

Parc d'Amelecourt

Parc de Fresnes en Saulnois

Malaucourt sur Seille

Enclave de la commune d'Aunois-sur-Seille

E1

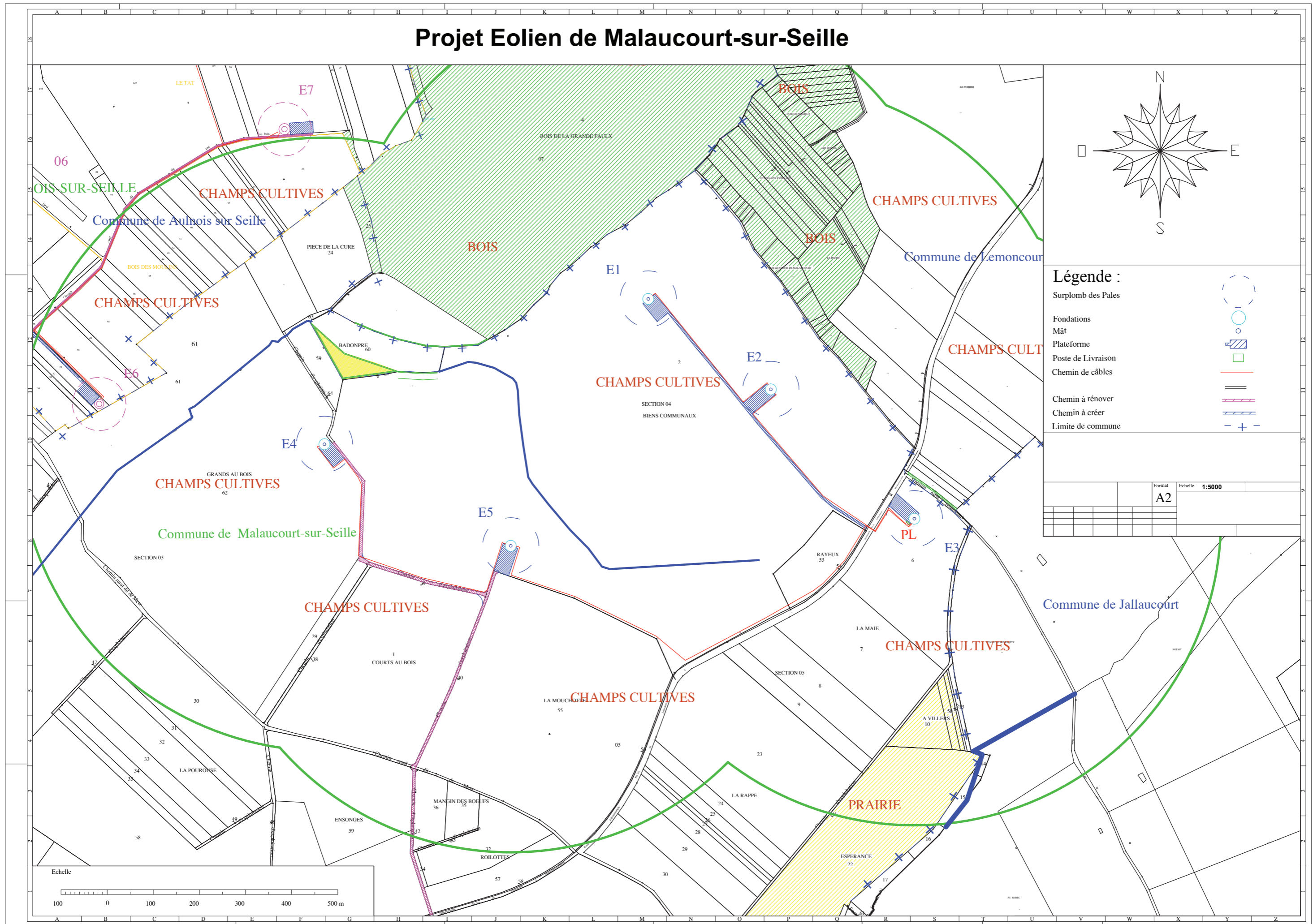
E2

E3

E4

E5

# Projet Eolien de Malaucourt-sur-Seille



## B2 - DESCRIPTION DE ÉOLIENNES

Le modèle d'éolienne n'étant pas arrêté pour l'instant, les principales caractéristiques des éoliennes des quatre constructeurs en lice sont synthétisées ci-dessous.

Modèle	ENERCON E - 115	VESTAS V110	SENVION M122	NORDEX N117	Données d'entrées EDD et impacts (max ou min)
Puissance nominale (en MW)	3	2	3	2,4	
Diamètre du rotor (en m)	115,7	110	122	116,8	122
Longueur pale (en m)	57,85	54	59,8	58,4	59,8
Hauteur au moyeu (en m)	92	95	89	91	95
Largeur du mât (en m)	7 au maximum				7
Largeur base de la pale (en m)	6 au maximum				6
Hauteur totale en bout de pale (en m)	149,85	149	150	149,4	150
Hauteur sol-pale (en m)	34,15	39	28	32,6	
<b>Rotor</b>	Type	Face au vent à réglage actif des pales			
	Sens de rotation	Sens horaire			
	Nombre de pales	3	3	3	3
	Surface balayée	10 515,5 m <sup>2</sup>	9503 m <sup>2</sup>	11 690 m <sup>2</sup>	10 715 m <sup>2</sup>
	Matériau des pales	Résine epoxy renforcée de fibre de verre	Résine epoxy renforcée de fibre de verre et fibre carbone	Plastique à renfort de verre	Résine epoxy renforcée de fibre de verre et fibre carbone
	Vitesse de rotation	4 - 12,8 tours/min	14,5 tours/min	7,1 - 13,8 tours/min	7,5 - 13,2 tours/min
<b>Transmission et générateur</b>	Moyeu	Fixe			
	Palier principal	Palier à rouleaux coniques/Palier à rouleaux cylindriques à 2 rangées			
	Générateur	Générateur annulaire Enercon à attaque direct	Multiplicateur à un étage planétaire et deux étages hélicoïdaux		Multiplicateur à engrenage planétaire à plusieurs étages
Résistance au vent	IEC/EN IIA	IECIIIA - vents modérés	IECIIIA - vents modérés	IECIIIA - vents modérés	
Durée de vie théorique	20 - 25 ans				
Alimentation	Onduleur	Onduleur	Onduleur	Onduleur	
Système de freinage	3 unités indépendantes avec alimentation de secours. Frein d'arrêt moteur, Dispositif de blocage du rotor crans tous les 10°	Mise en drapeau par trois vérins hydraulique			
Contrôle d'orientation des pales	Actif par un mécanisme d'engrenage de réglage, amortissement proportionnel à la charge				
Vitesse de démarrage	2,5 m/s	3 m/s	3 m/s	3 m/s	
Vitesse nominale	12 m/s	11,5 m/s	11,5 m/s	12,5 m/s	
Vitesse de vent de coupure	28 - 34 m/s	20 m/s	22 m/s	20 m/s	

Compte tenu de l'incertitude relative au modèle d'éolienne qui sera implanté sur le site, les mesures spécifiques à chaque constructeur ont été comparées pour tous les paramètres utilisés dans les études d'impacts et de dangers (EDD). Dans le cadre d'une approche majorante, les données d'entrées les plus impactantes ont été retenues (Cf dernière colonne du tableau).

## B2.1 - LE ROTOR

Le rotor de l'éolienne est équipé de trois pales en matière synthétique (résine époxy) renforcée de fibres de verre qui jouent un rôle important dans le rendement de l'éolienne et dans son comportement sonore.

Les pales sont conçues pour fonctionner à angle et à vitesse variables. Le réglage d'angle individuel de chaque pale du rotor est assuré par trois systèmes indépendants et commandés par microprocesseurs. L'angle de chaque pale est surveillé en continu par une mesure d'angle des pales, et les trois angles sont synchronisés entre eux.

Ce principe permet d'ajuster rapidement et avec précision l'angle des pales aux conditions du vent (ce qui limite la vitesse du rotor et la force engendrée par le vent).

La puissance fournie par l'éolienne est ainsi limitée exactement à la puissance nominale, même pour des courtes durées.

L'inclinaison des pales du rotor en position dite de drapeau stoppe le rotor sans que l'arbre d'entraînement ne subisse les effets occasionnés par un frein mécanique.

## B2.2 - LA NACELLE

La nacelle est le coeur de l'éolienne. Sous son habillage aérodynamique, elle abrite les éléments de production (chaîne cinématique, génératrice et transformateur), un système de refroidissement) et une plateforme de travail et de montage.

Le dessus de la nacelle est équipé d'un dispositif de mesure mixte, composé :

- d'une girouette qui relève la direction du vent,
- d'un anémomètre qui mesure la vitesse du vent.

Le palier d'orientation de la nacelle, muni d'une couronne et de moteurs, est monté directement sur la connexion supérieure de la tour. Il permet la rotation de l'éolienne et son orientation face au vent.

## B2.3 - LES ÉLÉMENTS DE PRODUCTION

Sur les modèles VESTAS, NORDEX ET SENVION, le rotor est directement relié à un arbre de transmission appelé «arbre lent». Cet arbre, qui tourne à la vitesse du rotor est connecté au multiplicateur. Ce dernier permet de multiplier la vitesse de rotation d'un facteur de l'ordre de 100 au niveau de «l'arbre rapide».

Le générateur des éoliennes ENERCON repose sur le principe d'une machine synchrone. Elles sont donc dépourvues de boîte de vitesse. La partie rotative du générateur et le rotor forment une unité tournant à la même vitesse de rotation (vitesse lente). Les pertes d'énergie entre le rotor et le générateur, les bruits émis, la consommation d'huile à engrenage et l'usure mécanique se trouvent ainsi considérablement réduits.

Le dispositif de transmission entre l'arbre rapide et la génératrice est un dispositif flexible, réalisé en matériau composite afin de compenser les éventuels défauts d'alignement mais surtout afin de constituer une zone de moindre résistance et de pouvoir rompre en cas de blocage d'un des deux équipements.

## B2.4 - LA TOUR

La tour est constituée d'éléments de forme tubulaire légèrement tronçonnée. Ces éléments sont relativement lourds et volumineux. Ils sont généralement en métal) et/ou béton.

## B2.5 - LA FONDATION

Elle se compose d'un disque de béton pouvant aller jusqu'à 21,5 m de diamètre et 3,2 m de profondeur. Seule une surface de 9,5 m de diamètre émerge du sol. Le volume de béton nécessaire est de l'ordre de 820 m3 par éolienne.

Les caractéristiques précises des fondations seront définies suite à une étude géotechnique qui sera réalisée avant les travaux (suite au permis de construire).

## B2.6 - LE POSTE DE LIVRAISON

Le poste de livraison est l'interface entre le parc éolien et le poste de raccordement du gestionnaire de réseau concerné, récepteur de la production électrique du parc. Il permet également de compter la quantité d'énergie apportée par le parc, et comporte notamment divers équipements de sécurité et de contrôle de la qualité du courant produit.

Le poste de livraison respecte les prescriptions paysagères et environnementales liées aux contextes locaux (couleur du bâtiment, forme et pente du toit, nature des matériaux de construction). Dans le cas présent, le poste de livraison de la société «Ferme éolienne de Malaucourt» sera implanté à proximité de l'éoliennes E3.



*Exemple-type de poste de livraison*

## B2.7 - LA PLATE-FORME

La plate-forme est une surface d'environ 1000 m2 située à proximité du mât. Cette surface plate et stable permet aux engins de levage (grue) de manœuvrer et d'assurer la construction de l'éolienne.

A côté de cette plate-forme, une plate-forme de stockage temporaire (ou aire de stockage) permet de stocker les différentes parties de l'éolienne en attendant leur utilisation. Cette plate-forme peut également servir à la construction du rotor et des pales lorsque la méthode du montage au sol a été sélectionnée\*.

\* : Il existe plusieurs modes de montage pour la mise en place de ce type d'éolienne : montage du rotor assemblé au sol ou montage du rotor pale par pale.

## **B3 - PRINCIPAUX SYSTÈMES DE SÉCURITÉ DE L'ÉOLIENNE**

### **B3.1 - DISPOSITIFS DE FREINAGE**

#### **→ Coûts évités et infrastructure**

En fonctionnement, les éoliennes sont exclusivement freinées d'une façon aérodynamique par inclinaison des pales en position drapeau. Pour ceci, les trois 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. Bien qu'une seule pale en drapeau (frein aérodynamique) suffise à ralentir l'éolienne, cette dernière possède 3 freins aérodynamiques indépendants (un frein par pale).

Le rotor n'est pas bloqué même lorsque l'éolienne est à l'arrêt, il peut continuer de tourner librement à très basse vitesse. Le rotor et l'arbre d'entraînement ne sont alors exposés à pratiquement aucune force. En fonctionnement au ralenti, les paliers sont moins soumis aux charges que lorsque le rotor est bloqué.

L'arrêt complet du rotor n'a lieu qu'à des fins de maintenance et en appuyant sur le bouton d'arrêt (actionnement manuel du dispositif de blocage du rotor). Le frein d'arrêt supplémentaire ne se déclenche que lorsque que le rotor freine partiellement, les pales s'étant inclinées.

En cas d'urgence (par exemple, en cas de coupure du réseau), chaque pale du rotor est mise en sécurité en position de drapeau par son propre système de réglage de pale d'urgence alimenté par batterie. L'état de charge et la disponibilité des batteries sont garantis par un chargeur automatique.

### **B3.2 - PROTECTION DE SURVITESSE**

L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale de 25 m/s pendant 10 minutes ou si la vitesse de pointe atteint 30 m/s. Cet arrêt est réalisé par le frein aérodynamique de l'éolienne avec mise en drapeau des pales (positionnement des pales à un angle de 85 à 90 °/minimum de prise au vent). Cette mise en drapeau est effectuée par le système d'orientation des pales «Pitch System». L'éolienne s'arrête également si l'angle maximal des pales admis est dépassé.

Chaque pale possède son propre système de régulation de l'angle des pales. Ces trois systèmes sont indépendants . La mise en drapeau d'une seule pale suffit à freiner l'éolienne.

En cas de coupure de courant, l'éolienne est automatiquement stoppée par un système de réglage de pale alimenté par une batterie de secours. La charge des batterie est assurée par un chargeur automatique.

#### **→ Arrêt manuel**

L'éolienne peut être arrêtée à l'aide de l'interrupteur Marche/Arrêt (armoire de commande).

Le système de commande tourne alors les pales du rotor pour les décrocher du vent et l'éolienne ralentit puis s'arrête.

Le frein d'arrêt n'est pas activé et la commande des yaws (moteur d'orientation) reste active.

L'éolienne peut donc continuer à s'adapter avec précision au vent.

#### **→ Arrêt manuel d'urgence**

Si nécessaire, l'éolienne peut être stoppée immédiatement, en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence (armoire de commande).

Ce bouton déclenche un freinage d'urgence sur le rotor, avec une inclinaison rapide par l'intermédiaire des unités de réglage des pales et de freinage d'urgence. Le frein d'arrêt mécanique est actionné simultanément. L'alimentation électrique de tous les composants reste assurée.