

### V.2.1.2. Le mât

Le mât, aussi appelé « tour », aura une hauteur seule (hors nacelle) comprise entre 104 et 117 m (106 à 118 m pour le moyeu). Il est destiné à supporter la nacelle et le rotor. Le mât sera composé de 3 à 4 sections d'acier ou d'éléments préfabriqués en béton en fonction du modèle d'éolienne choisi. Sa partie basse renferme le mécanisme de conversion de l'énergie composé de différents appareils répartis sur plusieurs niveaux. L'accès s'y fait par une porte située en pied de mât et fermée à clef. La largeur de sa base est estimée à 4,9 m maximum, pour environ 4 m en haut de mât. L'ensemble du mât sera recouvert d'une peinture anti-corrosion de couleur blanche – gris (RAL 7038 par exemple).

Elément de l'installation	Fonction	EOLIENNE – GABARIT
Mât	Supporter la nacelle et le rotor.	Structure : Tubulaire acier (3/4 sections) ou béton/acier Protection contre la corrosion : Revêtement multicouche résine époxy Diamètre de la base : environ 5 m Diamètre en haut : environ 4 m Hauteur du mât seul : 104 à 117 m

### V.2.1.3. La nacelle

La nacelle est montée sur le mât (ou tour) et se trouve donc entre 104 et 117 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** : cet équipement sert à établir la jonction entre l'arbre lent entraîné par le rotor et l'arbre rapide permettant d'actionner le générateur. Le modèle d'éolienne qui sera implanté ne devrait pas être équipé d'un multiplicateur de par l'utilisation d'un aérogénérateur avec générateur annulaire à entraînement direct.
- **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). Les machines produisent un courant redressé de 650 à 750 volts. Celui-ci est transformé en alternatif (50 à 60 Hz) par un convertisseur électronique et élevé à 20 000 volts, qui est la tension d'acheminement vers le réseau public. Chaque machine est donc dotée d'un transformateur pour respecter cette contrainte. Les machines choisies seront munies d'un générateur qui démarrera à une vitesse de vent de 2,5 m/s pour atteindre sa puissance optimale à 13m/s et se couper pour une vitesse comprise entre 28 et 34 m/s.
- **Le transformateur** : Cet élément électrique a pour but d'élever la tension issue du générateur pour permettre le raccordement au réseau de distribution. Ce transformateur est soit placé dans la nacelle, soit intégré en pied de mât.

Des dispositifs et des systèmes de contrôle et de sécurité internes et à distance sont également installés à l'intérieur de la nacelle.

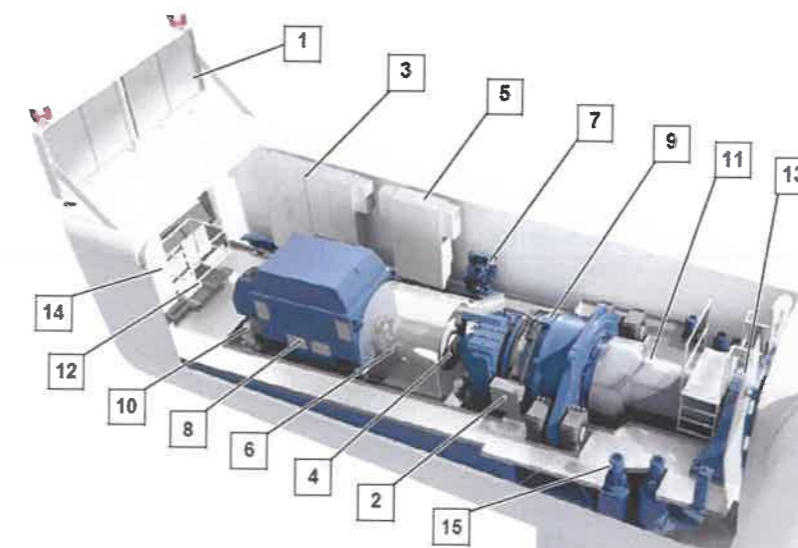
Tableau 57 : Caractéristiques de la nacelle pour une éolienne du gabarit-type prévu

Elément de l'installation	Fonction	EOLIENNE – GABARIT
Nacelle	Supporter le rotor. Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité.	Hauteur en haut de nacelle : 107 à 120 m Générateur probablement synchrone avec entraînement direct. Système de régulation déterminant l'angle des pales Freins : de type aérodynamique (mise en « drapeau » des pales) et mécanique Tension produite : 650 à 750 V

Elément de l'installation	Fonction	EOLIENNE – GABARIT
---------------------------	----------	--------------------

**Transformateur**  
Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau.

Positionnement : intégré dans la nacelle ou dans la base du mât  
Tension transformée : 20 kV



- 1 Echangeur de chaleur
- 2 Refroidisseur d'huile
- 3 Armoire de distribution 2
- 4 Frein du rotor
- 5 Armoire de distribution 1
- 6 Couplage
- 7 Unité hydraulique
- 8 Générateur
- 9 Boite de vitesse
- 10 Pompe à eau de refroidissement
- 11 Arbre du rotor
- 12 Trappe d'accès
- 13 Roulement du rotor
- 14 Armoire de distribution 3
- 15 Disque d'entraînement

Figure 194 : Exemple de vue en coupe d'une nacelle d'éolienne et de ses composants principaux (Source : NORDEX)

### V.2.1.4. Le rotor et les pales

Le rotor est composé de trois pales fixées ensemble sur un moyeu. Les pales du rotor sont la plupart du temps constituées de deux coques en fibre de verre, renforcées avec des matières synthétiques (époxy et fibre de carbone). Ces matériaux permettent d'avoir une légèreté dans la structure finale. L'ensemble entraîne un arbre de rotation actionnant lui-même le générateur (Cf. paragraphe précédent). Le diamètre du rotor pourrait atteindre les 126 m maximum soit une surface balayée de 12 469 m<sup>2</sup>. Les pales montées sur le rotor tourneront dans le sens des aiguilles d'une montre et seront ajustables individuellement pour optimiser la production d'énergie et minimiser la charge de vent.

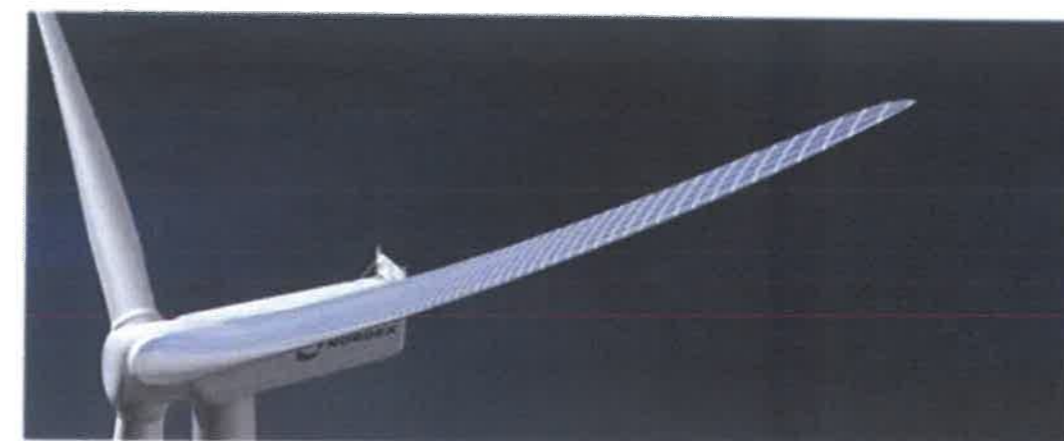


Figure 195 : Pales du rotor d'une éolienne (Source : NORDEX)

Tableau 58 : Caractéristiques du rotor et des pales pour une éolienne du gabarit-type prévu

Elément de l'installation	Fonction	EOLIENNE – GABARIT
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Structure : résine époxy & fibres de verre Nombre de pales : 3 Diamètre du rotor : 126 m maximum Surface balayée : 12 469 m <sup>2</sup> maximum Hauteur de moyeu : 106 à 118 m Axe et orientation : horizontal face au vent

#### V.2.1.5. 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 d'un système 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 internes (température des composants, vibrations, pressions d'huile, etc.). 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, un frein à disque hydraulique sera équipé pour l'arrêt du rotor en cas de maintenance ou frein électromagnétique.

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).

Les différents certificats et attestations permettant de vérifier la conformité de l'installation avec les exigences réglementaires seront fournis aux services de l'Etat dès le choix de machines opéré.

#### V.2.1.6. 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, permettant 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.

#### • 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

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

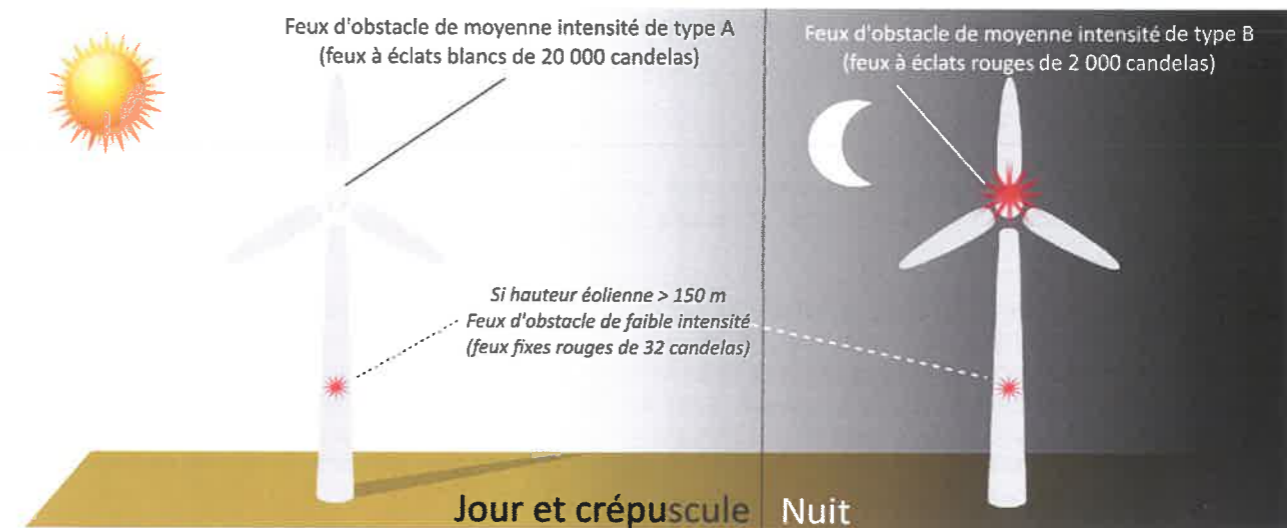


Figure 196 : Balisage lumineux standard d'une éolienne isolée



Figure 197 : Exemple de signalisation lumineuse en haut de nacelle (Source : NORDEX, VESTAS)

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.

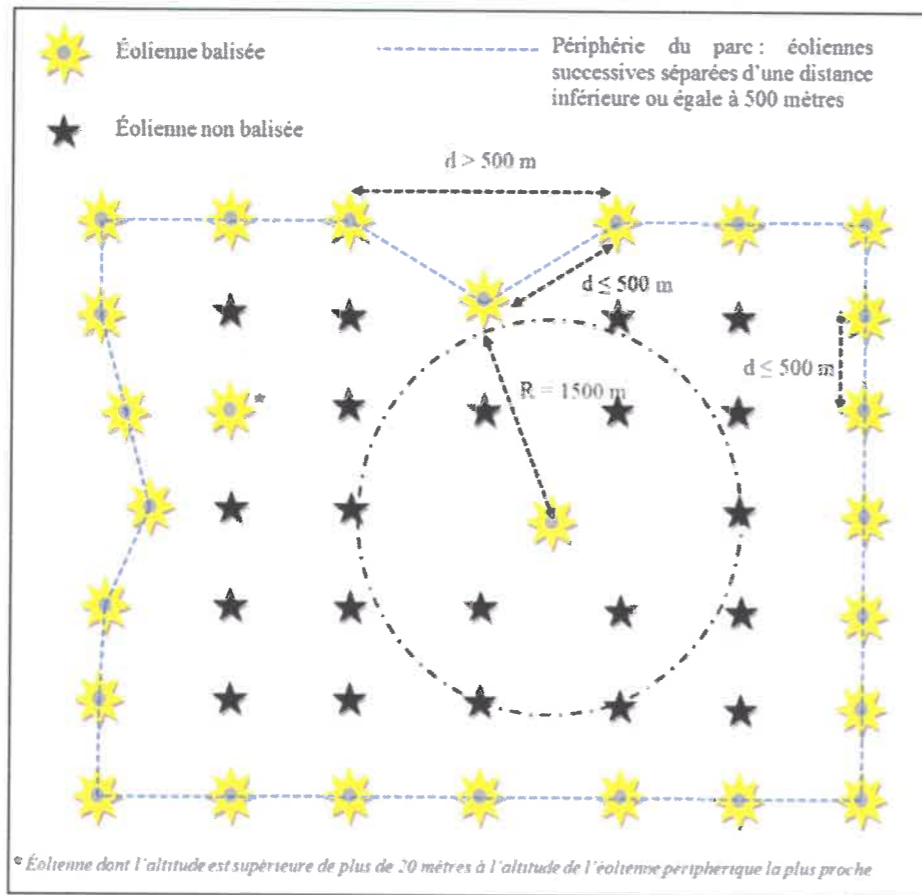


Figure 198 : Illustration des règles du balisage diurne des champs éoliens terrestres (Source : Arrêté 23/04/0218)

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.

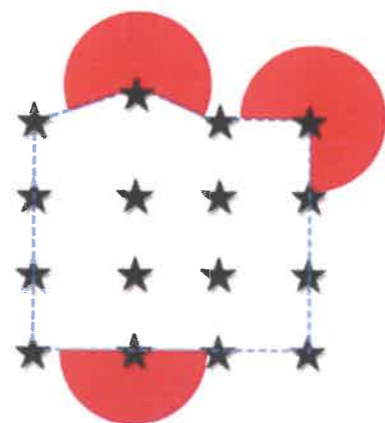


Figure 199 : Exemple de la visibilité en azimut des feux intermédiaires de faible intensité de type B en périphérie de champ éolien

Pour le projet de parc éolien des Trois Sentiers, concernant le balisage diurne, l'implantation se compose de deux bouquets de deux éoliennes chacun. Les éoliennes qui composent ces duos sont positionnées avec une inter-distance de 304 m entre E1 et E2 et de 293 m entre E3 et E4. La distance séparant les deux bouquets d'éoliennes est de 807 m. Si on se réfère aux principes de l'arrêté du 28 avril 2018, ces deux ensembles, E1 et E2 d'une part et E3 et E4 d'autre part, forment chacun un alignement indépendant composé de deux machines.

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

Tableau 59 : Altitude en bout de pale des éoliennes (mètres NGF)

Eolienne	E1	E2	E3	E4
Altitude en bout de pale (mètres NGF)	365	367	369	368

Ces données montrent que le différentiel d'altitude entre les éoliennes successives de chacun des alignements 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 candélas. Les éoliennes, qui mesureront probablement plus de 150 m en bout de pale, seront également équipées de feux additionnels intermédiaires de faible intensité (feux fixes rouges de 32 candélas).

• **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 196 : 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, à savoir : la mise en place de feux d'obstacle de moyenne intensité de type B (Cf. Figure 196).

→ **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°).

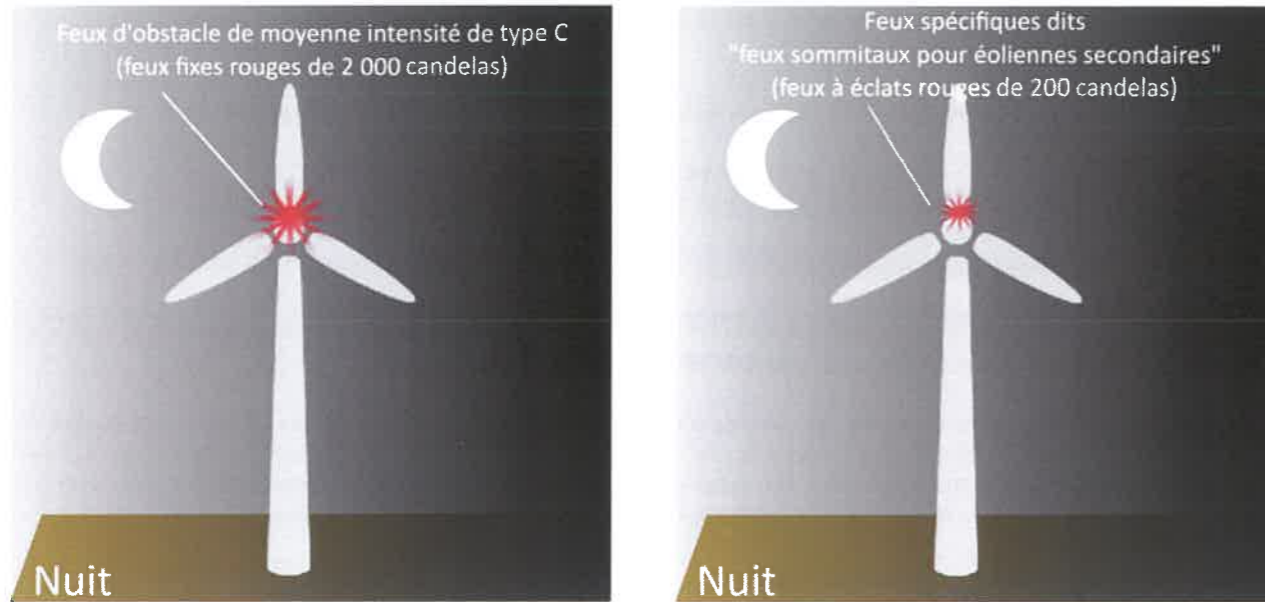


Figure 200 : Balisage lumineux nocturne d'une éolienne secondaire

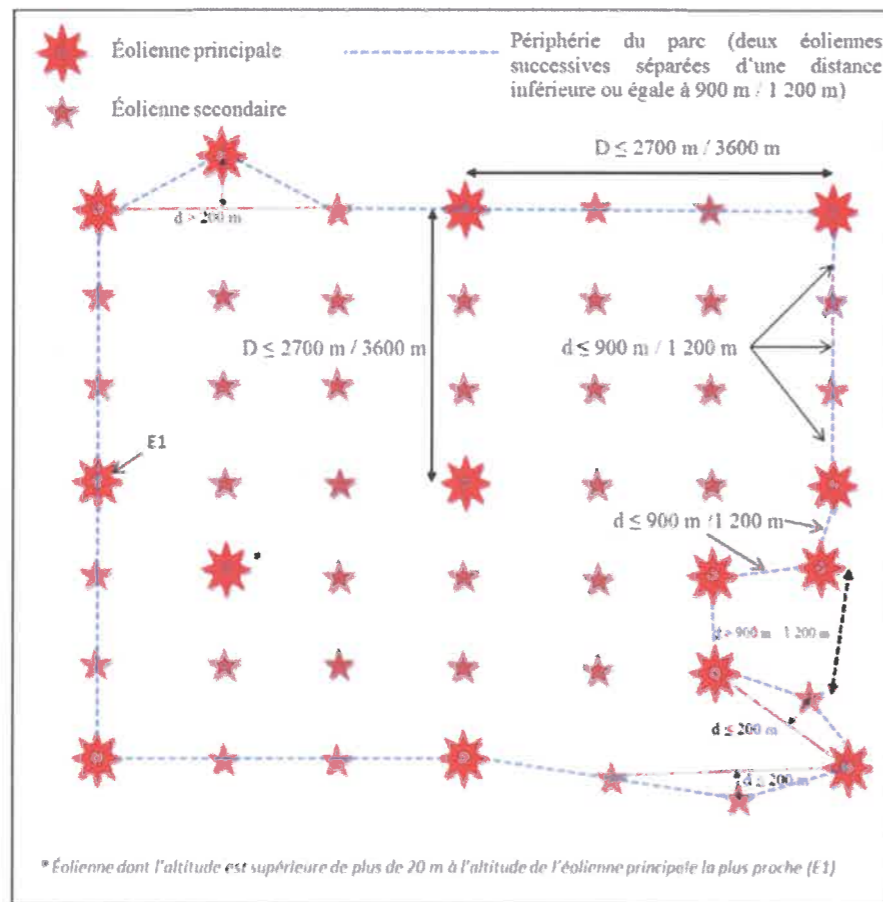


Figure 201 : Illustration des règles du balisage diurne et nocturne des champs éoliens terrestres (Source : Arrêté 23/04/2018)

Pour le projet de parc éolien des Trois Sentiers, concernant le balisage nocturne, les interdistances entre les machines sont toutes inférieures à 1 200 mètres. Les éoliennes composent ainsi un alignement d'éoliennes indépendant dont E1 et E4, situées aux extrémités, sont les sommets. Ces éoliennes sont donc considérées comme des éoliennes dites « principales ». Par ailleurs, les éoliennes E2 et E3 ne sont pas positionnées à plus de 3 600 m d'une éolienne principale et ne s'écartent pas à plus de 200 m de l'alignement. Ainsi, les éoliennes E2 et E3 seront considérées comme des éoliennes dites « secondaires ».

→ Au vu des caractéristiques du projet, en période nocturne les éoliennes E1 et E4 qualifiées de « principales » 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. Les éoliennes E2 et E3 sont donc considérées comme des machines secondaires, elles seront équipées :

- 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 la localisation du projet à distance des côtes, des voies de circulation routière majeures et 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 des Trois Sentiers selon ces critères.

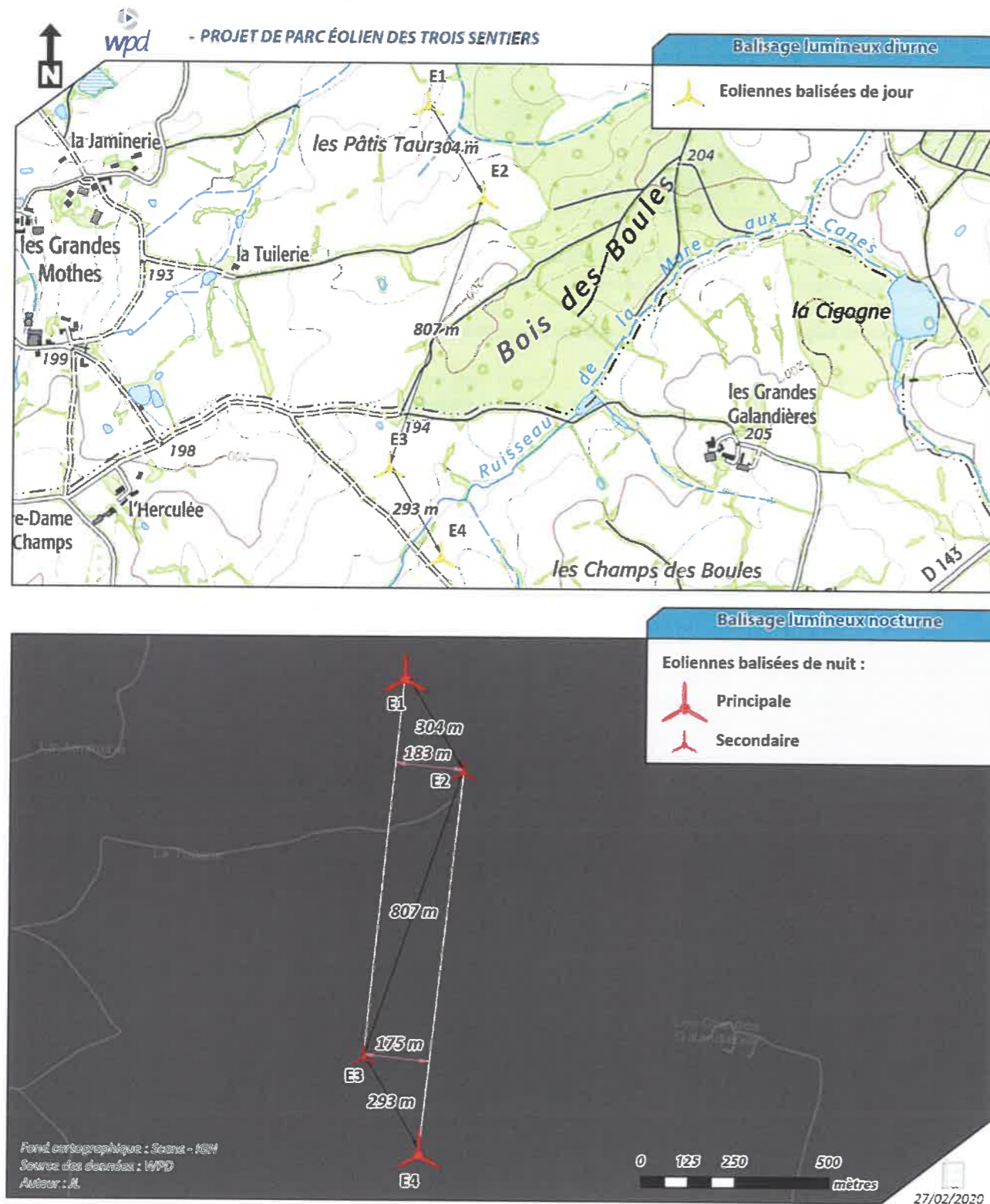


Figure 202 : Qualification du projet de parc éolien des Trois Sentiers selon les critères définis par l'arrêté du 23 avril 2018 relatif au balisage lumineux

### V.2.1.7. 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.

### V.2.2. CARACTERISTIQUES DES PLATEFORMES DES EOLIENNES

Une plateforme de montage sera créée au droit de chacune des éoliennes du parc éolien, afin de permettre le stationnement des grues de levage, des engins de chantier et l'assemblage des différentes composantes de l'éolienne (éléments du mât, pales, moyeu et nacelle). Cet aménagement sera dimensionné de telle sorte que tous les travaux requis pour le montage de l'éolienne puissent être exécutés de manière optimale lors de la phase de construction. Si les dimensions moyennes de cette plateforme sont de l'ordre de 35m\*50m, en réalité chaque plateforme peut disposer d'une surface variable, en fonction de la configuration du terrain. La plateforme principale sera généralement agrémentée d'un ou de plusieurs pans-coupés. L'ensemble de la plateforme devra être exempt de tout obstacles et compter une altimétrie et des résistances mécaniques identiques en tous points, y compris au niveau des excroissances (pan-coupé). La portance devra être suffisante (environ 250kN/m<sup>2</sup>) pour accueillir les divers véhicules lourds et plus particulièrement la grue. 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.



Figure 203 : Vue sur une plateforme de montage depuis la nacelle (Source : NORDEX)

Par ailleurs, le secteur en périphérie du pied de l'éolienne sera aménagé afin de permettre l'accès aux piétons (techniciens de maintenance notamment) et le stationnement des véhicules légers en plus d'assurer le demi-tour possible des dits véhicules et le stockage d'outillage et composants secondaires (ascenseur, escalier pré assemblé, UPS...). La surface concernée sera dégagée, aplanie et stabilisée.

Tableau 60 : Surface des différentes plateformes et aménagements annexes

Eoliennes	Surfaces des plateformes permanentes (m <sup>2</sup> )		
	Plateforme de montage permanente	Plateforme au pied des éoliennes	Pan coupé
E1	1 750	269	60
E2	1 615	304	60
E3	1 661	269	/
E4	1 723	269	/
<b>Total</b>	<b>6 749</b>	<b>1 111</b>	<b>120</b>
		<b>7 980</b>	

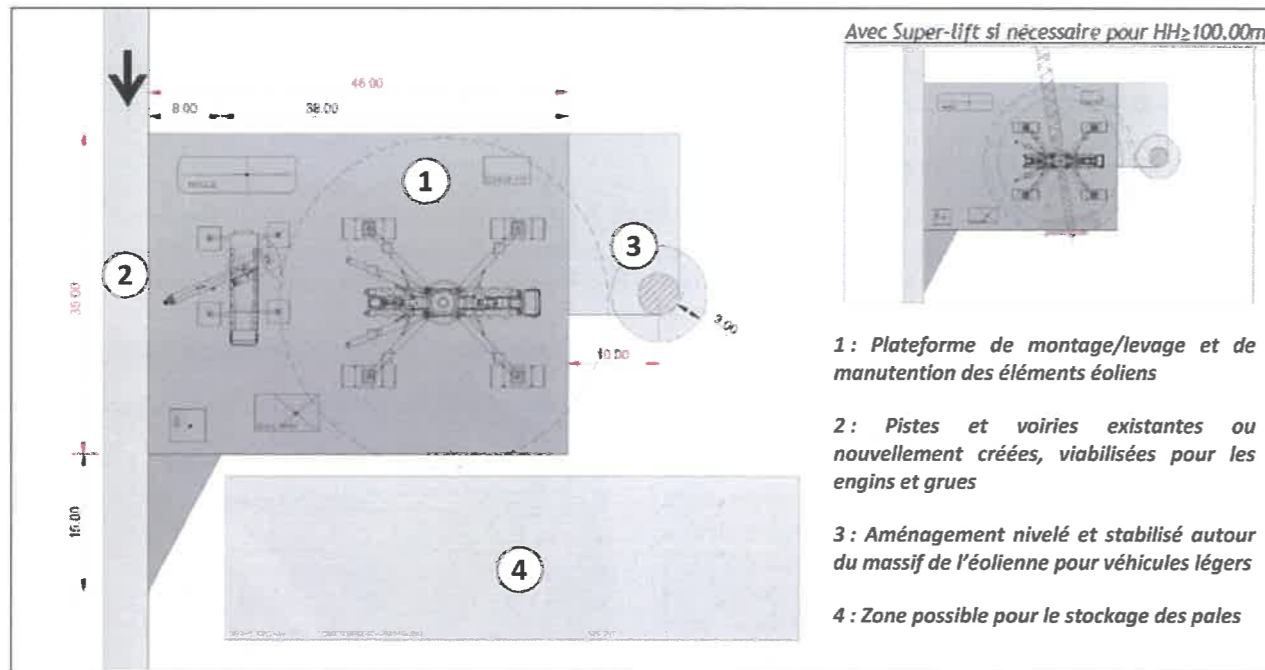


Figure 204 : Plan type d'une zone de travaux aménagés pour le montage d'une éolienne VESTAS (VESTAS)

V.2.3. CARACTERISTIQUES DES ACCES

V.2.3.1. 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, etc. 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.

Les voies utilisées pour accéder aux chemins d'accès des plateformes posséderont les caractéristiques nécessaires pour permettre le passage de convois exceptionnels. Les chemins d'accès aux plateformes devront également présenter des caractéristiques particulières (portance, zone de dégagement, largeur, etc) qui sont davantage décrites ci-après.

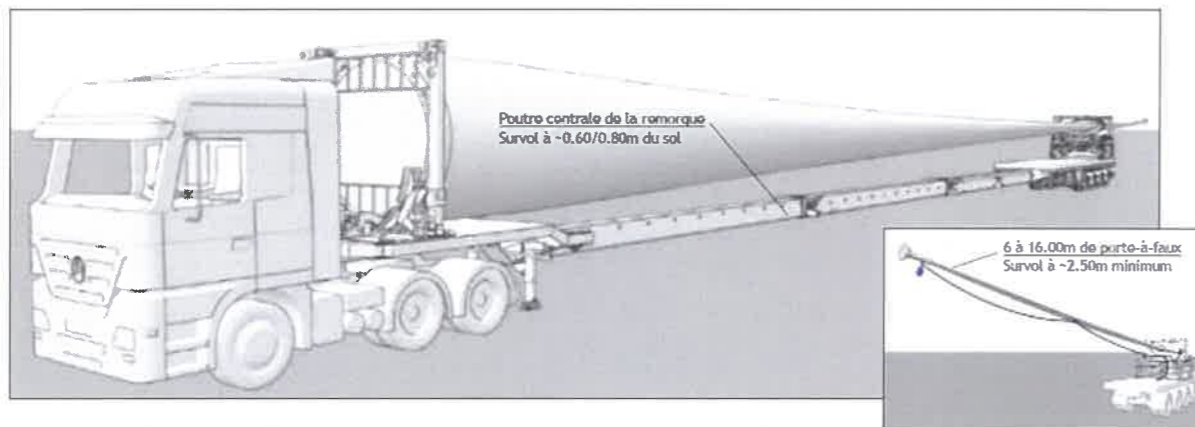


Figure 205 : Exemple de véhicule évolutif employé pour le transport de pale

V.2.3.2. 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.

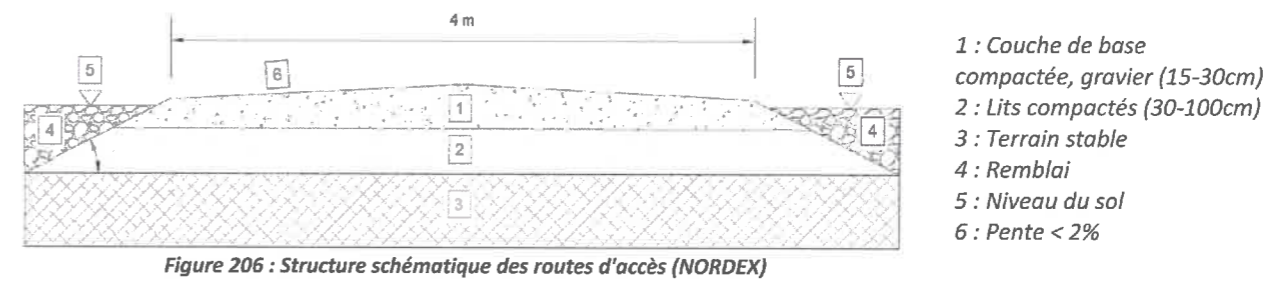


Figure 206 : Structure schématique des routes d'accès (NORDEX)

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%.

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 16.00 m, pour un survol à environ 2.50 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.

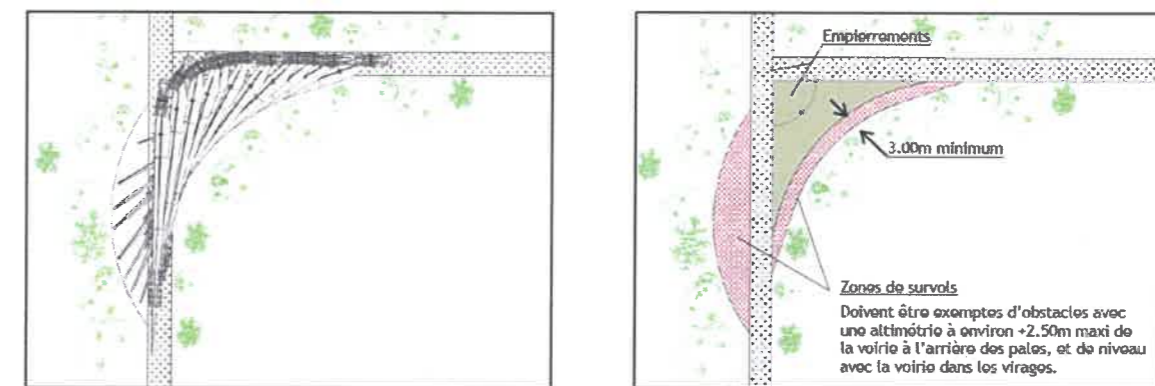


Figure 207 : Porte-à-faux des pales et zones de survols

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

V.2.3.3. 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 (> 70 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. Les différents composants des éoliennes arriveront probablement par bateau au port de LA ROCHELLE pour les tours et pour les pales. Deux trajets sont actuellement à l'étude pour le passage des convois. Dans les deux cas, la majorité du parcours devrait emprunter la nationale N11, puis plusieurs voiries départementales structurantes (D137, D938T, D206) passant à proximité de FONTENAY-LE-COMTE et LA CHATAIGNERAIE et traversant plusieurs bourgs comme ceux de Saint-Pierre-du-Chemin et de La Forêt-sur-Sèvre. Ensuite :

- L'un d'eux se dirigera vers BRESSUIRE en empruntant la D938TER et rejoindra la D748 qui mène jusque la commune de LA CHAPELLE-SAINT-LAURENT et le site du projet.

- L'autre possibilité fera bifurquer les convois sur la D150 qui se dirige au sud-est pour traverser le bourg de Courlay où elle est prolongée par la D149 qui traverse le bourg de Chanteloup pour enfin rejoindre la D748 au niveau de LA CHAPELLE-SAINT-LAURENT. Cette départementale sera ensuite utilisée pour atteindre le site du projet.

Dans les deux cas, ce sera ensuite le réseau local de chemins ruraux et de routes communales qui sera employé pour l'accès aux différentes plateformes des éoliennes.

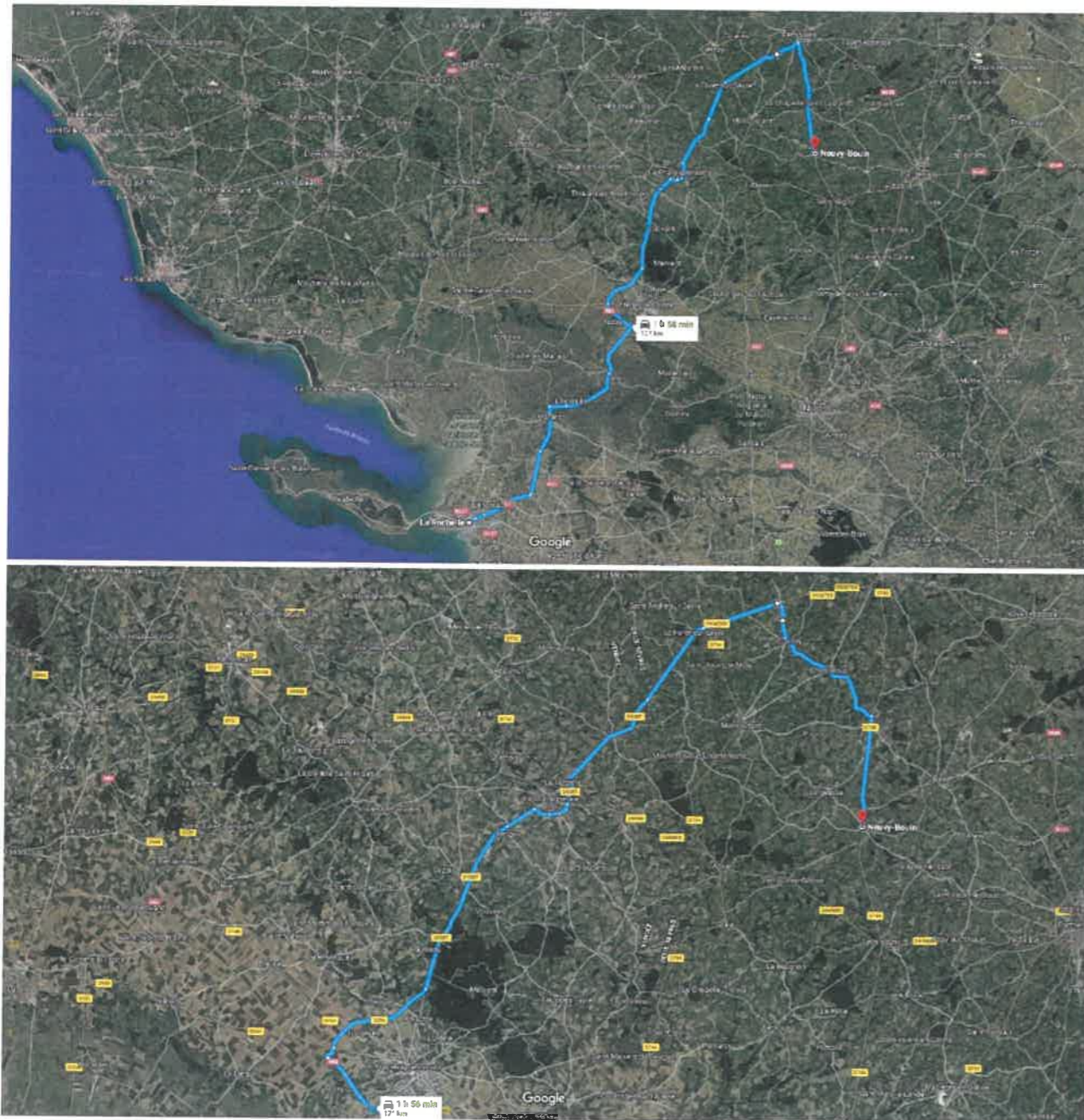


Figure 208 : Trajets pressentis pour les convois de transport des éoliennes (Source : wpd onshore France)

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.

#### V.2.3.4. 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 en phase chantier et les chemins d'accès en phase exploitation. La réhabilitation et le renforcement de routes communales ou de chemins d'exploitation existants ont été priorités afin de limiter la création de nouvelles voiries. Quelques aménagements seront cependant parfois apportés sur les chemins existants (élargissement ou renforcement des chemins) et certains tronçons devront être créés pour permettre l'accès aux sites de montage des éoliennes.

Sur le site du **projet éolien des Trois Sentiers**, l'accès aux différentes machines se fera par l'ouest, à partir de la route départementale RD 748. C'est en empruntant la route communale n°22, qui sera renforcée, que l'ensemble du site pourra être accessible. L'intersection entre la route départementale et la route communale sera munie d'aménagements de voirie temporaires (virage et extension de voirie) afin de permettre le passage des convois. Un autre virage/chemin temporaire sera mis en place « parallèlement » à la route communale, et ce afin de faciliter le passage des convois. Cette route communale est ensuite prolongée par un chemin rural qui sera également renforcé. C'est au bout de ce chemin que les postes de livraison seront installés mais également que l'accès aux deux bouquets d'éoliennes va se dissocier.

A ce niveau, un nouveau chemin d'accès sera créé à travers champs pour rejoindre plus au nord le duo formé par les éoliennes E1 et E2. Dans un premier temps, ce chemin longera une voie existante qui devait initialement être utilisée mais qui se trouve bordée de plusieurs arbres favorables au Grand Capricorne. Il a donc été choisi lors de la conception du projet d'éviter d'emprunter ce chemin pour ne pas générer d'impact sur ces spécimens. D'autre part, le tracé initial passait plus à l'est et traversait des secteurs de zones humides. Le chemin a donc été repositionné afin d'éviter d'impacter ces milieux sensibles. Il se positionne donc plus à l'ouest et traverse des parcelles agricoles pour rejoindre le chemin rural de la Tuilerie au Bois des Boules. Cette voie sera renforcée sur quelques mètres avant d'être prolongée par la création d'un nouveau chemin d'accès qui passera au sein de surfaces agricoles pour permettre l'accès à la plateforme de E2 puis, plus loin, à celle de E1.

Pour les éoliennes E3 et E4, le chemin rural de Pugny à Hérisson sera renforcé jusqu'au pont franchissant le ruisseau de la Mare aux Canes. Cet ouvrage fera l'objet d'une étude technique afin de savoir s'il est suffisamment robuste pour supporter le passage des convois. Dans le cas contraire, toutes les solutions techniques nécessaires seront mises en œuvre pour renforcer ou modifier l'ouvrage en question. Après ce pont, un chemin d'accès sera créé afin d'accéder à la plateforme de E4 située non loin. Quant à l'éolienne E3, un chemin d'accès muni d'un virage sera créé jusqu'à sa plateforme située plus en retrait au sein d'une parcelle agricole.

A la fin du chantier, les routes et chemins empruntés seront remis en état.

Les aménagements permanents seront conservés pendant toute la durée de vie des éoliennes alors que les aménagements temporaires, plus particulièrement le virage entre la départementale RD 748 et la route communale n°22, seront supprimés à l'issue du chantier et de nouveau mis en place pour le démantèlement et, si besoin, au cours de l'exploitation.

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

Tableau 61 : Surfaces des différents aménagements de voirie mis en place pour l'accès aux plateformes des éoliennes

Eolienne	Type d'accès	Surface des chemins permanents à créer (m <sup>2</sup> )	Surface des aménagements de voirie permanents à créer (m <sup>2</sup> )	Surface des chemins d'accès existants à renforcer (m <sup>2</sup> )	Surface des aménagements de voirie temporaires à créer (m <sup>2</sup> )
E1, E2, E3, E4 et postes de livraison	Renforcement de la voirie pour l'accès au site des convois	/	/	4 927	/
	Virages temporaires entre la D748 et la voirie renforcée pour l'accès au site +	/	/	/	1 131 +
	Virage temporaire « parallèle » à la voirie renforcée pour l'accès au site	/	/	/	430
E1, E2 et Postes de livraison	Chemin d'accès permanent à créer pour l'accès aux plateformes des postes de livraison et des éoliennes E1 et E2 (en deux parties entrecoupées par un secteur de voirie renforcée)	7 394 (3 917 + 3 477)	/	/	/
	Secteur de voirie à renforcer faisant le lien entre les secteurs de voiries à créés et permettant l'accès aux plateformes de E1 et E2	/	/	649	/
	Aménagement de voirie temporaire à créer entre E1 et E2 nécessaire à la giration des convois	/	/	/	322
E3 et E4	Renforcement de la voirie pour l'accès aux plateformes de E3 et E4	/	/	2 836	/
E3	Chemin d'accès à créer pour l'accès à la plateforme de E3	1 113	/	/	/
	Virage entre la voirie renforcée et le chemin d'accès créé vers la plateforme de E3	/	319	/	/
E4	Chemin d'accès à créer pour l'accès à la plateforme de E4	522	/	/	/
<b>Surface totale des aménagements (m<sup>2</sup>)</b>		<b>9 029</b>	<b>319</b>	<b>8 412</b>	<b>1 883</b>
<b>TOTAL</b>			<b>19 643</b>		

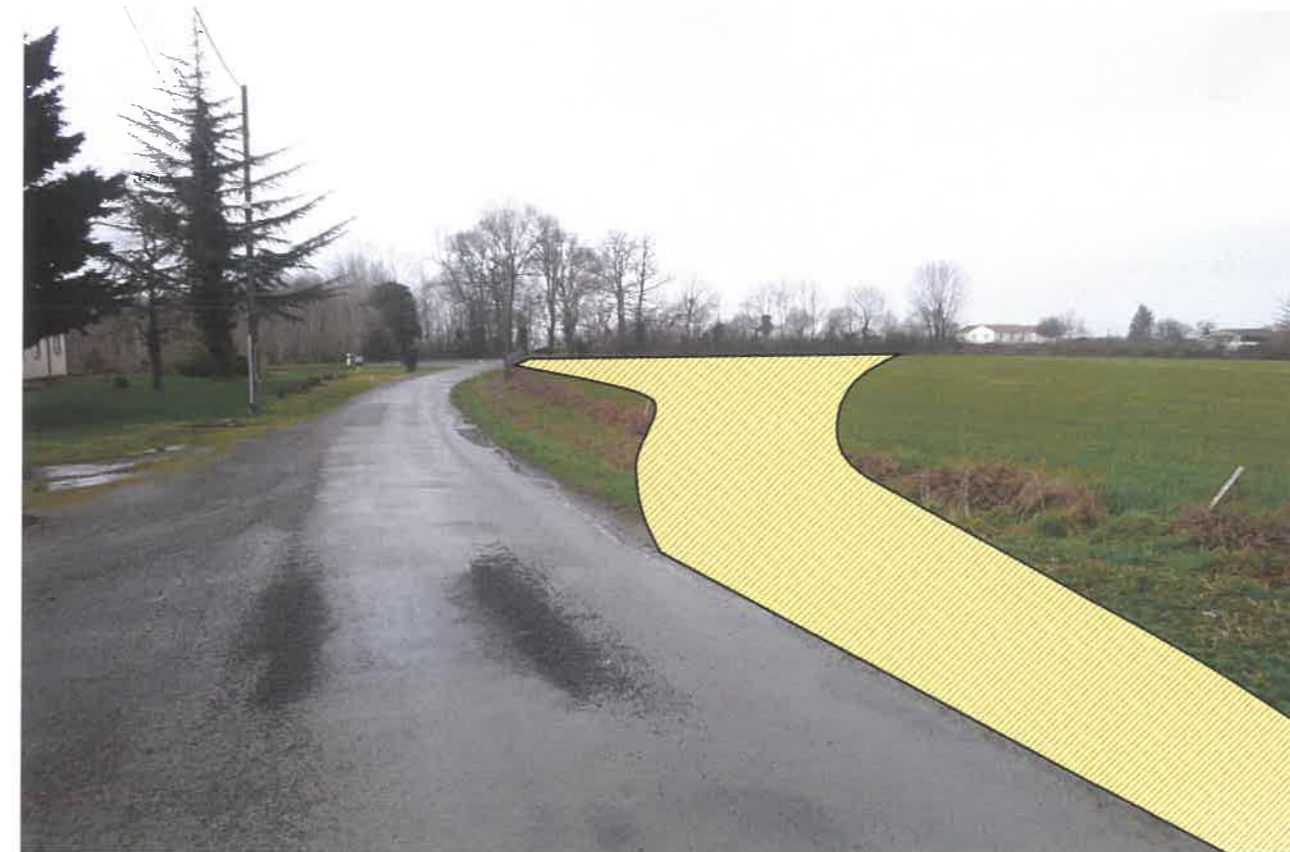
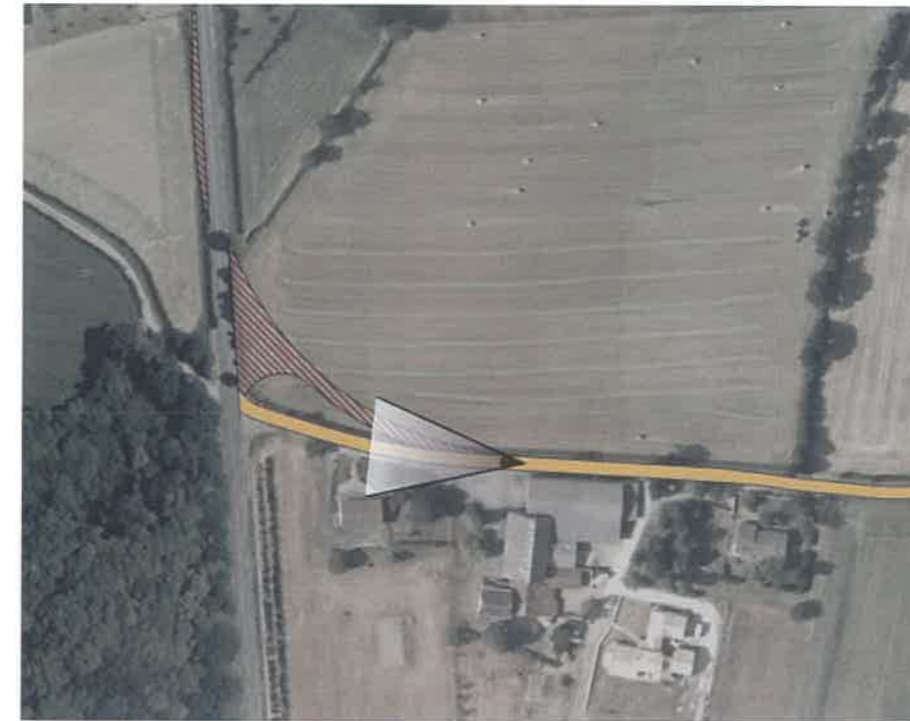


Figure 209 : Virage temporaire entre la RD 748 et la route communale n°22 permettant l'accès au site





Figure 210 : Chemin rural renforcé pour l'accès à l'ensemble des éoliennes



Figure 211 : Chemin d'accès à créer pour l'accès aux éoliennes E1 et E2 avec évitement des arbres favorables aux Grands Capricornes



Figure 212 : Chemin d'accès à créer pour l'accès aux éoliennes E1 et E2 (1/2)



Figure 213 : Chemin d'accès à créer pour l'accès aux éoliennes E1 et E2 (2/2)



Figure 214 : Chemin d'exploitation à renforcer pour l'accès aux éoliennes E3 et E4



Figure 215 : Chemin rural à renforcer et chemin d'accès à créer pour l'accès à l'éolienne E3



Figure 216 : Chemin d'accès à créer pour l'accès à l'éolienne E4

V.2.4. CARACTERISTIQUES 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.

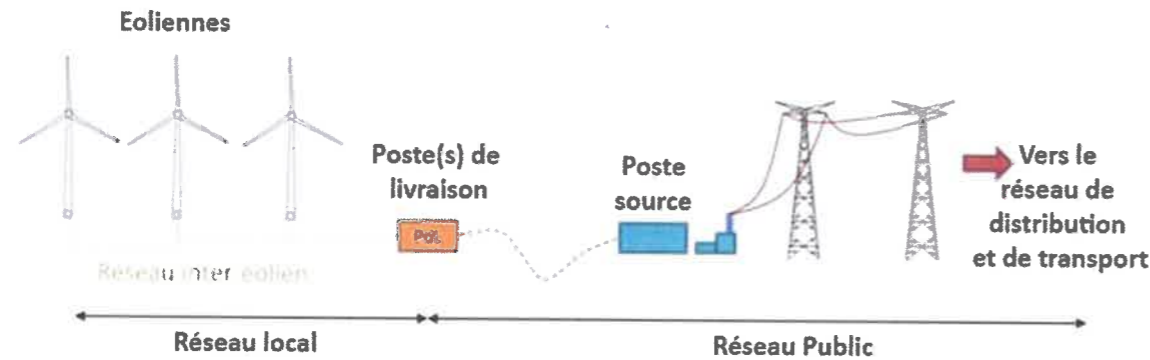


Figure 217 : Raccordement électrique des installations

V.2.4.1. Le raccordement interne : des éoliennes aux postes 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 :

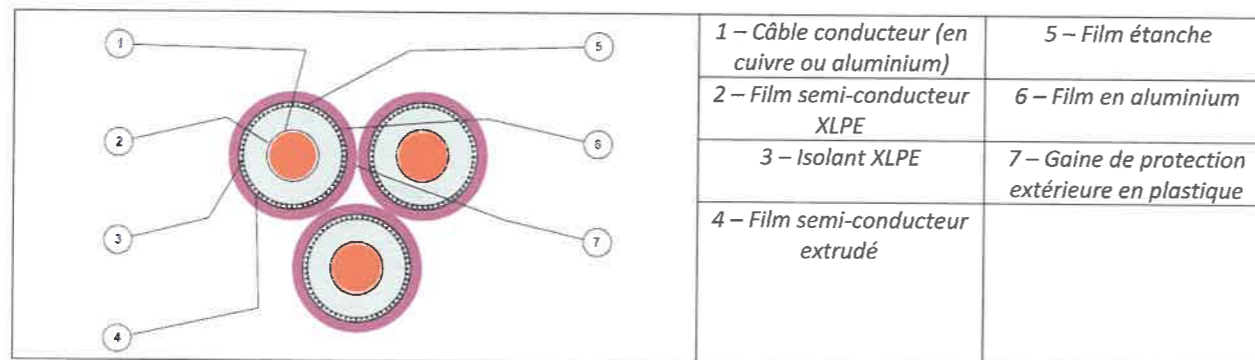
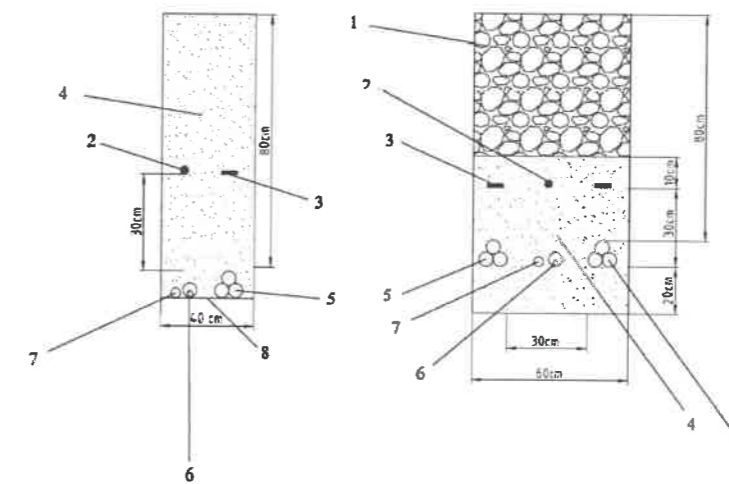


Figure 218 : Exemple de câbles MT pour raccordement électrique interne



Figure 219 : Exemple de câble de raccordement électrique interne type NF C33-226

Le schéma ci-dessous présente deux coupes-type de tranchée possible 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 Haute Tension (HTA)
- 6 – Câble de fibre optique (FO)
- 7 – Câble de basse tension (BT) (Le projet n'en utilise pas)
- 8 – Fond de tranchée exempt de toute pierre

Figure 220 : Exemple de tranchée de raccordement électrique interne à une seule ligne ou à deux lignes

Le raccordement électrique des éoliennes jusqu'aux postes de livraison, réalisé par le maître d'ouvrage, représentera une distance de câble enterré d'environ 2 005 mètres. L'itinéraire probable du raccordement est présenté sur le plan de masse disposé précédemment dans ce rapport ainsi que sur le plan présenté ci-après.

Tableau 62 : Longueur de câble posé pour chaque section du raccordement

Section	Longueur de câble (m)
E1/E2	403
E2/PDL	918
E4/E3	321
E3/PDL	363
<b>Total</b>	<b>2 005</b>

La pose des câbles du raccordement interne se fera au moyen de tranchées d'une cinquantaine de centimètres de large pour environ 80 cm de profondeur. Son tracé traversera essentiellement les parcelles agricoles accueillant les éoliennes ou les chemins d'accès à ces dernières. 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, etc.). 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.

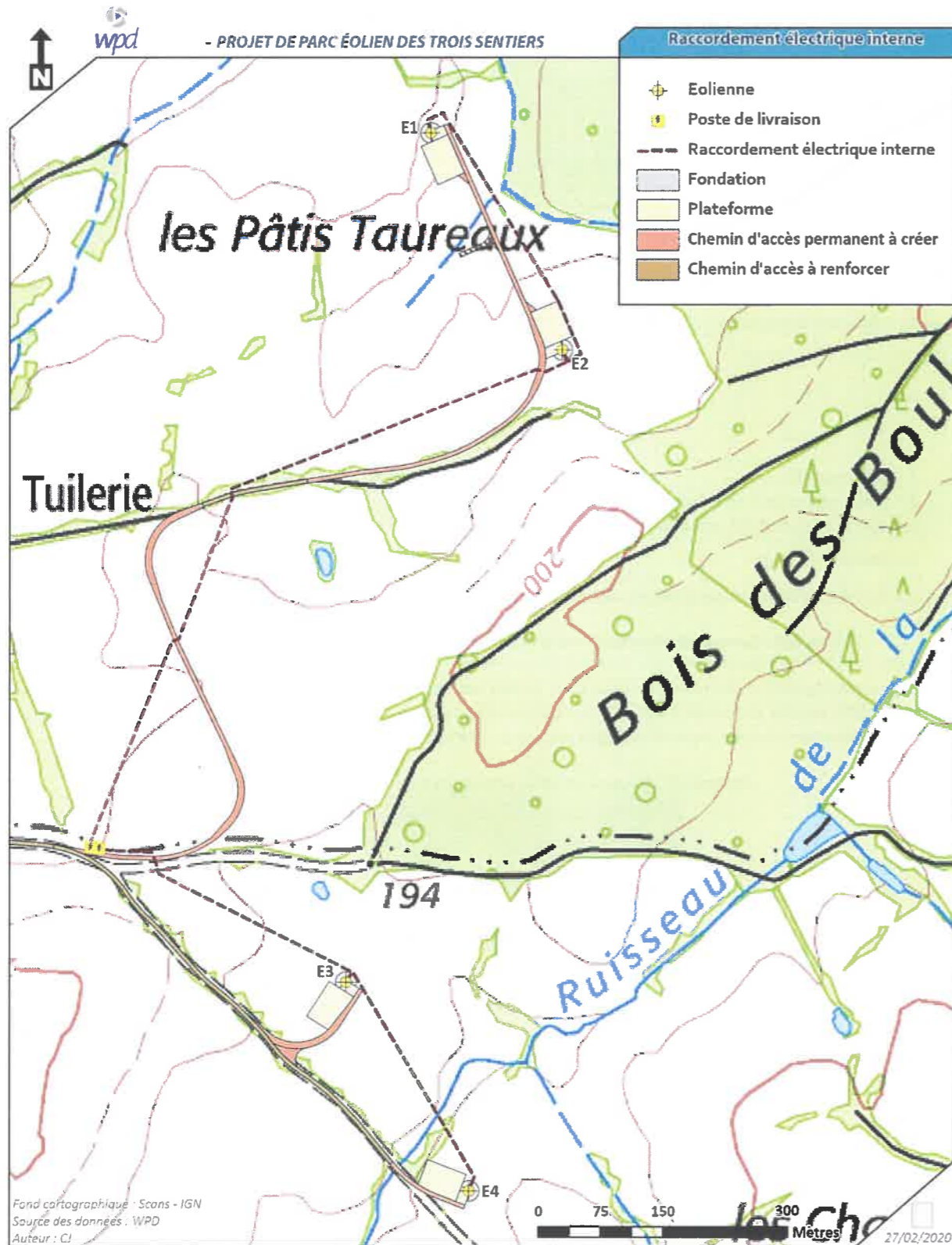


Figure 221 : Plan de raccordement électrique interne

#### V.2.4.2. Le poste de livraison : l'interface entre le parc éolien et le réseau électrique public

Le poste de livraison est un local qui est installé généralement à proximité des éoliennes. Il est la limite de propriété entre le parc éolien et le réseau de distribution électrique. Il est l'endroit où l'électricité produite par les éoliennes subit les contrôles obligatoires avant d'être envoyée sur le réseau public de distribution.

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 compte afin d'intégrer au mieux ces éléments dans le paysage.

Dans le cas du projet éolien des Trois Sentiers, deux postes de livraison seront installés côte à côte au niveau de la bifurcation des chemins d'accès vers les deux bouquets d'éoliennes différents. Ils seront positionnés sur une plateforme de 166 m<sup>2</sup> bordant un chemin d'accès à créer. Les deux postes de livraison posséderont les mêmes caractéristiques et présenteront les dimensions suivantes : longueur de 9 m ; largeur de 2,65 m ; Hauteur de 2,60 m ; superficie au sol de 23,85 m<sup>2</sup> ; volume de 62,01 m<sup>3</sup>.

Tout le matériel installé répond aux normes NFC13-100 et NFC13-200. Les postes de livraison disposeront par ailleurs d'extincteurs CO2.

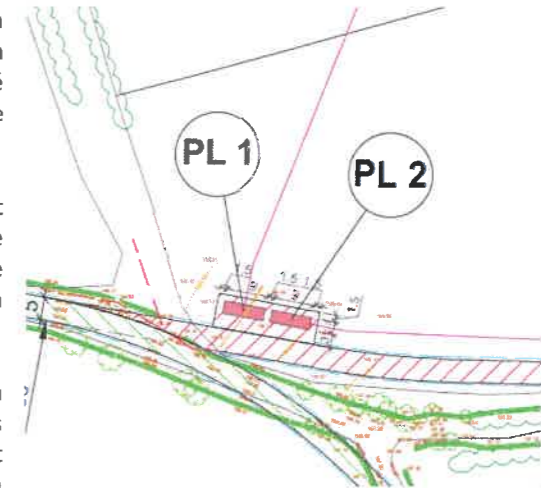
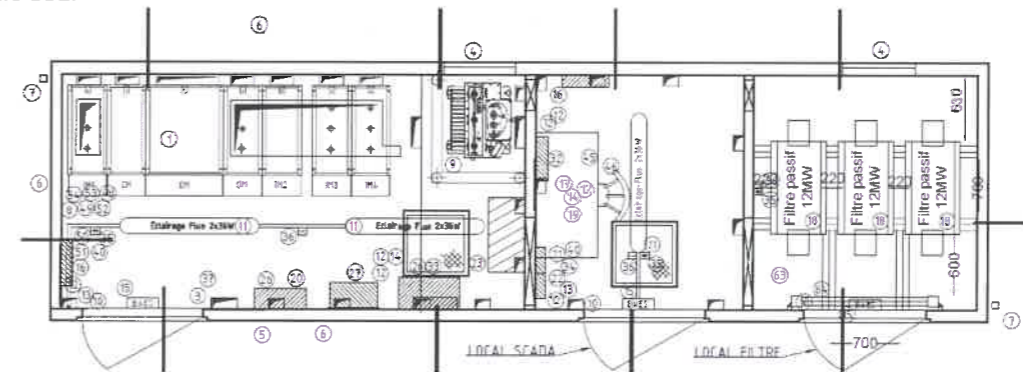


Figure 222 : Localisation et plateforme des postes de livraison



NOMENCLATURE DES APPAREILS	
REPERE	DESIGNATION
1	Cellules HTA
3	Barrette de terre
4	Aération local
5	Raccordement HEA-I-M12 pour mise à la terre (Fond de fouille-Parc)
6	Passages de câbles étanche : USA BKD 150
7	Gouttière d'évacuation des eaux de pluie
8	Panoplie de sécurité
9	Transformateur auxiliaire
10	Rin de Course
11	Eclairage néon 2x36W
12	PC
13	Interrupteur éclairage
14	Prise téléphone gigogne
15	Bloc autonome d'éclairage de sécurité
16	Convecteur
17	PC RJ45
18	Filtre Passif
19	Téléphone mural
20	Protection de ligne téléphonique BHRD
21	Coffret téléphone
22	TD Scada
23	TGBT
26	Emplacement réservé pour le DEIE EDF
27	Coffret chargeur C13-100 48Vcc
28	Coffret comptage
32	Coffret frontière Scada
33	Coffret frontière DEIE
34	Extincteur
35	Détecteur de présence
36	Détecteur incendie
37	Arrêt d'urgence
40	Trousse de secours
45	Table
46	Chaise
47	Tabouret
48	Contrôleur de concordance de phase
49	Clé de manoeuvre
50	Porte Plan
51	Fusibles de rechange
52	Affiche soins aux électriciens
53	Lampe putative
63	Caillebotis
64	Porte Grillagée
65	Fourniture client

Figure 223 : Coupe-type d'un poste de livraison (Source : SEL Enerbéton)

#### V.2.4.3. Le raccordement externe : des postes 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 ENEDIS 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 préférentiellement 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.

La définition du poste, du mode et du tracé du raccordement au réseau public, ainsi que sa réalisation même, sont de la compétence du gestionnaire dudit réseau (ENEDIS/GERESIS) et sont étudiées à partir d'une demande de PTF (proposition technique et financière) qui ne peut être réalisée qu'une fois l'autorisation environnementale acceptée par le Préfet. Il est donc peu opportun de fixer d'ores et déjà le poste source sur lequel sera connecté le projet de parc éolien des Trois Sentiers.

A ce stade, il est néanmoins possible d'identifier plusieurs postes-source pouvant représenter des solutions viables pour le raccordement du parc. Ainsi, pour le **projet de parc éolien des Trois Sentiers**, selon les données mises à disposition par RTE/ENEDIS/GEREDIS, il s'agit :

- du poste-source de BRESSUIRE situé sur la commune de BRESSUIRE à 12,4 km au nord du projet ;
- du poste-source de PARTHENAY situé sur la commune de PARTHENAY à environ 13,5 km au sud-est du projet ;
- du poste-source de MONCOUTANT situé sur la commune de MONCOUTANT à environ 9,4 km à l'ouest du projet ;

Selon les données disponibles sur le site dédié (Caparéseau), ces postes-source disposent des caractéristiques suivantes :

Tableau 63 : Caractéristiques des postes source à proximité du projet (Source : RTE/ENEDIS)

Nom	Département	Puissance EnR déjà raccordée (MW)	Puissance des projets en développement (MW)	Capacité d'accueil réservée au titre du S3REnR qui reste à affecter (MW)	Quote-Part S3REnR (k€/MW)
BRESSUIRE	79	46,5	23,4	2,9	
PARTHENAY	79	22,9	2,2	1,3	42,34
MONCOUTANT	79	33,5	1,5	5,6	

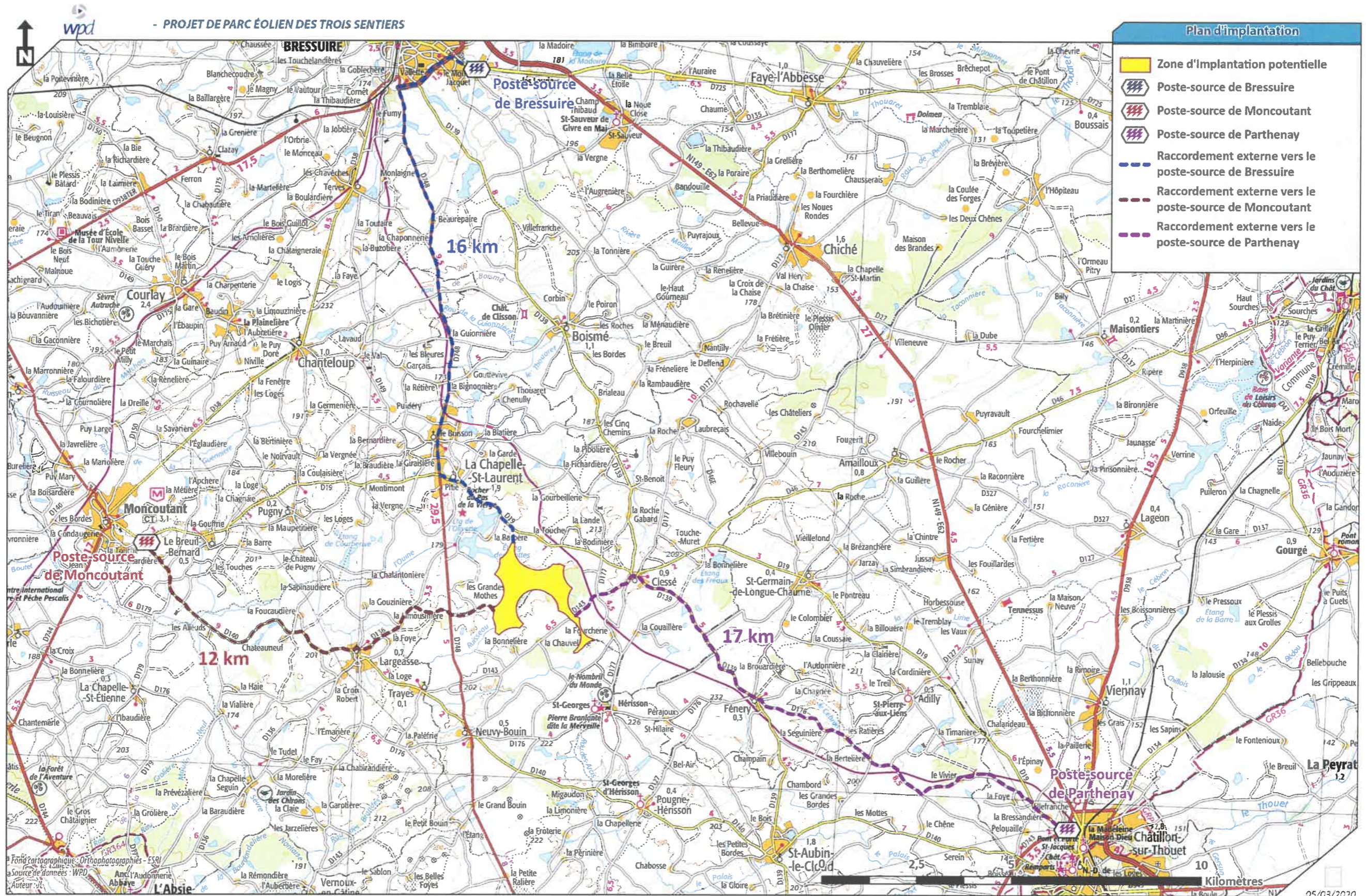
Ainsi selon les caractéristiques exposées ci-dessus, la capacité d'accueil réservée dans le cadre du S3REnR des trois postes sources qui reste à affecter n'est actuellement pas suffisante pour recevoir la production du projet de parc éolien des Trois Sentiers. En cas de raccordement, des travaux d'extension de la capacité de l'un ou de plusieurs postes-source seront donc nécessaires. A noter de plus que la quote-part fixée par le S3REnR est de 42,34 k€/MW que l'exploitant du parc se chargera de souscrire.

Le tracé du raccordement électrique externe du parc éolien jusqu'au poste-source qui sera choisi sera 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, un tracé

prévisionnel du raccordement vers les postes source de MONCOUTANT, BRESSUIRE et PARTHENAY, qui sont les plus proches, est présenté sur la figure suivante.

Les travaux de raccordement seront réalisés par le gestionnaire de réseau, qui définira précisément l'itinéraire et les modalités de passage des câbles lors de l'établissement de la « convention de raccordement » réalisée après l'obtention de l'Autorisation Environnementale. Cette convention présente la solution technique du raccordement qui consiste en l'ensemble des prescriptions techniques auxquelles doit satisfaire l'installation de production pour être raccordée au réseau avec notamment un tracé techniquement et administrativement réalisable en conformité avec les dispositions du cahier des charges de la concession. La solution technique de raccordement est élaborée suite aux résultats d'études réalisées par ENEDIS/GEREDIS selon les méthodes définies dans la Documentation Technique de Référence. La solution technique de raccordement est détaillée dans les Conditions Particulières de la convention de raccordement. Cette solution qui fait l'objet d'une notice d'impact est ensuite soumise à instruction par les services de l'Etat qui en font l'analyse.

Le tracé du raccordement électrique externe du parc éolien jusqu'au poste-source qui sera choisi sera donc défini lors de l'étude définitive qui sera réalisée par ENEDIS/GEREDIS une fois l'autorisation obtenue. Si ce dernier ne peut être à ce jour présenté, une estimation des tracés prévisionnel est présenté sur la figure suivante.





Il est commun que ce dernier soit réalisé essentiellement sous voirie à l'aide d'une trancheuse comme illustré ci-dessous.



Figure 225 : 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 (ceux-ci pouvant être relativement proches de ceux présentés précédemment pour la liaison électrique interne du parc éolien) qui respecteront les règles fixées dans l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions enterrés sous les voies, tant que possible l'utilisation des mêmes emplacements sera privilégiée tout en veillant à respecter les préconisations d'éloignement fixées dans l'arrêté du 17 mai 2001 modifié. Une fois la pose des câbles terminée, les tranchées seront remblayées et bitumées si nécessaire, de manière à restituer les voies dans leur état initial.

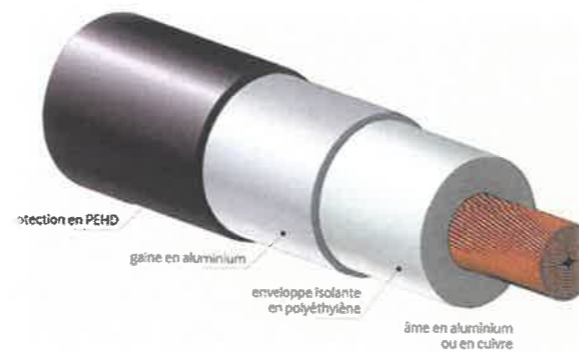


Figure 226 : Exemple de câble de raccordement électrique souterrain (Source : RTE)

Pour ces tranchées de raccordement externe, ces dernières seront adaptées selon le type de terrain sous lequel elles seront placées.

### V.3. DESCRIPTION DES ETAPES DE LA VIE DU PARC

#### V.3.1. CONSTRUCTION

##### V.3.1.1. 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, etc.) sera mise en place, ainsi qu'un espace nécessaire pour le stationnement. Cette base de vie est soit installée dans un corps de ferme à proximité, soit installée sur le site. Un léger aménagement est alors souvent nécessaire (terrassement et stabilisation du terrain), pour une emprise d'environ 200 à 300m<sup>2</sup>.
- **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.
- **Réalisation des fondations** : Une fois les accès aménagés, les engins de chantier procéderont à l'excavation des terres pour permettre la réalisation des fondations. Ces dernières seront adaptées à la nature du sol présente, une étude géotechnique ayant été préalablement réalisée. Une fois le ferrailage réalisé et le béton coulé, un temps de séchage permettant de solidifier l'ensemble sera respecté.
- **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.
- **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.
- **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 des Trois Sentiers** se décomposera suivant les étapes présentées dans le tableau suivant :

Tableau 64 : Durée des différentes phases de travaux

Phases du chantier	Durée
Préparation du site (base vie, etc.)	1 semaine
Défrichage	2 semaines
Terrassement	2 mois
Génie Civil	2 mois
Séchage des fondations	1 mois
Génie électrique	1 mois
Acheminement des éoliennes	2 semaines
Levage et assemblage des machines	2 mois
Réglages et mise en services	3 semaines

Ce tableau ne recense que le temps approximatif nécessaire à la réalisation de chacune des étapes clés dans la phase de chantier et il n'est donc pas représentatif de la durée totale du chantier puisque plusieurs de ces étapes peuvent être réalisées en parallèle. De plus, les durées présentées pourront varier suivant les conditions météorologiques. Généralement, pour la mise en place d'un projet éolien composé de 4 aérogénérateurs, la durée totale de la phase de chantier est comprise entre 6 et 9 mois.

## V.3.1.2. 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, le tableau ci-après en fournit un estimatif.

Tableau 65 : Estimatif du nombre de rotation de camions générés en phase chantier

Type de travaux	Caractéristiques	Base de calcul	Total
Création des aménagements permanents et temporaires de voirie et des pans coupés	Surface à aménager : 11 351 m <sup>2</sup> Profondeur : 0.4 m Volume de terre à retirer : 4 540 m <sup>3</sup>	1 camion benne = 18 m <sup>3</sup>	Environ 252 camions
Restauration/renforcement des chemins d'accès	Surface à aménager 8 412 m <sup>2</sup> Profondeur : 0.2 m Volume de terre à retirer : 1 683 m <sup>3</sup>	1 camion benne = 18 m <sup>3</sup>	Environ 94 camions
Création des plateformes de montage	Surface à aménager : 6 749 m <sup>2</sup> Profondeur : 0.6 m Volume de terre à retirer : 4 050 m <sup>3</sup>	1 camion benne = 18 m <sup>3</sup>	Environ 225 camions
Création des plateformes au pied des éoliennes	Surface à aménager : 1 111 m <sup>2</sup> Profondeur : 0.3 m Volume de terre à retirer : 334 m <sup>3</sup>	1 camion benne = 18 m <sup>3</sup>	Environ 19 camions
Coulage des fondations	Diamètre max. : 24 m Profondeur max. : 3,8 m Nature : Béton et ferrailage Volume de béton par éolienne : 800 m <sup>3</sup> Volume total de terre à retirer : 3 200 m <sup>3</sup>	1 camion benne = 18 m <sup>3</sup> 1 camion toupie = 8 m <sup>3</sup> 3 camions pour le ferrailage par fondation	Environ 578 camions
Acheminement des engins de chantier	1 grande grue 1 petite grue Pelle mécanique, bulldozer...	35 camions pour l'ensemble des engins de levage et contrepoids	35 camions
Acheminement des éoliennes	Hauteur totale : 175 m Rotor : trois pales de 63 m Mât : 118 m (4 sections)	Environ 25 pour une éolienne	Environ 50 camions
Raccordement électrique interne	1 trancheuse Longueur : 2 061 m	1 camion pour la trancheuse 1 camion pour 2 500m de câble	2 camions
Acheminement des postes de livraison	2 postes de livraison	1 camion par poste	2 camions
<b>TOTAL</b>	/	/	<b>Environ 1 259 rotations de camion</b>

Ainsi, les estimations réalisées laissent apparaître un trafic total de plus de 1 250 rotations de camions durant environ 6 à 9 mois que dureront les travaux, soit un trafic journalier moyen de 7 à 8 rotations par jour. Cette moyenne reste cependant approximative, certaines étapes des travaux étant plus génératrices de trafic, comme celle dédiée à la réalisation des 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.

## V.3.1.3. Gestion des déchets de chantier

La gestion des déchets de chantier est un enjeu aussi important pour les générations futures que peut être celui des 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 66 : 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 site dédié ou réutilisation des excédents sur le site du projet (terre végétale réutilisée en couche superficielle dans les secteurs non circulant ou en accotement, tout-venant possiblement réutilisé pour remblayer les couches inférieures des accès et des tranchées de raccordement, etc.)
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.

#### V.3.1.4. Fin de chantier

En fin de chantier, les plateformes et les accès seront nettoyés. Les plateformes de montage et les chemins d'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.

#### V.3.2. 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 et peut se prolonger jusqu'à 30 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.

##### V.3.2.1. 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.

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

##### V.3.2.2. 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 reconnections aux réseaux.

##### V.3.2.3. 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 67 : 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)

#### V.3.3. DEMANTELEMENT ET REMISE EN ETAT

Les éoliennes ont une durée de vie d'environ 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.

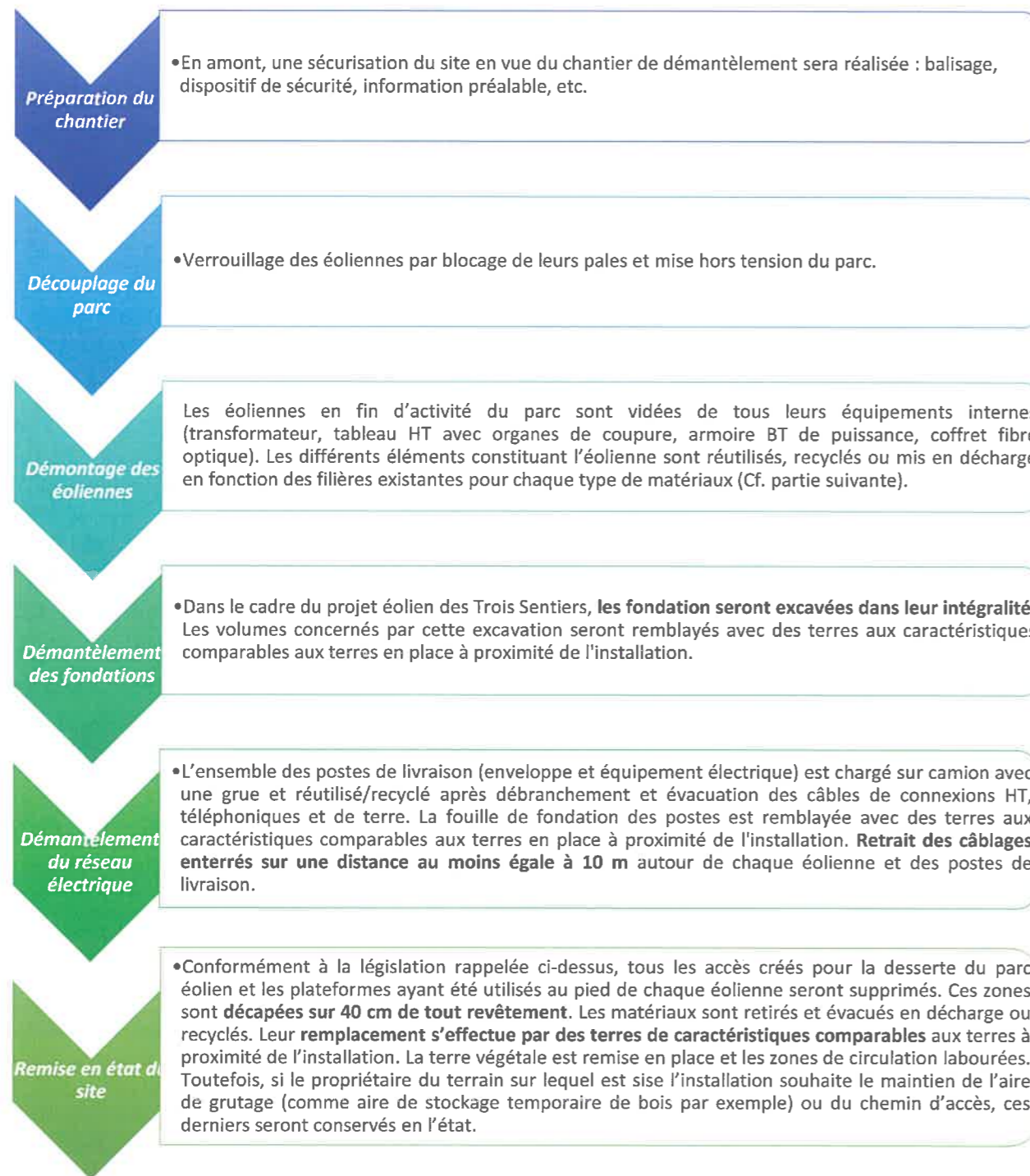
Ce démantèlement est encadré par la réglementation sur plusieurs aspects.

##### V.3.3.1. 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 des Trois Sentiers, 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 recyclés.

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 ».

### V.3.3.2. 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, etc.) 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 dispose 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.



#### V.3.3.3. 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.

**Ainsi, conformément à l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 et notamment ses annexes, l'exploitant du projet de parc éolien objet du dossier s'engage donc à constituer un fond de 272 000 € en prévision du démantèlement des 4 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°3 : Description de la demande, pièce jointe à la présente demande d'autorisation environnementale.

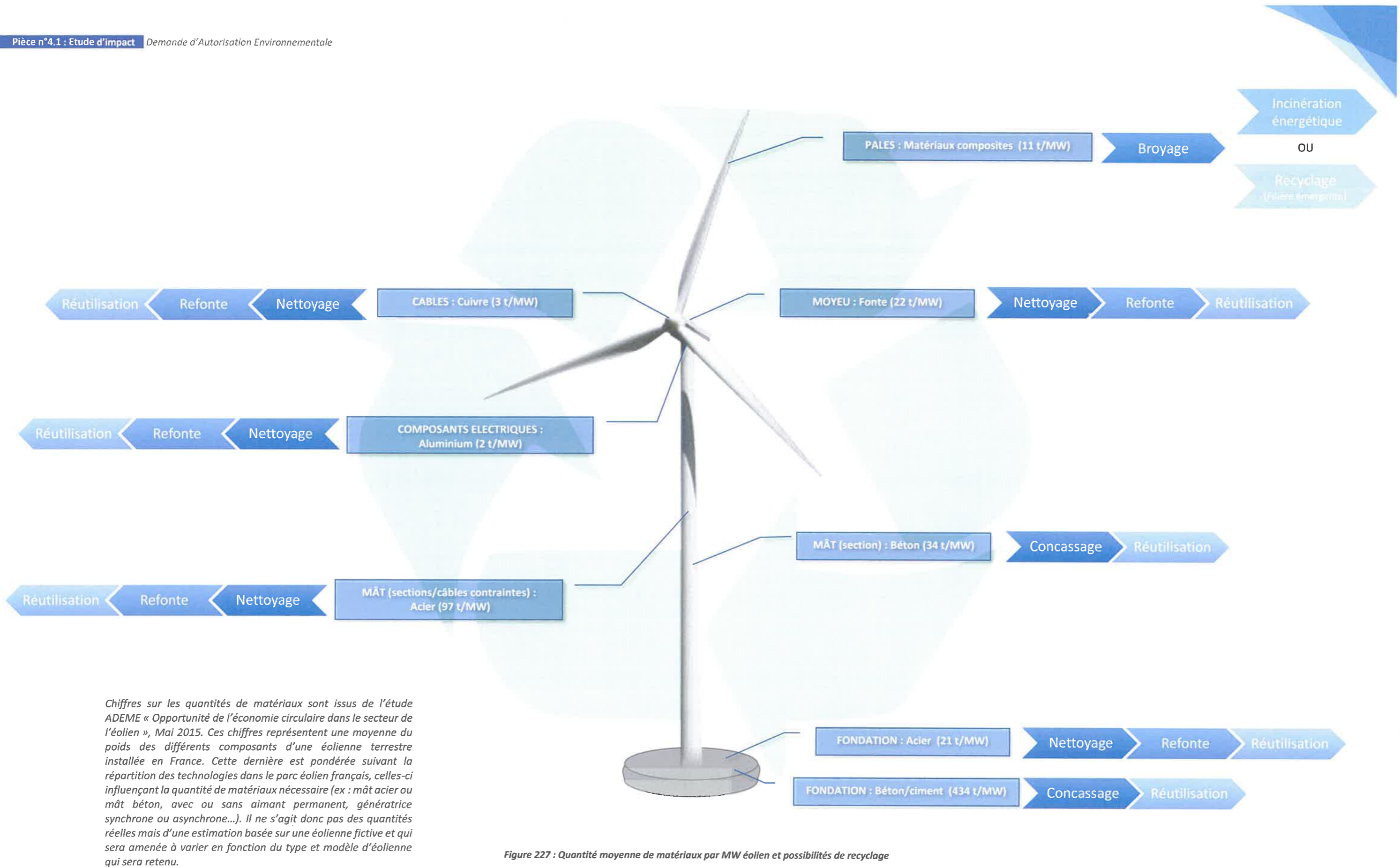


Figure 227 : Quantité moyenne de matériaux par MW éolien et possibilités de recyclage

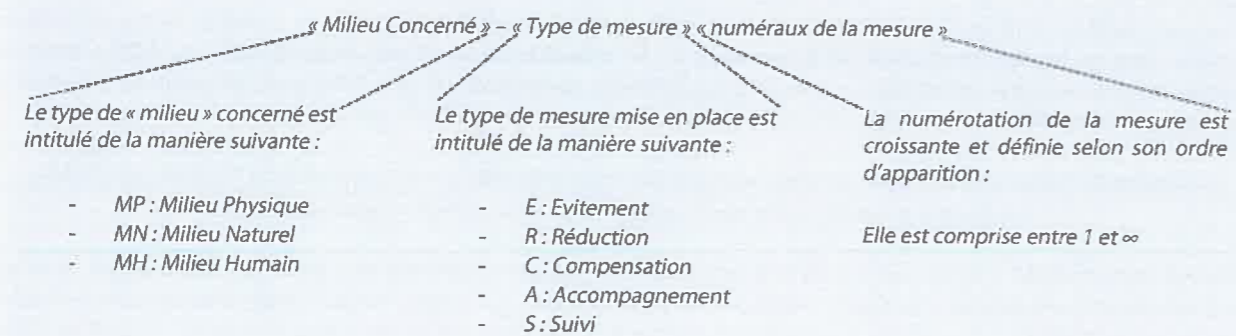
- I. PRESENTATION DES ACTEURS DU PROJET ET CHOIX DU SITE
- II. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE D'IMPACT
- III. ETAT INITIAL
- IV. DEFINITION DU PROJET
- V. DESCRIPTION DU PROJET RETENU
- VI. IMPACTS ET MESURES MISES EN ŒUVRE
- VII. COMPATIBILITE ET ARTICULATION DU PROJET AVEC LES
- VIII. DESCRIPTION DES METHODES

**Ce chapitre vise à réaliser « Une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement » (5° du II de l'article R. 122-5 du code de l'environnement). Pour ce faire, il identifiera les éventuels impacts sur les facteurs mentionnés au III de l'article L. 122-1 portant sur les effets directs et, le cas échéant, sur les effets indirects secondaires, cumulatifs, transfrontaliers, à court, moyen et long termes, permanents et temporaires, positifs et négatifs du projet.**

**Afin de permettre au lecteur d'appréhender le plus facilement possible la démarche globale d'élaboration de l'étude d'impact et de définition du projet de moindre impact, ce chapitre s'attachera aussi à présenter les mesures prévues par le maître d'ouvrage et définies au 8° du II de l'article R. 122-5 du code de l'environnement. Cette étape repose sur la mise en œuvre de la séquence « Eviter – Réduire – Compenser », complétée éventuellement par des mesures de suivi et d'accompagnement. Structurer autour des mêmes thématiques que l'état initial, il abordera les impacts et mesures sur le milieu physique (VI.2), le milieu naturel (VI.3), le milieu humain (VI.4) et le paysage ainsi que le patrimoine (VI.5).**

**Pour terminer, ce chapitre consacrera une partie à l'analyse des effets et impacts cumulés du projet avec les projets connus (VI.6).**

Pour plus de clarté, les différentes mesures (évitement, réduction, compensation, accompagnement et suivi) associées aux milieux physique, naturel et humain, ont été codifiées. Cette codification répond à la logique suivante :



Pour donner un exemple, la mesure **MP-R1** correspond à la première mesure (1) de réduction (R) concernant le milieu physique (MP).

- VI. IMPACTS ET MESURES MISES EN ŒUVRE ..... 222
- VI.1. MESURE GLOBALE APPLICABLE A L'ENSEMBLE DES THEMATIQUES ABORDEES ..... 222
- VI.2. IMPACTS ET MESURES SUR LE MILIEU PHYSIQUE..... 222
  - VI.2.1. L'air, le climat et l'utilisation rationnelle de l'énergie ..... 222
  - VI.2.2. Le sol et les ressources minérales ..... 223
  - VI.2.3. Le milieu hydrique..... 226
  - VI.2.4. Les risques naturels et la vulnérabilité du projet au changement climatique ..... 242
- VI.3. IMPACTS ET MESURES SUR LE MILIEU NATUREL ..... 252
  - VI.3.1. Mesures en phase de conception ..... 252
  - VI.3.2. Impacts et mesures sur les habitats et la flore ..... 254
  - VI.3.3. Impacts et mesures sur l'avifaune..... 266
  - VI.3.4. Impacts et mesures sur les Chiroptères ..... 286
  - VI.3.5. Impacts et mesures sur l'autre faune (mammifères hors chiroptères, amphibiens, reptiles, invertébrés) ..... 302
  - VI.3.6. Conclusion sur la nécessité de réaliser un dossier de dérogation ..... 310
  - VI.3.7. Notice d'incidence Natura 2000..... 310
  - VI.3.8. Incidences potentielles du projet sur les habitats et les espèces d'intérêt communautaire ..... 311
- VI.4. IMPACTS ET MESURES SUR LE MILIEU HUMAIN..... 313
  - VI.4.1. Impacts socio-économiques ..... 313
  - VI.4.2. Impacts techniques – Servitudes..... 317
  - VI.4.3. Nuisances sonores ..... 321
  - VI.4.4. Autres nuisances à la santé humaine et aux commodités de voisinage ..... 328
  - VI.4.5. Risques technologiques et sols pollués ..... 336
  - VI.4.6. Impacts sur le patrimoine archéologique..... 336
- VI.5. IMPACTS ET MESURES SUR LE PATRIMOINE ET LE PAYSAGE ..... 342
  - VI.5.1. Analyse des impacts paysagers du projet..... 342
  - VI.5.2. Analyse des autres impacts du projet ..... 393
  - VI.5.3. Mesures proposées dans le cadre du projet éolien des Trois Sentiers..... 396
- VI.6. EFFETS ET IMPACTS CUMULES AVEC LES PROJETS CONNUS ..... 402
  - VI.6.1. Projets et aménagements pris en compte dans l'analyse des effets cumulés..... 402
  - VI.6.2. Effets cumulés sur le milieu physique ..... 406
  - VI.6.3. Effets cumulés sur le milieu naturel ..... 406
  - VI.6.4. Effets cumulés sur le milieu Humain ..... 408
  - VI.6.5. Effets cumulés sur le paysage ..... 408
- VI.7. IMPACTS LIES A LA VULNERABILITE DU PROJET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET AUX RISQUES D'ACCIDENTS OU DE CATASTROPHES MAJEURS..... 409
  - VI.7.1. Impacts liés à la vulnérabilité du projet aux risques naturels..... 409
  - VI.7.2. Impacts liés à la vulnérabilité du projet aux risques technologiques ..... 410
- VI.8. COMPARAISON ENTRE LE SCENARIO DE REFERENCE ET LE SCENARIO TENDANCIEL..... 411

## VI. IMPACTS ET MESURES MISES EN OEUVRE

### VI.1. MESURE GLOBALE APPLICABLE A L'ENSEMBLE DES THEMATIQUES ABORDEES

Avant tout, il convient de présenter une mesure de réduction dite « globale » qui va intervenir en phase de travaux et qui ne s'attachera pas directement à un impact en particulier, mais qui s'appliquera à l'ensemble des thématiques étudiées dans le cadre de l'analyse des impacts et des mesures mises en œuvre pour le projet de parc éolien des Trois Sentiers.

Il s'agit d'une mesure de réduction prévoyant la mise en place d'un Système de Management Environnemental du Chantier.

#### Réduction (MPNH-R1) : Système de Management Environnemental (SME) du chantier

Cette mesure a pour objectif de maîtriser et réduire les impacts liés aux opérations de chantier.

Durant le chantier, le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre mettront en place un Système de Management Environnemental (SME). Le SME se traduit par une présence régulière (présence hebdomadaire) d'une personne mandatée par l'entreprise. Ce responsable a connaissance des enjeux identifiés durant l'étude d'impact concernant aussi bien l'hygiène et la sécurité, la prévention des pollutions et des nuisances, la gestion des déchets, la préservation des sols, des eaux artificielles et souterraines ou de la faune et de la flore. Ainsi, elle veille à l'application de l'ensemble des mesures prescrites en phase de chantier. Par ailleurs, la personne mandatée aura pour mission d'informer et de guider les intervenants du chantier. Notamment, tout nouvel arrivant sur site (sous-traitant, visiteur) recevra un « Plan de démarche qualité environnementale du chantier » au sein duquel les consignes et bonnes pratiques du chantier lui seront présentées.

Calendrier : 20 jours d'intervention sur toute la durée du chantier

Chiffrage : 10 000 euros

! Des références à cette mesure seront proposées tout au long de l'analyse des impacts et mesures mises en œuvre au niveau de thématiques ou d'impacts en phase de chantier qui se trouveraient tout particulièrement concernés.

### VI.2. IMPACTS ET MESURES SUR LE MILIEU PHYSIQUE

#### VI.2.1. L'AIR, LE CLIMAT ET L'UTILISATION RATIONNELLE DE L'ENERGIE

##### Impacts résiduels lors de la phase de chantier :

Lors de la phase de chantier, le seul impact potentiel direct identifié repose sur l'émission de GES et polluants atmosphériques suite à la consommation de carburant par les engins de chantier.

#### Réduction (MP-R1) : Utilisation et entretien de matériel conforme aux normes

Le matériel utilisé sera conforme aux normes en vigueur et un entretien régulier sera réalisé.

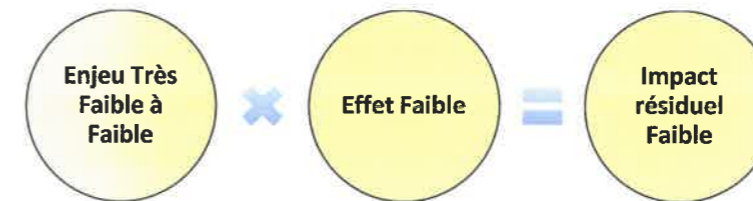
Chiffrage : intégré au coût des travaux

! La personne chargée de mettre en place le Système de Management Environnemental du chantier (MPNH-R1) veillera à ce que le matériel soit correctement entretenu et au respect de la conformité aux normes.

<sup>17</sup> ADEME, 2015. Impacts Environnementaux de l'éolien français. Disponible sur : <http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/impacts-environnementaux-eolien-francais-2015.pdf>

Compte tenu de la durée limitée du chantier et du nombre limité d'engins utilisés, l'effet sera faible (Cf. données ACV ci-après).

Par ailleurs, l'émission de GES associée aux étapes de fabrication et transport des composants d'éolienne ou à la construction du parc éolien et, par extension, à toutes les étapes ou activités intermédiaires (fabrication et transport des combustibles et des matériaux, élimination des déchets, etc.) représente un impact indirect potentiel du projet. Il s'avère particulièrement complexe d'intégrer tous les maillons de la multitude de chaînes conduisant à l'édification d'un projet éolien. Toutefois, ce travail a été effectué et repose sur la réalisation d'une analyse du cycle de vie faite par l'ADEME et dont une partie des résultats est présentée ci-après.



##### Impacts résiduels lors de la phase d'exploitation :

Concernant les Gaz à Effet de Serre (GES), les activités humaines sont à l'origine d'une augmentation de leur concentration dans l'atmosphère. Ces derniers sont la cause d'un changement climatique aux conséquences multiples : augmentation des températures, hausse du niveau des océans, épisodes climatiques extrêmes plus nombreux, etc. Parmi les différents secteurs d'activité contribuant à l'émission de ces GES, on retrouve notamment la production d'énergie.

Afin de quantifier l'impact de l'éolien sur les émissions de Gaz à Effet de Serre, l'ADEME a réalisé en 2015 une étude spécifique<sup>17</sup>. Les chiffres qui y sont présentés résultent d'une Analyse de Cycle de Vie (ACV). Ainsi, ils prennent en compte les émissions directes pendant l'exploitation des centrales (combustion du charbon par exemple), mais aussi celles entraînées par les autres étapes du cycle de vie (construction et déconstruction des installations industrielles, fabrication et transport des combustibles, élimination des déchets, etc.). Cette étude peut être jugée comme représentative de la filière française : les données récoltées et utilisables concernent 3 658 éoliennes, pour une capacité totale de 7 111 MW, représentant 87,2 % du parc effectif en 2013. La conclusion de cette étude concernant l'impact sur le changement climatique est la suivante :

« Le taux d'émission du parc français est de 12,7 g CO<sub>2</sub> eq/kWh (valeur similaire avec celles données par le GIEC ou les autres études académiques). Le taux d'émission est faible par rapport à celui du mix français, estimé à 79 g CO<sub>2</sub> /kWh (année de référence 2011). ». D'après les chiffres fournis, la mise en œuvre de l'éolien permettrait donc d'économiser environ 66 g CO<sub>2</sub>/kWh produit.

Par ailleurs, cette même étude stipule que le temps de retour énergétique (c'est-à-dire en combien de temps la turbine produit la quantité d'énergie qu'elle a consommée au cours de son cycle de vie) correspond à 12 mois de production, soit de l'ordre de 5 fois moins que le mix électrique français en 2011.

En complément, l'ADEME a mis en place un Groupe de Travail « Electricité » de la Base Carbone®, composé de différents organismes experts du sujet (CGDD, DGEC, DHUP, CITEPA, APCC, RAC, CLER, EDF, ENEDIS, ENGIE, GRDF, RTE, UFE) et de personnes qualifiées. RTE, gestionnaire du réseau de transport, met à disposition du groupe de travail les facteurs d'émission de chaque type de production d'électricité qui reposent sur les mêmes bases que l'Analyse du Cycle de Vie (ACV), c'est-à-dire intégrant les émissions directes et indirectes de GES. Ces différents partenaires ont alors défini une méthodologie d'évaluation du contenu CO<sub>2</sub> du kWh du "mix moyen électricité France" tenant compte des échanges avec les autres pays européens :

$$\frac{\text{Emissions de CO}_2 \text{ du mix Français} + \text{émissions de CO}_2 \text{ du solde importateur} - \text{émission de CO}_2 \text{ du solde exportateur}}{\text{Production d'électricité du mix français} + \text{solde importateur} - \text{solde exportateur}}$$

Le travail conjoint du GT « électricité » et de RTE permet de tenir à jour le taux d'émission du parc éolien français, ainsi que de chaque moyen de production (nucléaire, éolien, centrales thermiques...), taux qui sont mis à disposition sur une plateforme de diffusion de l'ADEME<sup>18</sup>. Ces informations permettent d'actualiser les données publiées dans l'étude de l'ADEME en 2015.

<sup>18</sup> Disponible sur le site : <http://www.bilans-ges.ademe.fr/>



Ainsi, en 2017 le taux d'émission du parc français était de 14,1 g CO<sub>2</sub> eq/kWh alors que le taux d'émission du mix électrique moyen français était quant à lui estimé à 57,1 g CO<sub>2</sub> eq/kWh en 2018. Cela signifie que, selon les données les plus récentes disponibles, la mise en œuvre de l'éolien permettrait donc d'économiser environ 43 g CO<sub>2</sub>/kWh produit.

En dehors des gaz à effet de serre, les filières « traditionnelles » de production d'énergie peuvent aussi être à l'origine de la production de divers déchets et polluants.

Les centrales thermiques à flamme rejettent des polluants : oxydes de soufre (SO<sub>2</sub>), oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et poussières. D'après les données 2017 d'EDF<sup>19</sup>, les centrales françaises seraient ainsi à l'origine d'émissions de 0.03 g/kWh de SO<sub>2</sub> et de 0.04 g/kWh de NO<sub>x</sub>.

De leur côté, l'exploitation des centrales nucléaires génère des déchets radioactifs. Ainsi en 2016, d'après EDF, la fourniture d'un kilowattheure d'électricité a induit la génération de déchets radioactifs :

- **8,8 m<sup>3</sup>/TWh de déchets radioactifs solides de Très Faible Activité (TFA)** : ces déchets, dont la radioactivité est du même ordre de grandeur que la radioactivité naturelle, proviennent principalement de la déconstruction des installations nucléaires, ce sont surtout des gravats (béton, ferrailles, calorifuges, tuyauteries, etc.)
- **14,8 m<sup>3</sup>/TWh de déchets radioactifs solides de Faible et Moyenne Activité à vie courte (FMA)** : proviennent des installations nucléaires (gants, filtres, résines, etc.)
- **0,87 m<sup>3</sup>/TWh de déchets radioactifs solides de Haute et Moyenne Activité à vie longue (HA –MAVL)** : Pour ceux de moyenne activité, il s'agit principalement des structures des assemblages (coques et embouts, morceaux de gaines, etc.) séparées lors du traitement du combustible usé. Ils sont aujourd'hui compactés et conditionnés dans des conteneurs en acier inoxydable. Cela inclut aussi d'autres déchets MA-VL qui sont produits par la recherche ou l'industrie du cycle du combustible. Pour ceux de haute activité, il s'agit de déchets issus du traitement, par vitrification, des combustibles usés, correspondant à l'exploitation des anciennes centrales uranium naturel graphite gaz (UNGG) et à quarante années d'exploitation du parc REP actuel.

Dans le cadre de notre projet, la production annuelle des 4 éoliennes du projet sera d'environ 48 GWh, ce qui correspond à la consommation électrique de plus de 17 770 foyers (hors chauffage et eau chaude) soit la consommation d'environ 39 100 personnes. Sur 20 ans, le bilan environnemental serait le suivant :

- **960 GWh produits ;**
- **41 184 Tonnes équivalent CO<sub>2</sub> évitées (soit entre 343 200 000 km en voiture<sup>20</sup>) ;**
- **23,5 mètres cubes de déchets radioactifs non produits.**

Impact  
Positif

Il convient de signaler que ce bilan est fourni à titre informatif et qu'il reste susceptible de différer de la réalité du fait des nombreuses variables pouvant influencer le résultat : origine des matériaux utilisés pour la construction, origine de l'électricité substituée, variabilité saisonnière de la production éolienne et du contenu « carbone de l'électricité », etc.

Par ailleurs, il convient de signaler que si les parcs éoliens produisent des quantités importantes d'énergie de manière durable, leur consommation s'avère quant à elle réduite. Celle-ci sert notamment à l'alimentation des différents moteurs et appareils électroniques présents dans l'aérogénérateur.

• **Impacts résiduels lors de la phase de démantèlement :**

Lors de la cessation d'activité et de démantèlement du parc éolien, les impacts sur l'air et le climat seront relativement proches de ceux identifiés lors de la phase de chantier, à savoir réduits. Ces impacts seront d'autant plus limités que les normes de pollution et les avancées technologiques conduiront sûrement à une réduction des émissions de polluants et GES par les engins motorisés d'ici une vingtaine d'années.

• **Mesures de compensation mises en œuvre et impact final :**

Compte tenu du niveau d'impact résiduel estimé, aucune mesure compensatoire ne sera mise en œuvre. Au regard des éléments fournis par l'ACV, il apparaît que le niveau d'impact final est positif sur la durée globale d'exploitation du parc éolien.

IMPACT FINAL POSITIF

## VI.2.2. LE SOL ET LES RESSOURCES MINÉRALES

• **Impacts résiduels lors de la phase de chantier :**

Les impacts potentiels lors de la phase travaux sont principalement liés aux **modifications du sol et sous-sol** induit par les déplacements de terre (déblais/remblais) nécessaires à l'installation des éoliennes et de leurs aménagements annexes (plateforme, chemins d'accès, etc.) ainsi que les tassements de terre liés aux passages répétés d'engins. Effectivement, l'ensemble de ces opérations peut induire un décapage des couches superficielles du sol, présentant la plupart du temps un potentiel agronomique, voir un retrait plus conséquent pour la mise en place des fondations. La mise en place de tranchées nécessaires à la pose des câbles de raccordement est également susceptible de venir modifier l'organisation de la structure superficielle du sol.

Pour rappel, la construction du **parc éolien des Trois Sentiers** induira les aménagements suivants :

- Excavation de la fouille pour les fondations : profondeur de 3,8 m maximum environ pour un diamètre de 24 m maximum, auquel s'ajoutent quelques mètres pour le passage des ouvriers (environ 1 à 2 m supplémentaires), soit un volume total de terre remaniée de 8 071 m<sup>3</sup> (données techniques maximisantes) ;
- Plateforme de montage : décapage sur 60 cm, soit environ 4 050 m<sup>3</sup> pour l'ensemble du parc ;
- Aménagement des accès (temporaire et permanents) et pans coupés et plateforme des postes de livraison : décapage sur 40 cm, soit environ 4 540 m<sup>3</sup> pour l'ensemble du parc ;
- Chemin d'accès à renforcer : décapage sur environ 20 cm, soit environ 1 683 m<sup>3</sup> pour la voirie concernée ;
- Aménagement d'une plateforme au pieds des éoliennes : aménagement superficiel (20 à 30 cm) sur un total de 334 m<sup>3</sup> ;
- Tranchées pour le raccordement électrique interne : profondeur de 0,8 m pour une largeur de 0,5 m et une longueur de 2 061 m, soit un volume total de terre remaniée d'environ 825 m<sup>3</sup>.

Cela représente un volume total de 19 503 m<sup>3</sup> de terre remaniée pour l'ensemble du parc éolien.

Concernant la modification du sous-sol, il convient de souligner qu'hormis les fondations, la plupart des aménagements concerneront des profondeurs limitées évitant ainsi la modification des horizons géologiques.

**Réduction (MP-R2) : Réalisation d'une étude géotechnique pour optimiser le dimensionnement des fondations**

Une étude de sol avec expertise géotechnique sera réalisée et permettra de préciser la capacité des terrains à supporter l'ancrage des éoliennes et de dimensionner plus précisément les fondations. Cela permettra ainsi de proposer une installation sécurisée tout en optimisant le volume de terre qui sera extrait.

Chiffrage : intégré au coût des travaux

Concernant le sol et les horizons pédologiques concernés par les travaux, si les volumes et surfaces considérés apparaissent comme non-négligeables, la mise en œuvre de mesures de réduction permet de limiter l'effet du projet.

<sup>19</sup> Données issues du rapport sur les indicateurs de développement durable d'EDF disponible sur le site internet de l'entreprise

<sup>20</sup> Sur la base d'un contenu moyen CO<sub>2</sub> de 120g/km

**Réduction (MP-R3) : Optimisation des surfaces aménagées**

Lors de la conception du projet, les aménagements permanents du parc éolien ont été optimisés afin de réduire au maximum leur emprise au sol avec, par exemple, la réutilisation d'un chemin rural existant. De plus, les aménagements temporaires présents en phase chantier seront supprimés et remis en état à l'issue des travaux avec les matériaux initialement extraits. Concernant le raccordement électrique, il ne nécessitera pas d'extraction importante de terre puisque la tranchée sera rebouchée en partie avec la terre extraite.

Chiffrage : intégré dès la conception du projet

**Réduction (MP-R4) : Réutilisation de la terre excavée lors des travaux**

La terre végétale extraite du site lors des travaux fera l'objet d'une attention particulière. Ainsi elle sera séparée des autres terres excavées issues des horizons inférieurs stériles et stockée de manière appropriée : tas de hauteur limitée à l'écart des zones naturelles d'intérêt et des zones de circulation des engins afin d'éviter les phénomènes d'érosion et de tassement. Elle sera réutilisée sur le site dès la fin des travaux afin de remettre en état les secteurs dégradés. Les autres terres extraites du site seront elles aussi réutilisées de manière préférentielle sur le chantier afin de remblayer fondations, plateformes et chemins d'accès. Les éventuels excédents seront stockés sur site puis évacués vers une filière adaptée à l'issue des travaux.

Chiffrage : intégré au coût des travaux

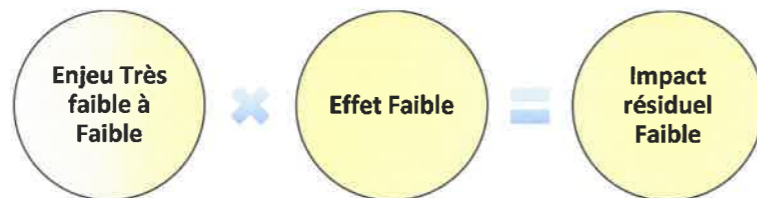
**Réduction (MP-R5) : Balisage des zones de chantier**

Le trafic des divers engins de chantier sur le site sera contenu aux chemins d'accès et plateformes qui seront mis en place grâce à un balisage.

Chiffrage : intégré au coût des travaux

! : La personne chargée de la mise en place du Système de Management Environnemental du chantier (MPNH-R1) veillera à ce que l'ensemble des mesures permettant d'éviter ou de limiter les modifications du sol et du sous-sols (MP-R3/R4/R5) soient mises en application.

Ces travaux ne sont pas de nature à produire des impacts notables sur la géologie et la pédologie du site d'étude.



Le second type d'impact potentiel repose sur une **pollution des sols lors du chantier**. Cette pollution peut être engendrée par un déversement accidentel de liquides (huiles, carburants, etc.), un nettoyage inadapté du matériel ou l'enfouissement de déchets divers.

**Réduction (MP-R6) : Gestion de chantier pour réduire les risques de pollution accidentelle**

Afin de réduire ce risque, plusieurs mesures seront déployées :

- Engins de chantier : Le matériel présent sur le chantier sera maintenu en bon état et fera l'objet d'un entretien régulier afin d'éviter toute avarie. Une aire spécifique, en retrait des zones sensibles et disposant d'un système de collecte des éventuels polluants, sera dédiée au stockage et à l'entretien du matériel ;
- Produits polluants : Les produits nécessaires à la conduite du chantier et aux fonctionnements des engins tels que les carburants et les fluides d'entretien seront entreposés dans un secteur sécurisé garantissant l'absence de fuite grâce à la mise en place de contenants adaptés et de dispositifs de rétention ;
- Lavage toupie béton : Si le lavage de l'intérieur des toupies se fera préférentiellement sur le site de la centrale béton, une fosse de récupération des eaux de lavage des goulottes sera installée sur le site. Cette fosse, en fonction de la sensibilité du milieu, sera équipée d'un géotextile semi perméable ou d'un film étanche permettant de stocker les résidus de décantation voire les eaux de lavage. Le curage régulier de cet espace permettra de collecter et d'évacuer les déchets collectés au sein des filières appropriées ;
- Kits anti-pollution : des équipements spécifiques seront disponibles sur le site du parc éolien afin d'intervenir très rapidement pour contenir, absorber et récupérer les polluants ;
- Les eaux usées : les rejets d'eaux usées issus de l'activité sur le site du chantier sont interdits. Ces eaux seront collectées dans des réservoirs puis évacuées en vue de leur retraitement. Ainsi les sanitaires, s'ils ne sont pas chimiques, disposeront d'une fosse septique étanche.
- Déchets : Les déchets produits lors du chantier feront l'objet d'une gestion spécifique afin de garantir leur traitement approprié (cf. Gestion des déchets de chantier).

Chiffrage : intégré au coût des travaux



Figure 228 : Fosse de lavage du béton et kit anti-pollution (Source : Eurosoorb)

! : La personne chargée de la mise en place du Système de Management Environnemental du chantier (MPNH-R1) veillera à ce que l'ensemble des mesures permettant d'éviter ou de limiter les risques de pollution accidentelle durant le chantier (MP-R6) soient mises en application.

Ainsi, la survenue de cette pollution reste très peu probable. La quantité de pollution accidentellement émise (quelques litres maximum) serait très faible et temporaire.