

## Chapitre 4 :

### Description du projet retenu

# Sommaire Chapitre 4

|                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. DONNEES GENERALES.....</b>                                        | <b>319</b> |
| <b>2. DONNEES TECHNIQUES DES EOLIENNES PROJETEES .....</b>              | <b>321</b> |
| 2.1 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES .....                                   | 321        |
| 2.2 LUBRIFIANTS ET GRAISSES.....                                        | 322        |
| 2.3 BALISAGE AERONAUTIQUE.....                                          | 322        |
| <b>3. DESCRIPTION DU PROJET.....</b>                                    | <b>324</b> |
| <b>4. RACCORDEMENT ELECTRIQUE DU PROJET .....</b>                       | <b>327</b> |
| 4.1 RESEAU ELECTRIQUE PRIVE .....                                       | 327        |
| 4.2 RACCORDEMENT AU RESEAU PUBLIC DE DISTRIBUTION .....                 | 328        |
| <b>5. PHASAGE ET DUREE DU CHANTIER .....</b>                            | <b>330</b> |
| 5.1 PHASE 1 : CONSTRUCTION DU RESEAU ELECTRIQUE INTER-EOLIEN .....      | 330        |
| 5.2 PHASE 2 : CONSTRUCTION DES PISTES ET DES PLATES-FORMES.....         | 330        |
| 5.3 PHASES 3 ET 4 : REALISATION DES EXCAVATIONS ET DES FONDATIONS ..... | 331        |
| 5.4 PHASE 5 : DURCISSEMENT DU BETON.....                                | 331        |
| 5.5 PHASE 6 : INSTALLATION DU POSTE DE LIVRAISON .....                  | 331        |
| 5.6 PHASE 7 : RACCORDEMENT INTER-EOLIEN .....                           | 334        |
| 5.7 PHASE 8 : ASSEMBLAGE ET MONTAGE DES EOLIENNES .....                 | 334        |
| 5.8 PHASE 9 : TEST ET MISE EN SERVICE .....                             | 335        |

## Liste des cartes

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CARTE 97 : AMENAGEMENT DU PROJET EOLIEN, SUR SCAN 25 .....                        | 325 |
| CARTE 98 : AMENAGEMENT DU PROJET EOLIEN, SUR FOND ORTHO .....                     | 326 |
| CARTE 99 : PLAN DU RESEAU INTER-EOLIEN PRIVE .....                                | 327 |
| CARTE 100 : PLAN DE SITUATION DU PROJET PAR RAPPORT AUX RESEAUX ELECTRIQUES ..... | 329 |
| CARTE 102 : LA LOCALISATION DU POSTE DE LIVRAISON NORD .....                      | 332 |
| CARTE 103 : LA LOCALISATION DU POSTE DE LIVRAISON SUD.....                        | 333 |

## Liste des figures

|                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| FIGURE 48 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE EOLIENNE (SOURCE : ADEME) .....                                     | 320 |
| FIGURE 49 : SCHEMA DE LA STRUCTURE DE RACCORDEMENT AU RESEAU PUBLIC DE DISTRIBUTION (SOURCE : ADEME) .....       | 320 |
| FIGURE 50 : EXEMPLE DE COUPE DE TRANCHEES SOUS CHEMIN AVEC UN CIRCUIT A GAUCHE OU 2 CIRCUITS A DROITE.....       | 328 |
| FIGURE 51 : EXEMPLE DE COUPES DE TRANCHEES EN PLEIN CHAMPS AVEC UN CIRCUIT A GAUCHE ET 2 CIRCUITS A DROITE ..... | 328 |
| FIGURE 52 : POSE D'UN CABLE HTA A 1,20 M AVEC LA METHODE DU SOC TRACTE (SOURCE : VALOREM) .....                  | 330 |

## Liste des photos

|                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PHOTO 108 : LES PRINCIPAUX ELEMENTS D'UNE EOLIENNE (SOURCE : VALOREM).....                                      | 319 |
| PHOTO 109 : VUE GENERALE D'UN PARC EOLIEN EN PLAINE (SOURCE : VALOREM).....                                     | 321 |
| PHOTO 110 : EXEMPLE DE BALISE FEUX A ECLATS BLANCS ET ROUGES (VALOREM) .....                                    | 323 |
| PHOTO 111 : TRANCHEE POUR LE PASSAGE DE RESEAU ELECTRIQUE HTA A PARTIR D'UNE TRANCHEUSE (SOURCE : VALOREM)..... | 327 |
| PHOTO 112 : TRANCHEE POUR LE PASSAGE DE RESEAU ELECTRIQUE HTA A PARTIR D'UN SOC TRACTE (SOURCE : VALOREM).....  | 327 |
| PHOTO 113 : EXCAVATION (SOURCE : VALOREM) .....                                                                 | 331 |
| PHOTO 114 : ARMATURE (SOURCE : VALOREM) .....                                                                   | 331 |
| PHOTO 115 : BETON TERMINE (SOURCE : VALOREM) .....                                                              | 331 |
| PHOTO 116 : FONDATION TERMINEE (SOURCE : VALOREM).....                                                          | 331 |
| PHOTO 117 : EXEMPLE DE POSTE DE LIVRAISON DE TEINTE « VERT OLIVE ».....                                         | 331 |
| PHOTO 118 : TRANSPORT DE NACELLE (SOURCE : VALOREM) .....                                                       | 334 |
| PHOTO 119 : LIVRAISON DES PALES (SOURCE : VALOREM) .....                                                        | 334 |
| PHOTO 120 : INSTALLATION DE LA NACELLE (SOURCE : VALOREM) .....                                                 | 334 |
| PHOTO 121 : MISE EN PLACE DU ROTOR TRIPALE (SOURCE : VALOREM) .....                                             | 334 |

## Liste des tableaux

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| TABEAU 68 : CARACTERISTIQUES DES MODELES D'EOLIENNE RETENUS.....                       | 321 |
| TABEAU 69 : COORDONNEES GPS DES EOLIENNES ET DES POSTES DE LIVRAISON .....             | 322 |
| TABEAU 70 : ALTITUDE DES EOLIENNES ET DU POSTE DE LIVRAISON.....                       | 322 |
| TABEAU 71 : DONNEES GENERALES SUR LE PROJET EOLIEN .....                               | 324 |
| TABEAU 72 : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES ELEMENTS CONSTITUANTS DU PARC EOLIEN ..... | 324 |

## 1. Données générales

Une éolienne se compose de 3 entités distinctes comme l'indique la photo ci-contre :

- **Le mât** : il est généralement constitué de trois à cinq sections en acier. Il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique public. L'accès à la nacelle, pour la maintenance, se fait depuis l'intérieur du mât qui est équipé d'un système d'éclairage ainsi que de tous les dispositifs nécessaires à la sécurité des personnes.
- **La nacelle** : elle abrite le générateur permettant de transformer l'énergie de rotation de l'éolienne en électricité et comprend, entre autres, la boîte de vitesse et le système de freinage mécanique. Le système d'orientation de la nacelle permet un fonctionnement optimal de l'éolienne en plaçant le rotor dans la direction du vent. La nacelle est généralement constituée de fibres de verre renforcées et supporte une girouette et un anémomètre, ainsi que le balisage aéronautique.
- **Le rotor** : il est fabriqué en époxy renforcé de fibres de verre et est composé de trois pales réunies au niveau du moyeu. Ce dernier se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent relié au multiplicateur. Les pales sont construites en matériaux composites.

Chaque éolienne sera composée d'une nacelle au sommet d'un mât tubulaire conique. Elle sera équipée d'un rotor à 3 pales avec une plage de rotation comprise entre 5 et 20 tours/minutes selon la vitesse de vent, pour une hauteur totale en bout de pale ne dépassant pas 150 m par machine.

Le principe de fonctionnement d'une éolienne est précisé sur la figure de la page suivante.

Un modèle type d'éolienne est décrit dans ce chapitre et correspond aux critères techniques principaux retenus.

Le choix définitif des éoliennes (modèle et constructeur) sera fait dans cette gamme de matériel (taille, puissance, performance, aspect et production sonore) pour combiner un parc répondant à toutes les exigences de l'ensemble des études présentées dans ce dossier.

Les dimensions des éléments constituant l'éolienne choisie pourront s'écarter de celui de l'éolienne type (plus ou moins quelques mètres), sans toutefois dépasser la hauteur maximale de 150 mètres.

Le modèle d'éolienne retenu répondra à toutes les exigences de l'ensemble des études présentées dans ce dossier.. La puissance unitaire de chaque machine sera de 5,6 MW maximum.

L'organisation des différents composants du parc éolien est présentée ci-après.

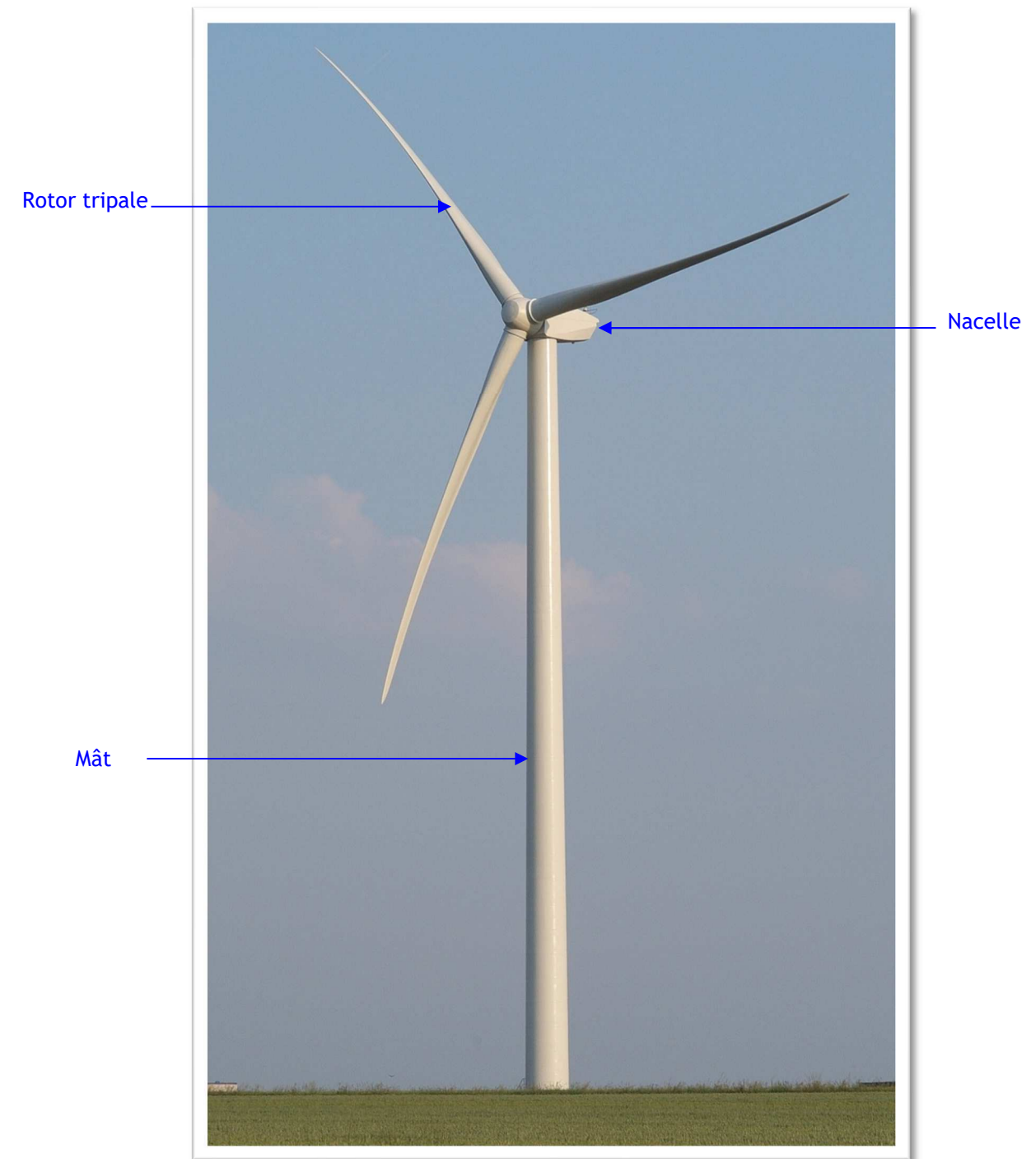


Photo 108 : Les principaux éléments d'une éolienne (Source : VALOREM)

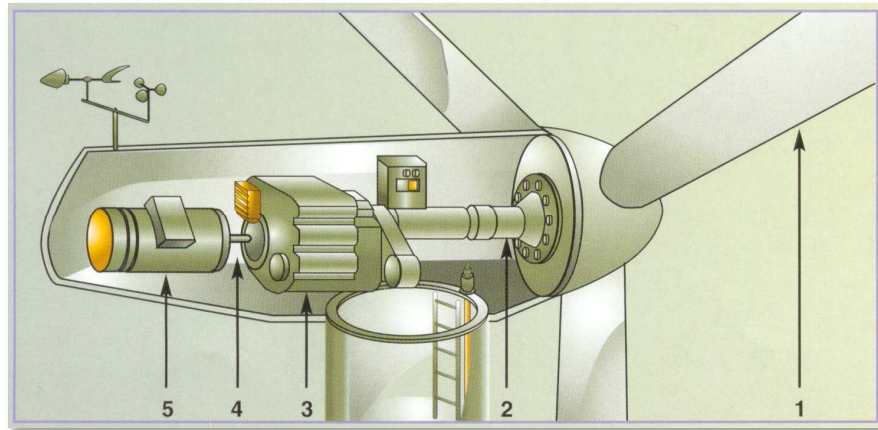


Figure 48 : Principe de fonctionnement d'une éolienne (Source : ADEME)

Comment fonctionne une éolienne ? Entraîné par les pales (1), un premier arbre dit lent (2) entraîne un multiplicateur (3), sorte de boîte de vitesse. Ce dernier ajuste, à sa sortie, la vitesse d'un nouvel arbre, qualifié cette fois de rapide (4), aux caractéristiques de la génératrice (5) qui produit l'électricité.

La nacelle sera positionnée en permanence face au vent grâce à un système d'orientation actif (par moteur électrique).

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h (soit près de 3 m/s). Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 12 m/s à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

Pour un aérogénérateur de 3 MW par exemple, la production électrique atteint 3 000 kWh dès que le vent atteint environ 12 m/s (soit près de 40 km/h). L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de l'ordre de 90 km/h (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

- Le premier par la mise en drapeau des pales, c'est-à-dire un freinage aérodynamique : les pales prennent alors une orientation parallèle au vent ;

- le second par un frein mécanique sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle.

#### Description des réseaux :

La génératrice délivre l'énergie électrique en basse tension, généralement 690V. Un transformateur élévateur dans l'éolienne relève la tension à celle du réseau de distribution en HTA, 20kV dans le cadre de ce projet. Un tableau électrique HTA situé en pied de mât d'éolienne permet de distribuer le courant sur le réseau privé inter-éolien (réseau enterré) qui connecte les éoliennes entre elles jusqu'au poste de livraison. Ce réseau peut être constitué d'un ou plusieurs circuits selon les projets.

Le poste de livraison a pour fonction de collecter l'énergie électrique de chaque circuit HTA et sert d'interface entre le réseau public de distribution HTA et le réseau HTA privé. L'énergie produite par le parc éolien est ensuite évacuée sur le réseau public de distribution par un départ dédié (antenne) jusqu'à un poste source. Conformément à la politique nationale d'enfouissement de réseau, le réseau nouvellement créé est enterré et se fait au moyen de câbles HTA normalisés. Dans le cas du projet de Vallandreux, deux Postes de Livraison seront nécessaires pour l'ensemble des éoliennes.

Des réseaux de télécommunication (téléphonique commuté, numérique, fibre optique) sont également nécessaires pour l'exploitation et la télésurveillance du parc éolien. Ces réseaux seront mis en œuvre en même temps que le réseau privé inter-éolien et ne nécessite pas de travaux supplémentaires.

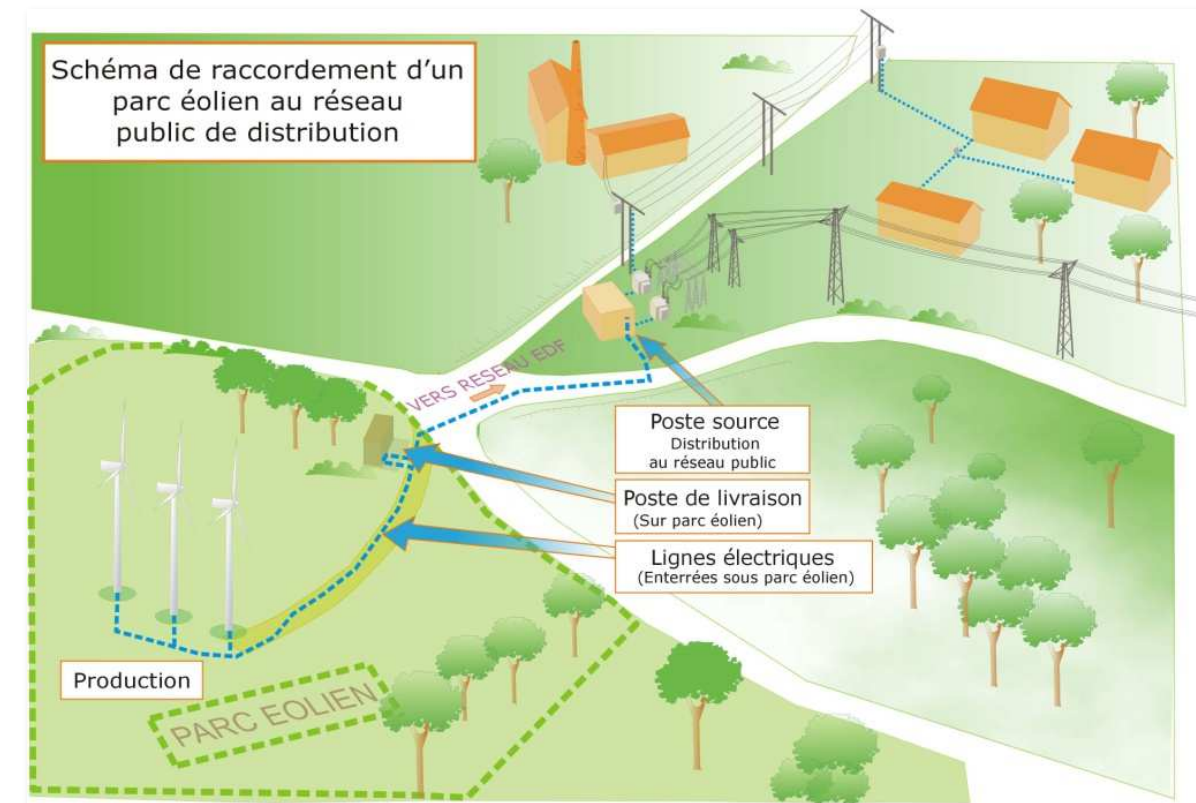


Figure 49 : Schéma de la structure de raccordement au réseau public de distribution (Source : ADEME)



Photo 109 : Vue générale d'un parc éolien en plaine (Source : VALOREM)

## 2. Données techniques des éoliennes projetées

### 2.1 Caractéristiques techniques

Un modèle d'aérogénérateur a été sélectionné après études des données de vent sur le site ainsi que des contraintes et servitudes techniques.

Le tableau suivant reprend les caractéristiques techniques générales du projet éolien dans sa globalité :

Tableau 68 : Caractéristiques des modèles d'éolienne retenus

| Dimensions                         |                                                            |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Hauteur en haut de nacelle         | 118 m maximum                                              |
| Hauteur totale en bout de pale     | 180 m maximum                                              |
| Caractéristiques de fonctionnement |                                                            |
| Type d'éoliennes                   | Rotor face au vent avec système actif de réglage des pales |
| Puissance nominale maximale        | 5.6 MW                                                     |
| Vitesse de vent au démarrage       | De l'ordre de 3 m/s                                        |
| Vitesse de vent au décrochage      | De l'ordre de 25 m/s                                       |
| Vitesse de production nominale     | De l'ordre de 12 m/s                                       |
| Rotor                              |                                                            |
| Nombre de pales                    | 3                                                          |
| Mât                                |                                                            |
| Type de mât                        | Tubulaire                                                  |
| Diamètre de la base de la tour     | 5 m environ                                                |
| Couleur                            | Gris RAL 7035                                              |
| Régulation de puissance            | Contrôle dynamique et individuel des pales                 |
| Protection anti-foudre             | Paratonnerres dans les pales du rotor                      |
|                                    | Mise à la terre de composants électriques                  |

Le choix du modèle d'éoliennes a permis de combiner un projet éolien répondant à toutes les exigences de l'ensemble des études présentées dans ce dossier (taille, puissance, performance, aspect et production sonore).

## 2.2 Lubrifiants et graisses

Le fonctionnement des éoliennes nécessite l'utilisation des lubrifiants et graisses décrits ci-après :

- **Huile hydraulique pour graissage du multiplicateur** (environ 450 et 650 litres) : Les huiles pour graissage nécessaires au fonctionnement des multiplicateurs sont des lubrifiants de synthèse avec additifs. Des bacs de rétentions d'une capacité suffisante sont situés directement sous le multiplicateur. De plus, la partie inférieure de la nacelle a été conçue de telle sorte que la capacité maximum de rétention soit équivalente à la contenance du multiplicateur (différent selon le type d'éolienne). En fonctionnement normal, il n'y a pas de fuite vers le milieu extérieur. Néanmoins, un déversement accidentel peut être envisagé si l'éolienne est endommagée. Une pollution du sol et des eaux est alors possible.
- **Graisse lubrifiante des différents engrenages** (environ 150 kg) : Les graisses servant à la lubrification des différents engrenages sont des graisses synthétiques multiservice avec lubrifiants et additifs. La localisation des huiles / graisses lubrifiantes dans la machine (dans la tour sous la nacelle) ainsi que le volume maximum total est telle qu'un écoulement extérieur venant souiller le sol environnant en fonctionnement normal n'est pas possible. Néanmoins, un déversement accidentel peut être envisagé si l'éolienne est endommagée. Une pollution du sol et des eaux est alors possible.
- **Fluides nécessaires au fonctionnement du système hydraulique** (volume total 25 litres) : Les fluides nécessaires au fonctionnement du système hydraulique sont des mélanges de composants biologiques éthers dégradables avec additifs. La localisation des fluides dans la machine (dans le système hydraulique situé sous la nacelle, au niveau du yaw<sup>1</sup>) ainsi que le volume maximum total (25 litres max) est telle qu'un écoulement extérieur venant souiller le sol environnant est impossible, sauf en cas de déversement lors de l'endommagement de l'éolienne.
- **L'eau glycolée** (mélange d'eau et d'éthylène glycol), qui est utilisée comme liquide de refroidissement, dont le volume total de la boucle est de 120 litres.

Les lubrifiants et graisses nécessaires au bon fonctionnement de l'éolienne ne sont pas considérées comme substance dangereuse au titre de la Directive Européenne 1999/45/CE modifiée et adaptée, relative à la classification des substances dangereuses. Enfin, leurs propriétés physico-chimiques font qu'à température ambiante la viscosité est élevée ce qui rend cette graisse très épaisse, limitant ainsi les risques d'écoulement à l'intérieur de l'éolienne.

La localisation des huiles / graisses lubrifiantes dans la machine ainsi que le volume maximum total est telle qu'un écoulement extérieur venant souiller le sol environnant en fonctionnement normal n'est pas possible. Néanmoins, un déversement accidentel peut être envisagé si l'éolienne est endommagée. Une pollution du sol et des eaux est alors possible. Ces graisses et huiles ne sont pas inflammables. Ce sont néanmoins des produits

combustibles qui, sous l'effet d'une flamme ou d'un point chaud intense, peuvent développer et entretenir un incendie. Dans les cas d'incendies d'éoliennes, ces produits sont souvent impliqués.

## 2.3 Balisage aéronautique

Le balisage sera conforme aux dispositions prises en application des 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.

### 2.3.1 Positions du balisage

Le balisage sera composé de feux à éclats installés sur toutes les nacelles des éoliennes du parc éolien.

Tableau 69 : Coordonnées GPS des éoliennes et des postes de livraison

| Installation | Coordonnées en Lambert 2 Étendu |         | Coordonnées en Lambert 93 |          | Coordonnées en WGS 84 |            |
|--------------|---------------------------------|---------|---------------------------|----------|-----------------------|------------|
|              | X (m)                           | Y (m)   | X (est)                   | Y (nord) | X (est)               | Y (nord)   |
| Éolienne 1   | 738599                          | 2400412 | 789583                    | 6832609  | 04° 12'53"            | 48° 35'15" |
| Éolienne 2   | 738880                          | 2400061 | 789863                    | 6832254  | 04° 13'06"            | 48° 35'03" |
| Éolienne 3   | 739432                          | 2399782 | 790410                    | 6831973  | 04° 13'33"            | 48° 34'59" |
| Éolienne 4   | 739585                          | 2399354 | 790560                    | 6831543  | 04° 13'40"            | 48° 34'40" |
| Éolienne 5   | 739667                          | 2398920 | 790638                    | 6831109  | 04° 13'43"            | 48° 34'26" |
| Éolienne 6   | 739855                          | 2398347 | 790821                    | 6830534  | 04° 13'52"            | 48° 34'07" |
| PDL 1        | 739105                          | 2400289 | 790088                    | 6832482  | 04° 22'15"            | 48° 58'63" |
| PDL 2        | 740039                          | 2399250 | 791013                    | 6831435  | 04° 23'38"            | 48° 57'67" |

Tableau 70 : Altitude des éoliennes et du poste de livraison

| Installation | Z (altitude NGF)       |                          |
|--------------|------------------------|--------------------------|
|              | Pied de l'éolienne (m) | Bout de pale maximum (m) |
| Éolienne 1   | 126 m                  | 306 m                    |
| Éolienne 2   | 115 m                  | 295 m                    |
| Éolienne 3   | 119 m                  | 299 m                    |
| Éolienne 4   | 112 m                  | 292 m                    |
| Éolienne 5   | 120 m                  | 300 m                    |
| Éolienne 6   | 117 m                  | 297 m                    |

<sup>1</sup> Yaw : mécanisme de rotation de la nacelle

### 2.3.2 Type de feux

Pour le balisage diurne, les éoliennes seront équipées d'un feu à éclats blancs de Moyenne Intensité Type A 20 000 Cd (Modèle : SERA-N 3038 ou équivalent) qui dispose de l'agrément STNA n° 2002A016.

Pour le balisage nocturne, toutes les éoliennes disposeront d'un feu à éclats rouges de Moyenne Intensité Type B 2 000 Cd (Modèle : TWE-MB70-IC2000.rot ou équivalent) qui dispose de l'agrément STAC n° 2007A015.



Photo 110 : Exemple de balise feux à éclats blancs et rouges (VALOREM)

### 2.3.3 Alimentation

L'alimentation principale du feu est donnée par le réseau électrique. En cas de panne, une armoire d'énergie de secours est prévue pour être installée au pied des éoliennes. Le circuit électronique du chargeur de batteries comporte des relais d'alarmes permettant de prévenir l'utilisateur de défauts pouvant survenir dans le fonctionnement du balisage, notamment en cas de coupure de l'alimentation générale ou encore de dysfonctionnement du chargeur. L'autonomie en cas de panne du réseau sera au minimum de 12 heures.

### 2.3.4 Synchronisation

Les feux de balisage disposent d'une carte de communication en RS485. Deux principes de synchronisation peuvent être envisagés. Suivant les cas, il sera possible soit de faire appel à une liaison par fibres optiques entre les éoliennes et d'utiliser un contrôleur numérique pour gérer l'ensemble du réseau de balisage, soit de mettre en place des balises GPS sur chaque feu au travers d'un contrôleur dédié.

### 2.3.5 Montage des éoliennes

#### Début des travaux

L'édification des éoliennes sera signalée à la Direction de l'Aviation Civile dans un délai de 3 mois avant le début des travaux pour les inclure en temps utile dans les informations aéronautiques.

### Balisage des grues

Deux possibilités existent :

- Pour les grues ne comportant pas de balisage diurne sous forme de peinture : les grues de grandes hauteurs utilisées, nécessaires au montage des éoliennes, seront balisées avec le même type de feux et dans les mêmes conditions que les éoliennes pendant la durée des travaux.
- Pour les grues comportant un balisage diurne sous forme de peinture : un balisage rouge fixe basse intensité avec courant secouru (12 h minimum) sera suffisant.

### 2.3.6 Exploitation

Dans les procédures d'exploitation, la personne responsable de l'exploitation du parc éolien se fera connaître impérativement auprès du délégué aux aérodromes de la région Grand-Est qui lui indiquera la procédure de dépôt de NOTAM (notice to airmen) lors des pannes éventuelles de balisage.

**La synchronisation du balisage, l'utilisation de feux à éclats rouges et de moindre intensité en période nocturne permettent de réduire l'impact visuel du balisage des éoliennes, tout en garantissant la sécurité des aéronefs et le respect de la réglementation aéronautique.**

### 3. Description du projet

Les caractéristiques du projet sont basées sur des choix qui sont le résultat d'une réflexion axée d'une part, sur des considérations techniques (localisation des contraintes telles que servitudes liées à des canalisations et réseaux) et d'autre part sur des considérations environnementales et paysagères, dont le lecteur pourra en lire le détail dans la partie « Raisons du choix ».

Le tableau suivant reprend les caractéristiques techniques générales du gabarit d'éolienne envisagés.

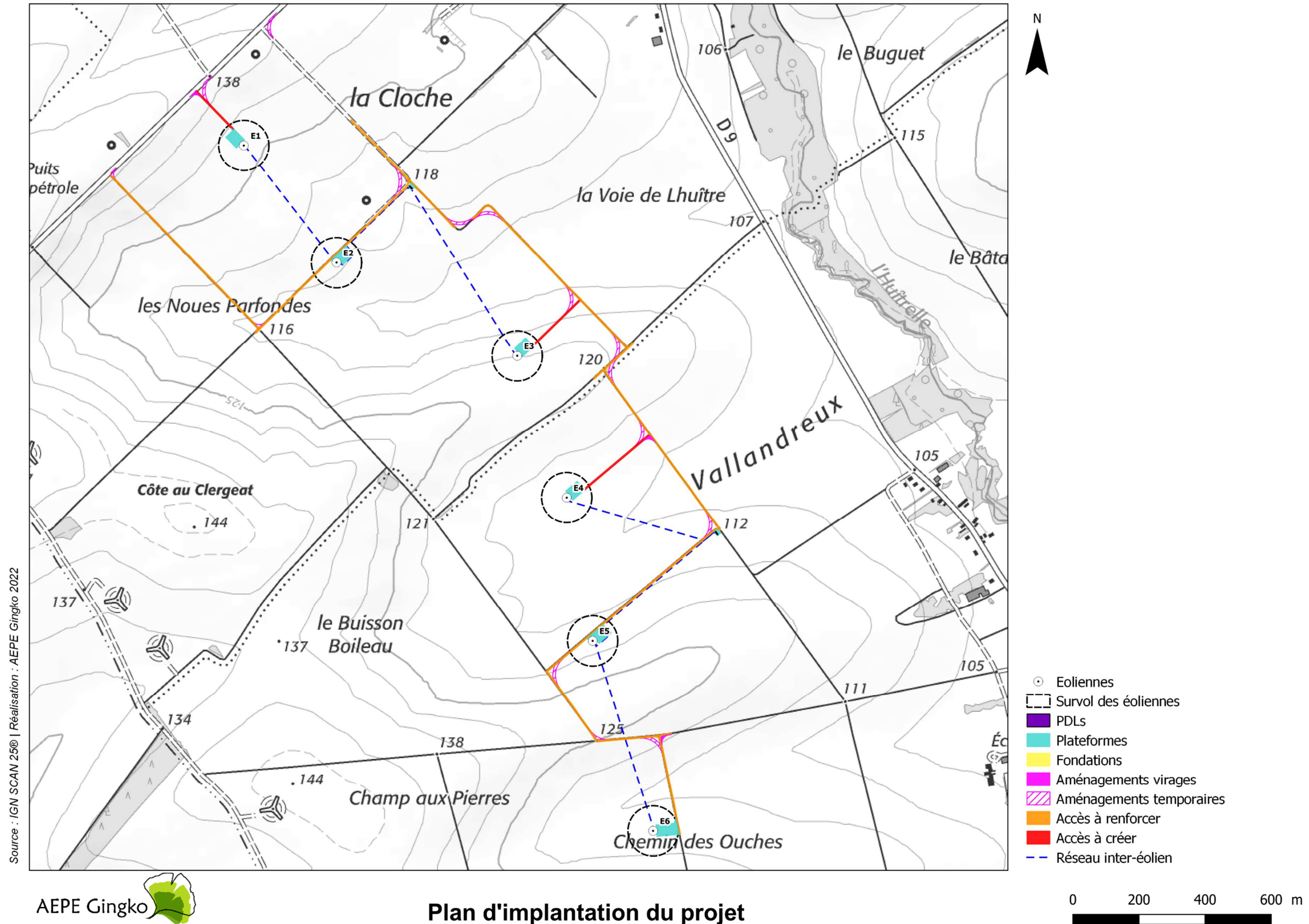
**Tableau 71 : Données générales sur le projet éolien**

| Description                       |                           |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Bureau d'études projet            | VALOREM                   |
| Nombre d'éoliennes                | 6                         |
| Puissance du parc                 | 33,6 MW                   |
| Production prévisionnelle (P50)   | 80,6 GWh par an           |
| Montant de l'investissement total | Compris entre 49 et 61 M€ |

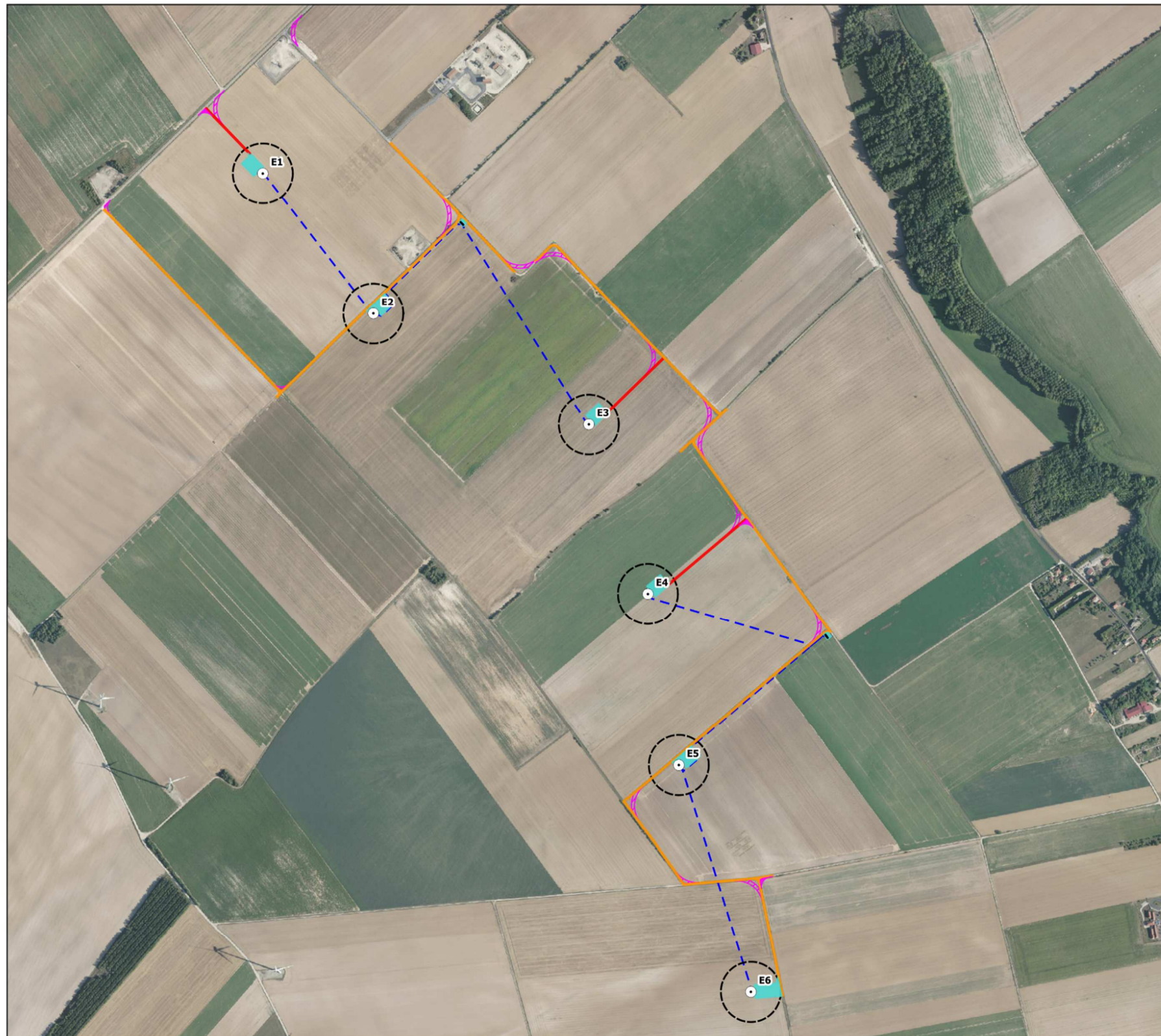
Concernant les données techniques liées au montage et à l'exploitation du parc on peut retenir les données suivantes (par éolienne).

**Tableau 72 : Caractéristiques techniques des éléments constituant du parc éolien**

| Aménagement               | E1                                  | E2                 | E3                 | E4                 | E5                 | E6                 | PDL1               | PDL2               | Surface totale        |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| Fondations des éoliennes  | 452 m <sup>2</sup>                  | 452 m <sup>2</sup> | 452 m <sup>2</sup> | 452 m <sup>2</sup> | 452 m <sup>2</sup> | 452 m <sup>2</sup> | 36 m <sup>2</sup>  | 36 m <sup>2</sup>  | 2 784 m <sup>2</sup>  |
| Surface émergée           | 95 m <sup>2</sup>                   | 95 m <sup>2</sup>  | 95 m <sup>2</sup>  | 95 m <sup>2</sup>  | 95 m <sup>2</sup>  | 95 m <sup>2</sup>  |                    |                    | 570 m <sup>2</sup>    |
| Plateforme permanente     | Entre 1 624 et 2 355 m <sup>2</sup> |                    |                    |                    |                    |                    | 208 m <sup>2</sup> | 208 m <sup>2</sup> | 10 161 m <sup>2</sup> |
| Chemins d'accès renforcés |                                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 6 890 m <sup>2</sup>  |
| Chemins d'accès créés     |                                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 2 781 m <sup>2</sup>  |



Source : IGN Orthophoto® | Réalisation : AEPE Gingko 2022



- Eoliennes
- Survol des éoliennes
- PDLs
- Plateformes
- Fondations
- Aménagements virages
- Aménagements temporaires
- Accès à renforcer
- Accès à créer
- Réseau inter-éolien

0 200 400 600 m

AEPE Gingko

## Plan d'implantation du projet

Carte 98 : Aménagement du projet éolien, sur fond ortho

## 4. Raccordement électrique du projet

### 4.1 Réseau électrique privé

Le réseau électrique privé permet de raccorder les éoliennes entre elles jusqu'aux postes de livraison. Conformément à la politique nationale d'enfouissement des réseaux et dans le souhait de minimiser les impacts visuels et paysagers, le réseau inter-éolien privé sera enfoui. Pour des raisons technico-économiques, la tension de ce dernier est identique à celle du réseau de distribution HTA (soit 20kV), ce qui permet de limiter les pertes électriques en ligne.



Photo 111 : Tranchée pour le passage de réseau électrique HTA à partir d'une trancheuse (Source : VALOREM)

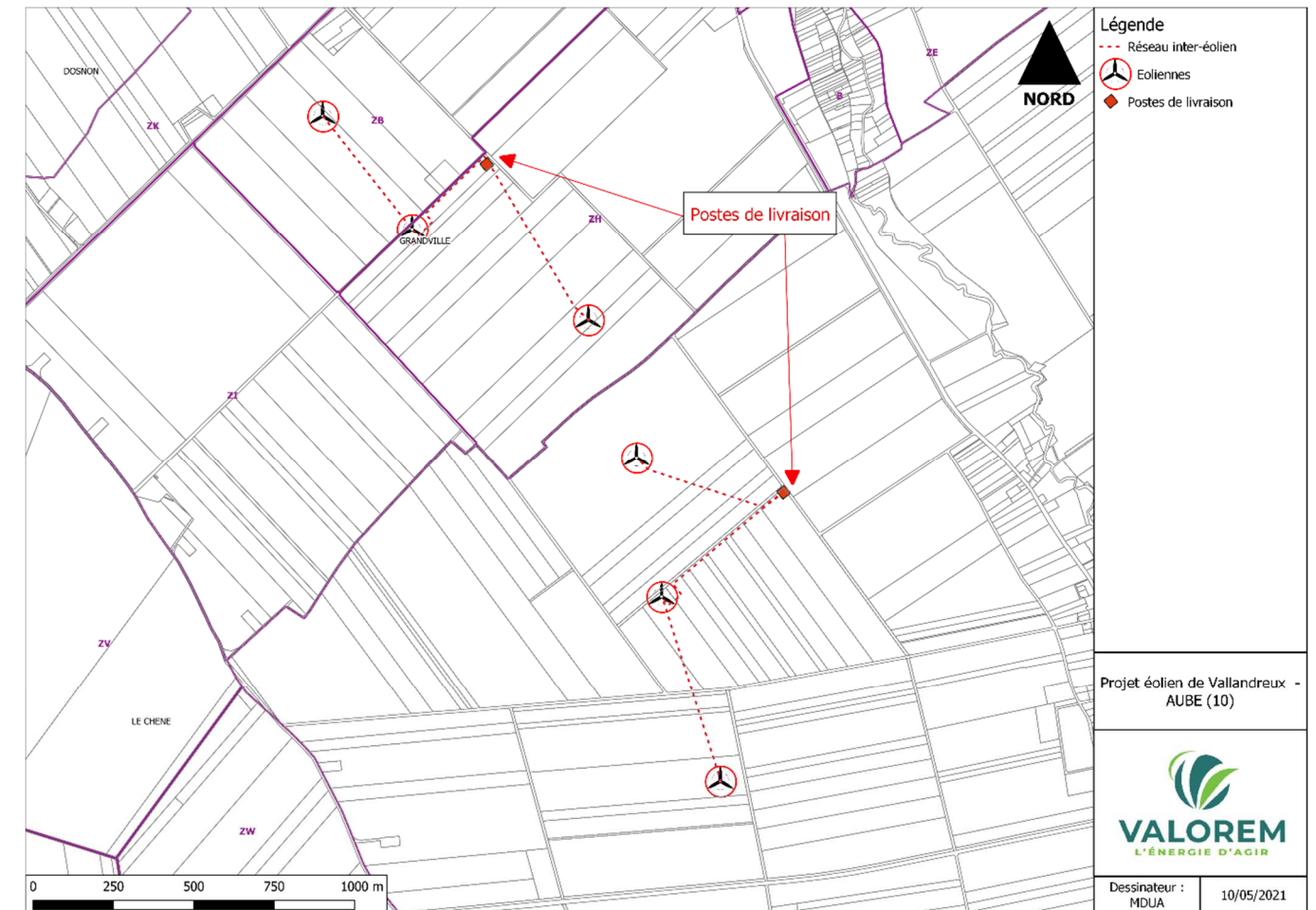


Photo 112 : Tranchée pour le passage de réseau électrique HTA à partir d'un soc tracté (Source : VALOREM)

L'étude du tracé prend en compte les différentes contraintes foncières, écologiques, techniques, et topographique. Dans le cas où le tracé du réseau privé inter-éolien passe en domaine privé, des promesses de

bail ont été signées avec les propriétaires. Ces promesses prévoient explicitement la présence de câbles électriques. Pour le passage en domaine public, le projet de tracé retenu sera soumis, à l'initiative du pétitionnaire (non imposé par la réglementation), à l'avis des maires des communes (Grandville et Lhuître) et des gestionnaires des domaines publics ou des services concernés.

Ainsi, les différentes contraintes ont permis de définir un réseau inter-éolien privé constitué de trois circuits répartis sur les deux postes de livraison. La maîtrise d'ouvrage restera à disposition pour étudier des solutions permettant de limiter l'impact du tracé.



Carte 99 : Plan du réseau inter-éolien privé

Le réseau est principalement constitué de câbles HTA de type C33-226, identiques à ceux utilisés par les gestionnaires de réseaux publics. Les tranchées sont généralement d'une largeur d'environ 0.3 à 0.5 m et d'une profondeur de 1 m à 1.2 m. La coupe de tranchée peut légèrement différer selon le mode de pose choisi, le lieu d'enfouissement (sous chaussée ou champs) et le nombre de circuits présents dans la tranchée.

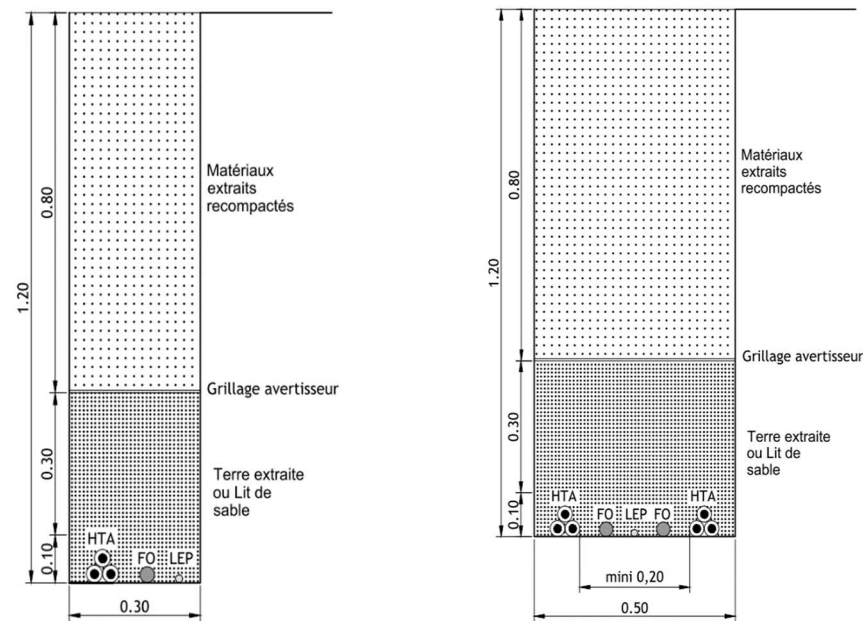


Figure 50 : Exemple de coupe de tranchées sous chemin avec un circuit à gauche ou 2 circuits à droite

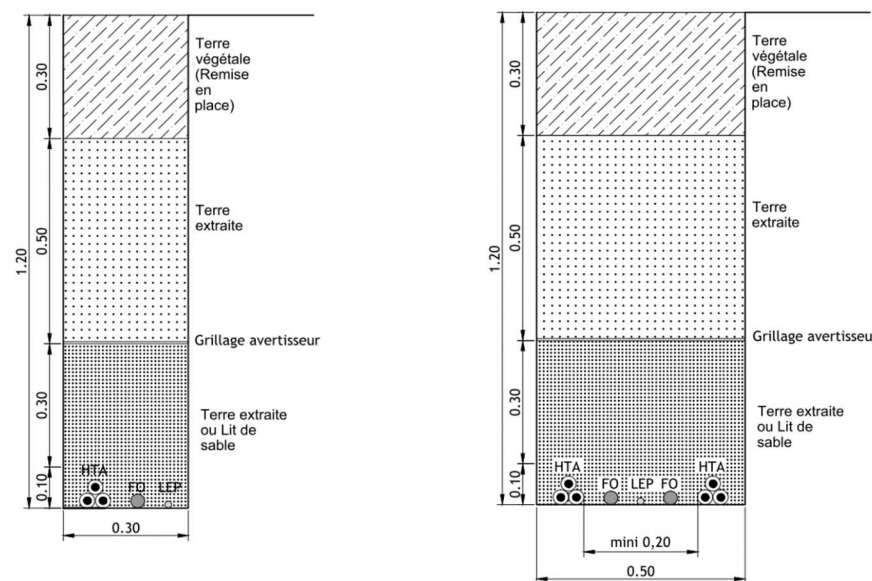


Figure 51 : Exemple de coupes de tranchées en plein champs avec un circuit à gauche et 2 circuits à droite

La conception et la pose du réseau HTA privé seront conforme à l'arrêté du 17 mai 2001. Aussi, le Maître d'Ouvrage VALLANDREUX ENERGIES se conformera aux dispositions de l'arrêté du 25 Février 2019. De ce fait, conformément à l'article R-323-40 du code de l'énergie (modifié par l'article 4 du décret n°2018-1160 du 17 Décembre 2018), l'installation fera l'objet d'un contrôle de conformité externe par une tierce partie indépendante afin de conserver une sécurité des tiers adéquate.

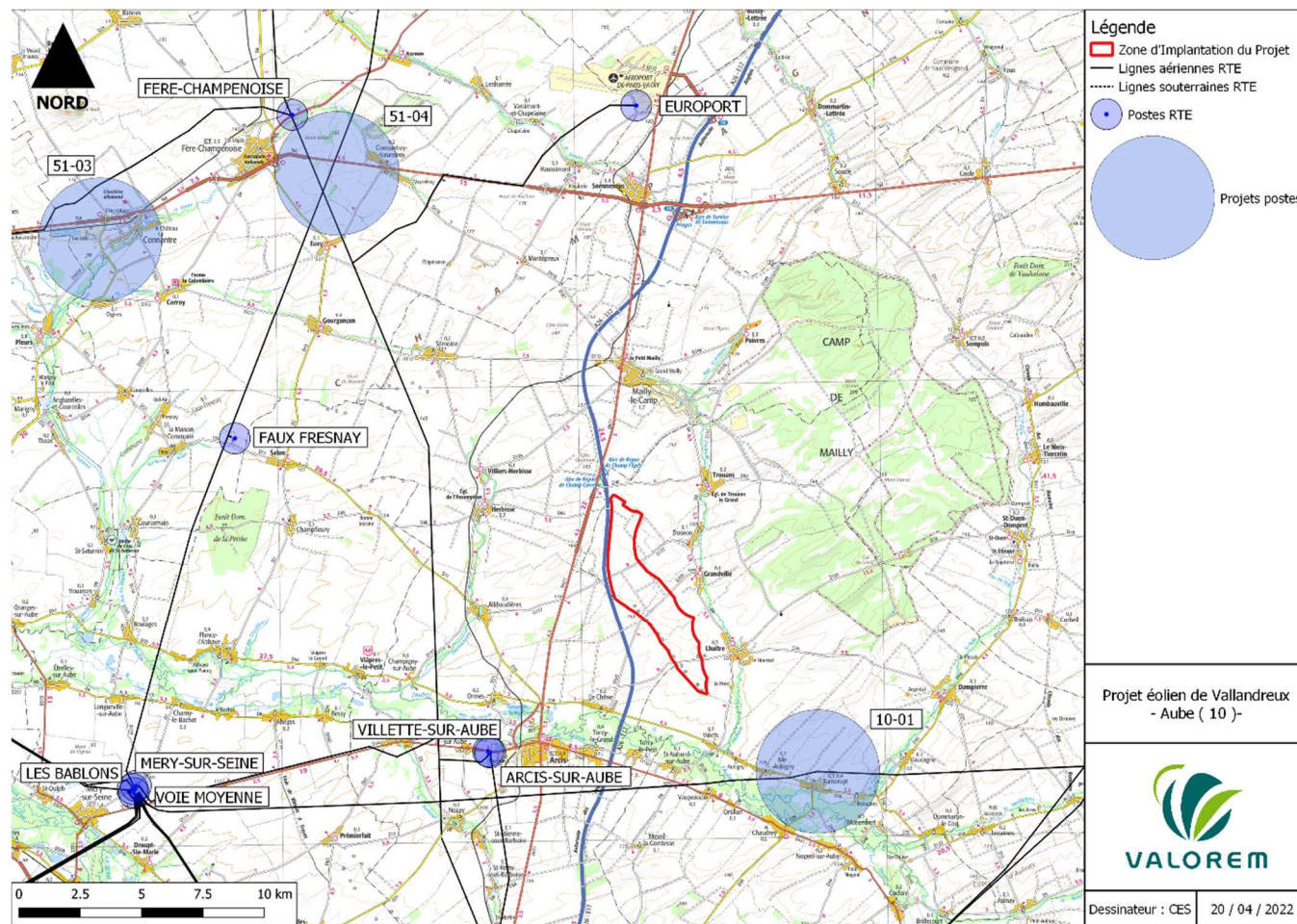
## 4.2 Raccordement au réseau public de distribution

Selon les articles D321-11 à D321-21 du code de l'énergie (Livre III, Titre II, Chapitre 1er, Section 2 : « Les missions du gestionnaire de réseau de transport en matière de raccordement des énergies renouvelables »), les S3RENr sont élaborés en tenant compte des objectifs de développement de la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable, fixés par les SRCAE. Ainsi, les S3RENr déterminent la capacité d'accueil destinée au raccordement des énergies renouvelables pour chaque poste source, et définissent les ouvrages à créer ou à renforcer sur le réseau public de transport et de distribution pour répondre à ces objectifs. Ces S3RENr sont élaborés par RTE, gestionnaire du réseau public de transport d'électricité, en accord avec les gestionnaires des réseaux publics de distribution d'électricité.

Le S3RENr région Champagne-Ardenne a été mis en vigueur et promulgué le 27 Décembre 2012 par le Préfet. Il a par la suite été révisé et approuvé le 28 Décembre 2015, et fait l'objet d'une adaptation le 6 Avril 2020. Par ailleurs, ce schéma est actuellement en cours de révision, et aboutira prochainement sur un schéma commun aux anciennes régions Champagne-Ardenne, Alsaces et Lorraine : le S3RENr Grand Est. Ce S3RENr (actuel comme futur) prévoit des capacités d'accueil sur le réseau public dans la zone du projet, grâce à des travaux de création et de renforcement.

Selon l'article R342-23 du code de l'énergie, les gestionnaires des réseaux publics doivent proposer la solution de raccordement sur le poste source le plus proche, disposant d'une capacité d'accueil suffisante pour satisfaire la puissance de raccordement demandée par le producteur.

Aucune démarche auprès du gestionnaire de réseau n'a encore été lancée. Les démarches seront engagées au moment de l'obtention de l'autorisation. Par ailleurs, la solution de raccordement pressentie est un raccordement sur un futur poste source situé au Sud-Est du projet, à environ 10-15 km. En effet, d'après le projet du S3RenR Grand Est, la création d'un nouveau poste source nommé 10-01 (nom à définir) est prévue aux alentours de la commune d'Isle-Aubigny. Il s'agira d'un poste 400/225/20 kV, d'une capacité d'accueil réservée de 160 MW en HTA. Par ailleurs, dans le cas où un raccordement sur le poste 10-01 ne serait pas possible, le projet de S3RENr prévoit aussi la création d'un poste 90/20 kV nommé 51-04. Celui-ci serait situé à environ 20-25 km au Nord-Ouest du projet, et disposerait de 108 MW de capacité d'accueil. Ainsi, le projet disposera de solutions de raccordement viables. Enfin, il est utile de rappeler que la création de ces ouvrages est mentionnée dans le projet de S3RENr, et qu'ils ne sont donc à jour pas totalement actés.



**Carte 100 : Plan de situation du projet par rapport aux réseaux électriques**

Le tracé de raccordement entre les Postes de Livraison et le poste source sera défini par le gestionnaire de réseau au cours de la procédure de raccordement. Il suit généralement le tracé le plus court entre les postes de livraison et le poste source, en suivant majoritairement le domaine public, et en évitant les zones à enjeux (zone urbaine, zone protégée, ...). Conformément à l'article R323-25 du code de l'énergie, le projet de tracé retenu sera soumis à l'avis des maires des communes et des gestionnaires des domaines publics ou de services publics concernés.

À l'heure de la rédaction de cette note, la procédure demande de raccordement n'a pas encore été engagée. Cette dernière sera lancée à l'obtention de l'autorisation environnementale, et comprendra plusieurs étapes : élaboration de la Proposition Technique et Financière, puis élaboration de la Convention de Raccordement, et enfin réalisation des travaux. Le tracé définitif sera donné dans la Convention de Raccordement.

Le raccordement entre les postes de livraison et le poste source sera réalisé en accord avec la politique nationale d'enfouissement du réseau et sera en technique enterrée.

Conformément à la procédure de raccordement en vigueur, les prescriptions techniques et un chiffrage précis du raccordement au réseau électrique seront fournis par le gestionnaire du réseau de distribution. Les dispositions imposées par le gestionnaire de réseau dans la convention de raccordement et les différents contrats relatifs au fonctionnement de l'installation ainsi qu'à la stabilité du réseau (régulation de tension, compensation d'énergie réactive...) seront suivies par le maître d'ouvrage et précisées dans le cahier des

charges des entreprises missionnées. Le parc éolien et ses installations électriques seront conformes à la documentation Technique de Référence et à la réglementation en vigueur, en particulier à l'arrêté du 9 Juin 2020, relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement aux réseaux d'électricité. De la même manière, le maître d'ouvrage se conformera à tous les autres Arrêtés et Décrets régissant les installations électriques.

Enfin, les postes de livraison serviront d'interface entre le réseau public de distribution HTA et le réseau HTA privé de l'installation. Ces postes seront composés de (liste non exhaustive) :

- Une interface avec ENEDIS type C13-100 (comptage, protection, ...) ;
- Un filtre TCFM si requis par le gestionnaire de réseau ;
- Un transformateur HTA/BT alimentant les auxiliaires du PDL (d'une puissance d'environ 50 kVA) ;
- Un ou plusieurs départs éoliens selon la typologie du projet ;
- Un système de contrôle commande des éoliennes et du poste de livraison.

## 5. Phasage et durée du chantier

### 5.1 Phase 1 : construction du réseau électrique inter-éolien

Cette phase, appelée aussi « tirage de câble », peut être réalisée à différentes étapes du chantier selon les spécificités du site.

Généralement, les travaux d'aménagement commenceront par la construction du réseau électrique spécifique au parc éolien. Les tranchées seront réalisées entre les machines jusqu'aux postes de Livraison. Ces tranchées accueillent un ou plusieurs circuits de puissance (les câbles électriques HTA), une liaison équipotentielle et un ou plusieurs câbles de fibre optique. Généralement les caractéristiques de la tranchée seront les suivantes : largeur d'environ 0.3 à 0.5 m et profondeur de 1 à 1.2 m. Pour la réalisation des tranchées, le Maître d'Ouvrage et les entreprises ont le choix entre 3 technologies :

- La méthode traditionnelle, dite à pelle mécanique ;
- La méthode utilisant le soc tracté ;
- La méthode utilisant la trancheuse.



Figure 52 : Pose d'un câble HTA à 1,20 m avec la méthode du soc tracté (Source : VALOREM)

La durée de cette phase sera d'environ 1 mois. Ces câbles seront reliés aux éoliennes et aux postes lors de la phase 7.

### 5.2 Phase 2 : construction des pistes et des plates-formes

Les travaux suivants permettront la réalisation des pistes d'accès aux éoliennes. La durée de cette phase sera de 1,5 mois environ. Les pistes seront stabilisées de manière à supporter le passage des engins pour la

construction (charge de 12 tonnes par essieu). Elles auront une largeur maximale de 5 m et seront réalisées en matériaux stables (tout venant) ou traitement de sol en place (à la chaux...).

Les pistes d'accès emprunteront de manière préférentielle les chemins d'exploitation agricoles existants. Les engins utilisés seront ceux des chantiers classiques à savoir : pelles mécaniques, dumpers, bulldozers.

Les pistes seront aménagées de la manière suivante :

- Décapage de la terre végétale superficielle (cette terre sera mise de côté afin d'être remise à disposition de l'exploitation agricole) ;
- Déblaiement et remblaiement de plusieurs couches successives ;
- Compactage des matériaux ou traitement du sol en place.

Pour chaque éolienne, une plate-forme comprise entre 1 624 et 2 355 m<sup>2</sup> sera aménagée pour permettre le montage de la machine au moyen d'une grue adaptée. Ces aires seront aménagées de la même manière que les pistes d'accès. Elles seront maintenues durant la période d'exploitation pour un meilleur accès lors de la maintenance et l'entretien des ouvrages. Après démantèlement des éoliennes, les plateformes seront supprimées avec enlèvement des matériaux compactés et remise en place d'une couche de terre végétale afin de permettre une remise en culture des terrains.

Les engins de chantier et les camions transportant les éléments constitutifs des éoliennes accèderont au site par les routes les plus adaptées et nécessitant le moins d'aménagements possibles. Ensuite, pour accéder aux emplacements des éoliennes, ils utiliseront le réseau de chemins ruraux existant. Ces derniers seront réaménagés au besoin pour permettre la circulation des véhicules. Selon la position des éoliennes dans les parcelles et la configuration des plates-formes, des pistes d'accès plus ou moins longues relieront ces dernières aux chemins ruraux. Un total de 5 123 m (23 055 m<sup>2</sup>) de chemins seront à renforcer et 618 m (2 781 m<sup>2</sup>) de pistes seront à créer pour l'ensemble du parc.

### 5.3 Phases 3 et 4 : réalisation des excavations et des fondations

Pour chaque éolienne, à la suite de sondages géotechniques, les fondations seront dimensionnées pour supporter les charges fournies par le turbinier. Les excavations types ont les dimensions suivantes (néanmoins, selon les caractéristiques du sous-sol, elles peuvent être différentes) : profondeur de l'excavation d'environ 3 m, superficie de l'excavation d'environ 491 m<sup>2</sup>.

Les fondations seront constituées d'un massif bétonné d'environ 600 m<sup>3</sup> (béton coulé avec un tube qui servira d'ancrage au mât de l'éolienne). La qualité des fondations et leur dimensionnement seront vérifiés par un bureau de contrôle tout au long de sa réalisation. Les photos suivantes montrent, pour exemple, les différentes étapes de la réalisation d'une fondation.



Photo 113 : Excavation (Source : VALOREM)



Photo 114 : Armature (Source : VALOREM)



Photo 115 : Béton terminé (Source : VALOREM)



Photo 116 : Fondation terminée (Source : VALOREM)

La réalisation des excavations durera environ 1 mois et il faut compter 1,5 mois pour la création des fondations. Les engins utilisés seront ceux des chantiers de constructions de bâtiments ou d'ouvrages d'art (pelle mécanique, dumper, bulldozer, toupie).

### 5.4 Phase 5 : durcissement du béton

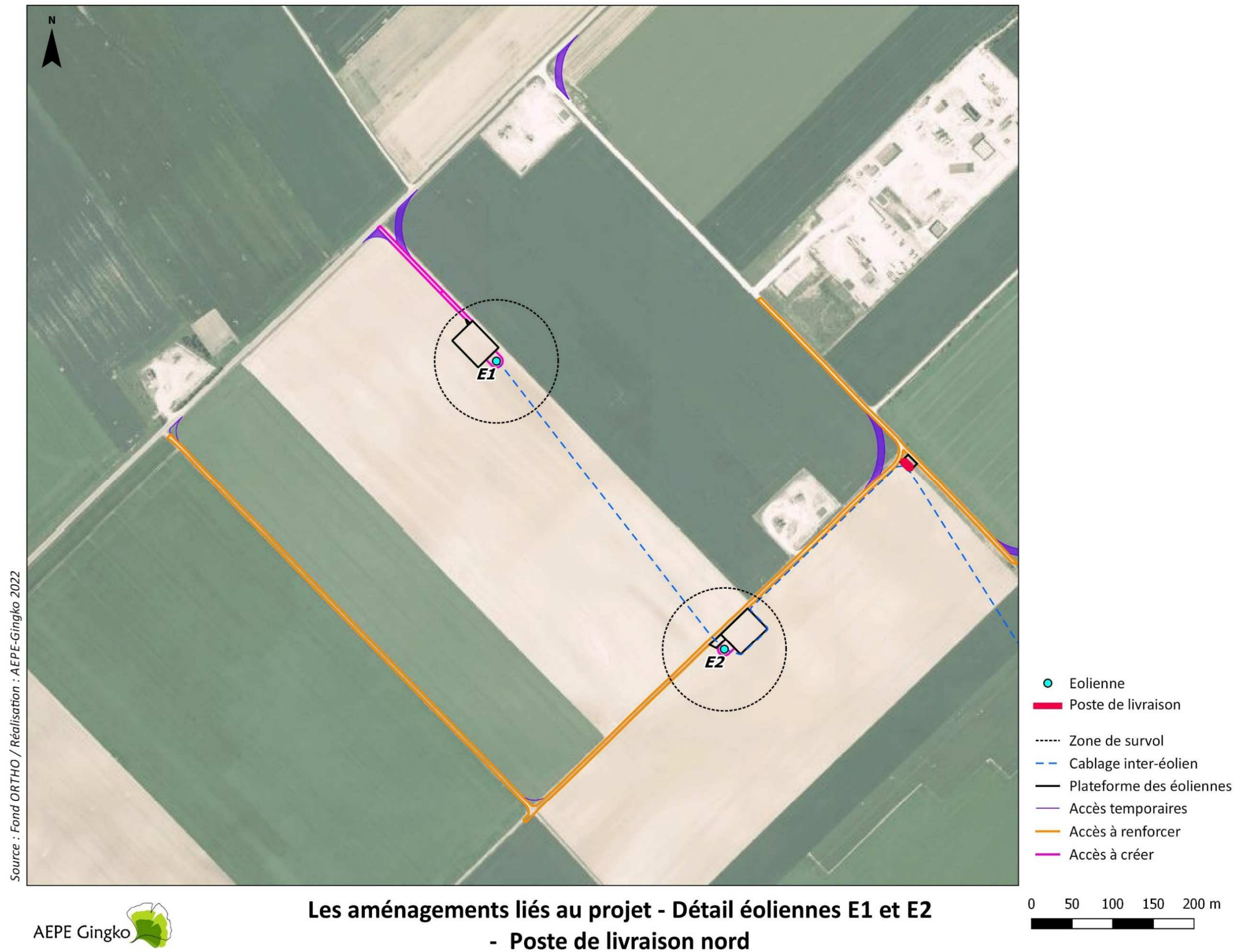
L'attente pour le durcissement du béton des fondations est estimée à 2 mois.

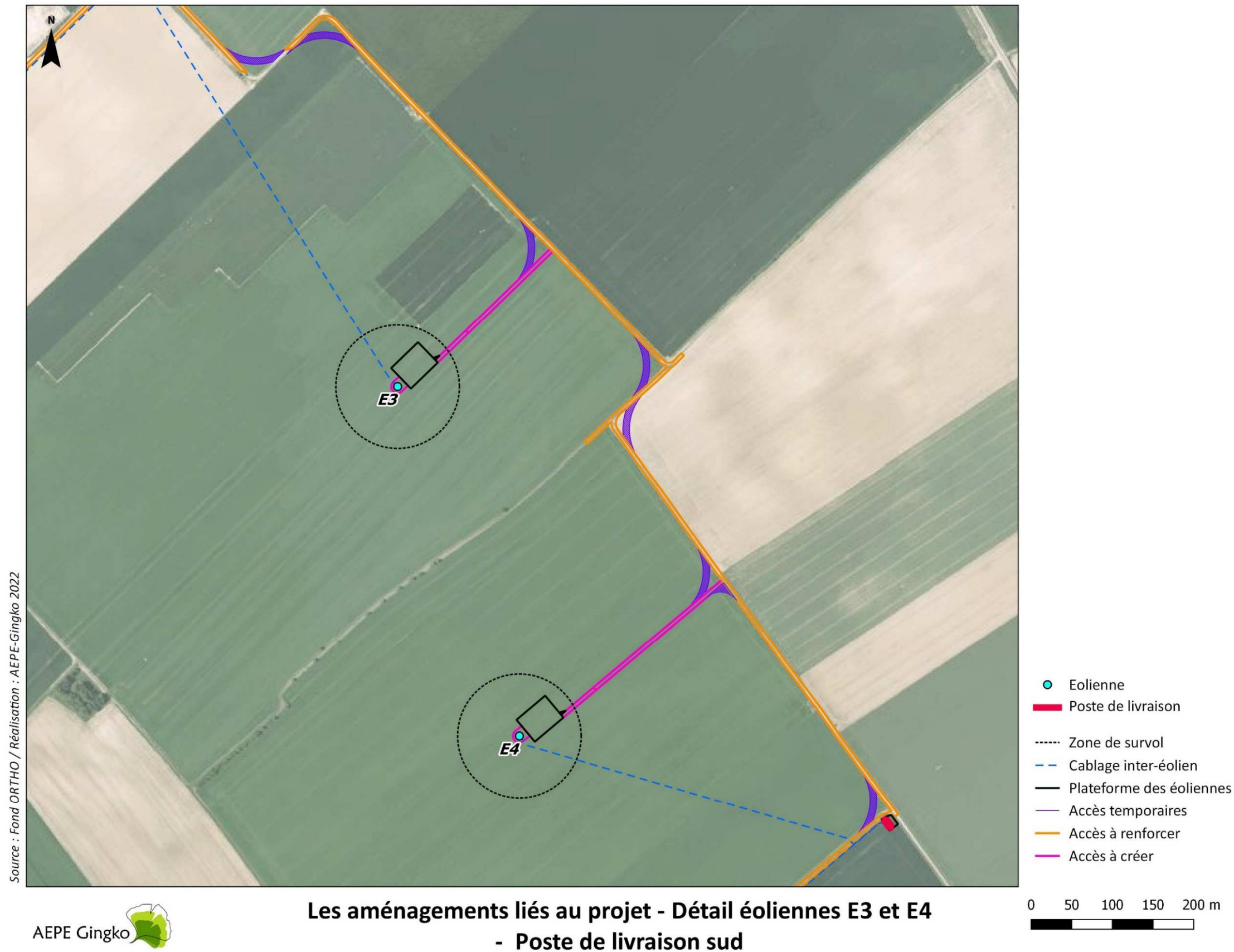
### 5.5 Phase 6 : installation du poste de livraison

Les postes de livraison seront implantés à proximité des éoliennes E2 et E4. Son architecture restera simple et il présentera une teinte « vert olive » (RAL 6003 par exemple). La finition de l'ensemble sera soignée, notamment les abords du poste (accès, sol). Le revêtement utilisé pour l'accès sera un granulat qui s'intègre bien dans le contexte paysager.



Photo 117 : Exemple de poste de livraison de teinte « vert olive »





## 5.6 Phase 7 : raccordement inter-éolien

Les câbles électriques seront raccordés dans les cellules HTA des éoliennes et des Postes de Livraison selon l'architecture inter-éolienne définie précédemment (cf. 4.1 Réseau électrique privé). Un bureau de contrôle génie électrique vérifiera l'installation et les travaux électriques avant toute mise sous tension.

## 5.7 Phase 8 : assemblage et montage des éoliennes

Les éoliennes seront livrées en pièces détachées et assemblées directement sur le site. Les engins spéciaux nécessaires à l'installation des éoliennes seront adaptés à la nature des sols afin de garantir une bonne stabilité. Le chantier sera adapté à l'installation des engins de levage : pistes d'accès capables de supporter les engins, plate-forme d'exploitation comprise entre 1 624 et 2 355 m<sup>2</sup> par éolienne, aménagement supplémentaire temporaire durant la phase chantier de 6 890 m<sup>2</sup> pour l'ensemble du parc (aménagements de virages ensuite démantelés), moyens techniques particuliers... La mise en place de chaque éolienne commencera par le levage de la tour puis le montage de la nacelle et du rotor.



Photo 118 : Transport de nacelle (Source : VALOREM)



Photo 119 : Livraison des pales (Source : VALOREM)



Photo 120 : Installation de la nacelle (Source : VALOREM)



Photo 121 : Mise en place du rotor tripale (Source : VALOREM)

## 5.8 Phase 9 : test et mise en service

Avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs et conformément à l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, l'exploitant réalisera des essais permettant de s'assurer du bon fonctionnement de l'ensemble des équipements mobilisés pour mettre l'aérogénérateur en sécurité. Ces essais comprendront :

- un arrêt ;
- un arrêt d'urgence ;

un arrêt depuis un régime de survitesse ou une simulation de ce régime.

Suivant une périodicité qui ne pourra excéder un an, l'exploitant réalisera une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur.

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

Le fonctionnement de l'installation sera assuré par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques accidentels visés à la section 5 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 août 2020, ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter. Il connaîtra les procédures à suivre en cas d'urgence et procèdera à des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours. La réalisation des exercices d'entraînement, les conditions de réalisations de ceux-ci, et le cas échéant les accidents/ incidents survenus dans l'installation, seront consignés dans un registre. Le registre contient également l'analyse de retour d'expérience réalisée par l'exploitant et les mesures correctives mises en place.

Trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne pourra excéder trois ans, l'exploitant procèdera à un contrôle de l'aérogénérateur consistant à un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât de chaque aérogénérateur. Le contrôle de l'ensemble des brides et des fixations de chaque aérogénérateur pourra être lissé sur trois ans tant que chaque bride respecte la périodicité de trois ans.

Selon une périodicité définie en fonction des conditions météorologiques et qui ne peut excéder 6 mois, l'exploitant procèdera à un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être endommagés, notamment par des impacts de foudre, au regard des limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt spécifiées dans les consignes établies en application de l'article 22 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 août 2020.

L'exploitant tiendra à jour la liste de ces équipements de sécurité, précisant leurs fonctionnalités, leurs fréquences de tests et les opérations de maintenance destinées à garantir leur efficacité dans le temps.

Selon une fréquence qui n'excédera un an, l'exploitant procèdera au contrôle de ces équipements de sécurité afin de s'assurer de leur bon fonctionnement.

L'exploitant disposera d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations de maintenance qui doivent être effectuées afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation, ainsi que les modalités de réalisation des tests et des contrôles de sécurité. L'exploitant tiendra à jour, pour son installation, un registre dans lequel seront consignées les opérations de maintenance qui seront effectuées, leur nature, les défaillances constatées et les opérations préventives et correctives engagées.