaux de contrôle et de certification français conformément à la législation en vigueur. Pour garantir la sécurité sur le terrain, des protections seront positionnées autour de chaque excavation, ainsi que des panneaux interdisant le chantier au public et précisant l'obligation de porter un casque. Une fois les fondations achevées, il faut compter un délai d'un mois pour que le béton sèche correctement.

1.7.1.2. Le mât

Le mât, aussi appelé « tour », aura une hauteur comprise entre 79,5 et 81 m (81,5 et 83 m pour le moyeu). Il est constitué de plusieurs sections tubulaires en acier, de plusieurs dizaines de millimètres d'épaisseur et de forme tronconique, qui sont assemblées entre elles par brides. Fixée par une bride à l'insert disposé dans le massif de fondation, la tour est autoportante. L'ensemble du mât est protégé contre la corrosion grâce à un revêtement multicouche en résine époxy.

La hauteur de la tour, ainsi que ses autres dimensions, sont en relation avec le diamètre du rotor, la classe des vents, la topologie du site et la puissance recherchée. La tour a avant tout une fonction de support de la nacelle mais elle permet également le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle et abrite :

- Une échelle d'accès à la nacelle ;
- Un élévateur de personnes ;
- Une armoire de contrôle et des armoires de batteries d'accumulateurs (en point bas) ;
- Les cellules de protection électriques.

En outre, la partie basse du mât renferme le mécanisme de conversion de l'énergie composé de différents appareils répartis sur plusieurs niveaux.

Tableau 10 : Caractéristiques du mât pour le Gabarit Type - 2/3 MW - 133 m

Elément de l'installation	Fonction	Gabarit Type - 2/3 MW - 133 m
Mât	Supporter la nacelle et le rotor.	<p>Structure : Tubulaire acier (3 à 4 sections)</p> <p>Protection contre la corrosion : Revêtement multicouche résine époxy</p> <p>Diamètre de la base : environ 3,5 à 4,3 m</p> <p>Diamètre en haut : environ 2,3 à 3,1 m</p> <p>Hauteur du mât seul : 79,5 à 81 m</p>

1.7.1.3. La nacelle

La nacelle est montée sur le mât et se trouve à environ 80 mètres au-dessus du sol. Dans cette nacelle souvent réalisée en résine renforcée de fibre de verre, sont installés les systèmes qui permettent le fonctionnement de l'éolienne :

- **Le système d'orientation et de régulation** : Le système d'orientation permet la rotation de l'éolienne et ainsi de l'orienter face au vent. Des moteurs équipés de roues dentées (« moteurs d'orientation ») s'engagent dans une couronne pour faire tourner la nacelle et la diriger en fonction du vent, permettant ainsi d'optimiser la production d'énergie. Le système de régulation permet quant à lui de gérer l'angle d'inclinaison des pales, cette variation permettant de diminuer ou d'augmenter la portance de la pale. Il peut donc favoriser l'optimisation de l'énergie absorbée par l'éolienne, mais aussi freiner voire stopper la rotation des pales par leur « mise en drapeau » en cas de vents violents notamment.
- **Le multiplicateur ou boite de vitesse** : cet équipement sert à établir la jonction entre l'arbre lent entraîné par le rotor et l'arbre rapide permettant d'actionner le générateur. Composé d'une série d'engrenages il permet d'augmenter la fréquence de rotation initiale pour faire fonctionner le générateur. A noter que certaines éoliennes peuvent être dépourvues de ce type d'équipement grâce à l'utilisation d'un générateur dit synchrone, ce qui n'est pas le cas des modèles d'éoliennes envisagés.
- **Le générateur** : Son rôle est de transformer la rotation de l'axe du rotor en énergie électrique. Cela peut se faire par le biais de génératrice asynchrone utilisant un multiplicateur ou synchrone, basée sur le principe de l'entraînement direct. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence comprise entre 50 et 60 Hz avec une tension comprise entre 400 et 750 Volts. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 Volts par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être injectée dans le réseau électrique public. Ce transformateur est soit placé dans la nacelle, soit intégré en pied de mât.

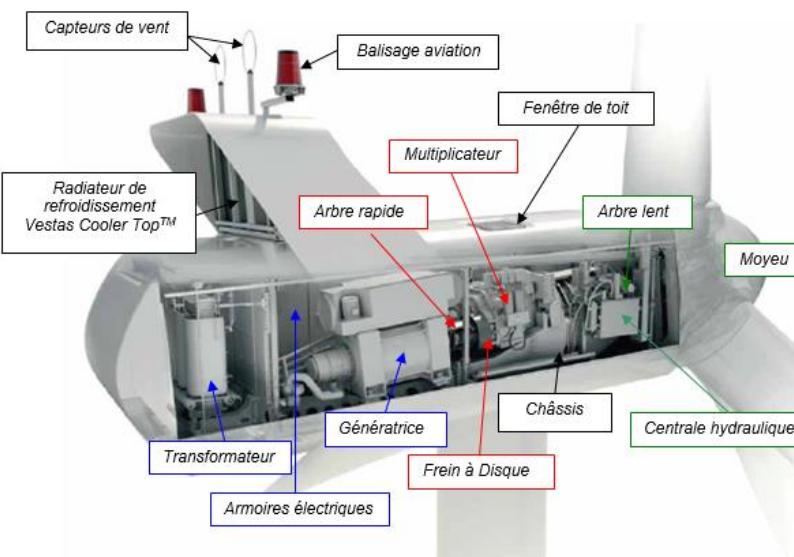


Figure 12 : Coupe transversale d'une nacelle en 3D (Source : VESTAS)

Des dispositifs et des systèmes de contrôle et de sécurité internes et à distance sont également installés à l'intérieur de la nacelle. Un palan à chaîne électrique ainsi qu'un pont mobile sont aussi installés afin de faciliter les opérations de maintenance.

Tableau 11 : Caractéristiques de la nacelle et du transformateur pour le Gabarit Type - 2/3 MW - 133 m

Elément de l'installation	Fonction	Gabarit Type - 2/3 MW - 133 m
Nacelle	<p>Supporter le rotor.</p> <p>Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité.</p>	<p>Hauteur en haut de nacelle : entre 83,5 et 85 m</p> <p>Générateur asynchrone (avec multiplicateur)</p> <p>Système de régulation déterminant l'angle des pales Frein principal de type aérodynamique (orientation individuelle des pales par activation électromécanique avec alimentation de secours) et frein auxiliaire mécanique (frein à disque à actionnement actif sur l'arbre rapide)</p> <p>Tension dans les armoires électriques : Entre 0 et 1 200 V.</p> <p>Poids : entre 70 et 90 tonnes</p>
Transformateur	<p>Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau.</p>	<p>Générateur de type asynchrone</p> <p>Positionnement : Intégré dans la nacelle</p> <p>Tension transformée : 20 000 V</p>

1.7.1.4. Le rotor et les pales

Le rotor se compose d'un moyeu qui, par l'intermédiaire trois paliers, réceptionne trois pales. L'élément de base du moyeu est constitué d'une structure moulée rigide. Sur cet élément les pales du rotor sont montées. Une trappe permet un accès direct depuis la nacelle jusque dans le moyeu. La hauteur de moyeu est comprise entre 81,5 et 83 m.

Les pales du rotor sont faites en matière synthétique composés de plastique de haute qualité renforcé de fibres de verre et de fibres de carbone. La pale de rotor est statiquement et dynamiquement testée, conformément aux directives IEC 61400-23 et DNVGL-ST-0376 (2015). Le système sert à régler l'angle d'inclinaison des pales de rotor. Pour chaque pale, ce système comprend un entraînement électromécanique avec moteur triphasé, un engrenage planétaire et le pignon d'entraînement, ainsi qu'une unité de commande avec un convertisseur de fréquence et le bloc d'alimentation d'urgence. Pour le gabarit type envisagé, les pales balayent une surface comprise entre 7 854 et 8 332 m² pour un diamètre total de 100 à 103 m.

Afin de limiter l'émergence de bruit des machines et donc de limiter l'impact acoustique des riverains, le maître d'ouvrage a choisi l'option d'intégrer aux éoliennes des serrations (peignes situés au dernier tiers extérieur des pales).

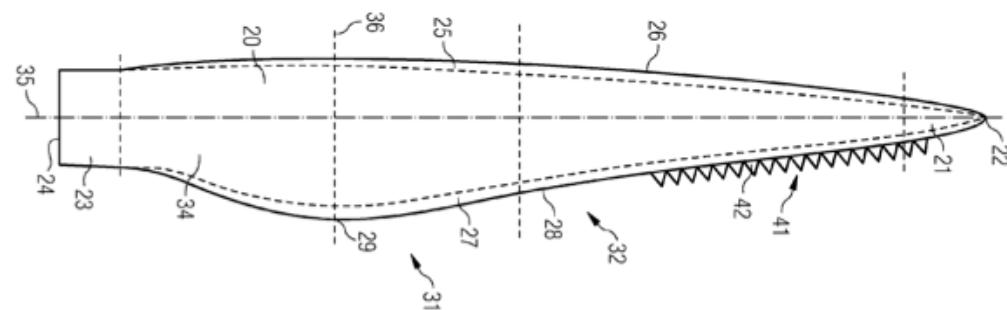


Figure 13 : Type de pale avec serrations

Tableau 12 : Caractéristiques du rotor et des pales pour le Gabarit Type - 2/3 MW - 133 m

Elément de l'installation	Fonction	Gabarit Type - 2/3 MW - 133 m
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	<p>Structure : Plastique renforcé en fibres de verre et fibres de carbone Nombre de pales : 3 Longueur de pale : 49 à 50,2 m Diamètre du rotor : 100 à 103 m Surface balayée : 7 854 à 8 332 m² Type et sens de rotation : Orientation active des pales face au vent avec sens de rotation horaire</p>

1.7.1.5. Les éléments de sécurité des éoliennes

Les dispositifs liés à la sécurité des éoliennes sont détaillés dans le document relatif à l'analyse des dangers joint à la Demande d'Autorisation Environnementale (Cf. Pièce n°5.1 : Etude de Dangers). L'installation sera conforme à l'arrêté du 26 août 2011.

De manière synthétique, il est possible de dire que les éoliennes actuelles disposent de systèmes de sécurité garantissant un fonctionnement sûr, conformément aux conditions requises par les standards internationaux. Les éoliennes sont équipées de divers capteurs qui surveillent en permanence différents paramètres externes (température, vitesse et direction de vent) ou interne (température des composants, vibrations, pressions d'huile...). Ces données sont analysées en temps réel afin d'identifier toute anomalie.

En fonctionnement, les éoliennes sont principalement freinées d'une façon aérodynamique par inclinaison des pales en position drapeau. Pour ceci, des entraînements de pales indépendants mettent les pales en position de drapeau (c'est-à-dire « les décrochent du vent ») en l'espace de quelques secondes. La vitesse de l'éolienne diminue sans que l'arbre d'entraînement ne soit soumis à des forces additionnelles. Le frein mécanique est constitué d'un frein à disque. Ce frein mécanique est utilisé principalement comme un frein de stationnement ou si le bouton d'urgence est actionné.

Par ailleurs, l'installation respectera l'arrêté du 26 août 2011 déterminant plusieurs règles de sécurité spécifique :

- Article 8 : les machines répondront aux dispositions constructives de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2006 (ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne). Suite à la construction de l'installation, un rapport de contrôle technique qui sera tenu à la disposition de l'inspection des Installations Classées afin de justifier de la conformité aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation.
- Article 9 : les machines sont protégées contre les effets de la foudre en respectant les dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010).
- Article 10 : les installations électriques à l'intérieur des aérogénérateurs respecteront les dispositions de la directive du 17 mai 2006 qui leur sont applicables. Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur sont conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009).

A cela s'ajoute la certification à la norme internationale n°IEC 61400-22 qui définit des règles et procédures pour les essais de conformité et la certification des éoliennes en ce qui concerne les normes et les exigences techniques pour les éoliennes et les parcs éoliens.

Les modèles d'éoliennes des constructeurs VESTAS et GENERAL ELECTRIC sont équipées de nombreux équipements et accessoires pour assurer la sécurité de la turbine et d'assurer un fonctionnement stable. La turbine est conçue conformément à la directive 2006/42/CE et certifiée selon la norme IEC 61400. Si certains paramètres relatifs à la sécurité de la turbine sont dépassés, elle s'arrêtera immédiatement. Selon la cause, différents programmes de freinage seront déclenchés. En cas de causes externes, telles que des vitesses de vent excessives ou une température de fonctionnement trop faible, le rotor est légèrement freiné par des moyens de réglage d'angle de pale.

Les différentes attestations et certificats permettant de vérifier la conformité de l'installation avec les exigences réglementaires sont présentés en Annexe 1.

1.7.1.6. Signalisation

Conformément aux articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile, les éoliennes feront l'objet d'un balisage.

Ce balisage diurne et nocturne du parc éolien sera conforme à l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne. Cet arrêté fixe les règles de balisage pour les éoliennes isolées mais aussi, au sein de son annexe I, pour le balisage des champs éoliens.

Selon cet arrêté, un champ éolien terrestre est un regroupement de plusieurs éoliennes dont la périphérie est constituée des éoliennes successives qui sont séparées par une distance inférieure ou égale à :

- pour les besoins du balisage diurne : 500 mètres.
- pour les besoins du balisage nocturne : 900 mètres pour les éoliennes terrestres de hauteur inférieure ou égale à 150 mètres ou 1 200 mètres pour les éoliennes terrestres de hauteur supérieure à 150 mètres.

Par ailleurs ces éoliennes doivent être jointes les unes avec les autres au moyen de segments de droite, permettent de constituer un polygone simple qui contient toutes les éoliennes du champ. A noter que les dispositions définies par l'arrêté sont applicables aux alignements d'éoliennes, sous réserve du respect des critères de distance inter-éoliennes décrits ci-dessus.

Les règles de balisage lumineux de jour et de nuit pour les éoliennes dites « isolées » sont présentées sur le schéma ci-après.

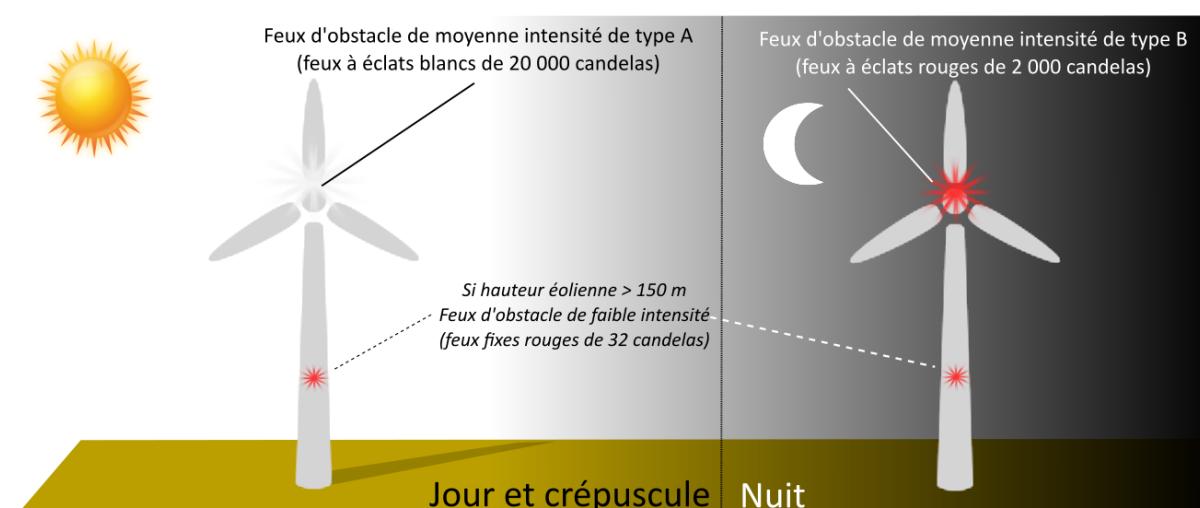


Figure 15 : Balisage lumineux standard d'une éolienne isolée

- Balisage en phase travaux

Un balisage temporaire constitué de feux d'obstacles basse intensité de type E (rouges, à éclats, 32 cd) est mis en œuvre dès que la nacelle de l'éolienne est érigée. Ces feux d'obstacle sont opérationnels de jour comme de nuit. Ils sont installés sur le sommet de la nacelle et sont visibles dans tous les azimuts (360°). Le balisage définitif est effectif dès que l'éolienne est mise sous tension. Le balisage définitif peut être utilisé en lieu et place du balisage temporaire décrit ci-dessus.

- Balisage diurne en phase exploitation

Dans le cas où le projet peut être qualifié de « champ éolien » (Cf. définition précédente), ce dernier peut être balisé uniquement sur sa périphérie sous réserve que :

- Toutes les éoliennes constituant la périphérie du champ soient balisées ;
- Toute éolienne du champ dont l'altitude est supérieure de plus de 20 mètres à l'altitude de l'éolienne périphérique la plus proche soit également balisée ;
- Toute éolienne du champ située à une distance supérieure à 1 500 mètres de l'éolienne balisée la plus proche soit également balisée.



Figure 14 : Signalisation en haut de nacelle sur une éolienne VESTAS (Source : VESTAS)

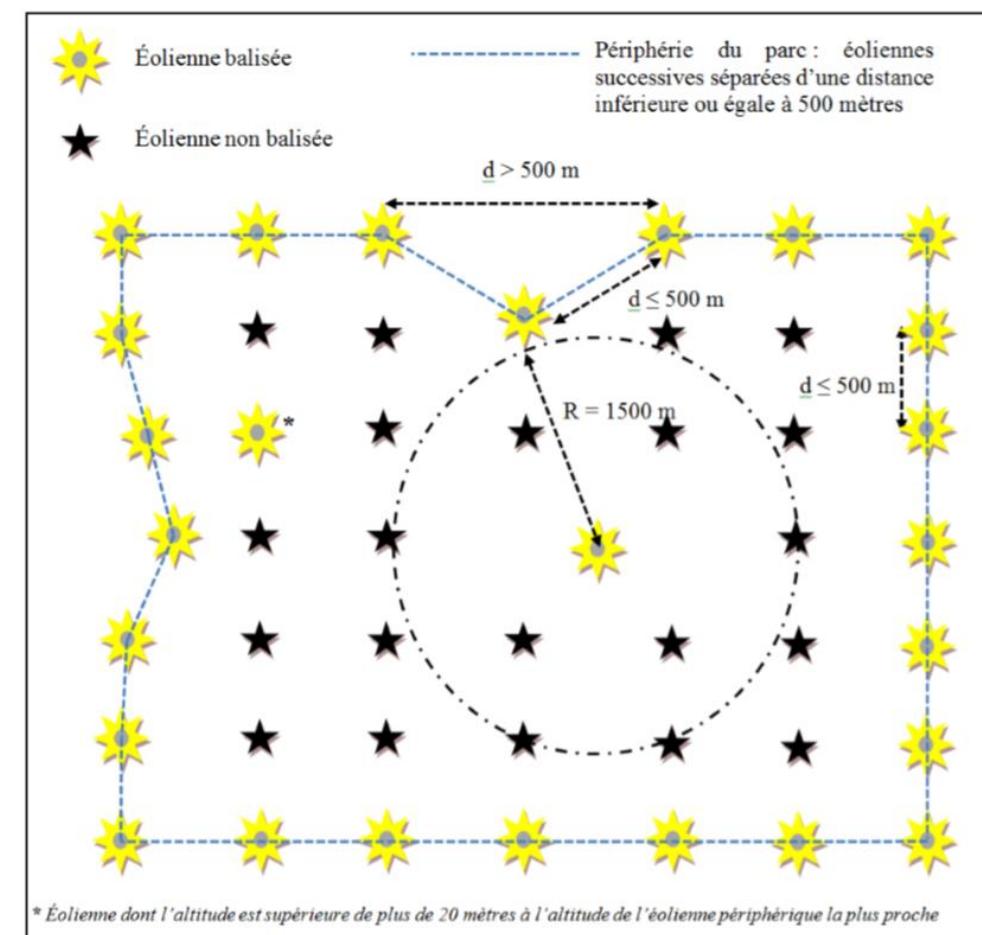


Figure 16 : Illustration des règles du balisage diurne des champs éoliens terrestres (Source : Arrêté 23/04/2018)

Le balisage diurne des éoliennes « balisées » est conforme à celui prescrit pour les éoliennes isolées (Cf. Schéma précédent).

Concernant les éoliennes de hauteur supérieure à 150 mètres d'un champ éolien, seules celles appartenant à la périphérie du champ doivent être dotées des feux additionnels intermédiaires de basse intensité de type B mentionnés précédemment.

Pour chaque éolienne concernée, les feux intermédiaires sont implantés de manière à être visibles dans tous les azimuts dans lesquels un aéronef est susceptible d'évoluer. Il n'est pas nécessaire d'assurer la visibilité de l'éolienne dans les azimuts orientés vers l'intérieur du champ.

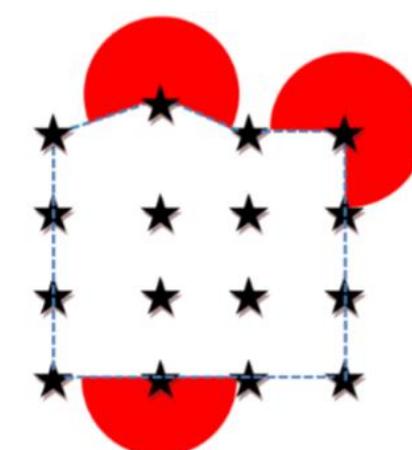


Figure 17 : Exemple de la visibilité en azimut des feux intermédiaires de faible intensité de type B en périphérie de champ éolien

Pour le **projet de parc éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie**, concernant le balisage diurne, toutes les éoliennes présentent des interdistances inférieures à 500 mètres. Si on se réfère aux principes de l'arrêté du 28 avril 2018, ces machines constituent un alignement d'éoliennes indépendant.

Par ailleurs, le tableau suivant récapitule les altitudes en bout de pale pour chacune des éoliennes du projet :

Tableau 13 : Altitude en bout de pale des éoliennes (mètres NGF)			
Eolienne	E1	E2	E3
Altitude en bout de pale (mètres NGF)	690	704	705

Ces données montrent que le différentiel d'altitude entre les éoliennes successives n'excède pas les 20 mètres, ce qui est un des critères permettant de définir les choix de signalisation.

→ Au vu des caractéristiques du projet, en période diurne, l'ensemble des aérogénérateurs du parc sera équipé d'un balisage lumineux standard. Chacune des machines sera munie de feux d'obstacle de moyenne intensité de type A, c'est-à-dire, de feux à éclat blanc de 20 000 candelas.

• Balisage nocturne en phase exploitation

Les règles de balisage lumineux de nuit pour les éoliennes dites « isolées » sont présentées sur le schéma précédent (Cf. Figure 15 : Balisage lumineux standard d'une éolienne isolée).

Dans le cas où le projet peut être qualifié de « champ éolien » (Cf. définition précédente), il est fait la distinction entre certaines éoliennes dites « principales » et d'autres, dites « secondaires ».

→ Balisage des éoliennes principales

Les éoliennes situées au niveau des sommets du polygone constituant la périphérie du champ éolien sont des éoliennes principales. Dans le cadre de la détermination des sommets de ce polygone, on considère trois éoliennes successives comme alignées si l'éolienne intermédiaire est située à une distance inférieure ou égale à 200 m par rapport au segment de droite reliant les deux éoliennes extérieures.

Parmi les éoliennes périphériques, il est désigné autant d'éoliennes principales que nécessaire de manière à ce qu'elles ne soient pas séparées les unes des autres d'une distance supérieure à 900 mètres (cette distance est portée à 1 200 mètres si le champ est constitué d'éoliennes de hauteur supérieure à 150 mètres).

Parmi les éoliennes situées à l'intérieur du champ, il est désigné autant d'éoliennes principales que nécessaire de manière à ce qu'aucune éolienne ne soit séparée d'une éolienne principale (intérieure ou périphérique) d'une distance supérieure à 2 700 mètres (3 600 mètres pour les champs d'éoliennes de hauteur supérieure à 150 mètres).

Toute éolienne dont l'altitude est supérieure de plus de 20 m à l'altitude de l'éolienne principale la plus proche est également une éolienne principale.

Le balisage nocturne des éoliennes principales est conforme à celui prescrit pour les éoliennes isolées (Cf. Schéma précédent).

→ Balisage des éoliennes secondaires

Les éoliennes qui ne sont pas des éoliennes principales en application des critères définis ci-dessus sont des éoliennes secondaires.

Le balisage nocturne des éoliennes secondaires est constitué :

- soit de feux de moyenne intensité de type C (rouges, fixes, 2 000 cd) ;
- soit de feux spécifiques dits « feux sommitaux pour éoliennes secondaires » (feux à éclats rouges de 200 cd).

Au sein d'un champ éolien, le balisage de toutes les éoliennes secondaires est effectué à l'aide du même type de feu. Ces feux sont installés sur le sommet de la nacelle et sont visibles dans tous les azimuts (360°).



Figure 18 : Balisage lumineux nocturne d'une éolienne secondaire

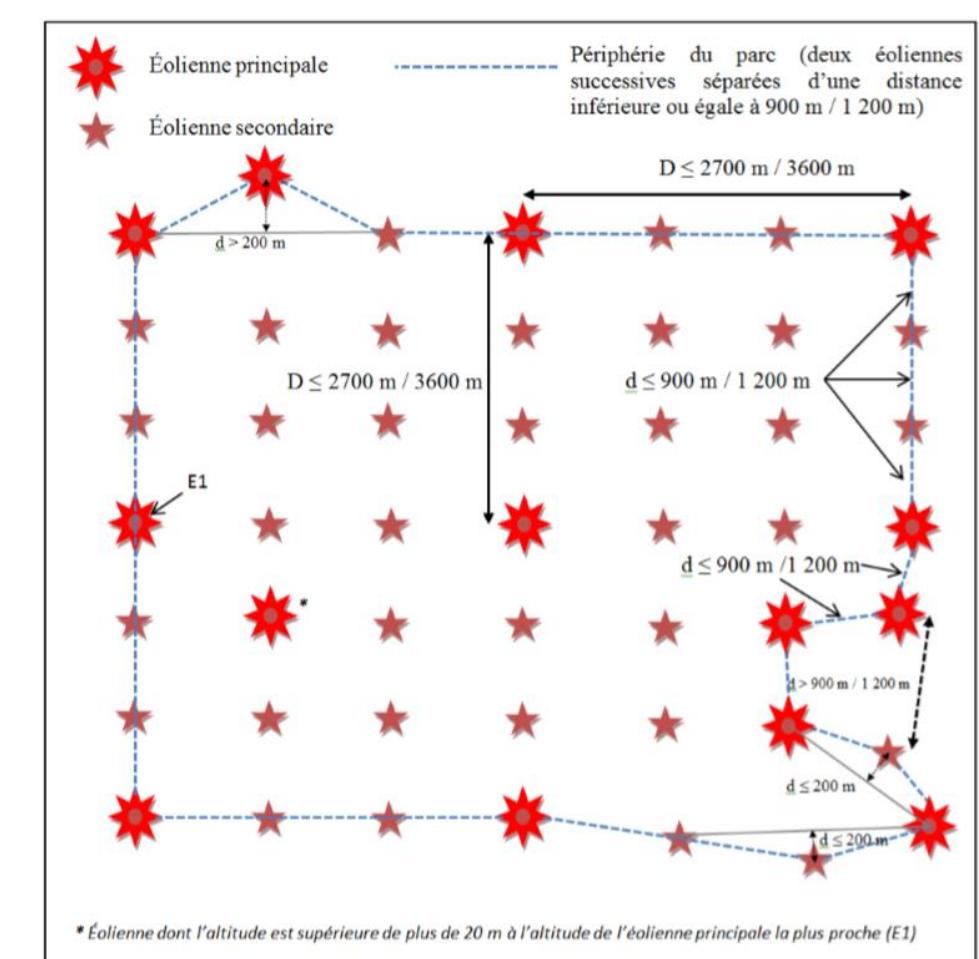
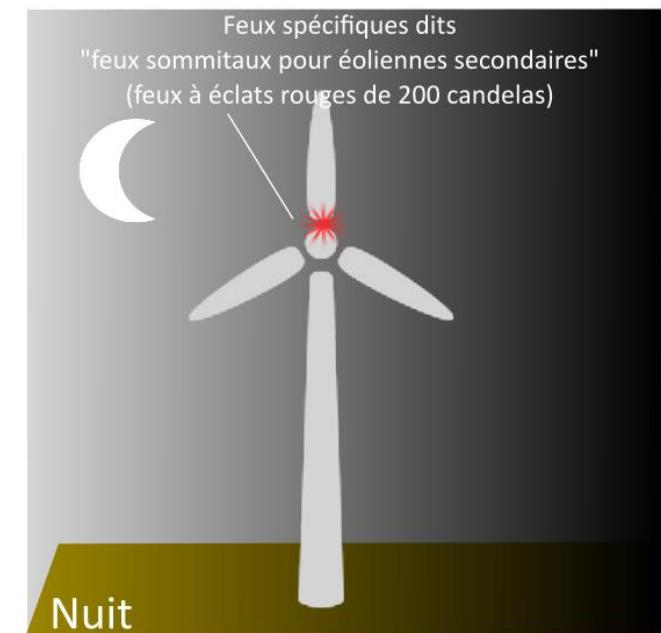


Figure 19 : Illustration des règles du balisage nocturne des champs éoliens terrestres (Source : Arrêté 23/04/2018)

Pour le **projet éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie**, concernant le balisage nocturne, les interdistances entre les machines sont toutes inférieures à 900 mètres. Les éoliennes composent ainsi un alignement. Les éoliennes E2 et E3 qui se disposent aux

extrémités, seront considérées comme des éoliennes dites « principales ». Au vu de la composition de cet alignement et des caractéristiques de l'éolienne E1, cette dernière sera considérée comme une éolienne dite « secondaire ».

→ Les éoliennes principales E2 et E3 seront équipées de feux d'obstacle de moyenne intensité de type B, c'est-à-dire, de feux à éclats rouges de 2 000 candélas. Le balisage nocturne de l'éolienne secondaire E1 sera constitué :

- soit de feux de moyenne intensité de type C (rouges, fixes, 2 000 cd) ;
- soit de feux spécifiques dits « feux sommitaux pour éoliennes secondaires » (feux à éclats rouges de 200 cd).

- **Balisage à proximité d'autres types de signalisation**

Le balisage pour le besoin de la navigation aérienne des éoliennes localisées au niveau des côtes ou en mer, des voies ferrées ou routières ne doit pas occasionner de confusion avec la signalisation maritime, ferroviaire ou routière. En cas de risque de confusion, le balisage de ces éoliennes est défini au cas par cas dans le cadre d'une étude réalisée par les autorités de l'aviation civile et de la défense territorialement compétentes en collaboration avec les autorités concernées par les autres types de signalisation.

→ Au regard de localisation du projet à distance des côtes, des voies de circulation routière majeures ou des voies ferrées, aucune mesure spécifique concernant le balisage lumineux ne devrait être définie.

- **Synthèse sur le balisage lumineux**

Concernant la signalisation appliquée aux éoliennes du projet, elle se conformera aux dispositions prises par l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne. La carte présentée ci-après permet de qualifier le **projet éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie** selon ces critères.

1.7.1.7. Certifications des machines

Les équipements projetés répondront aux normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes.

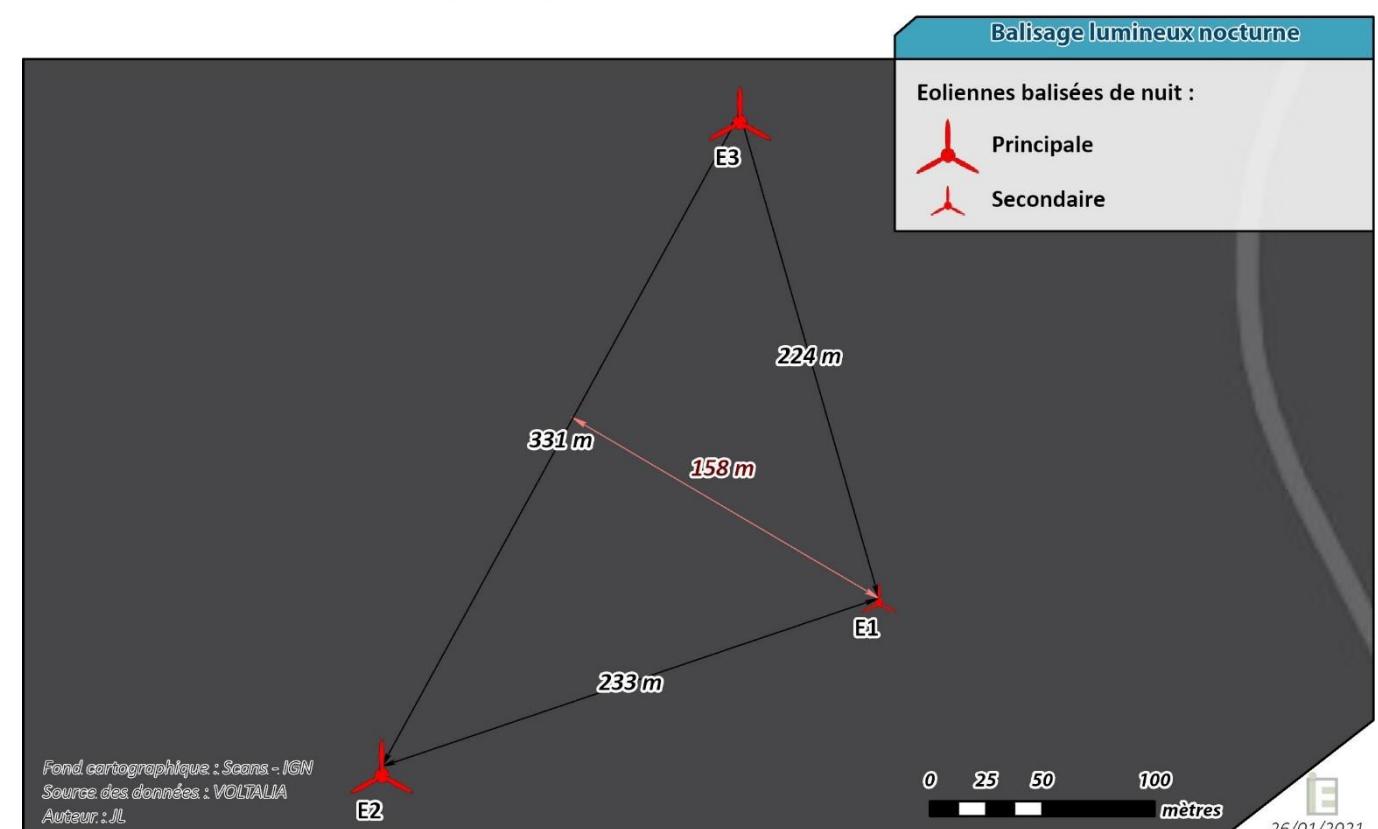
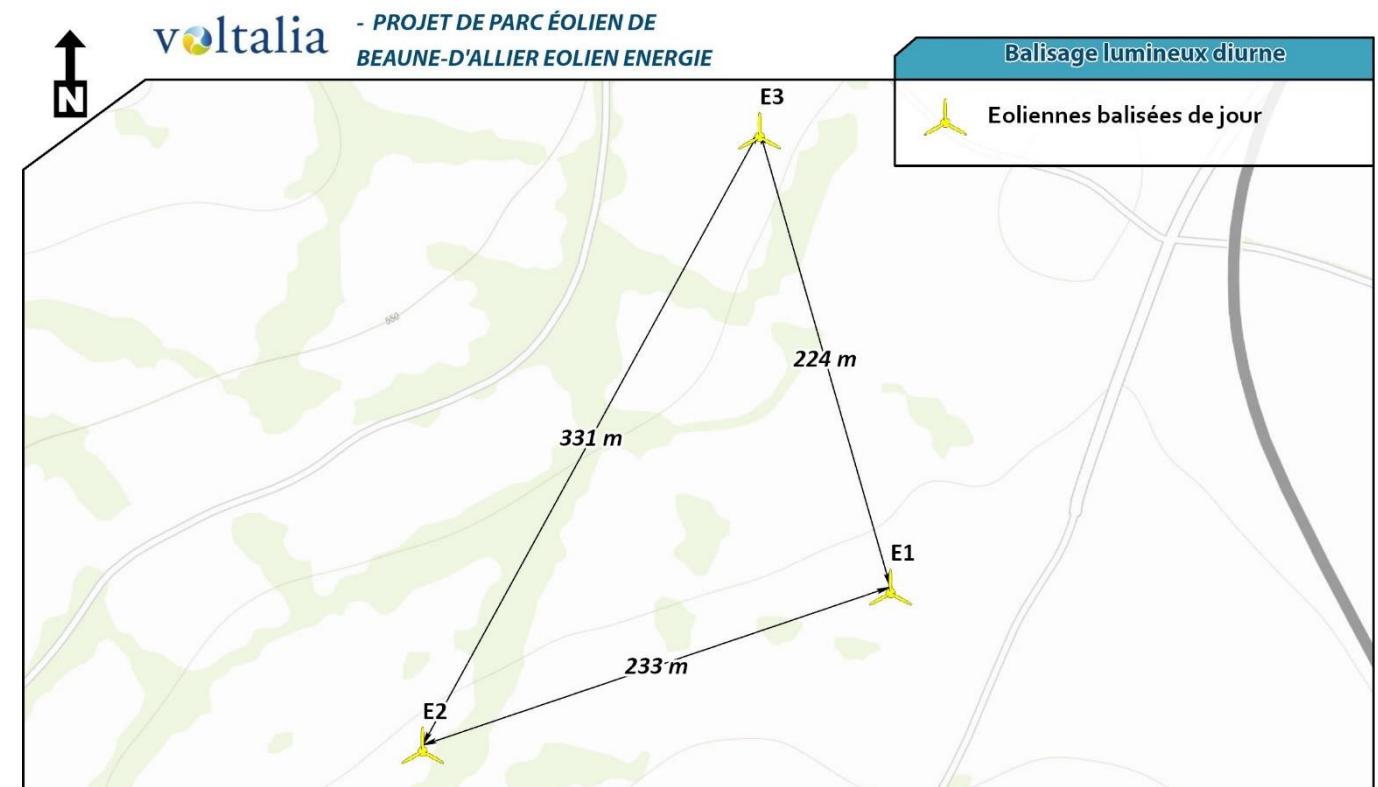


Figure 20 : Qualification du projet de parc éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie selon les critères définis par l'arrêté du 23 avril 2018 relatif au balisage lumineux

1.7.1.8. Caractéristiques des plateformes des éoliennes

Au pied de chaque éolienne, une plateforme en remblai circulaire, stabilisée et permanente est installée. Cette plateforme correspond à un espace de travail lors de la phase de chantier et sera conservée lors de la phase d'exploitation afin de permettre un accès à la tour et pour faciliter les opérations de maintenance. Cette surface borde la partie visible des fondations et est attenante à la plateforme de montage. Ces plateformes couvrent globalement la surface concernée par les fondations et représente une surface d'environ **313 m²** par éolienne, soit **939 m²** pour l'ensemble du parc.

La plateforme de montage correspond à la zone où sera positionnée la grue nécessaire à l'assemblage de l'aérogénérateur. La nacelle sera placée au niveau de cette aire de montage et le rotor sera assemblé au sol. L'emprise au sol est plus importante, mais cette solution réduit le nombre de levages (et donc la durée du chantier) et assure une plus grande sécurité pour l'assemblage. Aucune clôture ne démarque la plateforme du reste de la parcelle, sauf nécessité (parcelle pâturée par exemple). De plus, cette zone qui sera nivelée sera capable de supporter une pression unitaire de 250 kN/m² afin de supporter le poids des engins de levage. Si les dimensions moyennes de cette plateforme sont de l'ordre de 25m*40m, soit 1 000 m², chaque plateforme peut présenter des surfaces variables qui sont optimisées en fonction de la configuration du terrain.

Dans le cas du **projet de parc éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie**, les plateformes de montage permanentes respecteront ces dimensions moyennes et chaque éolienne sera munie d'une plateforme de **1 000 m²**, soit un total de **3 000 m²** pour l'ensemble du parc. Cette plateforme de montage est dite permanente puisqu'après la construction des éoliennes, elle servira notamment à la maintenance lors de l'exploitation puis, en cas d'arrêt de l'exploitation, au démantèlement de l'éolienne.

La plateforme de montage est complétée de plateformes ou zones qui sont aménagées de manière temporaire, c'est-à-dire qu'elles seront remises en état une fois la phase de travaux achevée :

- Les éoliennes E1 et E3 seront munies de plateforme de stockage permettant d'entreposer les pales dans l'attente de leur mise en place sur le rotor, car il n'est pas prévu d'assemblage au sol et les pales seront acheminées et montées une par une. Ce secteur devra être de niveau, lisse, sec et exempt de racines. Ces deux machines seront munies d'une plateforme de stockage de **500 m²**, soit **1 000 m²** pour l'ensemble du parc. Concernant l'éolienne E2, la configuration du site d'implantation ne permet pas la mise en place de ce type de surface sans impliquer des impacts et notamment l'abattage de plusieurs arbres. Ainsi, les pales et composant de l'éolienne E2 seront stockés sur les espaces dédiés de l'éolienne E1.
- Les éoliennes E2 et E3 seront munies de surfaces de travaux comprenant diverses zones nécessaires à la bonne réalisation des travaux comme des chemins d'accès temporaires, un accès d'urgence maintenu dégagé, des surfaces de stockage additionnelles (matériels, engins de chantier, etc.), des espaces de stationnement temporaire, etc. Ces espaces, d'une surface totale de **1 700 m²**, présentent une configuration spatiale variable, car ils ont été répartis sur l'ensemble du projet de la manière la plus optimisée possible pour trouver le meilleur compromis entre fonctionnalité et surfaces aménagées. Ainsi :
 - o L'éolienne E2 dispose d'une surface de travaux de **1 200 m²** qui va englober la plateforme au pied des éoliennes et la plateforme de montage ;
 - o L'éolienne E3 dispose d'une surface de travaux de **500 m²** prenant la forme d'une plateforme temporaire bordant sa plateforme de montage ;
 - o L'éolienne E1 ne dispose pas de surface de travaux.

C'est différentes zones aménagées temporairement seront accolées les unes aux autres et agencées en fonction des conditions et contraintes identifiées sur les différents sites d'implantation des aérogénérateurs. L'ensemble de ces surfaces représente un total de **2 453 m²** pour l'ensemble du parc. Ces secteurs présenteront des caractéristiques variables en fonction de leur utilisation mais seront maintenus dégagés durant la phase de chantier. Les secteurs aménagés temporairement et dédiés aux travaux ou au stockage seront remises en état à la fin du chantier et retrouveront à terme leur vocation agricole.

Tableau 14 : Surface des différentes plateformes et aménagements annexes

Eoliennes	Surfaces des aménagements permanents (m ²)		Surface des aménagements temporaires (m ²)
	Plateforme de montage	Plateforme au pied des éoliennes positionnée au-dessus des fondations	
E1	1 000	315	500
E2	1 000	315	1 200
E3	1 000	315	1 000
Total	3 000	945	2 700
		3 945	

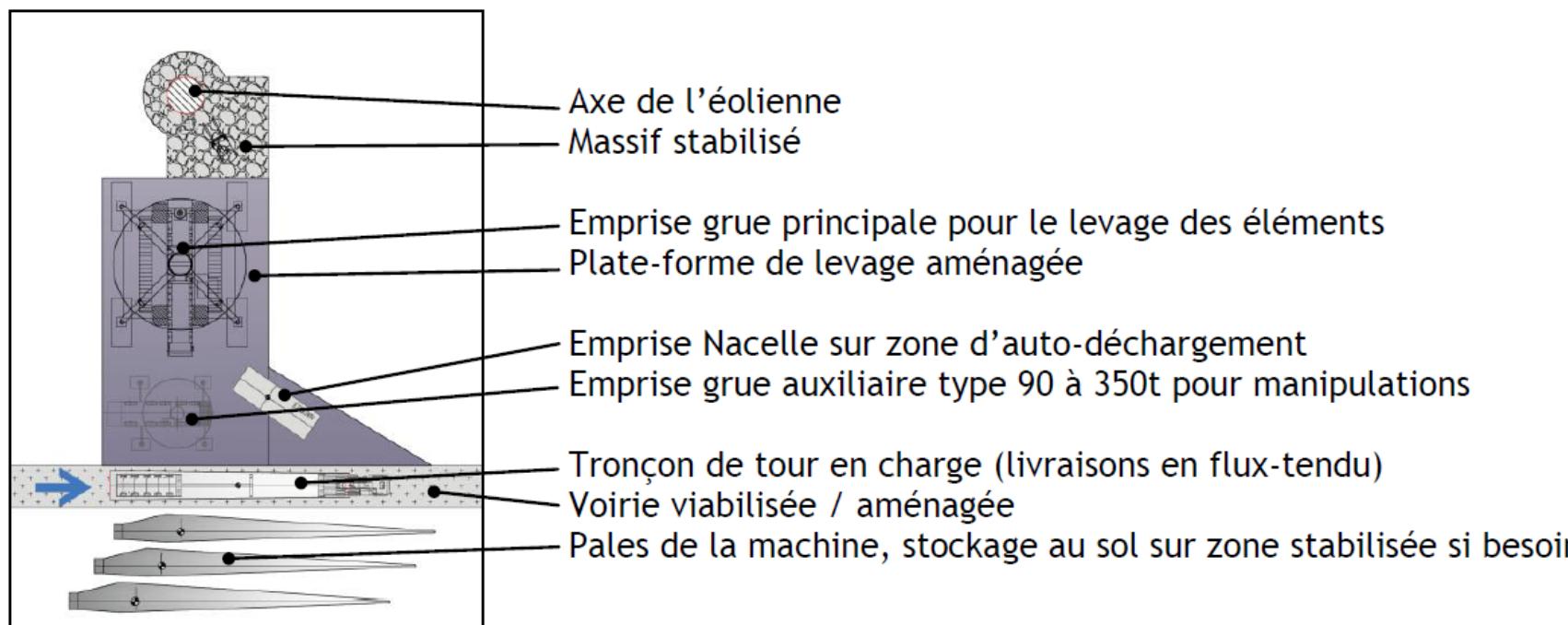


Figure 21 : Organisation du chantier sur les plateformes de montage (Source : VESTAS)

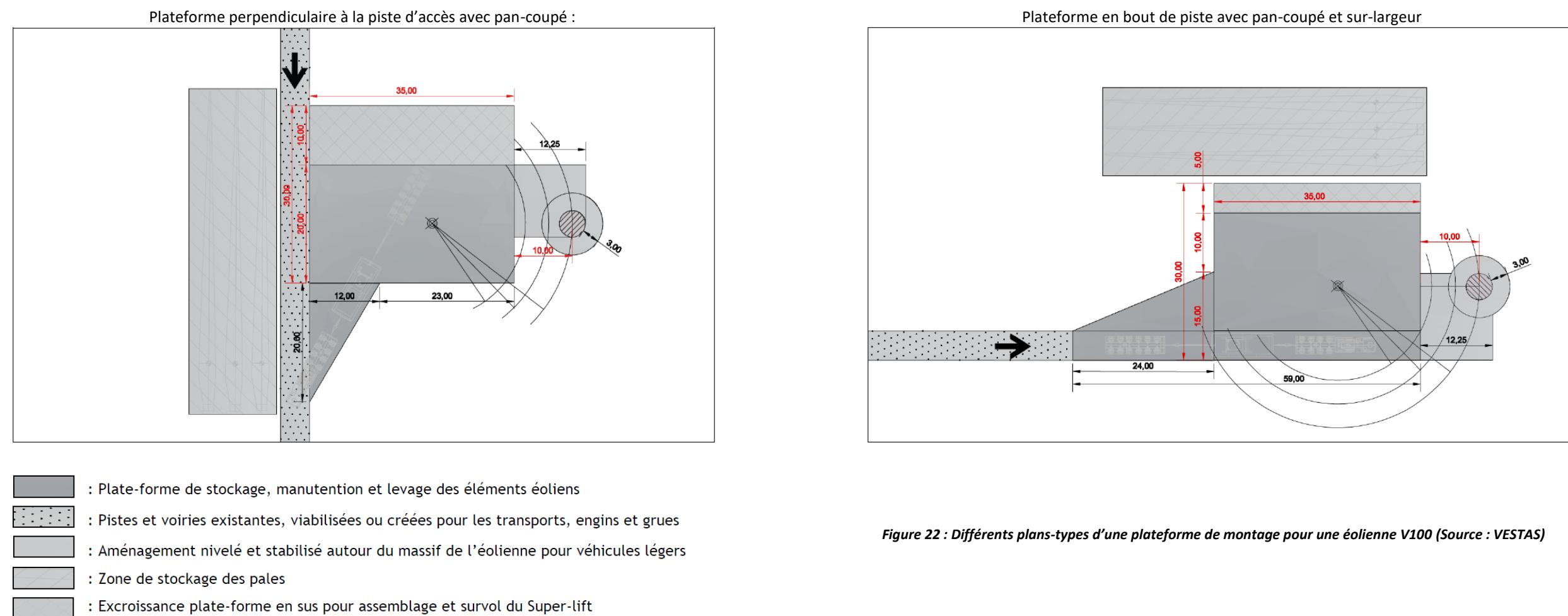


Figure 22 : Différents plans-types d'une plateforme de montage pour une éolienne V100 (Source : VESTAS)

1.7.2. CARACTÉRISTIQUES DES ACCES

1.7.2.1. Caractéristiques des voiries

Le site d'implantation devant être accessible à des engins de grande dimension et pesant lourd, les voies d'accès devront par conséquent être assez larges et compactes afin de permettre le passage des engins de transports et de chantier. La structure décrite ci-dessous n'est présentée qu'à titre informatif, les dimensions précises devant être définies après étude spécifique.

Globalement les caractéristiques suivantes sont applicables :

- La largeur des pistes préconisée est comprise entre 4 et 5 m de bande roulante ;
- Les pentes transversales doivent être inférieures ou égales à 2% ;
- Les pentes longitudinales doivent être inférieures ou égales à 10%.
- Nous devrons compter sur des rayons longitudinaux de 250.00m minimum pour les gabarits de type V100 et plus.

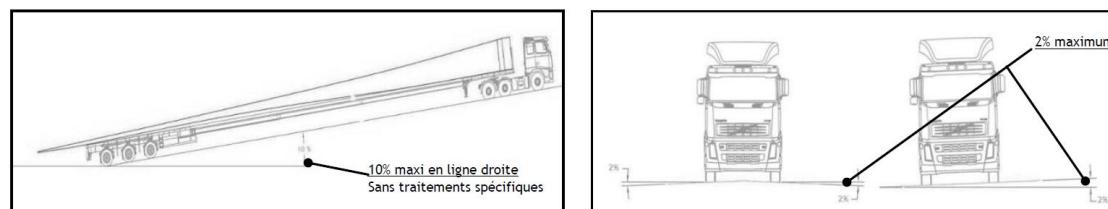


Figure 23 : Pentes longitudinales et transversales pour le transport

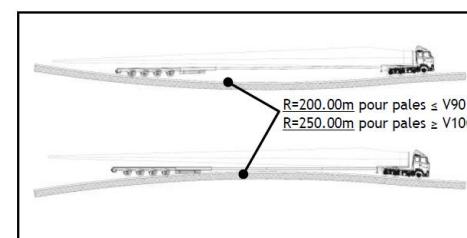


Figure 24 : Rayons longitudinaux

En raison de la longueur importante des convois, un déport pour certains chargements est à considérer à l'arrière des remorques, notamment pour les pales. Compter sur un porte-à-faux de 6.00 à 12.00 m, pour un survol à environ 2.00 m minimum au-dessus du sol. La longueur des convois suppose également que leur mobilité sera réduite dans les virages. Ces éléments concourent à définir des aires de rotation intérieures et extérieures exemptes d'obstacles. L'emprise de ces aménagements sera variable en fonction de l'angle du virage à franchir.

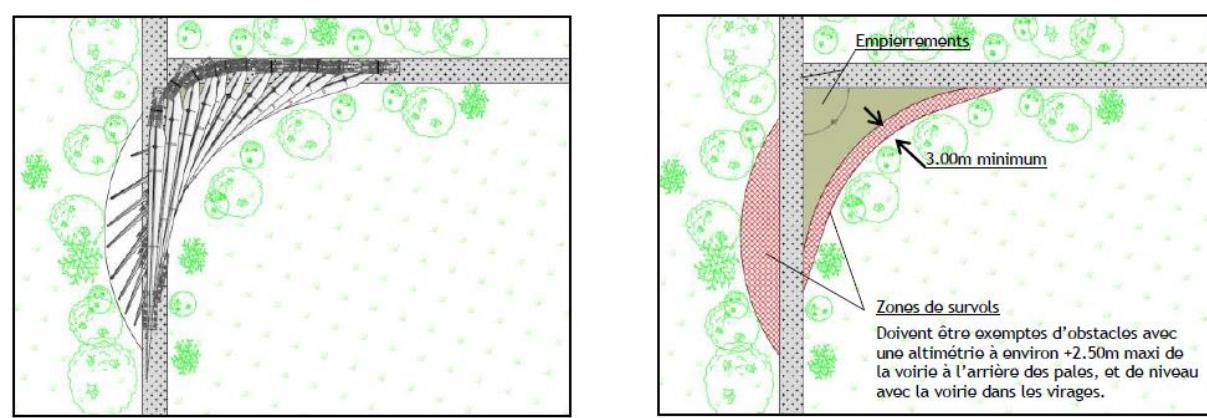


Figure 25 : Porte-à-faux des pales et zones de survols (Source : VESTAS)

Enfin, des zones de manœuvre et des zones de croisement suffisamment larges, stabilisées et dégagées pourront également être aménagées au cas par cas.

Avant même l'aménagement des voiries, une étude sur site sera réalisée et permettra de définir les zones à défricher, à élaguer, les câbles aériens à enfouir ou rehausser et autres obstacles sur le trajet des convois. Certains chemins existants seront redimensionnés et renforcés avant le démarrage du chantier. Les aspérités et les déformations de la voirie devront disparaître et il sera nécessaire de prévoir un couloir de passage libre, exempt de tout obstacle, de 5,50 m x 5,50 m. Après la phase de construction, ils seront ramenés à une largeur inférieure à 5 mètres (spécifications VESTAS lors de la phase de chantier). Ces pistes d'accès seront constituées d'une couche de renforcement, capable de supporter le trafic et le travail des engins lourds, de façon pérenne et sécurisée pendant toute la durée du chantier. Dans la pratique, la terre végétale sera retirée et stockée sur site afin de la réutiliser pour la remise en état après le chantier. Ensuite, il y a un décapage sur 20 à 30 cm afin de trouver un sol avec une portance suffisante. Finalement, une couche de 30 à 40 cm de tout-venant « 0-60 » sera déposée en plusieurs couches compactées.

Il sera nécessaire de veiller à considérer l'évacuation des eaux. Des drainages devront être ponctuellement aménagés pour assurer l'écoulement des eaux de pluie. Il devra s'agir de fossés, cunettes, ouvrages revêtus ou non.



Figure 26 : exemple de cunette réalisée en bordure de voirie (source : VESTAS)

1.7.2.2. Les véhicules de transport

Les véhicules utilisés pour le transport des éléments constitutifs des éoliennes seront adaptés aux contraintes spécifiques à ce type de transport. Les véhicules suivants sont souvent utilisés sur les chantiers : semis avec remorque surbaissées, véhicules à châssis surbaissés, remorques et semi-remorques... Des véhicules évolutifs dont la longueur et la largeur variables peuvent être rétractés de quelques mètres après le déchargement seront aussi employés, notamment pour le transport des pales.

Concernant l'encombrement, ce sont les pales qui représentent la plus grosse contrainte. Leur transport est réalisé en convoi exceptionnel à l'aide de camions adaptés (tracteur et semi-remorque).

Tableau 15 : Longueur et poids du convoi transportant une pale

Gabarit Type – 2/3 MW – 133 m	
Longueur d'une pale	Environ 50 m
Longueur totale de l'ensemble (camion et pale)	Plus de 55 m
Poids total d'une pale	7 à 8 tonnes
Poids total roulant	Environ 40 tonnes

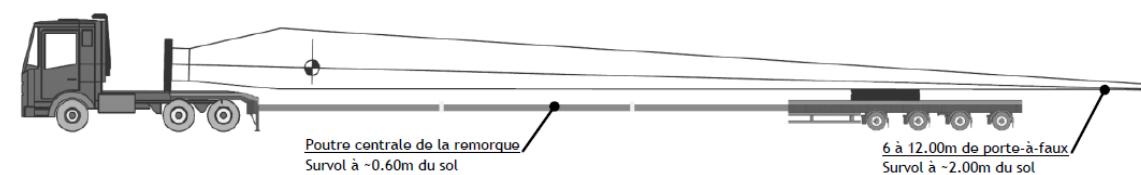


Figure 27 : Transport d'une pale

Lors du transport des aérogénérateurs, le poids maximal à supporter est celui du transport des nacelles. Chacune pèse entre 70 et 90 tonnes à vide. Le poids total du véhicule chargé avec la nacelle est d'environ 120 tonnes. La charge de ce véhicule sera portée par 12 essieux, avec une charge d'environ 10 tonnes par essieu.

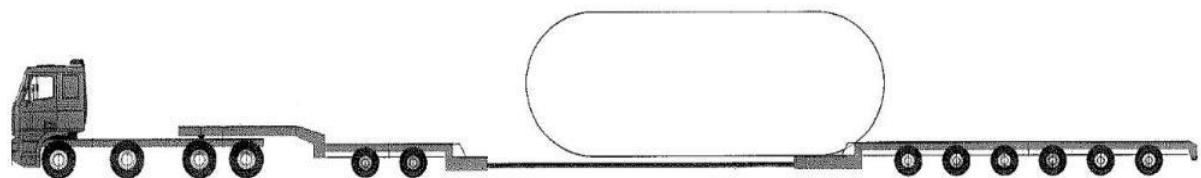


Figure 28 : Transport de la nacelle

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 la section transportée.

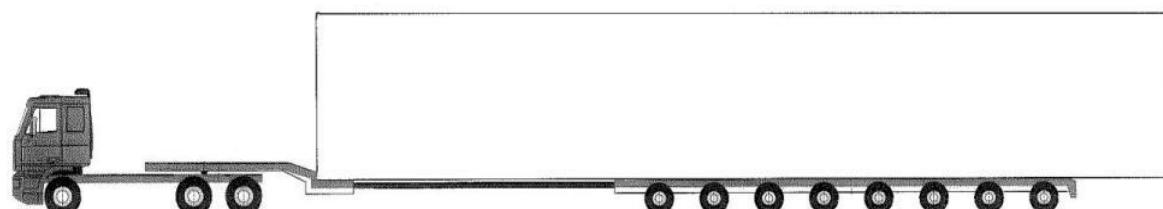


Figure 29 : Transport d'une section du mât

Par ailleurs, suivant le besoin (virage serré), un « blade lifter » pourra être utilisé :



Figure 30 : Illustration d'un "blade lifter" négociant un virage serré

I.7.2.3. L'acheminement jusqu'au site

Le transport des éléments d'éoliennes nécessite l'emploi de convois exceptionnels. Afin de permettre l'acheminement des pièces d'éoliennes (pales, tronçons de tour, nacelle, etc.) sur le site, puis les opérations de maintenance, des voies d'accès de bonne qualité sont nécessaires.

Dans ce but, il est impératif dans un premier temps de s'assurer de la possibilité d'emprunter le réseau routier jusqu'à l'entrée du site avec des transports hors gabarit : tonnage important, longueur totale du transport (> 65 mètres pour les pales).

Le circuit de transport retenu pour acheminer les différents composants de l'éolienne doit être compatible avec le passage de convois exceptionnels. Le constructeur des éoliennes et les entreprises qui interviendront sur la construction n'ayant pas encore été choisis, le trajet emprunté par les convois exceptionnels ne peut donc être défini précisément. Le trajet définitif est en effet généralement choisi en fonction des exigences et contraintes propres à chaque modèle d'éoliennes sachant que le maître d'ouvrage, le constructeur et le transporteur des éoliennes, identifieront un itinéraire de moindre impact.

Pour le moment, il est raisonnable de penser que les composants des éoliennes arriveront jusqu'au site d'implantation par le Nord-Est. Les convois devraient emprunter soit l'autoroute A71, soit la nationale N79 pour atteindre Montmarault et rejoindre la départementale RD4 qui descend vers le Sud-Ouest pour venir border le site d'implantation.

I.7.2.4. Les voiries et accès aux éoliennes sur site

Les voies d'accès devront permettre une arrivée aisée sur la zone d'installation de manière à acheminer dans de bonnes conditions l'ensemble des pièces techniques utilisées lors de l'assemblage. On distingue deux types de voiries qui peuvent ponctuellement s'avérer identiques : les chemins d'accès et aménagements en phase chantier et les chemins d'accès et aménagements en phase exploitation. Dans le cas du projet, l'accès aux sites de montage des éoliennes se fera essentiellement par le biais de chemin d'accès qui seront créer lors de la phase de travaux et préservé durant l'exploitation.

Sur le site du **projet éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie**, l'accès site se fera par le Sud-Ouest via la départementale D4 puis une petite section de chemin communal. Le réseau de chemins d'accès aux plateformes de montage partira de cet axe de circulation.

Une petite section de chemin d'accès à créer bordée par la plateforme d'accès du poste de livraison sera prolongé pour permettre l'accès à la plateforme de montage de l'éolienne E1. L'accès aux éoliennes E2 à l'Ouest et E3 au Nord se fera par le biais de virages créés permanents. Ces virages seront élargis de manière temporaire pour permettre l'accessibilité des convois lors de la phase de travaux.

Le tableau ci-après résume les différentes surfaces concernées par ces aménagements.

Tableau 16 : Synthèse des surfaces des aménagements de voirie à réaliser

Eolienne	Type d'accès	Surface des accès permanents à créer (m ²)	Surface des aménagements temporaires à créer (m ²)
E1, E2 et E3	Ensemble des chemins d'accès permanents à créer pour l'accès à E1, E2 et E3	4 154	/
E2	Elargissement temporaire du virage permettant l'accès à E2	/	478
E3	Elargissement temporaire du virage permettant l'accès à E3	/	478
Surface totale des aménagements (m ²)		4 154	956

1.7.3. CARACTÉRISTIQUES DU RACCORDEMENT ELECTRIQUE

Le raccordement électrique d'un parc éolien se compose de plusieurs éléments :

- le réseau interne qui relie les éoliennes au(x) poste(s) de livraison ;
- le(s) poste(s) de livraison ;
- le raccordement externe qui relie le(s) poste(s) de livraison au réseau électrique public existant.

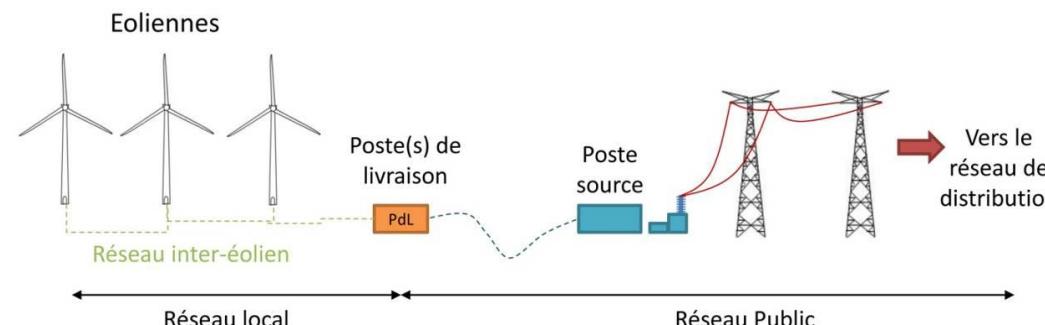
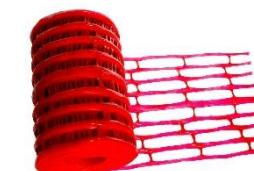


Figure 31 : Raccordement électrique des installations

1.7.3.1. Le raccordement interne : des éoliennes au poste de livraison

Ce raccordement électrique interne est composé de plusieurs éléments :

- une ligne ou deux lignes de câbles Moyenne Tension (MT) permettant l'évacuation de l'électricité produite par les éoliennes,
- un câble de Fibre Optique (FO) permettant la liaison entre les éoliennes et le centre de pilotage via le système SCADA,
- un filet avertisseur positionné au-dessus des câbles MT pour avertir lors d'éventuels travaux (Cf. image ci-contre).



Concernant le câble de Moyenne Tension (MT), la coupe ci-dessous fournit un aperçu de sa composition :

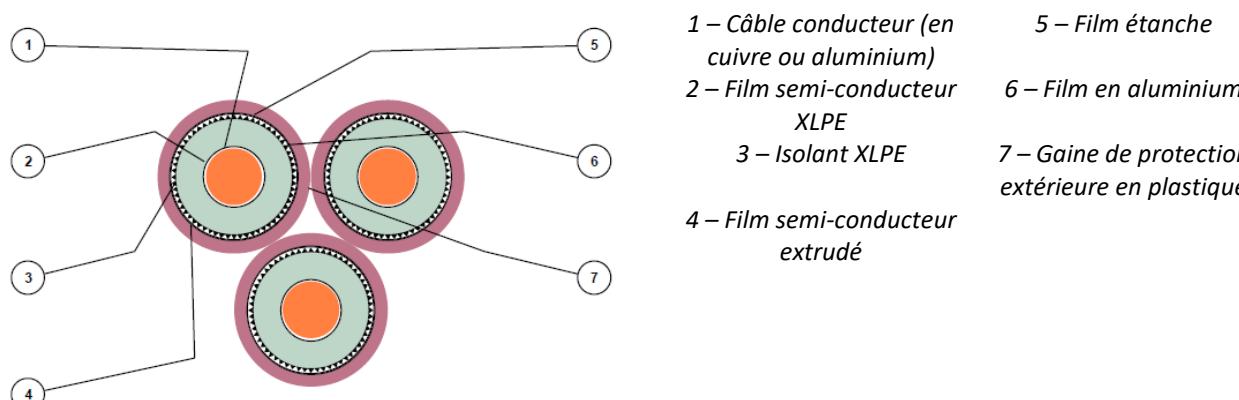
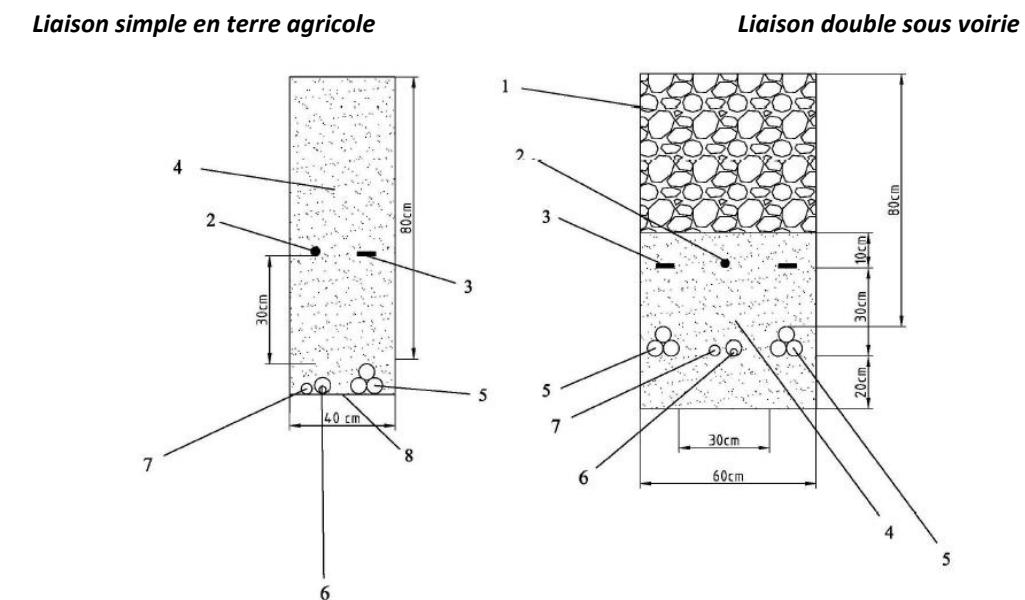


Figure 32 : Exemple de câbles MT pour raccordement électrique interne



Figure 33 : Exemple de câble de raccordement électrique interne type NF C33-226

Le schéma ci-dessous présente deux coupes-types de tranchées possibles pour le raccordement électrique interne d'un parc éolien :



- 1 – Sol compacté
2 – Câble conducteur en cuivre pour mise en terre (en option et non utilisé actuellement)
3 – Filet avertisseur
4 – Sol exempt de toute pierre (exemple : sable)
5 – Câbles de moyenne tension (MT)
6 – Câble de fibre optique (FO)
7 – Câble de basse tension (BT)
8 – Fond de tranchée exempt de toute pierre

Figure 34 : Coupe type de tranchées utilisées pour le raccordement électrique interne du parc éolien

Le raccordement électrique des éoliennes jusqu'au poste de livraison, réalisé par le maître d'ouvrage, représentera une distance de câble enterré d'environ 755 mètres. L'itinéraire probable du raccordement est présenté sur le plan d'implantation disposé précédemment dans ce rapport ainsi que sur le plan présenté ci-après.

Tableau 17 : Longueur de câble posé pour chaque section du raccordement

Section	Longueur de câble (m)
Section principale raccordant E1, E2 et E3	697
E1 vers section principale	17
Section principale vers le PDL	41
Total	755

Le cheminement du raccordement interne empruntera le tracé des chemins d'accès qui seront créés pour l'accès aux plateformes des éoliennes et du poste de livraison. Le passage de câble fera l'objet des procédures de sécurité en vigueur. En cas de passage sous les voies de circulation, des mesures de sécurité seront prises afin de garantir la sécurité des ouvriers et celle des automobilistes (ex : signalisation, circulation alternée...). Suite aux travaux, la voirie sera restaurée au-dessus de l'emprise de la tranchée réalisée.

Par ailleurs, conformément à l'arrêté du 26 août 2011, il est rappelé que les installations électriques extérieures respecteront les normes :

- NFC 15-100 (version compilée de 2008) - Installations électriques à basse tension,
- NFC 13-200 (version de 2009) - Installations électriques à haute tension.

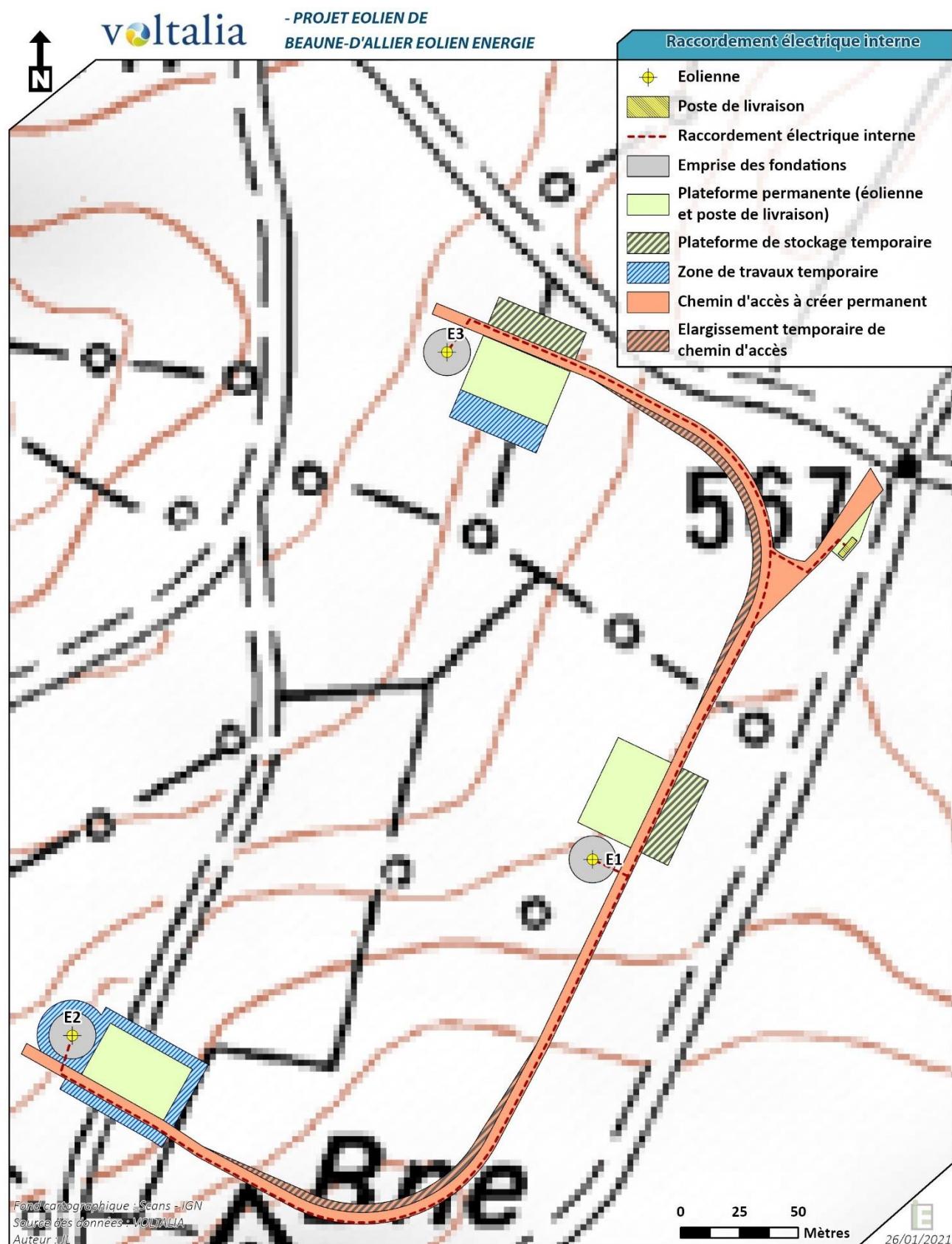


Figure 35 : Plan de raccordement électrique interne

I.7.3.2. Le poste de livraison : l'interface entre le parc éolien et le réseau électrique public

Le poste de livraison est le récepteur de la production électrique du parc. Il constitue donc le nœud de raccordement de l'ensemble des éoliennes, avant que l'électricité ne soit injectée sur le réseau électrique public. Il est donc à l'interface entre le parc éolien et son réseau électrique interne, et le réseau électrique public. Il marque ainsi la limite entre le réseau de l'exploitant du parc éolien et le réseau de l'opérateur national ou régional (ENEDIS). Il permet également de comptabiliser la quantité d'énergie apportée au réseau par le parc.

Cet équipement est souvent séparé en trois compartiments distincts : le premier est dédié au local HTA et contient les éléments de protection ainsi que ceux permettant de respecter les contraintes de raccordement au réseau électrique public. La tension limitée de cet équipement est de l'ordre de 20 000 Volts, ce qui correspond à la tension des lignes électriques sur pylônes ERDF bétonnés standards. Le second compartiment abrite un bureau ainsi que les éléments de télécommunication du parc éolien : SCADA PC... Le troisième compartiment est dédié aux filtres passifs. Ce local est maintenu fermé et des contacteurs de porte permettent de prévenir en cas d'intrusion.

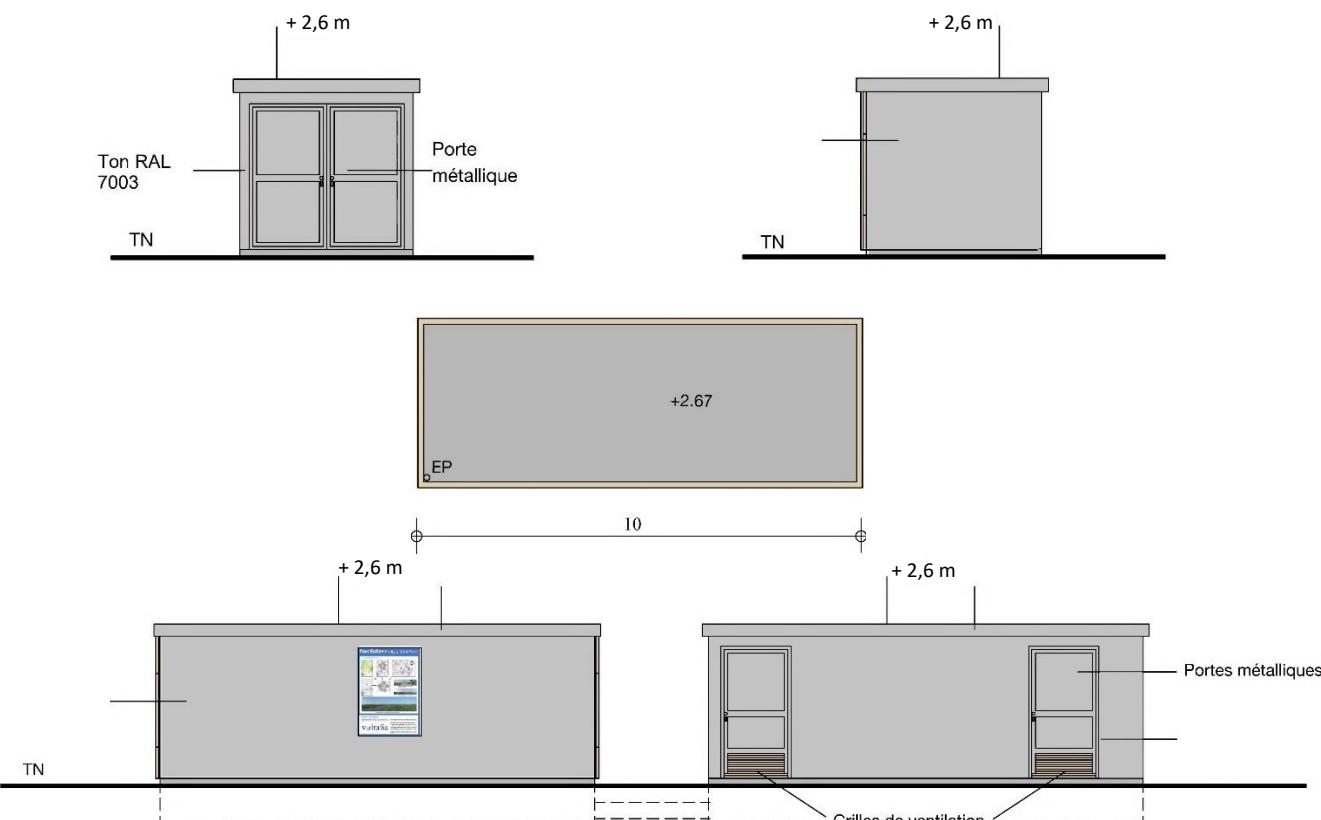


Figure 36 : Coupe-type du poste de livraison (Source : VOLTALIA)

Sa localisation varie en fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée. Le poste doit être accessible en voiture pour la maintenance et l'entretien. Des critères paysagers peuvent aussi entrer en ligne de compte afin d'intégrer au mieux ces éléments dans le paysage.

Dans le cas du **projet éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie**, le poste de livraison sera implanté à l'entrée du site, à proximité d'un carrefour entre deux chemins communaux et plus particulièrement en bordure de la petite section de chemin d'accès à créer amenant vers le réseau de voiries à créer pour accéder aux éoliennes. Afin de conserver les codes architecturaux et les palettes de matériaux locale, ce poste de livraison sera habillé avec un parement en pierre granitique ou assimilé. Il se situe à plus de 160 m au Nord-Est de E1 et au Sud-Est de E3. Le poste de livraison sera muni d'une plateforme stabilisée de 127 m².

Tout le matériel installé répond aux normes NFC13-100 et NFC13-200. Le poste de livraison disposera par ailleurs d'extincteurs CO2.

1.7.3.3. Le raccordement externe : du poste de livraison au réseau électrique public

Le tracé et les caractéristiques de l'offre de raccordement seront définis avec précision lors de l'étude détaillée, qui ne pourra être réalisée par le gestionnaire de réseau qu'après obtention de l'Autorisation Environnementale. Deux types de raccordements peuvent être envisagés :

- ✓ Raccordement via un poste électrique existant du réseau de transport ou de distribution

La solution de raccordement envisagée par défaut par les gestionnaires de réseaux est celle du raccordement au poste du réseau public d'électricité le plus proche pouvant accueillir la production (communément appelé « poste-source »). En fonction de leur puissance, les parcs éoliens peuvent ainsi être raccordés au réseau public de distribution (géré par ERDF ou un distributeur non nationalisé local) ou de transport (géré par RTE). Dans certains cas, il peut être envisagé de scinder un parc éolien de grande taille pour le raccorder grâce à plusieurs postes de livraison à un Réseau Public de Distribution.

- ✓ Raccordement direct au réseau existant

D'autres parcs, du fait de leur situation et des caractéristiques locales des réseaux publics, peuvent être préféablement raccordés sur le réseau existant (au niveau d'une ligne ou d'un câble). Dans ce cas de figure, deux solutions sont envisageables :

- Soit une connexion directe à une ligne Haute Tension du Réseau Public de Transport (RPT) géré par Réseau de Transport de l'Electricité (RTE),
- Soit une connexion via un nouveau poste-source créé en « coupure » sur le réseau existant.

Pour le projet du **Parc éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie**, la solution envisagée pour le raccordement externe à ce stade du projet concerne le poste-source de « COMMENTRY ». Cette installation se situe sur la commune de COMMENTRY à 10,2 kilomètres à l'Ouest/Nord-Ouest du projet. Les caractéristiques du poste-source de « COMMENTRY » sont décrites dans le tableau ci-après.

Tableau 18 : Caractéristiques du poste-source de « COMMENTRY » auxquels pourrait être raccordé le projet (Source : RTE/ENEDIS)

Département	Poste source	Capacité d'accueil réservée au EnR au titre du S3REnR (MW)	Puissance des projets EnR en file d'attente (MW)	Capacité d'accueil réservée au titre du S3REnR qui reste à affecter (MW)	Quote-Part S3REnR (k€/MW)
03	COMMENTRY	15,0*	0,4	1,4	52,88

* La valeur de la capacité réservée a été modifiée sur ce poste : Arrêtés modificatifs du S3REnR Auvergne du 12/08/2014 et du 27/02/2014, Transfert de +1,5MW le 15/09/2017 - Transfert de +10MW le 15/10/18 - Transfert de +0,5MW le 27/03/20.

Selon le Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables, la capacité d'accueil réservée du poste-source est actuellement insuffisante pour accueillir le projet du **Parc éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie**. Des travaux devront donc être réalisés afin de permettre l'accueil de la production électrique du parc éolien. Par ailleurs, précisons que les files d'attente et les travaux de renforcement effectués sur le réseau peuvent amener à une modification de ces données prochainement. A noter de plus que la quote-part fixée par le S3REnR est 52,88 €/MW que l'exploitant du parc se chargera de souscrire. Par ailleurs, il convient de préciser que les gestionnaires de réseaux électriques ont mené des études dans le cadre de la révision du schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables (S3REnR) d'Auvergne-Rhône-Alpes. L'objectif est d'adapter le réseau électrique de la Région à l'horizon 2030 pour accompagner la transition énergétique encadrée par la la Programmation pluriannuelle de l'énergie et par la région dans le SRADDET. Pour le moment ce document est en phase de concertation en vue d'une adoption au cours de l'année 2021. L'exploitant du parc éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie s'engage toutefois à souscrire à une hypothétique nouvelle valeur de la quote-part.

Le tracé du raccordement électrique externe du parc éolien jusqu'au poste-source sera donc défini lors de l'étude définitive qui sera réalisée par ENEDIS une fois l'autorisation obtenue. Si ce dernier ne peut être à ce jour présenté, le tracé pressenti est toutefois proposé sur la carte présentée ci-après.

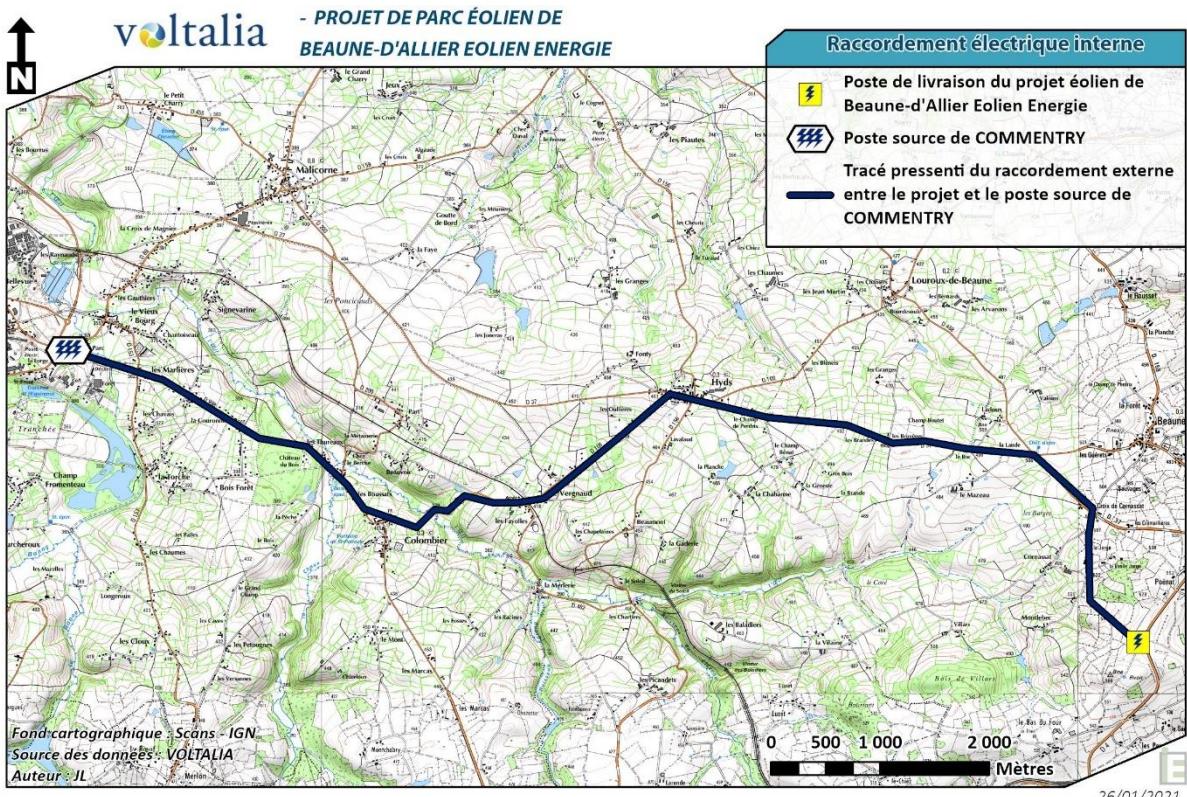


Figure 37 : Tracé pressenti pour le raccordement électrique externe

Il est fort probable que ce dernier soit réalisé essentiellement sous voirie à l'aide d'une trancheuse comme illustré ci-après. Dans ce cadre, il n'est actuellement pas attendu d'impact tenu de son passage sous voirie existante.



Figure 38 : Illustration d'un passage de câbles électriques sous voirie (Source : La Voix du Nord, Ouest France)

Le passage de câble fera l'objet des procédures de sécurité en vigueur. Pour la traversée des départementales et des voies communales, des mesures de sécurité seront prises afin de garantir la sécurité des ouvriers et celle des automobilistes. A noter qu'une circulation alternée sera mise en place pour la traversée des routes.

Le câble sera enterré en tranchée selon les standards du gestionnaire de réseau.

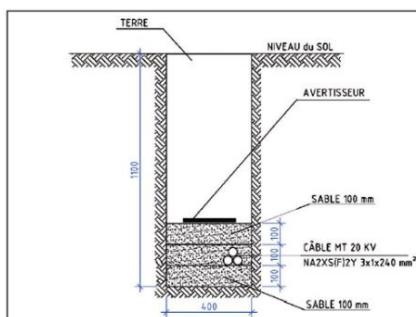
Figure 39 : Exemple de câble de raccordement électrique souterrain
(Source : RTE)



Pour ces tranchées de raccordement externe, si les détails techniques ne sont pas encore connus, il est généralement envisagé les caractéristiques énoncées ci-dessous :

- une largeur de 40 cm,
- une profondeur totale de tranchée de 1,10 m,
- une épaisseur de sable à amener de 20 cm.

Figure 40 : Vue en coupe de la tranchée de liaison électrique au poste source



I.8. DESCRIPTION DES ETAPES DE LA VIE DU PARC

I.8.1. CONSTRUCTION

I.8.1.1. Déroulement du chantier

La construction d'un parc éolien se fait en plusieurs étapes :

- **Mise en place d'une base de vie de chantier :** Avant de commencer le chantier, une base de vie centralisant les principaux lieux de vie (Salle de réunion, réfectoire, vestiaire...) sera mise en place, ainsi qu'un espace nécessaire pour le stationnement. Cette base de vie sera installée à l'entrée du site de façon provisoire sur une surface de 200 à 300 m².
- **Préparation des accès et plateformes :** cette première phase consiste en la préparation des aménagements annexes du parc permettant d'accéder aux différents lieux d'implantation des éoliennes. Il s'agira notamment de procéder à un décaissement et à la mise en place de matériaux de portance adaptés. La terre végétale extraite du site lors des travaux sera séparée des autres terres excavées issues des horizons inférieurs stériles et stockée de manière appropriée.
- **Réalisation des fondations :** Une fois les accès aménagés, les engins de chantier procéderont à l'excavation des terres pour permettre la réalisation des fondations. La terre végétale extraite du site lors des travaux sera séparée des autres terres excavées issues des horizons inférieurs stériles et stockée de manière appropriée. Les fondations seront adaptées à la nature du sol présente, une étude géotechnique ayant été préalablement réalisée. Une fois le ferraillage réalisé et le béton coulé, un temps de séchage permettant de solidifier l'ensemble sera respecté.
- **Assemblage des éoliennes :** Les éoliennes arriveront en plusieurs parties sur des convois spéciaux. Elles seront ensuite assemblées sur site en commençant par les différentes sections du mât puis par la nacelle et pour terminer le rotor.
- **Raccordement interne et externe :** Le raccordement électrique interne et externe du parc sera ensuite effectué avec la réalisation de tranchées puis la pose de câbles souterrains.
- **Test et mise en service :** Pour terminer, une batterie de tests sera effectuée avant la mise en service afin de vérifier le bon fonctionnement de l'installation.

Le chantier du **projet éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie** s'étalera sur environ une année comprenant 7 à 8 mois de travaux effectifs.

Cette planification peut être affectée par les aléas météorologiques, par des contraintes environnementales ou de force majeure.

- Trafic généré

La phase de construction du parc éolien nécessitera l'utilisation de divers engins de transports afin d'apporter sur site les éléments nécessaires à la construction. Concernant le trafic routier induit par le chantier, l'expérience acquise lors des travaux de mise en place de divers parcs éoliens maintenant exploités par la société VOLTALIA, fait état d'environ 100 rotation de camion pour l'installation d'éolienne d'un modèle proche du Gabarit Type de 133 m de hauteur qui est envisagé dans le cadre du projet.

Selon ces estimations, le trafic total lors de la phase de chantier sera d'environ 300 rotations de camions durant les 7 à 8 mois que dureront les travaux, soit un trafic journalier moyen d'environ 2 rotations par jour. Cette moyenne reste cependant approximative, certaines étapes des travaux étant plus génératrices de trafic, comme celle dédiée à la réalisation de fondations. En dehors des camions, des véhicules seront aussi utilisés lors des travaux afin d'acheminer sur le site le personnel travaillant au montage des éoliennes. Ce trafic, estimé à 5 véhicules/jours, sera limité.

- Gestion des déchets de chantier

La gestion des déchets de chantier est un enjeu aussi important pour les générations futures que peut être celui les énergies renouvelables. Elle impose que tous les intervenants dans l'acte de construire, sans exception, soient concernés et impliqués dans le traitement des déchets.

Ainsi, le maître d'ouvrage s'impose à lui-même, ainsi qu'à l'ensemble des intervenants de la chaîne de construction, d'entretien et de démantèlement des éoliennes, de gérer l'élimination et la gestion des déchets.

Le code de l'environnement, dans son article L. 541-2, fixe le cadre légal de cette obligation :

"Tout producteur ou détenteur de déchets est tenu d'en assurer ou d'en faire assurer la gestion, conformément aux dispositions du présent chapitre. Tout producteur ou détenteur de déchets est responsable de la gestion de ces déchets jusqu'à leur élimination ou valorisation finale, même lorsque le déchet est transféré à des fins de traitement à un tiers. Tout producteur ou détenteur de déchets s'assure que la personne à qui il les remet est autorisée à les prendre en charge."

Tableau 19 : Détails du traitement des déchets de chantier (origine, stockage, traitement, etc.)

Type de déchets	Origine	Modalité de stockage	Filière de traitement ou valorisation
Déblais	Matériaux d'excavation excédentaires provenant des travaux de terrassement.	Stockage sur place	Stockage sur plateforme dédiée
Déchets verts	Déchets issus de l'élagage voire de la suppression de certaines portions de végétation pour permettre la mise en place des éoliennes et de leurs aménagements annexes.	Stockage sur place	Compostage/broyage
Métaux	Ferrailles, chute de câbles électriques...	Benne de collecte	Valorisation matière
Ordures ménagères	Déchets issus de l'activité humaine sur le site (repas...)	Benne de collecte	Valorisation matière/énergétique Enfouissement
Déchets non-dangereux	Déchets non dangereux et non souillés par des produits toxiques ou polluants : emballages...	Benne de collecte	Valorisation matière/énergétique
Déchets dangereux	Déchets spécifiques engendrant des risques pour la population et l'environnement : huiles...	Benne de collecte étanche et dispositif de rétention	Traitement adapté
Béton	Eaux de lavage des toupies béton	Fosse de lavage	Stockage ou valorisation matière (réemploi)

Les différentes entreprises retenues devront s'engager à trier et à orienter les déchets vers des structures adaptées et à respecter les règles définies aux niveaux national et local. Les feux à ciel ouvert, l'incinération, les fosses à déchets ou tout autre mode non conforme de disposition des déchets seront formellement interdits. L'évacuation des déchets se fera à une fréquence adaptée afin de garantir la capacité de stockage de déchets sur le site et éviter toute saturation. Par ailleurs, différents documents permettant le suivi et la traçabilité des déchets engendrés par le parc (registre des déchets, bordereaux de suivi...) seront établis.

Concernant les poussières pouvant être émises lors du chantier, le recours à des camions abat-poussières pourra être pratiqué si nécessaire.

- [Fin de chantier](#)

En fin de chantier, les plateformes et les accès seront nettoyés. Les plateformes de montage et les accès permanents seront conservés en prévision des opérations de maintenance et de démantèlement à la fin de l'exploitation. Les surfaces utilisées temporairement (zones de travaux, plateformes de stockage des pales, etc.) pour la réalisation du chantier seront remises dans leur état initial.

1.8.1.2. Exploitation

La phase d'exploitation débute par la mise en service des aérogénérateurs. La durée d'exploitation, correspondant à la durée de vie d'une éolienne définie par le constructeur, est d'environ 20 ans. En phase d'exploitation normale, les interventions sur le site sont réduites aux opérations d'inspection. Néanmoins pour garantir la sécurité de fonctionnement de l'installation, il est impératif de procéder à une maintenance régulière.

- [Description de l'exploitation](#)

Durant la phase d'exploitation, la turbine fonctionnera grâce à un système automatisé qui surveille en permanence les paramètres de fonctionnement à l'aide de divers capteurs. Un suivi à distance du parc éolien sera assuré via le système SCADA. Des opérations d'entretien et de maintenance du parc éolien seront également menées par l'antenne locale du constructeur qui sera retenu, et permettront de garantir la pérennité du parc en termes de production et de sécurité.

Plus ponctuellement, des interventions relatives au suivi écologique du parc éolien seront aussi réalisées.

- [Maintenance du parc éolien](#)

Une maintenance prédictive et préventive des éoliennes sera mise en place. Celle-ci 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. Une première inspection est prévue au bout de 3 mois de fonctionnement des éoliennes. Ces opérations de maintenance courante seront répétées lors de l'inspection après la première année de fonctionnement, puis régulièrement selon le calendrier de maintenance.

Enfin, une maintenance curative pour l'éolienne est prévue dès lors qu'un défaut a été identifié lors d'une analyse. Les techniciens de maintenance éolienne se chargent alors de réparer et de remettre en fonctionnement les machines lors des pannes et assurent les reconexions aux réseaux.

- [Gestion des déchets d'exploitation](#)

Concernant les déchets, lors des opérations de maintenance et d'entretien, les opérateurs seront amenés à effectuer des changements d'huile voire de pièces variées. D'autres déchets peuvent aussi être générés (cartons d'emballages de pièces à changer...).

Conformément à la réglementation en vigueur, les déchets qui seront produits par le parc éolien en fonctionnement seront traités dans les filières appropriées. Cela sous-entend que lors des interventions sur site, les déchets seront triés et séparés par catégorie. Dans les respects des objectifs nationaux, le recyclage sera privilégié afin de valoriser les déchets et éviter leur simple élimination. Comme lors du chantier, les déchets sont suivis grâce à des documents spécifiques permettant de s'assurer de leur traitement adéquat (registre des déchets, bordereaux de suivi...).

Les principaux gisements identifiés en phase d'exploitation et leur mode de traitement sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 20 : Déchets générés par l'exploitation des aérogénérateurs et mode de traitement
(Source : SITA)

Catégorie	Dénomination	Code NED	Code D / R
DIB	Cartons d'emballages	150101	R3
DIB	Bois	150103	R3 ou R1
DIB	Câbles électriques	170411	R4
DIB	Métaux	200140	R4
DID	Matériaux souillés	150202*	R1
DID	Emballages souillés	150110*	R1
DID	Aérosols et cartouches de graisse	160504*	R1
DID	Huile hydraulique	200126*	R1 ou R9
DID	Déchets d'équipements électriques et électroniques	200135*	R5
DID	Piles et accumulateurs	200133*	R4

DIB : Déchet Industriel Banal ; DID : Déchet Industriel Dangereux ; Code CED : classification des déchets selon le Catalogue Européen des Déchets ; Code D / R : Liste des opérations de traitement des déchets (R1 : Utilisé comme combustible (valorisation énergétique), R3 : Recyclage organique, R4 : Recyclage métallique, R5 : Recyclage inorganique, R9 : régénération ou réemploi)

1.8.1.3. Démantèlement et remise en état

Les éoliennes ont une durée de vie de 20 ans. A l'issue de cette durée, plusieurs possibilités s'offrent à l'exploitant :

- Poursuivre l'exploitation de son parc éolien avec les éoliennes existantes, avec éventuellement modification des composants en vue d'une amélioration de l'efficacité, opération aussi appelée « revamping ».
- Remplacer les éoliennes en place par de nouveaux modèles souvent plus performants. Cette opération de renouvellement, aussi appelée « repowering », est encadrée par une instruction gouvernementale en date du 11 juillet 2018 qui fixe les modalités de réalisation et procédures nécessaires.
- Stopper l'exploitation du parc éolien et procéder à son démantèlement.

Ce démantèlement est encadré par la réglementation sur plusieurs aspects.

- **Nature des opérations de démantèlement**

Conformément à l'article R. 515-106 du code de l'environnement et à l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020) précisant les modalités s'appliquant aux parcs éoliens, les opérations de démantèlement et de remise en état comprendront :

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 du site avec 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.

→ Dans le cas du projet de Parc éolien de Beaune d'Allier Eolien Energie, l'excavation des massifs de la fondation sera intégrale conformément à la réglementation. La remise en état en fin d'exploitation consistera à la mise en œuvre des actions présentées ci-après.



Les déchets de démolition et de démantèlement sont valorisés ou éliminés dans les filières dûment autorisées à cet effet. A noter que selon l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, à partir du 1er juillet 2022 au minimum 90 % de la masse totale des aérogénérateurs démantelés, fondations incluses, doivent être réutilisés ou recyclés (85% en cas de démantèlement partiel). De plus, 35 % de la masse des rotors doivent être réutilisés ou recyclées.

Par ailleurs selon l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, « les aérogénérateurs dont le dossier d'autorisation complet est déposé après les dates suivantes ainsi que les aérogénérateurs mis en service après cette même date dans le cadre d'une modification notable d'une installation existante, doivent avoir au minimum :

- après le 1er janvier 2024, 95 % de leur masse totale, tout ou partie des fondations incluses, réutilisable ou recyclable ;
- après le 1er janvier 2023, 45 % de la masse de leur rotor réutilisable ou recyclable ;
- après le 1er janvier 2025, 55 % de la masse de leur rotor réutilisable ou recyclable ».

- **Identification des voies de recyclages et/ou de valorisation**

Dans un contexte d'augmentation de la demande en matières premières et de l'appauvrissement des ressources, la fin de vie des installations existantes est une source de nouveaux débouchés économiques :

- **Le béton** : Représentant la majeure partie du poids de l'installation, le béton présent dans les fondations, et parfois dans le mât de certains aérogénérateurs, est concassé. Le matériau qui en résulte peut alors être réutilisé comme sous-couche routière par exemple.
- **L'acier** : Deuxième matériau prépondérant en terme de masse, l'acier fait depuis longtemps l'objet d'une filière de recyclage bien structurée. Une fois séparé des autres matériaux, l'acier peut être évacué vers des sites de recyclage où il sera trié, calibré, broyé puis fondu permettant l'obtention d'un matériau à qualité identique. Sa réutilisation finale dépendra de son taux d'alliage initial. Les autres métaux présents dans les éoliennes, comme le cuivre ou l'aluminium, subissent le même traitement.
- **Les matériaux composites (fibre de verre/carbone)** : Utilisés principalement pour les pales et la nacelle, ces matériaux composites que l'on retrouve aussi dans les filières aéronautiques et automobiles sont actuellement, soit mis en décharges soit broyés puis envoyés en valorisation énergétique. Des filières de recyclage sont actuellement en phase de développement par différents acteurs français. VEOLIA étudie notamment le procédé prometteur de solvolysé afin de pouvoir recycler à la fois la fibre et la résine polymère. La société Alpha Recyclage Composites, créée en 2009 à Toulouse, développe quant à elle un procédé de recyclage de la fibre de carbone par vapothermolyse qui permet par l'action combinée de la chaleur et de la vapeur d'eau, de décomposer la résine du matériau composite et de récupérer les fibres de carbone qui conservent leurs propriétés à 99,9% et peuvent donc être réutilisées dans l'industrie.
- **Composés électriques/électroniques** : Ces composés présents dans les différents équipements répartis à l'intérieur de l'aérogénérateur (cartes électroniques...) sont évacuées au sein des filières Déchets Electriques et Electroniques – DEEE. La filière de collecte et de recyclage des DEEE est opérationnelle en France depuis 2005 et encadrée par de nombreuses réglementations.
- **Huiles et graisses** : Les huiles et graisses sont récupérées et traitées dans des filières de récupération spécialisées.

L'article 20 de l'arrêté ICPE du 26 août 2011 stipule que les déchets doivent être éliminés dans des conditions propres à garantir les intérêts mentionnés à l'article L.511-1 du code de l'environnement. Le brûlage de déchets à l'air libre est interdit. L'article 21, de ce même arrêté, précise que les déchets non dangereux et non souillés par des produits toxiques doivent être récupérés, valorisés ou éliminés dans des filières autorisées. Les déchets d'emballage doivent être éliminés par des filières de recyclage ou de valorisation permettant d'obtenir des matériaux utilisables ou de l'énergie.

Ces éléments sont complétés par le schéma en page suivante issu d'une étude de l'ADEME et récapitulant les quantités moyennes de matériaux dans une éolienne type. Le taux de recyclabilité d'une éolienne, en incluant les fondations, est estimé à 98% de son poids total.

A noter pour terminer qu'un projet pilote (AD3R) a été lancé en France en 2017 pour créer une filière de démantèlement et de valorisation des éoliennes terrestres en fin de vie ou de contrat, avec l'entreprise Net Wind et en partenariat avec les pouvoirs publics.



- **Constitution des garanties financières**

Afin de procéder aux opérations de démantèlement citées ci-dessus, l'article L. 515-46 du code de l'environnement impose à l'exploitant ou la société propriétaire, dès le début de la production puis au titre des exercices comptables suivants, à constituer les garanties financières nécessaires.

Le montant de ces garanties constituées sera conforme à l'arrêté du 26 août 2011 ([modifié par l'arrêté du 11 juillet 2023](#)) 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.

La garantie financière est donnée par la formule :

$$M = \Sigma (Cu)$$

Où :

- **M** est le montant initial de la garantie financière d'une installation ;
- **Cu** est le coût unitaire forfaitaire d'un aérogénérateur, calculé selon les dispositions du II de l'annexe I du présent arrêté. Il correspond aux opérations de démantèlement et de remise en état d'un site après exploitation prévues à l'article R. 515-36 du code de l'environnement.

Le coût unitaire forfaitaire d'un aérogénérateur (Cu) est fixé par les formules suivantes :

- Lorsque la puissance unitaire installée de l'aérogénérateur est inférieure ou égale à 2 MW : **Cu = 75 000 €** ;
- Lorsque sa puissance unitaire installée de l'aérogénérateur est supérieure à 2 MW : **Cu = 75 000 + 25 000 * (P-2)**.

Où :

- **Cu** est le montant initial de la garantie financière d'un aérogénérateur ;
- **P** est la puissance unitaire installée de l'aérogénérateur, en mégawatt (MW).

La garantie financière dans le cas du projet de **Parc éolien de Beaune-d'Allier Eolien Energie** sera de :

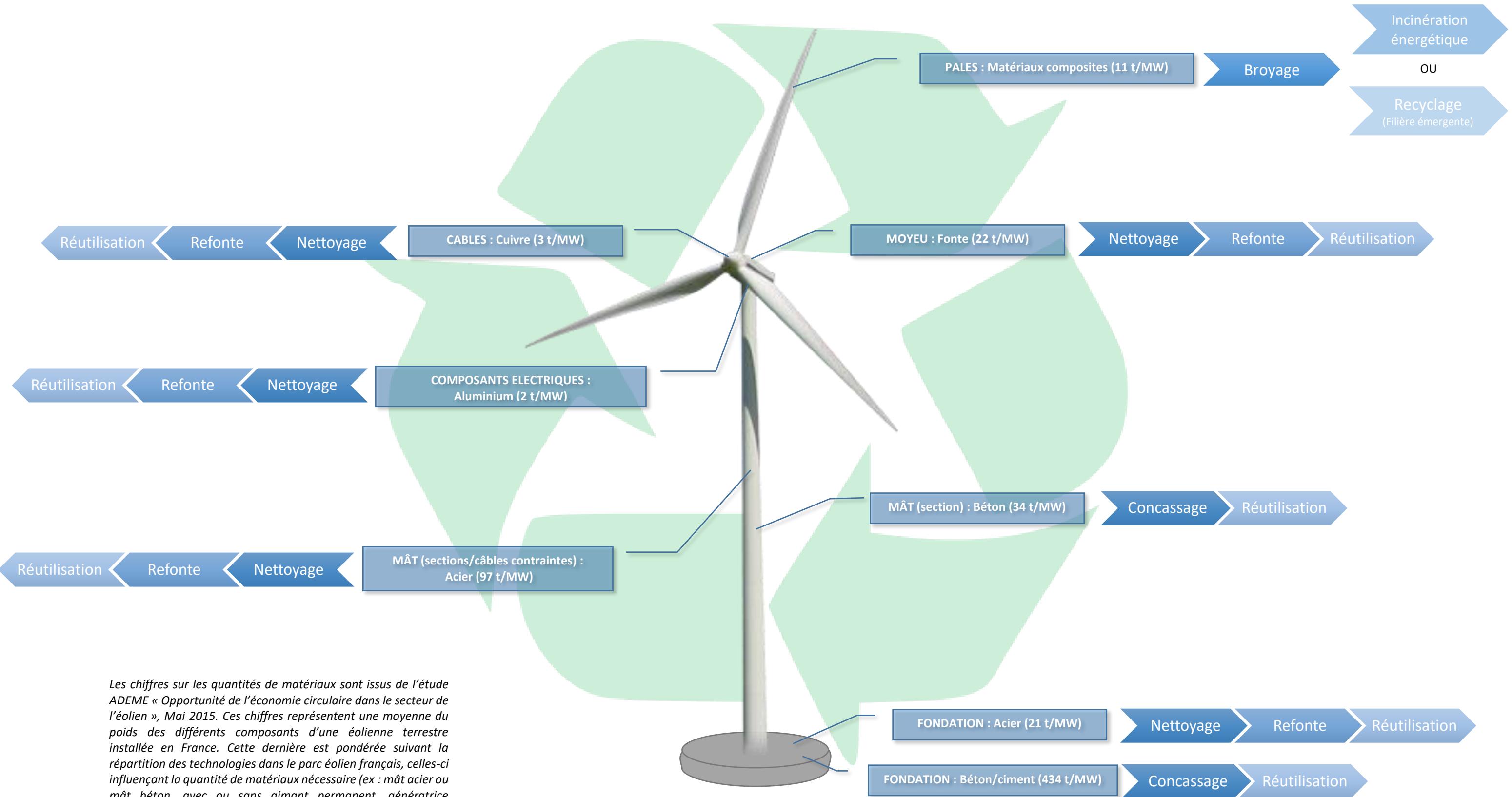
Eolienne VESTAS V100 : $3 \times 75 000 = 225 000 \text{ € (hors indexation)}$

Eolienne GENERAL ELECTRIC GE103 : $3 \times (75 000 + 25 000 * (3-2)) = 300 000 \text{ € (hors indexation)}$

Ainsi, conformément à l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 11 juillet 2023 et notamment ses annexes, l'exploitant du projet de parc éolien objet du dossier s'engage donc à constituer un fond compris entre **225 000 €** (V100 de 2 MW) et **300 000 €** (GE103 de 3 MW) en prévision du démantèlement des trois futures éoliennes en amont de la mise en activité de l'installation.

Conformément à l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020), l'exploitant réactualisera tous les cinq ans le montant susmentionné en se basant sur la formule d'actualisation des coûts présente en annexe II de cet arrêté. Par ailleurs, ces garanties financières seront constituées dans les conditions prévues aux I, III et V de l'article R. 516-2 et conformément à l'arrêté du 31 juillet 2012 relatif aux modalités de constitution de garanties financières prévues aux articles R. 516-1 et suivants du code de l'environnement.

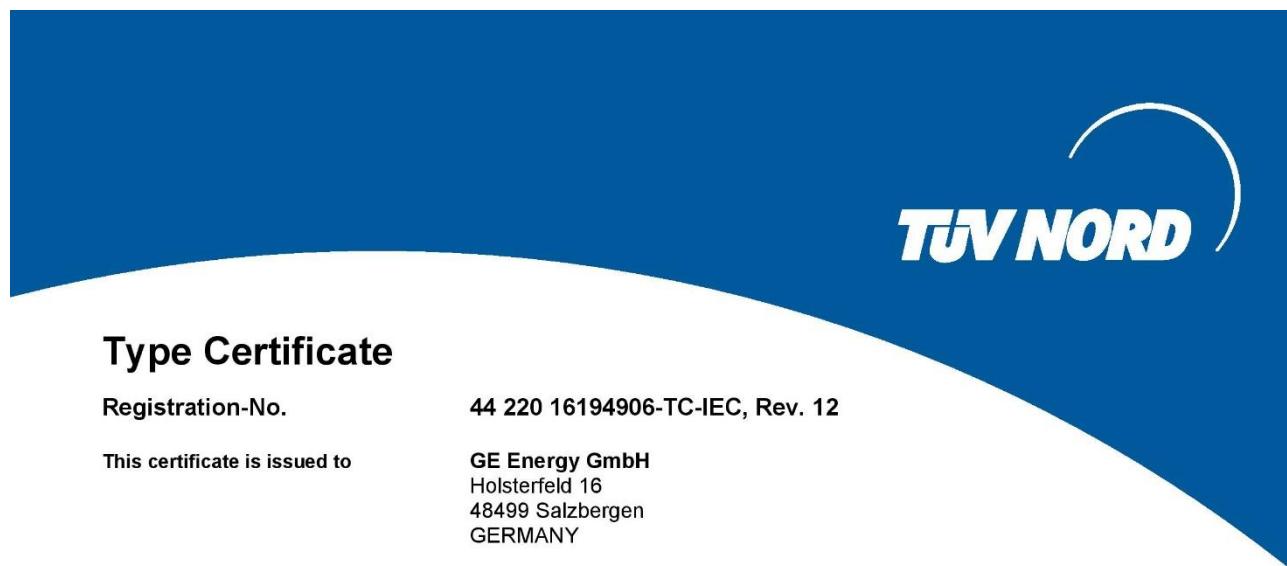
Les modalités des garanties financières apportées par le demandeur sont fournies au sein de la Pièce n°7 : Capacités Techniques et Financières, pièce jointe à la présente demande d'autorisation environnementale.



Les chiffres sur les quantités de matériaux sont issus de l'étude ADEME « Opportunité de l'économie circulaire dans le secteur de l'éolien », Mai 2015. Ces chiffres représentent une moyenne du poids des différents composants d'une éolienne terrestre installée en France. Cette dernière est pondérée suivant la répartition des technologies dans le parc éolien français, celles-ci influençant la quantité de matériaux nécessaire (ex : mât acier ou mât béton, avec ou sans aimant permanent, génératrice synchrone ou asynchrone...). Il ne s'agit donc pas des quantités réelles mais d'une estimation basée sur une éolienne fictive et qui sera amenée à varier en fonction du type et modèle d'éolienne qui sera retenu.

Figure 41 : Quantité moyenne de matériaux par MW éolien et possibilités de recyclage (Source : ADEME)

**ANNEXE 1 : CERTIFICATIONS DU MODELE D'EOLIENNE GE103 UTILISE POUR DEFINIR LE
GABARIT TYPE DE CETTE ETUDE**



Type Certificate

Registration-No. 44 220 16194906-TC-IEC, Rev. 12

This certificate is issued to GE Energy GmbH
Holsterfeld 16
48499 Salzbergen
GERMANY

For the wind turbine GE 3.2-103 (DFIG, Japan),
GE50.2 E-HG with 0.1m ring stiffener,
HH 85 m (50 Hz & 60 Hz), HH 98.3 m (50 Hz)
(Variable Power Rating 3.2 MW to 2.85 MW)

WT Class

IEC S

This Certificate attests compliance with the below cited standards concerning the Design, Testing and Manufacturing. It is based on the following reference documents:

44 220 15932156-DA-IEC, Rev. 13 Design Evaluation Conformity Statement, TÜV NORD, dated 2021-05-27
44 220 16194906-T-IEC, Rev. 3 Type Test Conformity Statement, TÜV NORD, dated 2019-08-27
44 220 16194906-M-IEC, Rev. 8 Manufacturing Conformity Statement, TÜV NORD, dated 2021-01-22
8113 194 906-20, Rev. 12 Final Evaluation Report, TÜV NORD, dated 2021-05-27

Normative references:

Certification scheme:
IEC 61400-22 "Wind turbines - Part 22: Conformity testing and certification", Edition 1.0, 2010-05
in combination with:
IEC 61400-1 "Wind Turbines - Part 1: Design requirements", Third Edition, 2005-08 and Amendment 1, 2010-10

The wind turbine type is specified on pages 2 - 24 of this Certificate.

Any change in the design, the production and erection or the manufacturer's quality system has to be approved by TÜV NORD CERT GmbH. Without approval this certificate loses its validity.

This Type Certificate is valid until: 17th December 2025 (First issue: 2016-01-28)
(under the condition of regular maintenance according to chapter 6.5.2 of IEC 61400-22)

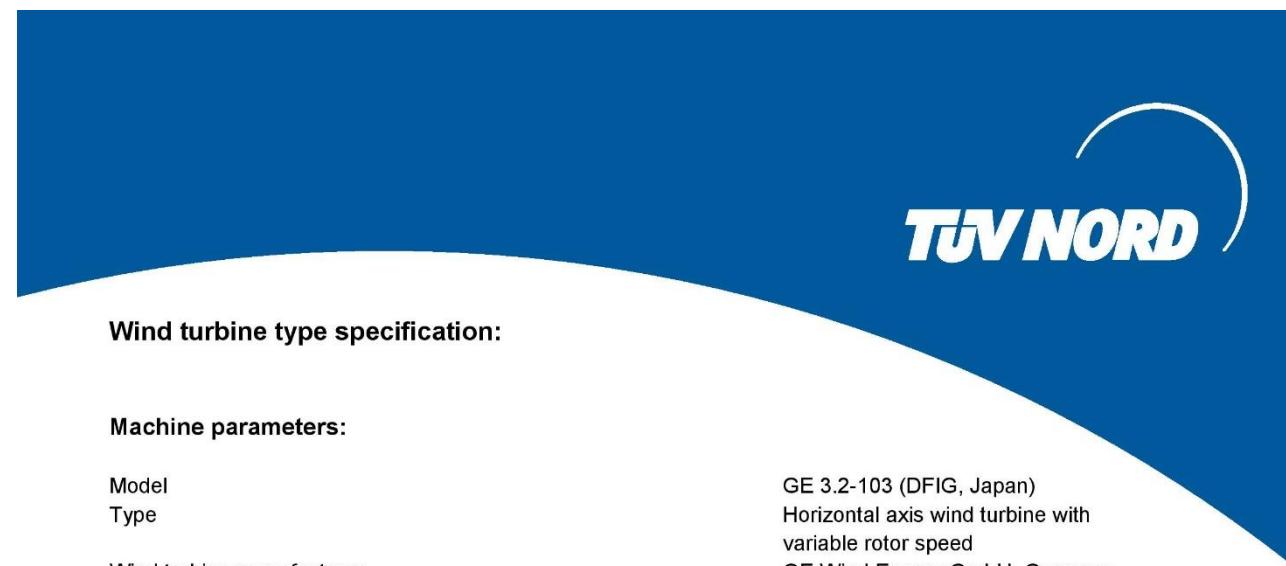
TÜV NORD CERT GmbH
Certification Body
Wind Energy



Langemarckstraße 20 • 45141 Essen • email: windenergy@tuev-nord.de

Essen, 2021-05-27

Page 1 of 24



Wind turbine type specification:

Machine parameters:

Model	GE 3.2-103 (DFIG, Japan)
Type	Horizontal axis wind turbine with variable rotor speed
Wind turbine manufacturer	GE Wind Energy GmbH, Germany
Power regulation	Independent electromechanical pitch system for each blade
Rated power	Variable Power Rating 3.2 MW to 2.85 MW (by reduced torque)
Rotor diameter	103 m
Rotor orientation	Upwind
Number of rotor blades	3
Rotor tilt	4°
Cone angle	4°
Rated wind speed V_r	13.5 m/s (3.2 MW), 12.0 m/s (2.85 MW)
Rated rotational speed	14.78 rpm
Operating wind speed range $V_{in} - V_{out}$	3.0 m/s – 25.0 m/s
Operating range rotational speed	9.2 – 16.40 rpm
Design life time	20 years
Lightning protection class	Protection Class I (according to 61400-24) see Control and Safety System
Software version	

Configuration	1	2	3
Rated Power	3200 kW (possible variable rating down to 2850 kW)	3200 kW (possible variable rating down to 2850 kW)	3200 kW (possible variable rating down to 2850 kW)
Hub Height	85 m	85 m	98.3 m
Frequency	50 Hz	60 Hz	50 Hz
IEC WT class	S (based on IIB)	S (based on IIB)	S (based on IIB)
V_{ave}	8.5 m/s	8.5 m/s	8.5 m/s
V_1	34 m/s	34 m/s	34 m/s
V_{ref}	55 m/s	56.7 m/s	55 m/s
V_{e50}	77 m/s	79.7 m/s	77 m/s
Longitudinal turbulence intensity for EWM	11%	13 %	11%
Climate	STW	STW	STW

Type Certificate
Reg.-No. 44 220 16194906-TC-IEC, Rev. 12

Page 2 of 24