

PROJET ÉOLIEN EXTENSION PLAINES D'ESCREBIEUX

COMMUNES DE FLERS-EN-ESCREBIEUX, NOYELLES-GODAULT, ESQUERCHIN ET COURCELLES-LÈS-LENS
DÉPARTEMENTS DU NORD ET DU PAS-DE-CALAIS



DEMANDEUR :

Les Vents de l'Est Artois

521 bd du Président Hoover
«Le Polychrome»
59800 LILLE

- DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION UNIQUE -

- PARTIE B-3a -

ÉTUDE D'IMPACT SANTÉ ET ENVIRONNEMENT ANNEXES - ACTUALISATION #1



NOVEMBRE 2017

AVANT-PROPOS

Le présent document est une **actualisation des annexes de l'étude d'impact** initiale, déposée avec l'ensemble des autres pièces du dossier de demande d'autorisation unique (DDAU) pour instruction auprès des services de la Préfecture du Nord, le 14 février 2017.

En effet, suite à ce premier dépôt et après lecture du dossier, les services de l'Etat chargés de l'instruction du DDAU ont adressé le 30 mai 2017 à la société d'exploitation, Les VENTS de l'Est Artois S.A.S., un rapport faisant état de différents points à régulariser, éclaircir et compléter.

Ces éléments ont été discutés lors d'une réunion en DREAL de Lille, le 10 juillet 2017, avec les instructeurs du dossier.

De plus, ce projet éolien Extension Plaine d'Escrebieux a fait l'objet de **deux modifications importantes** :

- **suppression de l'éolienne A3** située sur la commune de Noyelles-Godault
- **réduction des dimensions de toutes les éoliennes**. En effet, le modèle initialement sélectionné, c'est-à-dire l'éolienne VESTAS V117 de puissance unitaire 3,3 MW dont les dimensions étaient : 164,5 m de hauteur totale, 106 m de mât et 117 m de rotor, est remplacé par le modèle d'éolienne SIEMENS SWT-3.2-113 de 3,2 MW de puissance unitaire, avec une hauteur totale de **156 m**, un mât de **99,5 m** et un rotor de **113 m**.

Les raisons de ces changements sont exposées dans le «*Guide de lecture du dossier actualisé*» joint au dossier DDAU.

Nous avons décidé d'**intégrer les compléments demandés ainsi que les modifications du projet citées précédemment directement dans le corps du dossier initial**.

Ce document constitue donc la version à jour et complétée des annexes de l'étude d'impact du projet éolien Extension Plaine d'Escrebieux. Elle peut se substituer à la version initiale datée de février 2017.

PRÉAMBULE

PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet éolien Extension Plaine d'Escrebieux est porté par la société Les Vents de l'Est Artois S.A.S, qui en sera l'exploitant et le propriétaire. Il s'agit en effet d'un projet d'extension d'un parc existant de 4 éoliennes, mis en service en 2014 et nommé «parc éolien de Plaine de l'Escrebieux», exploité aujourd'hui par la société EDF EN.

Le parc éolien projeté est composé de 4 éoliennes SWT-3.2-113 de 3,2 MW de puissance unitaire, pour une hauteur totale de 156 m (rotor de 113 m de diamètre et mât de 99,5 m de hauteur).

Les éoliennes et le poste de livraison d'électricité sont implantés sur les communes d'Esquerchin et Flers-en-Escrebieux, sur le territoire de la communauté d'Agglomération du Douaisis (dans le département du Nord), et sur les communes de Courcelles-Lens et Noyelles-Godault, sur le territoire de la Communautés d'Agglomération de Hénin-Carvin (dans le département du Pas-de-Calais).

Cf. carte ci-contre

Ce projet éolien fait l'objet d'une **demande d'autorisation unique** incluant notamment les demandes de permis de construire et de l'autorisation d'exploiter au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

La société Les VENTS de l'Est Artois S.A.S, porteur du projet éolien Extension Plaine d'Escrebieux, a fait appel au bureau d'études ECOTERA Développement pour la réalisation du Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, et constituant la partie B du dossier de demande d'Autorisation Unique.

PRÉSENTATION DU DOCUMENT

Le présent document constitue les annexes de l'étude d'impact environnement et santé du projet.

Pour des raisons pratiques, les annexes ont été extraites de l'étude d'impact dans un document séparé.

PRÉSENTATION DU DOSSIER

La présente étude d'impact fait partie du **Dossier de Demande d'Autorisation Unique** détaillé ci-après :

■ Formulaire CERFA n°15293*01 - Demande d'autorisation unique

■ Partie A : Dossier de demandes de Permis de Construire regroupant :

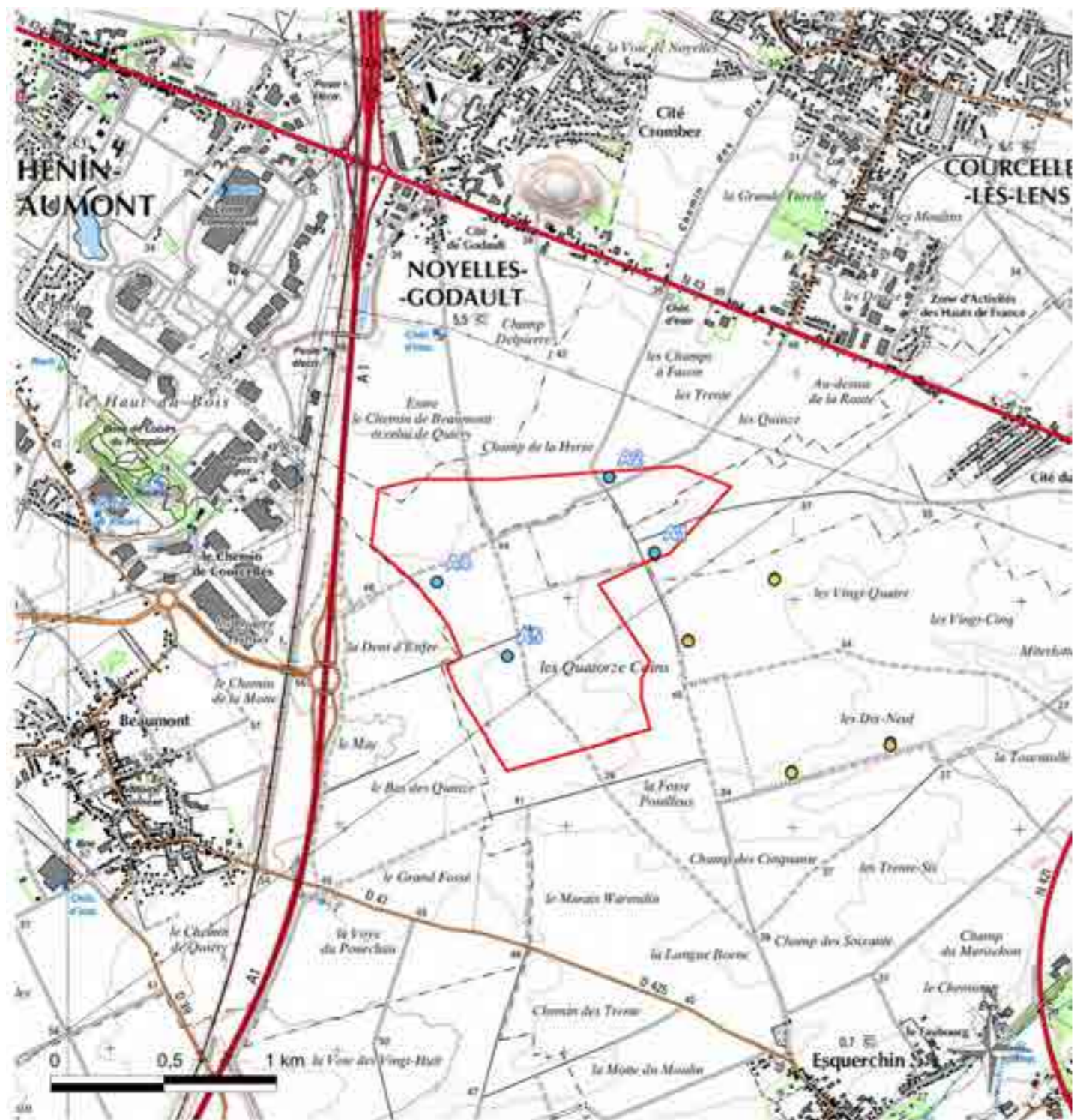
- des plans de situation, d'implantation et des façades, à différentes échelles
- une coupe paysagère
- une notice décrivant le terrain et présentant le projet
- des photographies du terrain dans l'environnement proche et l'environnement lointain
- l'insertion du projet dans son environnement

■ Partie B : Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter (DDAE) des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) qui comprend :

- Partie n°B-1 : la lettre de demande d'autorisation d'exploiter et la notice descriptive du projet
- Partie n°B-2 : le résumé non technique de l'étude d'impact
- **Partie n°B-3a : l'étude d'impact environnement et santé**
- Partie n°B-3b : le volet paysager de l'étude d'impact
- Partie n°B-3c : l'étude des incidences Natura 2000
- Partie n°B-4 : le résumé non technique de l'étude de dangers
- Partie n°B-5 : l'étude de dangers

■ Partie n°B-6 : les plans d'ensemble et de détails

■ **Partie C : Vidéos embarquées des axes routiers (EmB01, EmB02, EmB03, EmB04, EmB05)**



Implantations

Projet éolien Extension
Plaine de l'Escrebieux

Août 2017
Echelle : 1/25 000
Réf. : XPE/impl
Copyright IGN SCAN 25

ECOTÉRA

Développement ...

Projet

● Eolienne projetée

Parc existant

● Eolienne en exploitation

Annexes

ANNEXE 1. DESCRIPTIF TECHNIQUE D'UNE ÉOLIENNE	7	ANNEXE 11. ETUDE DE BRUIT DE ACAPELLE /GROUPE VENATHEC ET SES ANNEXES	157
A.1.1. EXTRAIT DE LA PLAQUETTE DE PRÉSENTATION DE L'ÉOLIENNE SWT-3.2-113 ET CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES	8	ANNEXE 12. FAISABILITÉ DES MESURES	205
A.1.2. BALISAGE LUMINEUX	13	A.12.1. DÉMARCHE EN COURS AVEC LA MUNICIPALITÉ DE NOYELLES-GODAULT	206
A.1.3. CERTIFICATION DE L'ÉOLIENNE SWT-3.2-113 (TRADUCTION DE L'ANGLAIS)	15	A.12.2. DÉMARCHE EN COURS AVEC LE GROUPE ORNITHOLOGIQUE ET NATURALISTE NORD	208
ANNEXE 2. EXIGENCES GÉNÉRALES EN MATIÈRE DE TRANSPORT, D'ACCÈS ET DE LEVAGE	17	A.12.3. DÉMARCHE EN COURS LA MUNICIPALITÉ DE COURCELLES-LES-LENS	208
ANNEXE 3. ÉVALUATION DES COÛTS DE DÉMANTÈLEMENT	39	A.12.4. DÉMARCHE EN COURS LA MUNICIPALITÉ DE COURCELLES-LES-LENS	209
ANNEXE 4. ANALYSE DU CYCLE DE VIE D'UNE ÉOLIENNE & BILAN CARBONE	41	A.12.5. DÉMARCHE EN COURS LA MUNICIPALITÉ DE COURCELLES-LES-LENS	210
ANNEXE 5. SCHÉMAS ÉOLIENS	53	A.12.6. DÉMARCHE EN COURS AVEC LA MUNICIPALITÉ DE FLERS-EN-ESCREBIEUX	211
ANNEXE 6. EXTRAIT DU SCHÉMA DIRECTEUR D'AMÉNAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX (SDAGE)2016-2021	61	A.12.7. DÉMARCHE EN COURS AVEC LA SANEF	212
ANNEXE 7. CONSULTATIONS	71	ANNEXE 13. ANNEXES LIÉES AUX CONTRAINTES RADARS ET AÉRONAUTIQUES	213
A.7.1. NOUVELLE CONSULTATION DES SERVICES DE L'ARMÉE - 17/10/2017 - DDAU ACTUALISÉ	72	A.13.1. CIRCULAIRE INTERMINISTÉRIELLE DU 3 MARS 2008	214
A.7.2. RÉPONSE DE L'ARS NORD_PAS-DE-CALAIS	75	A.13.2. AVIS FAVORABLES DE L'ARMÉE ET / OU ARRÊTÉS DE PERMIS DE CONSTRUIRE DES PARCS ÉOLIENS LOCALISÉS DANS LES 30 KM AUTOUR DU RADAR DE CAMBRAI-EPINOY	225
A.7.3. NOUVELLE CONSULTATION DE L'AVIATION CIVILE - 17/10/2017 - DDAU ACTUALISÉ	110	A.13.3. CARTE DU SIA DE L'AMSR DE L'AÉROPORT DE LILLE-LESQUIN	265
A.7.4. RÉPONSE CONSULTATION AIR LIQUIDE	113	ANNEXE 14. CONVENTION D'OCCUPATION DU DOMAINE PUBLIC - ÉOLIENNE A2	267
A.7.5. RÉPONSE CONSULTATION GRTGAZ	115	A.14.1. CONVENTION D'OCCUPATION DU DOMAINE PUBLIC - ÉOLIENNE A2	268
A.7.6. RÉPONSE CONSULTATION RTE	118	ANNEXE 15. DONNÉES BRUTES DES INVENTAIRES - ÉTUDE ÉCOLOGIQUE	275
A.7.7. CONSULTATION SITE BRGM - CAVITÉS SOUTERRAINES	120	A.15.1. DONNÉES BRUTES DES INVENTAIRES - ÉTUDE ÉCOLOGIQUE	276
ANNEXE 8. AUTRES PROJETS NON ÉOLIENS	123		
A.8.1. EXTRAIT DU RAPPORT D'ENQUÊTE PUBLIQUE DU PROJET DE RECONSTRUCTION DE LA LIGNE THT 400 KV AVELIN-GAVRELLE - MAI 2016	124		
A.8.2. EXTRAIT DE L'AVIS DE L'AUTORITÉ ENVIRONNEMENTALE - 02/12/2015	126		
A.8.3. EXTRAIT DU PROJET D'AMÉNAGEMENT DE LAUWIN-PLANQUE - SEPTEMBRE 2016	129		
ANNEXE 9. DOCUMENTS D'URBANISME DES COMMUNES D'IMPLANTATION	131		
A.9.1. EXTRAIT DU PLAN D'OCCUPATION DES SOLS ESQUERCHIN (PROJET DE PLU EN COURS)	132		
A.9.2. EXTRAIT DU PLAN LOCAL D'URBANISME DE NOYELLES-GODAULT	135		
A.9.3. COURRIER EN RÉPONSE À LA DEMANDE DE MODIFICATION DU PLU DE NOYELLES-GODAULT	140		
A.9.4. EXTRAIT DU PLAN LOCAL D'URBANISME DE FLERS-EN-ESCREBIEUX	142		
A.9.5. LETTRE DE DEMANDE DE MODIFICATION DU PLU DE FLERS-EN-ESCREBIEUX	145		
A.9.6. EXTRAIT DU PLAN LOCAL D'URBANISME DE COURCELLES-LÈS-LENS	146		
ANNEXE 10. REMEMBREMENT SUR LE SITE D'IMPLANTATION DU PROJET	151		
A.10.1. ARRÊTE DE CLÔTURE DU REMEMBREMENT SUR LES COMMUNES DE FLERS-EN-ESCREBIEUX ET ESQUERCHIN - 20 OCTOBRE 2016	152		
A.10.2. EMAIL DU CONSEIL DÉPARTEMENTAL NORD - PAS DE CONTENTIEUX EN COURS SUR LE REMEMBREMENT	153		
A.10.3. PLAN DE REMEMBREMENT - ESQUERCHIN- FLERS-EN-ESCREBIEUX	154		

ANNEXE 1.

DESCRIPTIF TECHNIQUE D'UNE ÉOLIENNE

A.1.1. EXTRAIT DE LA PLAQUETTE DE PRÉSENTATION DE L'ÉOLIENNE SWT-3.2-113 ET CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

A.1.2. BALISAGE LUMINEUX

Présentation technique des balises lumineuses utilisées sur les éoliennes
Exemple des feux moyenne intensité OBSTAFASH LED (*source : www.obsta.com*)

A.1.3. CERTIFICATION DE L'ÉOLIENNE SWT-3.2-113 (traduction de l'anglais)

A.1.1. EXTRAIT DE LA PLAQUETTE DE PRÉSENTATION DE L'ÉOLIENNE SWT-3.2-113 ET CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

A.1.1. EXTRAIT DE LA PLAQUETTE DE PRÉSENTATION DE L'ÉOLIENNE SWT-3.2-113 ET CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

SIEMENS



Environmental Product Declaration

A clean energy solution – from cradle to grave

Onshore wind power plant employing SWT-3.2-113

siemens.com/wind



Assessing the performance of a wind power plant

The environmental impact of wind power

The world today faces the challenge of meeting growing demand for energy while reducing greenhouse gas emissions. One solution is to increase the contribution of renewable energy systems such as wind, sun, or biomass to the electricity mix. Siemens Wind Power is pioneering this approach by offering an extensive wind turbine portfolio that includes the SWT-3.2-113 direct drive turbine.

Siemens has performed a Life Cycle Assessment (LCA) of an onshore wind power plant employing SWT-3.2-113. The LCA evaluated the inputs, outputs, and potential environmental impacts that occur throughout the wind power plant lifecycle. It encompasses raw material

extraction, materials processing, manufacturing, installation, operation and maintenance, and dismantling and end-of-life.

The results are presented in this Environmental Product Declaration (EPD) in order to communicate the impacts of our wind power plant to our stakeholders. All results are verified by internal reviews. The international ISO 14021 standard (Environmental labels and declarations – Self-declared environmental claims – Type II) is the basis for this EPD. The data presented has been derived from a full-scale LCA in accordance with ISO 14040.

3

4

Designed to deliver clean energy

Onshore wind power plant

Each wind power plant has specific site constraints that influence the choice of turbine, tower height, foundation size, and infrastructure.

This EPD is based on a full-scale LCA of an average European onshore wind power plant with 20 SWT-3.2-113 turbines installed. It includes wind turbine components such as a nacelle, rotor, and tower, as well as the foundation, cables to grid, and substation.

The functional unit for this LCA is defined as 1 kWh of electricity delivered to the grid.

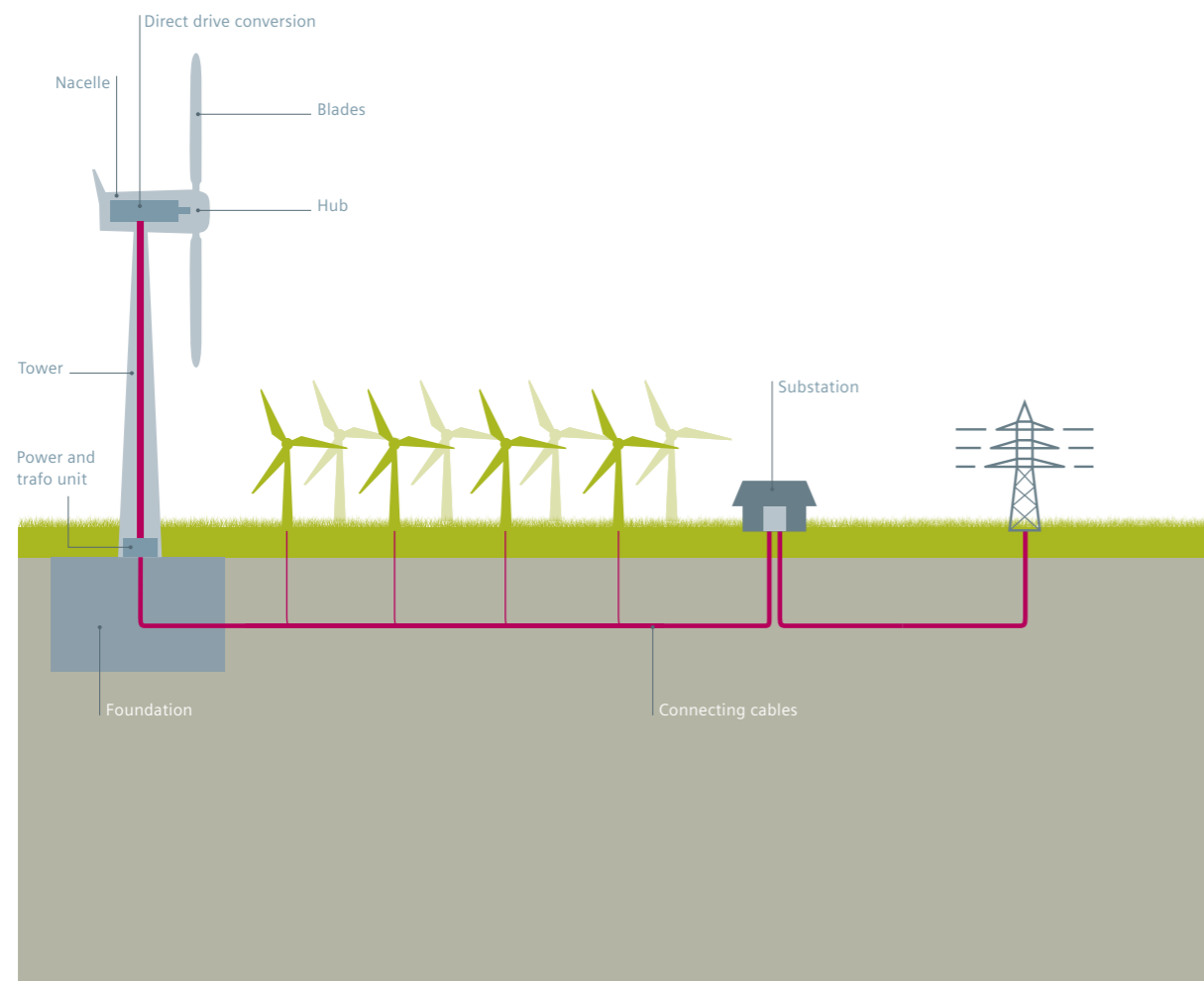
The identified average wind speed is relative to the turbine IEC classification. Class II: 8.5 m/s for SWT-3.2-113.

Product and system description, including main components

Product and system description	Main characteristics
Turbine	SWT-3.2-113
Number of turbines in wind power plant	20
Expected lifetime	20 years
Expected average wind speed	8.5 m/s
Distance to grid	13 km
Annual energy production to grid per turbine (wake, availability, and electrical losses of 10% subtracted)	Approx. 13,000 MWh
Estimated energy production of the wind power plant in 20 years	5,200,000 MWh
Nacelle	3.2 MW DD (steel, iron, copper)
Blades	55 m (fiberglass, epoxy)
Tower	92.5 m (steel)
Foundation	1,370 t (concrete, steel)
Substation (incl. building)	1,500 t (concrete, steel, copper)

A.1.1 EXTRAIT DE LA PLAQUETTE DE PRÉSENTATION DE L'ÉOLIENNE SIEMENS SWT-3.2-113 ET CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

System boundaries for an onshore wind power plant

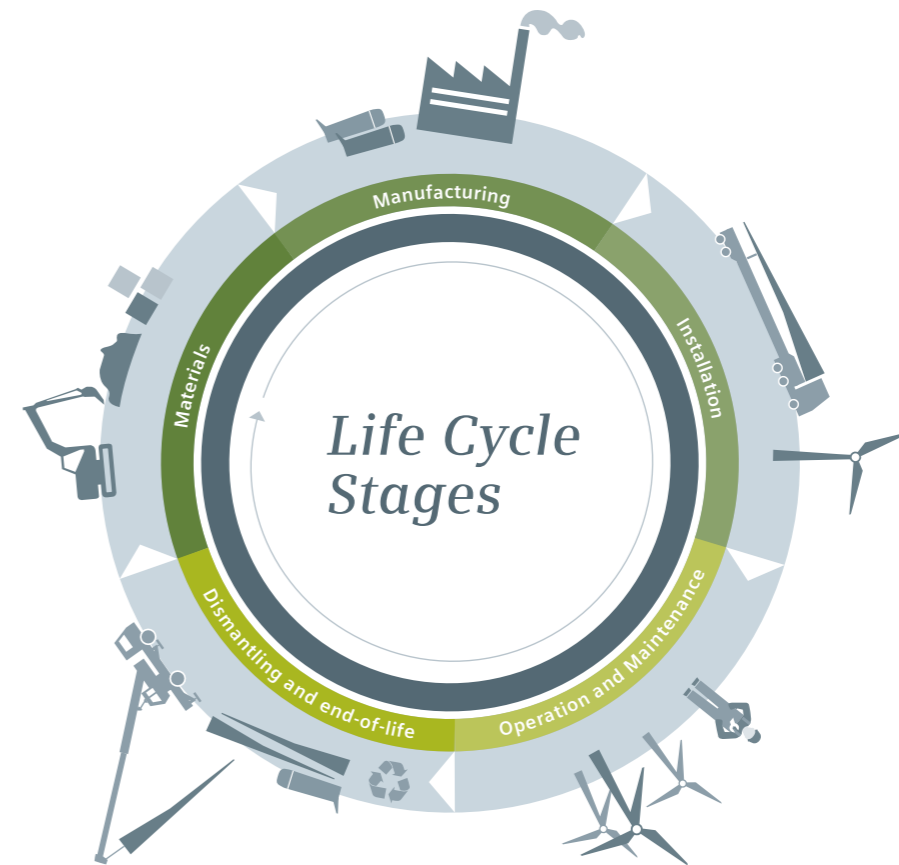


5

From cradle to grave

Life cycle of a wind power plant

The lifecycle has been divided into five main stages: Materials, Manufacturing of the main parts; Installation; Operation and Maintenance; Dismantling, Recycling, and Disposal at the end-of-life. Relevant transport activities and energy consumption were included in each life cycle stage.



6

Materials

We identified the types and quantities of materials and energy that had to be extracted and consumed to produce the turbine components and the elements needed to connect the wind power plant to the grid.

Manufacturing

We collected data from Siemens' own production sites and from main suppliers. Consumption data for manufacturing as well as waste and subsequent treatment is based primarily on annual manufacturing data from European production sites. Transport of materials to the manufacturing site is included in the data.

Installation

Components, auxiliary resources, and workers are transported to the site during this stage. On-site installation includes preparing the site; erecting the turbines; and connecting the turbines to the grid. These installation activities result in the consumption of resources and production of waste. Associated data has been collected from actual on-site installations.

Operation and Maintenance

The structural design lifetime of a SWT-3.2-MW turbine is designed to be 20 years. We collected actual site data, including manpower, materials, and energy required for service and maintenance over the turbine's lifetime. Wake, availability, and electrical losses have been included in our assessment to define a realistic estimate of annual energy production delivered to the grid.

Dismantling and end-of-life

At the wind power plant's end-of-life the components will be disassembled and the materials transported and treated according to different waste management systems. For the turbine components, we assumed that recycling would apply to all recyclable materials; for example, metals. Recycling leads to the recovery of materials, which subsequently reduces primary material extraction. The rest of the materials are either thermally treated or disposed of in landfills. The end-of-life stage described here represents the current status of waste management options in Northern Europe.



7

Environmental footprint



Low greenhouse gas emissions

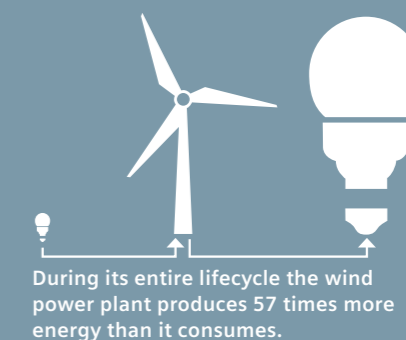
Greenhouse gases such as CO₂ and methane contribute to global warming. Electricity produced by wind turbines contributes significantly less to global warming than electricity produced by fossil fuels. During its lifetime, the wind power plant emits less than 1% of the CO₂ emitted per kWh by an average power plant using fossil fuels.

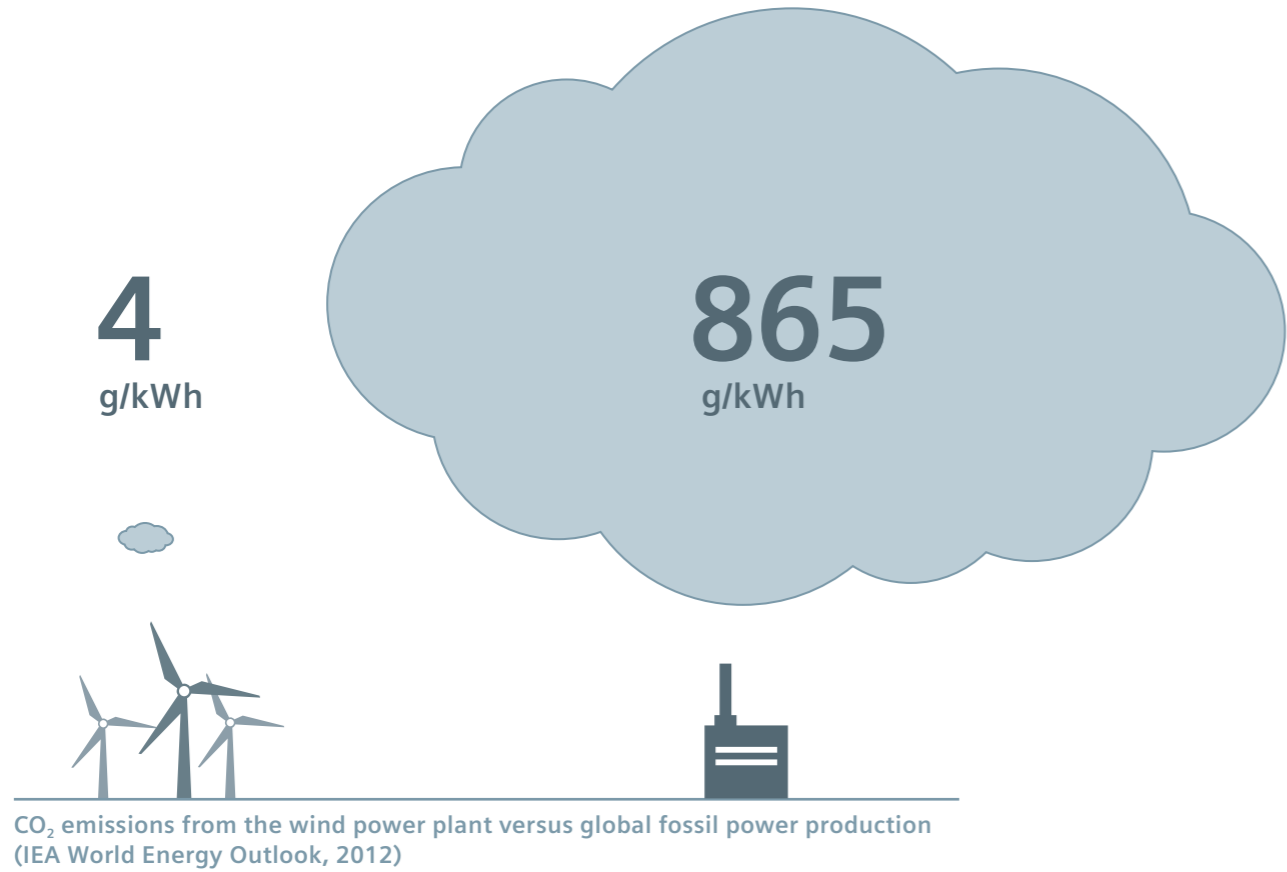
4.5 months energy payback time

The energy payback time for the wind power plant in this assessment is less than 4.5 months. That is the length of time the wind power plant has to operate in order to produce as much energy as it will consume during its entire lifecycle.

What is "global warming"?

Global warming is an environmental impact caused by the increased concentration of greenhouse gases in the atmosphere. Each of these gases radiates different amounts of heat, which can be quantified in units of carbon called carbon dioxide equivalent (CO₂eq). (IPCC ref)





4,500,000 t
of CO₂ savings

160 km²
forest area



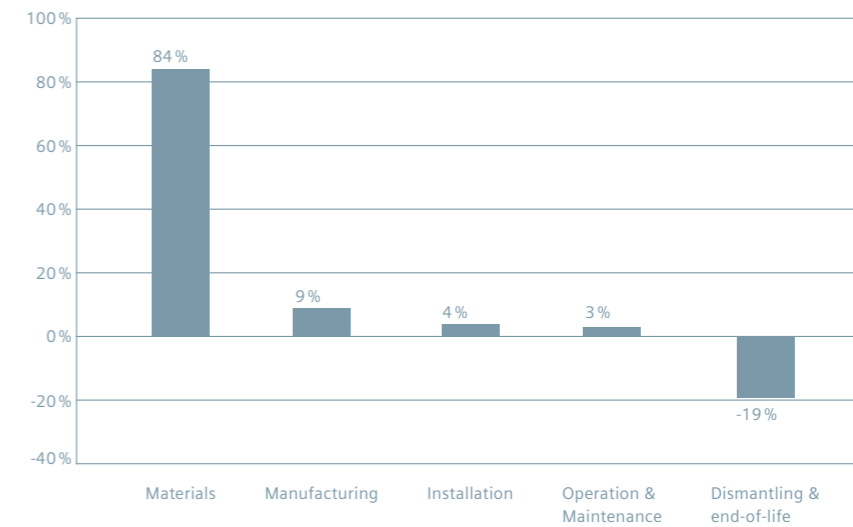
During its estimated lifetime the wind power plant produces 5,200,000 MWh and saves 4,500,000 tonnes of CO₂, which is equal to the amount of CO₂ absorbed by a forest with an area of 160 km² over 20 years.

Every stage counts

Contributions to global warming

To examine how much each stage of the wind power plant's life cycle contributes to global warming, we assessed their specific CO₂ emissions (figure below).

Percentage of global warming contribution from each life cycle stage (g CO₂eq/kWh)



The main contributor to global warming is the Material stage (84%) because of emissions during material extraction. There are almost no emissions during wind power plant operation, and there is even an offset to emissions at end-of-life because so many of the materials are recyclable.

Component and material group contribution to CO₂eq emission

Each component and material group contributes to the total CO₂eq emissions of the wind power plant. Among the components, the turbine's tower and foundation contribute more than 50%, followed by the blades and nacelle. In terms of material group contribution, steel has the highest impact on global warming, followed by concrete and epoxy. The category with other materials consists of minerals, various plastics, chemicals, and wood.



OBSTAFLASH LED

La balise OBSTAFLASH à LED est un feu moyenne intensité dédié au balisage diurne et nocturne, ou nocturne seulement des obstacles à la navigation aérienne.

Conforme à la norme OACI en moyenne intensité type A (blanc) et B (rouge), FAA L864 & L865.

L'utilisation de feu moyenne intensité blanc de jour évite de peindre les obstacles avec des bandes alternants rouge et blanc pour un balisage diurne requis.

Balise

- 6 projecteurs à Led,
- Construction en verre et aluminium,
- Conception modulaire,
- Raccordement par connecteurs rapides
- Optique précise minimisant les impacts vers le sol,
- Electronique déportée en bas de l'obstacle (sauf les barettes de leds) pour faciliter la maintenance



Modèle déposé - Brevet EP 1966535B1

Fonctionnalités

- 20 000 candelas de jour en blanc,
- 2000 candelas de nuit en blanc ou en rouge,
- Antenne GPS ou cellule photo électrique pouvant être intégrés à la balise
- circuits de Leds blanches indépendants par projecteur en redondance active

Armoire de puissance

- Boîtier étanche en acier inoxydable (en position verticale),
- Fermeture par clé,
- Système de renvoi des défauts de fonctionnement,
- Synchronisation par fibre optique ou GPS en option
- Contact de sécurité à l'ouverture du boîtier
- Protection surtension pour les versions 230 VCA
- Possibilité de contrôler plusieurs balises avec un seul coffret

CARACTERISTIQUES

Caractéristiques	Intensité lumineuse (valeur efficace)		Couleur		Ouverture de faisceau		Cadence de clignotement
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Vertical	Horizontal	
Rouge uniquement		2000 Cd		Rouge	3°	360°	40
Blanc uniquement	20 000 Cd	2000 Cd	Blanc	Blanc			
Bi-couleur	20 000 Cd	2000 Cd	Blanc	Rouge			

Référence OBSTA	Caractéristiques	Alimentation	Consommation max.
13720	Blanc uniquement	48 Vdc	< 100 W
13721	Rouge uniquement	48 Vdc	< 30 W
13722	Bi-couleur	48 Vdc	< 100 W
13723	Blanc uniquement	120/230 Vac	< 100 W
13724	Rouge uniquement	120/230 Vac	< 30 W
13725	Bi-couleur	120/230 Vac	< 100 W

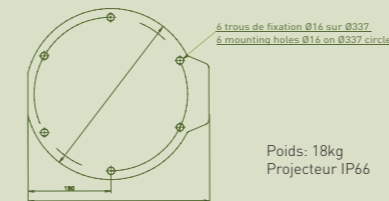
OBSTA 120302A - document sujet à modifications sans préavis



CARACTERISTIQUES COMPLEMENTAIRES

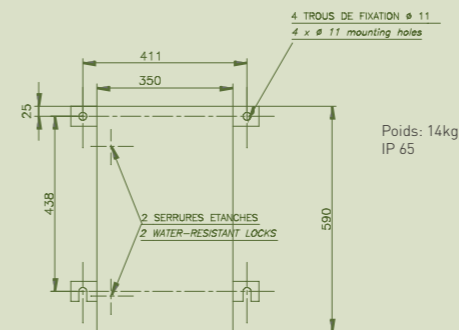
DIMENSIONS (en mm)

Balise



Poids: 18kg
Projecteur IP66

Armoire



COMPOSITION DES ENSEMBLES

Ensemble de balisage moyenne intensité

Balise
Armoire

Câble de liaison entre balise et armoire de commande

Autre demande: nous consulter

OPTIONS

- Synchronisation maître/esclave pour balisage à feux multiples, par câble ou fibre optique
- Interface GPS de synchronisation, des éclats et de la commutation jour/nuit

OBSTA 120302A - document sujet à modifications sans préavis

OBSTA- 2 rue Troyon - 92316 Sèvres Cedex - France - T. +33-1 41 23 50 10 - F +33-1 41 23 50 11 - Email : info@obsta.com - www.obsta.com

Accessoires

ARMOIRES ET CELLULE

Les obstacles nécessitent un balisage permanent pour lequel il faut assurer une continuité de l'alimentation électrique. Ces armoires sont utilisées pour assurer une autonomie de fonctionnement avec les feux basse intensité OBSTA STI 48V, NAVILITE 48V, OBSTA STI 24V et les feux moyenne intensité 24V.

Elles permettent un grand nombre de configurations en fonction du nombre de points lumineux et de l'autonomie demandée (12 heures minimum requises par l'Aviation Civile).



Utilisation

Armoire d'Énergie

Ces armoires constituées d'ensembles chargeurs-batteries avec toutes les fonctions annexes de contrôle et de régulation sont destinées à assurer la continuité de service. L'avantage principal des redresseurs à thyristors est la robustesse face aux perturbations électromagnétiques et aux surtensions : le transformateur en tête apporte une isolation galvanique des sorties continues 48V ou 24V par rapport au secteur, c'est lui qui va donc filtrer les perturbations et les bloquer.

Cellules Photo-électriques

Ces cellules permettent de commander automatiquement le balisage des obstacles en fonction de la luminosité ambiante. L'utilisation des cellules photo-électriques permet donc :

- d'économiser de l'énergie,
- d'augmenter l'autonomie de fonctionnement lorsque les feux sont alimentés par armoire d'énergie.

Description

Armoire d'énergie

Les différents constituants des armoires d'énergie sont regroupés dans une enceinte métallique.

Elles sont alimentées par le secteur et délivrent une tension continue. Des fonctions annexes sont proposées (cellule photo électrique, renvoi de défaut, armoire étanche, etc...) - voir synoptique. Afin d'augmenter la fiabilité du matériel, les armoires sont livrées avec :

- une protection contre les surtensions électriques transitoires,
- une protection contre les décharges complètes des batteries.

Cellules Photo-électriques

Elles sont embrochables sur un socle. Une temporisation évite le fonctionnement de la cellule sur des éclats intempestifs (éclairs par exemple).

Caractéristiques principales

ARMOIRE D'ÉNERGIE		Capacité	Tension d'alimentation	Tension de sortie	Intensité max. permanent	Pour 12 heures d'autonomie nombre max. d'Obsta STI
IP20	IP55					
13500	13510	16 Ah	230V	48V	2,5 A	4 feux STI
13501	13511	25 Ah	230V	48V	4 A	7 feux STI
13502	13512	40 Ah	230V	48V	6 A	12 feux STI
13506	13516	7 Ah	230V	48V	2 A	2 feux STI
13507	13517	3,5 Ah	230V	48V	2 A	1 feu STI
13504	13514	40 Ah	230V	24V	8 A	1 feu MI 24V à 20 éclairs/minute
13505	13515	65 Ah	230V	24V	12 A	1 feu MI 24V à 40 éclairs/minute

CELLULE PHOTO-ÉLECTRIQUE	Tension	Seuil de basculement de la cellule
00752	230V =	50 lux
00755	48V =	
00754	24V =	

OBSTA

24

OBSTA080925 - Document sujet à modification sans préavis

Armoires d'Énergie

Plan d'encombrement en mm (ci-dessous)

Dimensions (mm)	48 VDC					24 VDC		Double enveloppe
	3,5 Ah	7 Ah	16 Ah	25 Ah	40 Ah	40 Ah	65 Ah	
Capacité	3,5 Ah	7 Ah	16 Ah	25 Ah	40 Ah	40 Ah	65 Ah	Tous modèles
Degré IP	20	20	20	20	20	20	20	55
A	600	600	700	800	800	700	800	1000
B	400	400	500	600	600	500	600	800
C	200	200	250	250	250	250	250	300
D	560	560	660	760	760	660	760	960
E	458	458	558	658	658	558	658	858
Indicateurs	non	non	oui	oui	oui	oui	oui	Suivant modèle
Poids (kg)	29,4	33,8	62	84	104,8	75,2	135	Ajouter 38,2 kg

Degré IP	20
Température de fonctionnement	0 à 45°C
Tension d'alimentation	220V +/-10% ; 50 Hz
Fixation	posée sur pattes ou murale (sauf pour modèle 40 Ah)
Raccordement	par bornes
Entretien	nul
Batteries utilisées	au plomb, de type gélifiées

Précautions particulières

- emploi intérieur (sauf armoire double enveloppe)
- recharge d'entretien des batteries en cas de stockage prolongé

Fonctions annexes

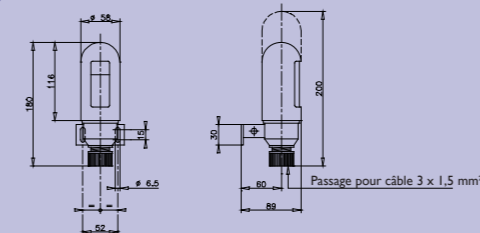
Commande de la tension de sortie en mode manuel ou en mode automatique par cellule photo-électrique crépusculaire.

Autres versions

Version double enveloppe pour installation extérieure (IP55) voir tableau

Cellule Photo-électrique

Plan d'encombrement (en mm)



Degré IP	67
Température de fonctionnement	-25 à +60°C
Tolérance de tension	-10 ; + 15 %
Consommation	1,5VA
Poids	300 grs
Fixation	par collier et vis
Raccordement	par borne à vis
Entretien	nul
Fonctions annexes	contact 10 A fermé à l'obscurité

25

OBSTA

OBSTA080925 - Document sujet à modification sans préavis



DET NORSKE VERITAS

CERTIFICAT DE TYPE

SWT-3.0-113 DD

TC-230701-A-0

Numéro de certificat de type

22/03/2013

Date de délivrance

Fabricant :
Siemens Wind Power A/S
 Borupvej 16
 DK-7330 Brande

Limite de validité : 22/03/2018

La conformité a été évaluée selon **IEC 61400-22 : 2010 "Turbines éoliennes - Partie 22 : Test de conformité et certification"**.

Ce certificat atteste la conformité aux normes IEC 61400-1 éd. 3: 2005, y compris A1, et IEC 61400-22 relatives à la conception et à la fabrication.

Documents de référence :

Rapport final d'évaluation	PD-2307-15N96DX-20
Attestation de conformité de la base de conception :	DB-230701-A-0
Attestation de conformité de l'évaluation de la	DE-230701-A-0
Attestation de conformité des essais de type :	TT-230701-A-0
Attestation de conformité de la fabrication :	MC-230701-A-0

Spécification de la turbine éolienne :

Classe WT IEC : HA. Pour plus d'informations, consulter l'annexe 1 du présent certificat.

Date : 22-03-2013

Christer Eriksson

Représentant de la direction
 Det Norske Veritas, Danmark A/S

DANAK

PROD Reg. no 7031

Date : 22-03-2013

Trine Bjerre Pedersen

Directeur de projet
 Det Norske Veritas, Danmark A/S

DET NORSKE VERITAS
 DANMARK A/S
 TC-230701-A-0
 CERTIFICAT DE TYPE



ANNEXE 1 - SPECIFICATION DE TYPE DE TURBINE EOLIENNE

Généralités :

Classe IEC WT selon IEC 61400-1 éd. 3: 2005 y compris A1 :	IIA
Diamètre du rotor :	113 m
Puissance nominale :	3000 kW
Vitesse du vent nominale	12 m/s
Hauteur(s) moyeu :	93 m
Plage de vitesse du vent en fonctionnement Vin-Vout :	3 – 25 m/s
Durée de vie théorique :	20 ans

Conditions de vent :

V _{réf} (hauteur moyeu) :	42,5 m/s
V _{moyenne} (hauteur moyeu) :	8,5 m/s
I _{réf} selon IEC 61400-1 éd. 3: 2005, y compris A1 :	0,16
Inclinaison moyenne du flux :	8°

Conditions de réseau électrique :

Tension nominale fournie et plage :	10,5 kV ou 22 kV ±10 %
Fréquence nominale fournie et plage :	50 Hz ou 60 Hz +4 %/-6 %
Déséquilibre de tension :	10 %
Durée maximale des interruptions du réseau électrique :	aucune limite lorsque les exigences énoncées dans les manuels sont respectées
Nombre d'interruptions du réseau électrique par an :	maximum 1000 par an

Autres conditions environnementales (quand elles sont prises en compte) :

Densité de l'air :	1225 kg/m ³
Plage de température normale selon IEC 61400-1 éd. 3 :	-10 °C à +40 °C
Extension spécifiée par Siemens Wind Power :	-20 °C à +40 °C
	détarage de la turbine au-dessus de +35 °C
Fourchette de température extrême :	-25 °C à +50 °C
Humidité relative :	extérieure : 100 % à l'intérieur de la nacelle du rotor : max. 95 %
Rayonnement solaire :	1000 W/m ²
Description du système de protection contre la foudre :	conception conforme à IEC 62305 et IEC 61400-24
Classe de corrosion :	surfaces externes : C3 selon ISO 12944 surfaces internes : C3 selon ISO 12944

DET NORSKE VERITAS
DANMARK A/S
TC-230701-A-0
CERTIFICAT DE TYPE




Principaux composants :

Type de pale :	Siemens Wind Power A/S, B55-01
Type de génératrice :	Siemens Wind Power A/S, DD22 (3,0 MW)
Système de contrôle :	Siemens Wind Power A/S, SICS
Type de tour :	HH 93 : 3.0-T92.5-02
Ascenseur de service :	Power Climber, Sherpa RD
Levage :	Liftket, STAR 050/95 Johs. Pedersen Maskinfabrik A/S, Jib Service Crane Version 2.

ANNEXE 2. EXIGENCES GÉNÉRALES EN MATIÈRE DE TRANSPORT, D'ACCÈS ET DE LEVAGE

CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE :
SPECIFICATION VESTAS FRANCE POUR LA CONCEPTION DES AMENAGEMENTS POUR LE MONTAGE ET L'EXPLOITATION DES EOLIENNES VESTAS

Domaine d'application : Toutes éoliennes Vestas en France dont la hauteur de Hub est inférieure ou égale à 129.00m


CLASS 1	
----------------	---

DOCUMENT: VER 10E SPCWRE01	CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE
ISSUING ON 01/09/2014	DESCRIPTION: SPECIFICATION VESTAS FRANCE POUR LA CONCEPTION DES AMENAGEMENTS POUR LE MONTAGE ET L'EXPLOITATION DES EOLIENNES VESTAS

Cahier des charges, Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes Vestas

Domaine d'application :

Toutes éoliennes Vestas en France dont la hauteur de Hub est inférieure ou égale à 129.00m

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 – VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

Sommaire

1. SPECIFICATION DES ACCES ET PISTES	4
a. Géométrie des pistes	
b. Sur-largeurs et rayons de courbures pour franchissements de virages	
c. Zone de manœuvre pour demi-tour	
d. Zone de croisements	
e. Capacité portante des voies	
2. CONCEPTION ET DIMENSIONS DES PLATE-FORMES	9
a. Méthode de conception et caractéristiques mécaniques	
b. Plate-formes de types V80, V90, V100 et V110, avec HH<95.00m	
c. Plate-formes de types V80, V90, V100 et V110, avec HH≥95.00m	
d. Plate-formes types V112, V117 et V126, avec HH≤129.00m	
3. VIROLES D'ANCRAGE ET ANCHOR CAGES	20
a. Spécification pour la virole d'ancrage	
b. Spécification pour les Anchor Cages	
4. MANUTENTIONS AU PIED DE L'EOLIENNE DES ELEMENTS.....	22
a. Zone de déchargement et de préparation des pales	
b. Déchargement et préparation de la nacelle et/ou du Drive-Train	
c. Zone de déchargement des hubs, cooler-top, nose-cone	
5. CONTROLE ET RECEPTION DES VOIRIES ET PLATE-FORMES	26
a. Procédures préconisées	
b. Remarques complémentaires	
c. Contrôles demandés par Vestas avant réception	
6. BESOINS POUR L'ASSEMBLAGE ET FLECHAGE DE LA GRUE	29
a. Problématique Super-lift pour HH≥95.00m	
b. Assemblage sur site d'une grue de type TC	
c. Assemblage sur site d'une grue de type CC	
d. Assemblage sur site d'une grue de type Télescopique	
e. Assemblage sur site d'une grue de type Narrow-track	
7. BESOINS POUR LE TRANSFERT DE LA GRUE PRINCIPALE	32
a. Grue montée sur pneumatique (type TC/LG ou similaire)	
b. Grue montée sur chenille (type CC/LR ou similaire)	
c. Grue pneumatique télescopique (type AC/ LTM ou similaire)	
d. Grue sur chenilles réduites « Narrow Track » (type NT/ LTR ou similaire)	
e. Accès et calage sur plate-forme surélevée ou encaissée	
8. BESOINS POUR LE STOCKAGE A PIED D'ŒUVRE DES EQUIPEMENTS.....	35
9. BESOINS POUR LES DECHARGEMENTS ET LEVAGE DES ELEMENTS PRINCIPAUX.....	36
a. Déchargement des sections de tours	
b. Opérations de levage d'une tour	
c. Opérations de levage d'une pale	
d. Opération de levage d'une nacelle et/ou du Drive-train	
10. BESOINS POUR LA BASE VIE ET ZONES DE STOCKAGES.....	39
11. SPECIFICATION DES AMENAGEMENTS POUR L'EXPLOITATION	40
a. Besoin pour le personnel et véhicules d'exploitations	
b. Besoin en cas de maintenance curative lourde	

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

Préambule (Objet de principe)

Ce document a pour but d'appréhender les besoins et les préconisations nécessaires au bon déroulement des livraisons, du montage et de l'exploitation des éoliennes Vestas. Ces prescriptions doivent être impérativement respectées afin d'assurer sur site une mise en œuvre des opérations en toute sécurité et dans les meilleures conditions. Ce cahier des charges s'applique au montage d'éoliennes Vestas de puissances multi mégawatt dites de grandes hauteurs.

Dans le cadre d'une activité commerciale, les offres remises par la société Vestas France sont basées sur le respect des spécifications décrites dans le présent document. Si toutes les conditions et prescriptions ne sont pas respectées, elles pourront entraîner de facto une modification et adaptation de nos offres.

Si les conditions requises par la spécification ne peuvent être satisfaites pour quelque raison que ce soit, une solution alternative pourra être étudiée et négociée au préalable en partenariat et en accord entre les parties. Vestas et son Maître d'Ouvrage devront alors considérer la confection d'une nouvelle option qui permettra d'assurer le transport et le montage des éléments en toute sécurité, tout en limitant dans la mesure du possible l'impact du projet et les coûts associés, dans l'intérêt mutuel des partenaires. La dite solution devra être révisée, acceptée et validée par les deux parties avant son exécution effective sur site.

Remarques d'ordre général

Hormis pour les livraisons des inserts et Anchor-cage, toutes les voiries empruntées par les engins et les plate-formes utilisées sur site devront être finalisées, avant tout acheminement des composants éoliens sur le réseau routier public existant. Tous les aménagements confectionnés devront ensuite être maintenus en état tout au long de la période des livraisons et de l'assemblage des machines. Pour les Anchor-cages et les inserts, Vestas pourra exceptionnellement accepter la livraison de ces composants avant la finalisation complète des travaux de terrassement du chantier, dans la mesure où les voiries seront praticables sans risque (carrossables pour camion de type semi-remorque 36t ou équivalent). Cette dérogation reste soumise à l'avis de Vestas.


Préalablement à la signature du contrat, deux documents distincts appelés Site et Road Survey seront élaborés. Ces rapports ont pour but de déterminer les possibles aménagements nécessaires à l'acheminement des composants éoliens jusqu'au chantier, tout en identifiant les spécificités environnementales et technique du projet. Vestas validera ensuite les accès, les plate-formes de montage et les zones de stockage sur plans, le tout en conseillant le Maître d'Ouvrage dans ses choix techniques. Enfin, avant le départ des premiers convois des ports et usines, sur la base des documents de contrôle, Vestas, en coordination avec ses sous-traitants, validera les travaux réalisés sur site au cours de la visite commune de chantier. Cette réunion sera alors réalisée en présence de tous les corps d'états concernés par l'acheminement, le levage et le montage des éoliennes Vestas.

SCPWRD01 VER10E

Page 3 of 41

Copyright © - Vestas France, 770 Av. Alfred SAUVY, Bât. Latitude, 34 470 PEROLS, France, www.vestas.com // issued by MATVI, checked and approved by FRMAL & PHTHO

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

1. Spécification des Accès et pistes

Les exigences techniques à respecter pour le transport routier des composants éoliens Vestas permettant de réaliser un acheminement en toute sécurité des éléments, sont celles énumérées ci-dessous. Elles ont fait l'objet d'études et accords menés en partenariat avec les sociétés de transports et levageurs. Les risques inhérents au non-respect de ses valeurs ne pourront être imputés à la charge et la responsabilité de la société Vestas ou ses sous-traitants.

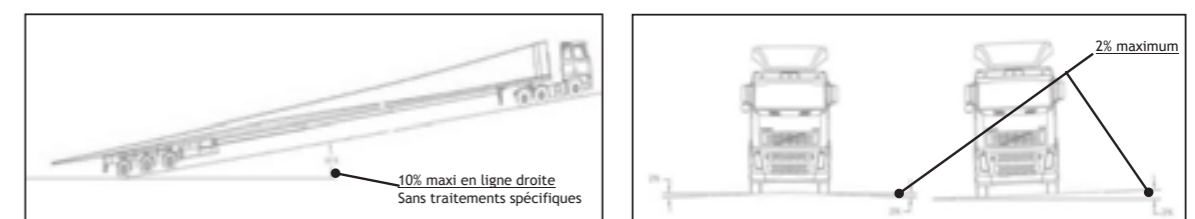
Les pistes et les plate-formes devront être finalisées avant toute livraison lourde des composants éoliens sur site. Elles devront ensuite être maintenues en l'état tout au long de la construction du site. Préalablement à la signature du contrat, Vestas sera consulté pour la réalisation d'une première visite de site qui permettra une validation entre les parties de l'itinéraire interne des convois. La visite commune sur site permettra enfin la validation définitive des infrastructures.

a. Géométrie des pistes

- La largeur des pistes est préconisée à 5,00m de bande roulante.
- Les pentes transversales doivent être inférieures ou égales à 2%.
- Les pentes longitudinales doivent être inférieures à 10%.
- Nous devons compter sur des rayons longitudinaux de 200.00m minimum pour les gabarits de type V90 et moins, contre 250.00m minimum pour les V100 et plus.

A titre exceptionnel, une pente supérieure à 10% pourra être envisagée au cas par cas et sera soumise au préalable à un accord contractuel de la part de Vestas, qui pourrait entraîner une confection de la voirie spécifique et l'utilisation d'équipements de transports particuliers. Les pentes admissibles ci-dessous sont à considérer sur un tronçon de voiries en ligne droite, sans obstacles pouvant nécessiter l'arrêt du chargement et circulations civiles. De manière générale, proscrire en zones pentues l'utilisation d'enduits superficiels (monocouche, bicouches...).

- Pentes longitudinales de 10% à 14% : Mise en œuvre d'une couche bitumée ou similaire, sur-largeur de la voirie à 6.00m et ajout de tireurs et/ou pousseurs supplémentaires.
- Pentes longitudinales de 14% à 16% : Mise en œuvre d'une couche bitumée ou similaire, sur-largeur de la voirie à 6.00m, manipulations des composants sur zones aménagées et utilisation d'équipements de transport spécifiques, type remorques modulaires ou similaires avec ajout de tireurs et/ou pousseurs supplémentaires.
- Pentes longitudinales de plus de 16% : Non viable.



Figures 1 : Pentes longitudinales et transversales pour le transport

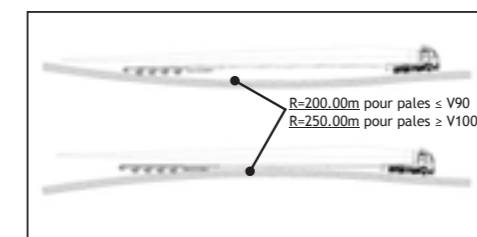



Figure 2 : Rayons longitudinaux

SCPWRD01 VER10E

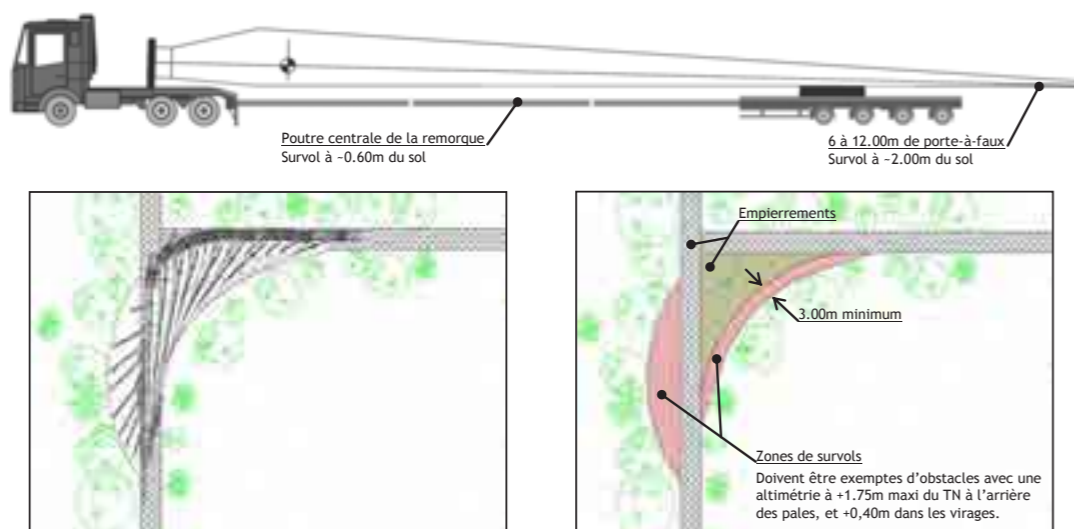
Page 4 of 41

Copyright © - Vestas France, 770 Av. Alfred SAUVY, Bât. Latitude, 34 470 PEROLS, France, www.vestas.com // issued by MATVI, checked and approved by FRMAL & PHTHO

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

En raison des longueurs importantes des convois, un déport pour certains chargements est à considérer à l'arrière des remorques, notamment pour les pales. Compter sur un porte-à-faux de 6.00 à 12.00m, pour un survol à environ 2.00m minimum au-dessus du sol (pale transportée à plat). Attention également au surplomb des poutres centrales des remorques lors des franchissements de courbes prononcées et pan-coupés. L'altimétrie dans le virage devra être identique à celle de la voirie, sans obstacles, et ce, jusqu'à 3.00m du bord de la partie roulante.



Figures 3 : Porte-à-faux des pales et zones de survols

Nous devons ensuite compter sur une rugosité quasi parfaite du sol sur l'ensemble des voiries qui seront empruntées par les grues et convois. En considérant un tronçon de voirie de 30.00m, veiller à ce que les aspérités et déformations ne dépassent pas ± 15.00 mm de hauteur.

Prévoir enfin un couloir de passage libre, exempt de tous obstacles, de 5.50m x 5.50m (soit 2.75m à l'axe, de chaque côté de la voirie). Une étude sur site sera réalisée et permettra de définir les zones à défricher, à élaguer, les câbles aériens à enfouir ou rehausser et autres obstacles sur le trajet des convois. Attention, cette zone est à considérer sur les tronçons de voiries en lignes droites exclusivement. Dans les courbes, appliquer les préconisations précédentes concernant les porte-à-faux et aires de survols.

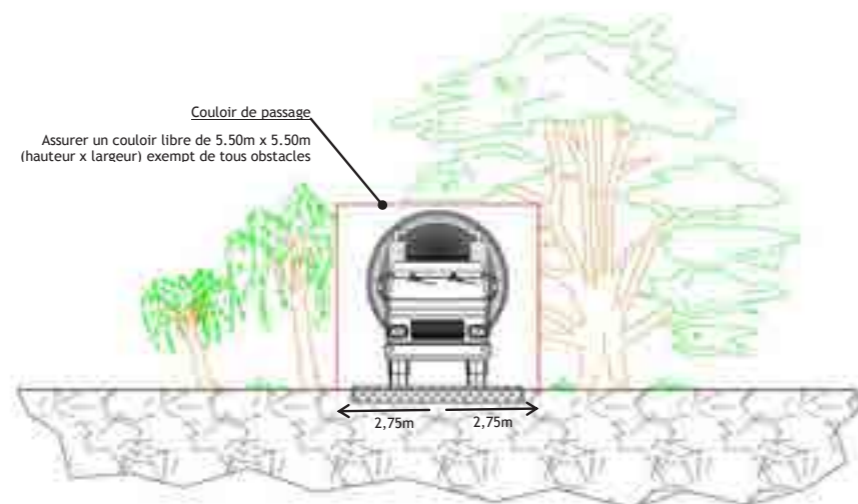


Figure 4 : Couloir de passage utile

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

Concernant les passages de grues, convois, forklift et autres engins de chantier sous les réseaux aériens, à titre informatif, la règle de circulation des engins de grandes hauteurs à proximité des ouvrages nus sous tension est la suivante:

$$D \text{ (hauteur de l'ouvrage)} > H \text{ (hauteur hors tout du véhicule)} + T$$

Avec :

T = 3.00m pour les lignes électriques aériennes dont la tension est inférieure à 50kV.

T = 5.00m pour les lignes électriques aériennes dont la tension est supérieure à 50kV.

Veiller à localiser avec précision les réseaux existants, aériens ou enterrés, les infrastructures gazières, pétrolières ou hydrauliques. La fourniture des plans à jour avant la réalisation du chantier, et les éventuels aménagements ou déplacements d'ouvrages seront à la charge et sous la responsabilité du Maître d'Ouvrage. L'utilisation de gabarits de passages en entrée et sortie des traversées de lignes aériennes sur site pourra être prescrite.

b. Sur-largeurs et rayons de courbures pour franchissements de virages

La mise en œuvre de pan-coupés ou la confection de sur-largeurs sont nécessaires au niveau des intersections de voiries et courbes prononcées. Le dimensionnement de ces aménagements est étroitement lié au type de machine transporté, à l'angle de développement du virage ou carrefour existant, et à la largeur effective des voiries. Concernant les portances de ces ouvrages, nous devons veiller à ce que les caractéristiques mécaniques y soient identiques à celles prescrites pour les voies d'accès.

Dans le cas où l'angle formé et particulièrement fermé, nous préconisons alors la confection d'une bande de roulement qui permet de réduire notablement l'envergure de l'aménagement et donc l'impact lié aux travaux. Attention, les zones de survols balayées par les porte-à-faux des éléments à l'arrière des convois et les survols des poutres centrales ne sont pas considérées. Il conviendra donc de les étudier indépendamment, Cf. Page 5 - Géométrie des pistes. Enfin, les valeurs ci-dessous sont prescrites pour le transport des pales. Dans quelques rares cas, suivant la configuration de la tour de la machine et les difficultés d'accès que nous pourrions rencontrer pour rejoindre le chantier, les dimensions de ces aménagements pourraient être revues à la hausse, en fonction des remorques utilisées.

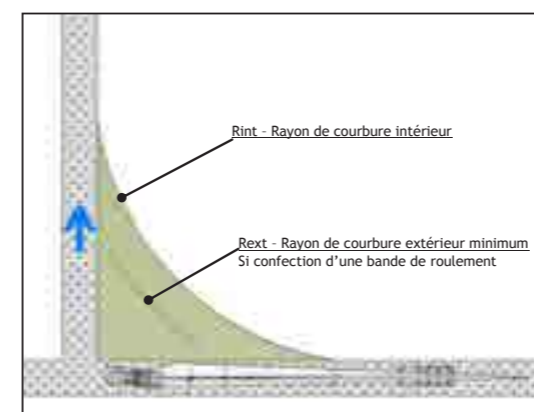


Figure 5 : Intersections de voiries / pan-coupés

WTGS	Rint (m)	Rext (m)
		Si bande de roulement
V126	54,00	60,00
V117	48,00	54,00
V112	43,00	49,00
V110	42,00	48,00
V100	40,00	46,00
V90	34,00	40,00
V80	32,00	38,00

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

c. Zone de manœuvre pour demi-tour

Il est nécessaire de prévoir des zones de manœuvres, pour que les camions puissent ponctuellement faire demi-tour. Etant étroitement liées aux designs des accès du chantier et à la configuration des voiries existantes, les localisations de ces zones seront étudiées au cas par cas directement sur site, en partenariat et en accord avec le Maître d'Ouvrage. Idéalement et de manière générale, les convois et grues doivent pouvoir accéder aux plate-formes en marche-avant et en marche-arrière. Les caractéristiques mécaniques de ces zones devront être identiques aux pistes et pan-coupés confectionnés ou réhabilités sur site.

Généralement constituées de deux pan-coupés, Vestas devra être consulté pour l'implantation et le dimensionnement des aires de demi-tours. Les manœuvres de recul, y compris à vide, devront être dans la mesure du possible évitées. A défaut, veiller à les limiter à des distances réduites et à des tronçons de voiries sans obstacles ni pentes.

d. Zone de croisements

Dans certaines configurations de chantier, il est nécessaire de prévoir une zone de croisement (également appelée zone tampon ou voie de délestage). Cet espace libre stabilisé en bord de voirie permet aux convois de se croiser lorsque la plate-forme est en bout-de-piste, ou dans le cas d'un chantier accessible par une unique voirie. Ces couloirs sont également préconisés le long des routes ouvertes pour le stationnement des convois en attente, avant leurs transferts vers les plate-formes. Ces zones doivent être réalisées en même temps que les pistes et devront compter sur des caractéristiques identiques.

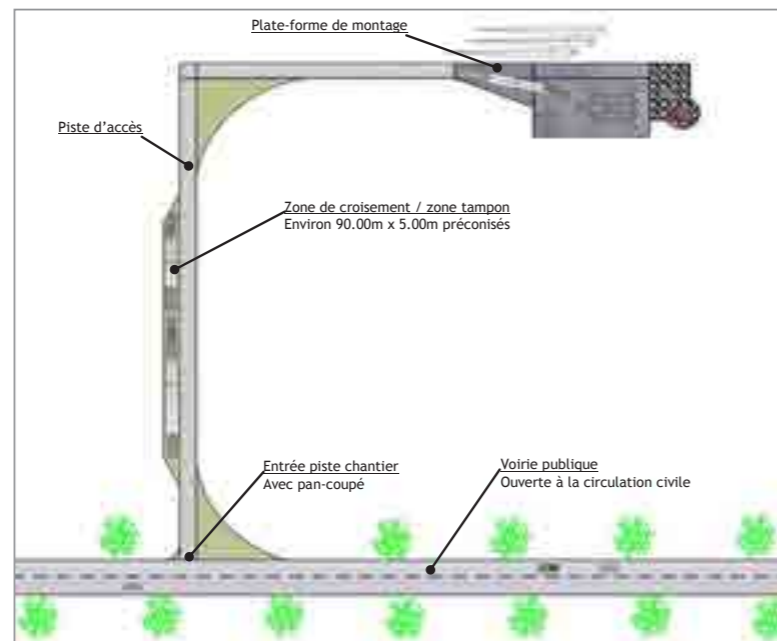


Figure 6 : exemple zone de croisement / zone tampon


S'il y a lieu, Vestas devra être consulté pour le dimensionnement et la localisation de ces zones tampons. Il est généralement possible d'éviter leurs confections en profitant sur site des voies d'accès et plate-formes non utilisées.

SPCWRE01 VER10E

Page 7 of 41

Copyright © - Vestas France, 770 Av. Alfred SAUVY, Bât. Latitude, 34 470 PEROLS, France, www.vestas.com // issued by MATVI, checked and approved by FRMAL & PHTHO

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

e. Capacité portante des voies

Les pistes d'accès seront constituées d'une couche de renforcement, capable de supporter le trafic et le travail des engins lourds, de façon pérenne et sécurisée pendant toute la durée du chantier.

Pour rappel, lors de la réalisation des pistes, une étude géotechnique devra caractériser le sol sur lequel les routes du parc seront construites. Des échantillons de sol sont soumis à des tests en laboratoire pour caractérisation du terrain (granulométrie, plasticité, compacté à 98% à l'essai Proctor, etc.) et plus particulièrement un essai CBR. Ces tests seront complétés par des essais à la plaque in-situ. Dans les cas où il n'est pas possible d'atteindre les valeurs minimales CBR, les voies doivent être améliorées par l'application de la technique la plus appropriée (traitement à la chaux ou au ciment, empierrement, etc.) en fonction du type de sol. Le gravier utilisé doit avoir une faible plasticité afin d'éviter la formulation de boue sous la pluie. En aucun cas, accepter une grave avec un indice de plasticité supérieur à 9. Les voies internes et les accès au parc éolien seront ensuite dimensionnés pour supporter une reprise à l'effort de 12T à l'essieu par temps sec ou humide (dans le cas d'une grue télescopique à forte capacité, une reprise de 18T à l'essieu permettra un transfert inter-éolien simplifié, Cf. Page 33 - Grue pneumatique télescopique).

Les voies d'accès doivent pouvoir reprendre une pression de 4 bars aux ELU (0,4 MPa) en tout point, être carrossables par tout temps et avoir un module de compressibilité à court et long terme de :

PISTE EN MATERIAUX GRANULAIRES (GNT) :

- Coefficient de Westergaard $K_w \geq 60$ MPa/m
- Module $EV_2 \geq 70$ MPa

PISTE TRAITEE AU LIANT HYDRAULIQUE :

- Coefficient de Westergaard $K_w \geq 70$ MPa/m
- Module $EV_2 \geq 90$ MPa

Veiller enfin à considérer l'évacuation des eaux. Des drainages devront être ponctuellement aménagés pour assurer l'écoulement des eaux de pluie. Il devra s'agir de fossés, cunettes, ouvrages revêtus ou non. Dans le cas de la présence avérée de zones humides ou lorsque le terrain ne permet pas les écoulements de manière naturelle vers des exutoires, la réalisation d'un bassin de rétention ou système de drainages spécifiques pourrait être nécessaire. L'action d'évacuer les eaux naturelles contribue à garantir la pérennité des ouvrages. Une réception contradictoire sera réalisée préalablement entre les parties avant l'arrivée des premiers convois et engins sur site.



Figure 7 : exemple cunette réalisée en bordure de voirie

SPCWRE01 VER10E

Page 8 of 41

Copyright © - Vestas France, 770 Av. Alfred SAUVY, Bât. Latitude, 34 470 PEROLS, France, www.vestas.com // issued by MATVI, checked and approved by FRMAL & PHTHO

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

2. Conception et dimensions des plate-formes

a. Méthode de conception et caractéristiques mécaniques

La plate-forme de montage doit être constituée d'une couche de renforcement, capable de supporter le trafic et le travail des engins lourds de façon pérenne et sécurisée. Sa réalisation doit donc être assurée par une série d'investigations, de calculs et de contrôles. Cette conception doit être intégrée dans l'étude de projet (mission G2 de la norme NF P 94-500) confiée au géotechnicien chargé du dossier. Cette étude devra renseigner :

- les caractéristiques précises des engins prévus.
- les conditions géotechniques du site.
- les vérifications au poinçonnement (sous chenilles ou patins des grues mobiles) et à la déformation (calcul classique voirie super-lourde).
- la constitution de la couche de forme (nature, matériaux prévus, épaisseurs).
- toutes les dispositions constructives nécessaires (géo-synthétique, drainage ...).
- méthodologie d'exécution.

Si nécessaire, une campagne d'investigation spécifique sera réalisée au droit de la plate-forme de montage, basée sur les recommandations professionnelles des investigations en mission G12 publiées par le Moniteur. Cette réception doit être contradictoire entre l'entreprise utilisatrice et l'entreprise constructrice de la plate-forme de travail, le tout, sous le contrôle du Maître d'ouvrage ou de l'entreprise générale. La réception de la plate-forme sera donc effectuée sous le contrôle de la société Vestas, sur la base d'essais à la plaque et mesures en laboratoire démontrant que les valeurs ci-dessous ont été atteintes en tout point :

PLATE-FORME EN MATERIAUX GRANULAIRES (GNT) :

- Un dévers latéral et longitudinal réduit à 2% maximum de pente (sauf dans le cas d'une grue CC: 0% de pente)
- Contrainte admissible au poinçonnement : $\sigma_p(\text{ELU}) \geq 0,55 \text{ MPa}$ (5,5 bars)
- Coefficient de Westergaard $K_w \geq 70 \text{ MPa/m}$
- Module $\text{EV}_2 \geq 90 \text{ MPa}$ (portance)
- $\text{EV}_2/\text{EV}_1 < 2$
- Compacité > 98,5 % de l'OPN
- carrossable par tous temps

PLATE-FORME TRAITEE AU LIANT HYDRAULIQUE, IDEM GNT, SAUF POUR :

- Coefficient de Westergaard $K_w \geq 80 \text{ MPa/m}$
- Module $\text{EV}_2 \geq 120 \text{ MPa}$ (portance)
- Résistance à la compression $R_c > 1 \text{ MPa}$ à 7 jours
- Résistance au gel : $R_{tb} > 0,25 \text{ MPa}$ à 28 jours

Enfin, comme notifié, plusieurs dispositions sont à prendre en compte pour l'écoulement des eaux (confection de pentes au niveau des plate-formes pour l'écoulement des eaux pluviales, sauf dans le cas de l'utilisation d'une grue CC, des fossés latéraux reliés à des exutoires, des drains dans les cas les plus critiques, etc...). Les plate-formes en matériaux granulaires peuvent être horizontales mais la P.S.T (partie supérieure au terrassement) devra alors être profilée avec des pentes de 0,5 à 2 % permettant l'évacuation de l'eau des remblais granulaires. La plate-forme livrée devra justifier que des dispositifs appropriés ont été mis en place selon les recommandations du géotechnicien, pour assurer une évacuation des eaux superficielles qui peuvent nuire à la pérennité de l'ouvrage.

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	





b. Plate-formes de types V80, V90, V100 et V110, avec HH<95.00m

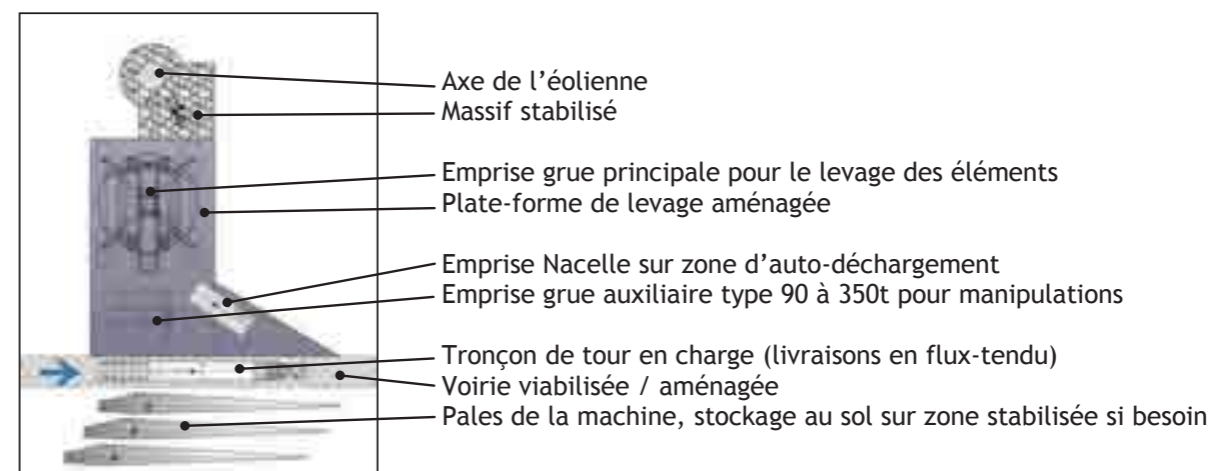
Les dimensions et schémas des plate-formes en pages suivantes correspondent aux montages d'éoliennes de type V80, V90, V100 et V110 pour lesquelles les hauteurs de hub ne dépasseront pas 95.00m. L'emplacement, le gabarit et le poids des éléments éoliens et engins renseignés sur les plans sont donnés à titre indicatif.

Remarques de manière générale :

- Hormis pour les fûts qui sont normalement livrés en flux-tendu, et les pales stockées aux abords de la plate-forme, les éléments éoliens seront tous stockés sur le pad de travail aménagé pour le montage de la turbine.
- L'ensemble de la plate-forme devra compter une altimétrie et des résistances mécaniques identiques en tous points, y compris au niveau des excroissances, pan-coupés et languettes de déchargements prévus pour les déposes et le stockage des nacelles, qui devront faire intégralement partie de la plate-forme.
- Les sections de pistes tangentées à la plate-forme doivent être au même niveau que la zone de levage. Les cassures et pentes prononcées sont prohibées.
- L'aménagement autour du massif pour le chariot élévateur et techniciens sur site, situé au pied de l'éolienne devra être nivelé et stabilisé, de manière à assurer un accès à la machine en toute sécurité. Cf. Page 35, Besoins pour le stockage à pied d'œuvre des équipements.

Légende des zones de travaux et éléments


-  : Plate-forme de stockage, manutention et levage des éléments éoliens
-  : Pistes et voiries existantes, viabilisées ou créées pour les engins et grues
-  : Aménagement nivelé et stabilisé autour du massif de l'éolienne pour véhicules légers
-  : Zone de stockage des pales



ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

- Plate-forme perpendiculaire à la piste d'accès avec languette de déchargement

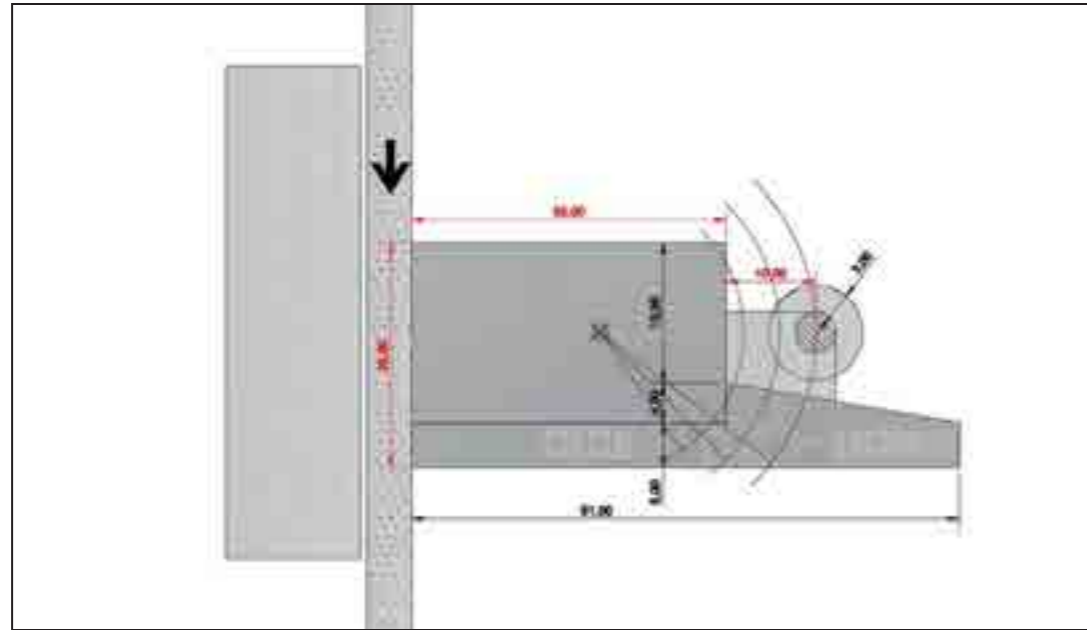


Figure 8 : plate-forme perpendiculaire à la piste d'accès option A

- Plate-forme en bout de piste avec languette de déchargement

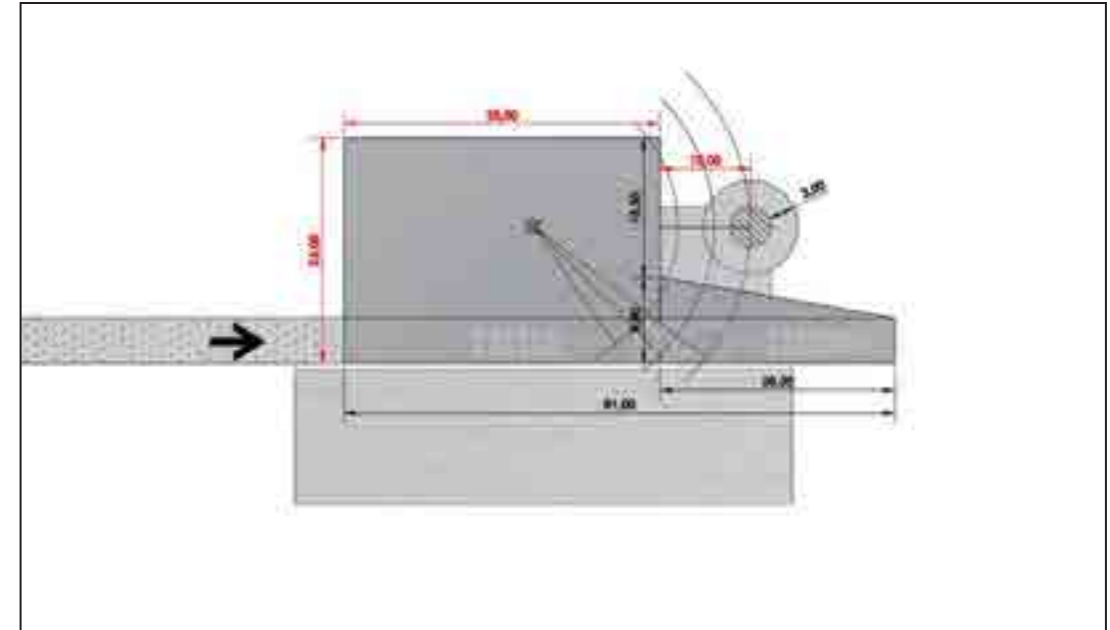


Figure 10 : plate-forme en bout de piste option A

- Plate-forme perpendiculaire à la piste d'accès avec pan-coupé

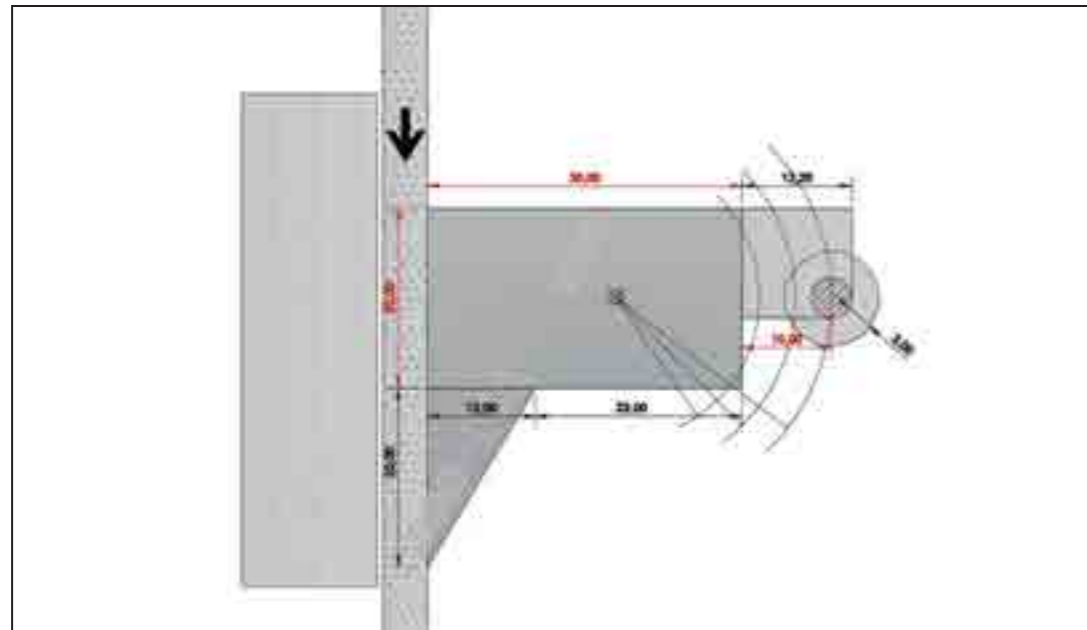


Figure 9 : plate-forme perpendiculaire à la piste d'accès option B

- Plate-forme en bout de piste avec pan-coupé

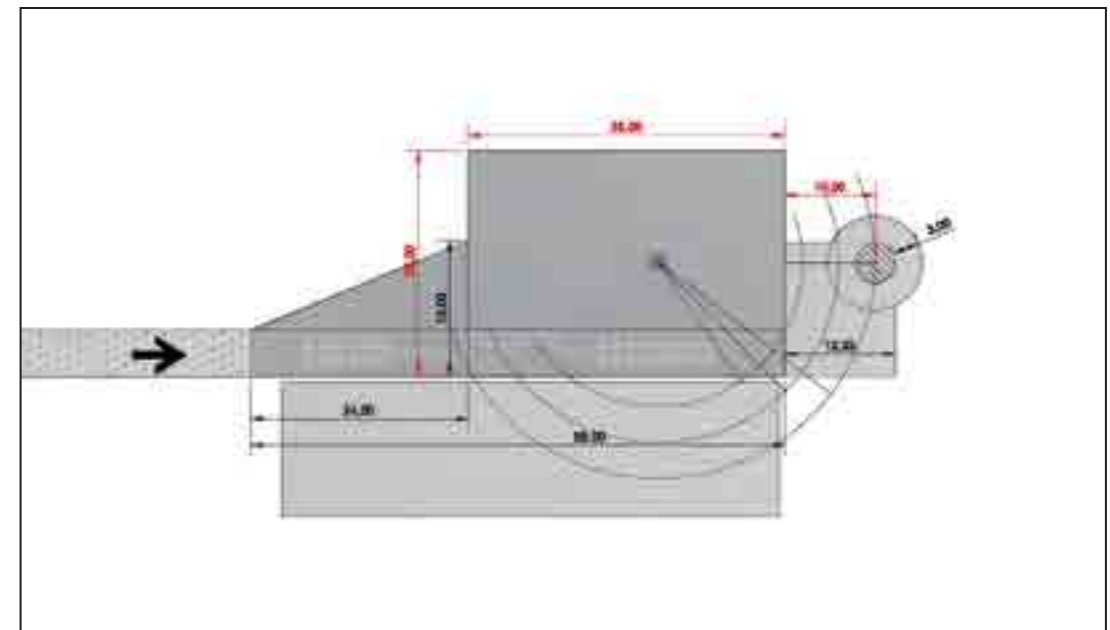



Figure 11 : plate-forme en bout de piste option B

SPCW001 VER10E

SPCW001 VER10E

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

- Plate-forme parallèle à la piste d'accès

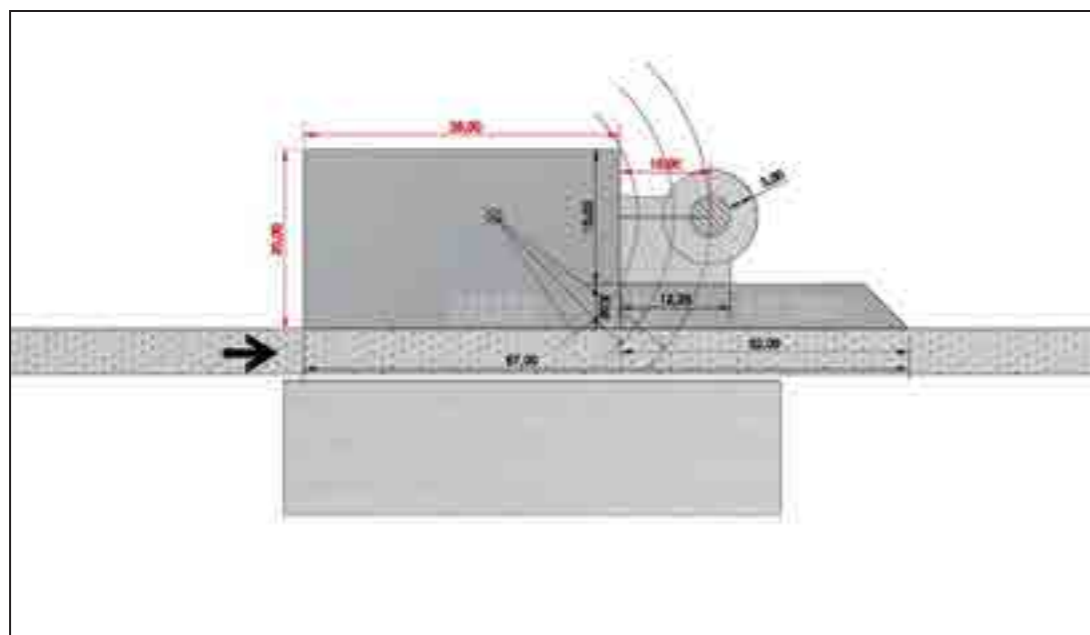


Figure 12 : plate-forme parallèle à la piste d'accès

De manière générale et eu égard aux chantiers déjà réalisés, nous préconisons vivement la confection de pan-coupés à la place de languettes de déchargement pour les nacelles (Cf. pages 11 et 12 figures 9 et 11).

Ces designs permettent alors de pallier à plusieurs contraintes :

- Contrairement aux configurations avec languette de déchargement, les pan-coupés assurent une réalisation de la plate-forme en une seule phase, ce qui permet généralement d'obtenir une structure homogène de meilleure qualité. A défaut, la confection des languettes doit se faire en deux temps après remblaiement du massif.
- Le déchargement de la nacelle s'effectue sur le pan-coupé ou le long de la plate-forme, et non plus sur la languette. Ce qui permet d'éviter la dépose de charges sur, ou aux abords de la fondation et du massif, en plus de la masse du remblaiement.
- L'emprise des travaux nécessaires à la confection du pan-coupé est moins conséquente que celle de la languette. La surface de la plate-forme est donc réduite et l'impact du projet minimisé.
- La sécurité est accrue lors des déchargements et assemblage des éléments, et les passages de convois et grues sont facilités.

Vestas préconise donc vivement l'utilisation des pan-coupés. Les aménagements de voiries, zones de stockages, élargissements de courbes et plate-formes du site devront faire l'objet d'une validation sur plan de la part de nos services avant la mise en œuvre des ouvrages.

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014






ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

c. Plate-formes de types V80, V90, V100 et V110, avec HH≥95.00m

Les dimensions et schémas des plate-formes ci-dessous correspondent aux montages d'éoliennes de type V80, V90, V100 et V110 dont la hauteur de hub sera supérieure à 95.00m. L'emplacement, le gabarit et le poids des éléments éoliens et engins renseignés sur les plans sont donnés à titre indicatif.

Contrairement aux machines Vestas dont la hauteur de hub sera inférieure à 95.00m, l'utilisation d'une grue avec Super-lift sera ensuite nécessaire pour le relevage de la flèche et l'assemblage des composants éoliens (Cf. page 30 - Besoins pour l'assemblage et fléchage de la grue). Le cas échéant, la zone d'assemblage et l'aire de survol de ces contrepois supplémentaires ajoutés à l'arrière de l'engin devront être aménagées. Il devra s'agir d'une sur-largeur située le long de la plate-forme d'environ 175.00 à 350.00m² stabilisée, exempte de tous obstacles, au même niveau que le pad empierré, sans pente ni cassure (assurer une reprise d'environ 12t/m² sur la zone d'assemblage des ballasts). Dans la mesure où le versant de la plate-forme choisi pour la confection de cette sur-largeur est directement lié à l'orientation du fléchage, ces zones devront faire l'objet d'une validation de la part de Vestas et son levageur. Attention, le massif stabilisé devra alors être au même niveau que la plate-forme.

Légende des zones de travaux et éléments

-  : Plate-forme de stockage, manutention et levage des éléments éoliens
-  : Pistes et voiries existantes, viabilisées ou créées pour les transports, engins et grues
-  : Aménagement nivelé et stabilisé autour du massif de l'éolienne pour véhicules légers
-  : Zone de stockage des pales
-  : Excroissance plate-forme en sus pour assemblage et survol du Super-lift

- Plate-forme perpendiculaire à la piste d'accès avec languette et sur largeur

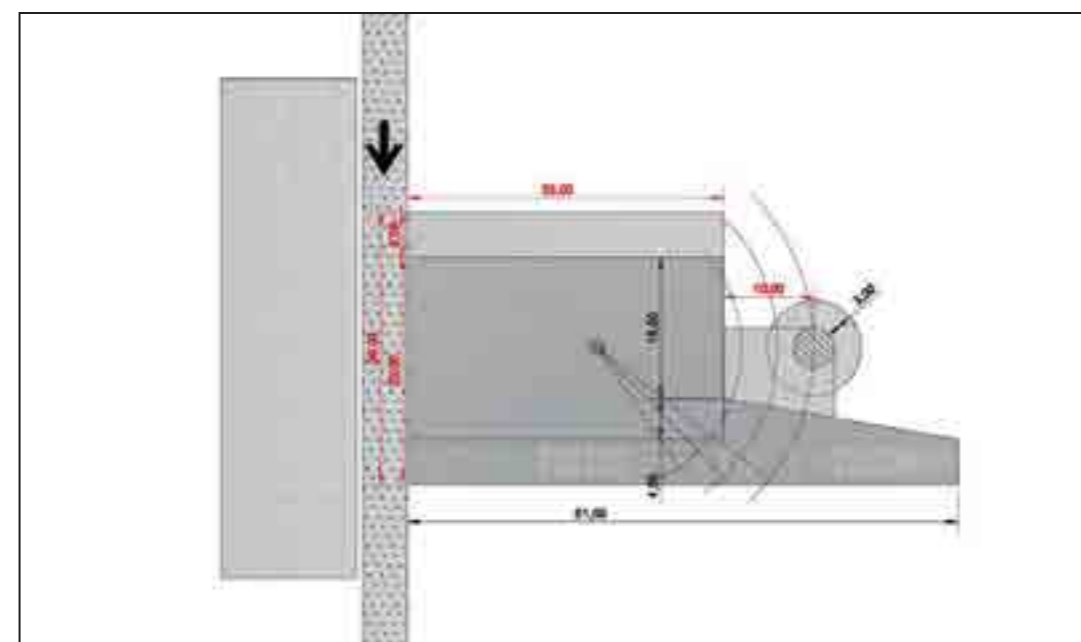


Figure 13 : plate-forme perpendiculaire à la piste d'accès avec sur largeur option A

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

- Plate-forme perpendiculaire à la piste d'accès avec pan-coupé et sur largeur

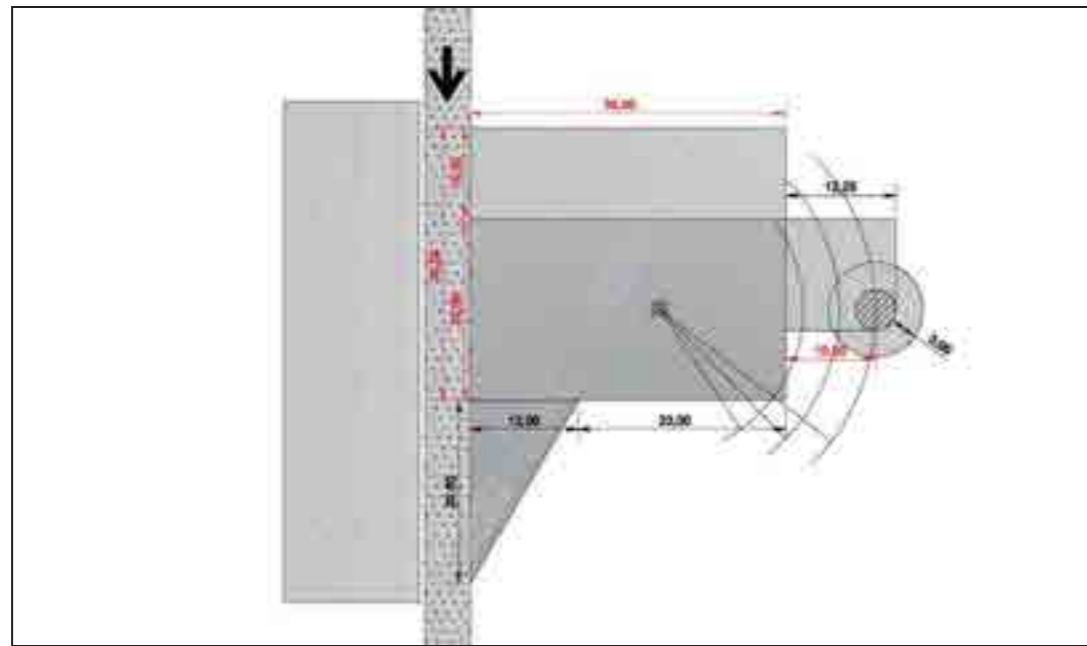
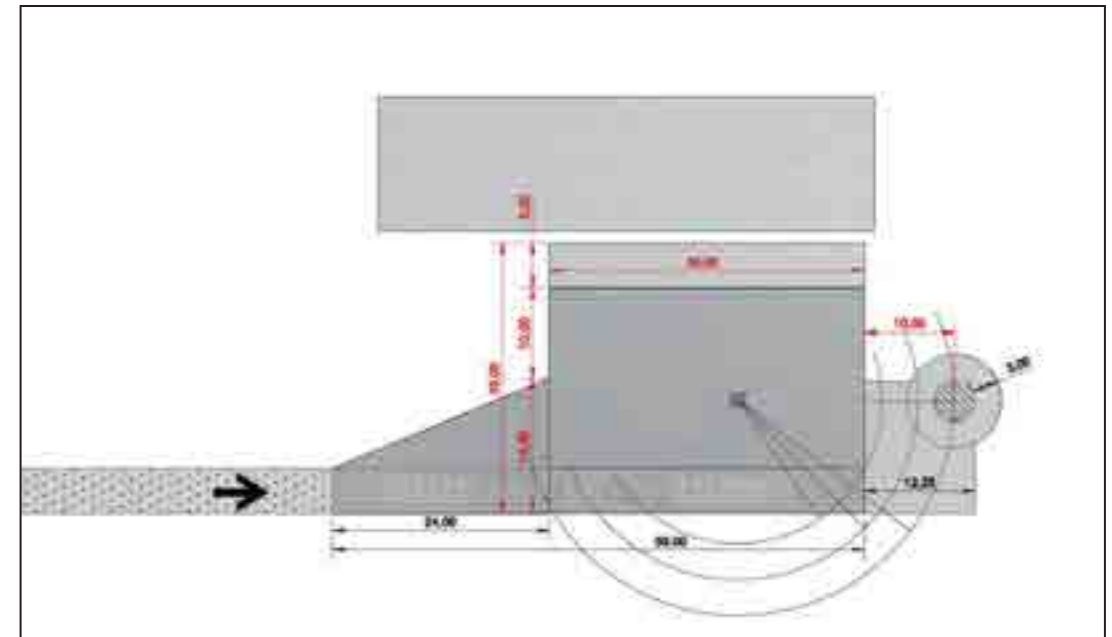


Figure 14 : plate-forme perpendiculaire à la piste d'accès avec sur largeur option B

- Plate-forme en bout de piste avec pan-coupé et sur-largeur



Figures 16 : plate-forme en bout de piste avec sur-largeur option B

- Plate-forme en bout-de-piste avec languette et sur largeur

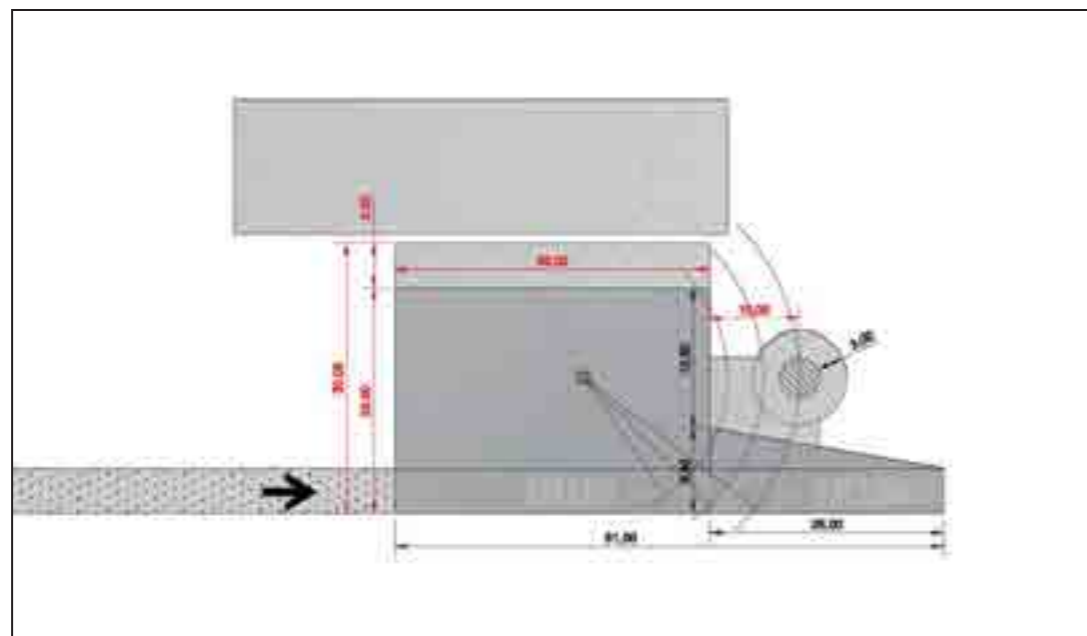


Figure 15 : plate-forme en bout de piste avec sur-largeur option A

- Plate-forme parallèle à la piste d'accès et sur-largeur

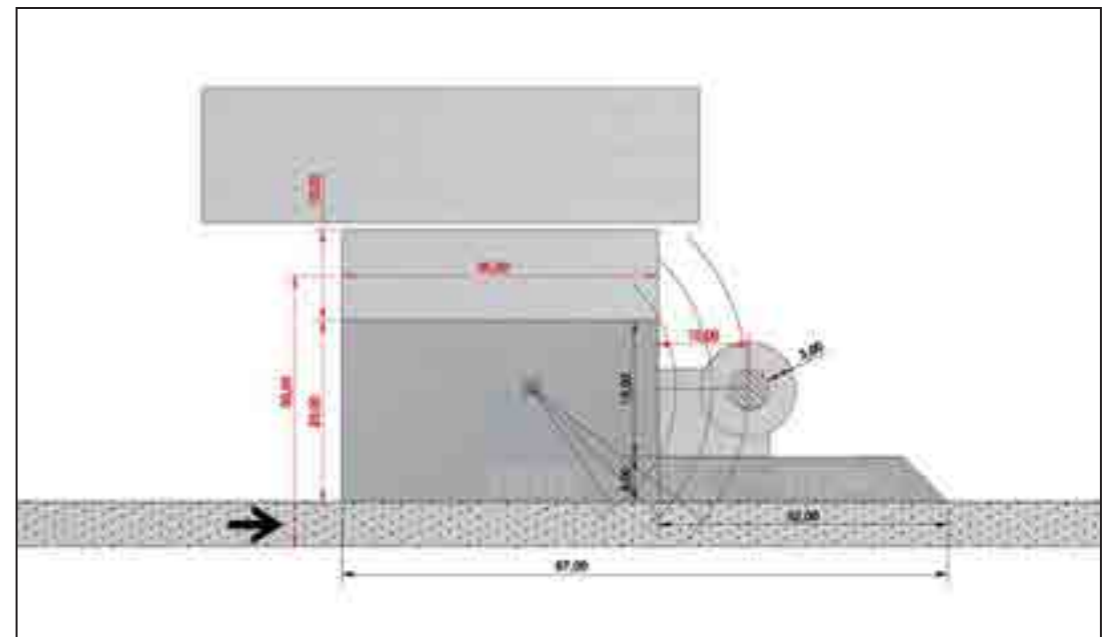


Figure 17 : plate-forme parallèle avec sur-largeur

SPCWRE01 VER10E

SPCWRE01 VER10E

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

d. Plate-formes types V112, V117 et V126, avec $HH \leq 129.00m$

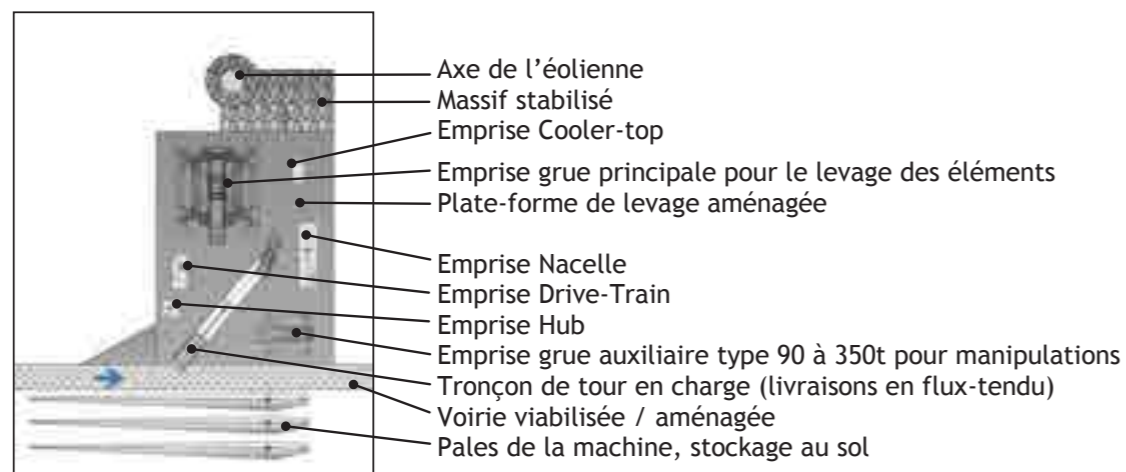
Les dimensions indiquées dans les schémas de plateformes correspondent aux montages d'éoliennes de type V112, V117 et V126, pour lesquelles les hauteurs de hub ne dépasseront pas 129.00m. L'emplacement, le gabarit et le poids des éléments éoliens et engins renseignés sur les plans sont donnés à titre indicatif.

Remarques d'ordre général :

- Hormis pour les pales et fûts, les éléments éoliens seront tous stockés sur le pad de travail aménagé pour le montage de la turbine.
- L'ensemble de la plate-forme devra comporter une altimétrie et des résistances mécaniques identiques en tous points.
- Les déchargements des nacelles, drive-trains et hubs seront réalisés à l'aide d'une grue. Exceptionnellement, des équipements de déchargements spécifiques de fourniture Vestas appelés Jacking-System pourraient être également mobilisés sur site.
- La manutention au sol des éléments est nécessaire, en vue de leurs préparations avant levage. Chaque colis stocké sur le pad devra ainsi être accessible aux techniciens sur site et aux chariots élévateurs pour la préparation et l'assemblage des composants.
- Les sections de pistes tangentes à la plate-forme doivent être au même niveau que la zone de levage. Les cassures et pentes même légères sont prohibées.
- L'aménagement autour du massif pour le chariot élévateur et techniciens sur site, situé au pied de l'éolienne devra être nivelé et stabilisé, de manière à assurer un accès à la machine en toute sécurité. Cf. Page 35, Besoins pour le stockage à pied d'œuvre des équipements. Attention, pour un fléchage de la grue souhaité dos à l'éolienne, cette zone devra être au même niveau que la plate-forme pour permettre l'assemblage des éléments de la grue (à confirmer suivant la configuration de la plate-forme, le pré assemblage ou non des éléments au sol et le modèle de la grue).
- Enfin, l'utilisation d'un Super-lift pourrait nécessiter l'ajout de zones ponctuellement stabilisées non représentées, dont les réalisations seraient à la charge du Maître d'Ouvrage.

Légende des zones de travaux et éléments

- : Plate-forme de stockage, manutention et levage des éléments éoliens
- : Pistes et voiries existantes, viabilisées ou créées pour les transports, engins et grues
- : Aménagement nivelé et stabilisé autour du massif de l'éolienne pour véhicules légers
- : Zone de stockage des pales



Page 17 of 41

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

- Plate-forme parallèle à la piste d'accès

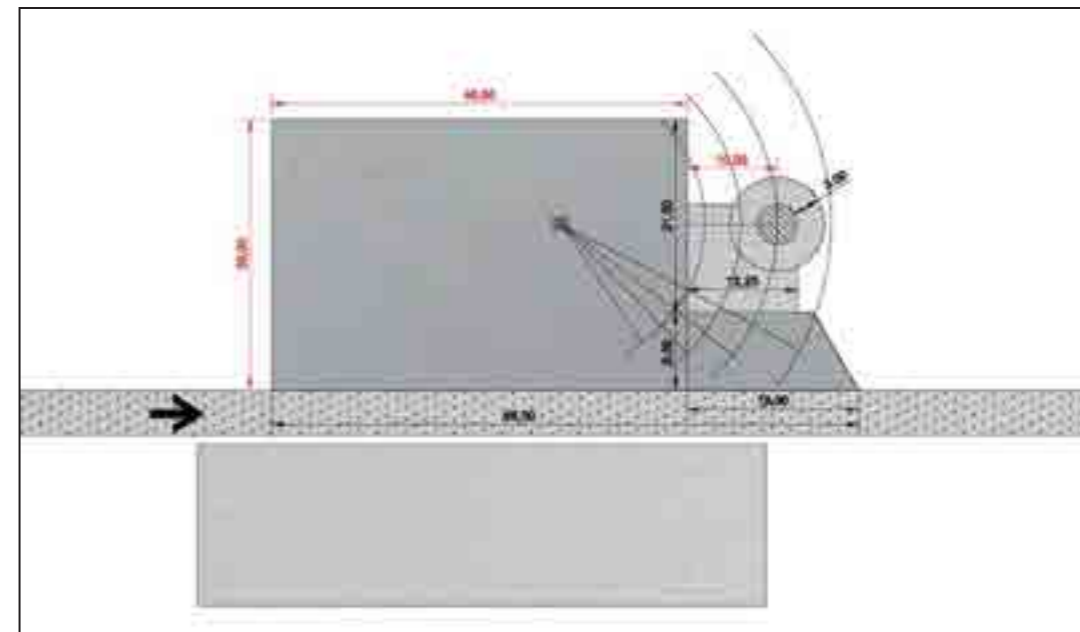


Figure 18 : plate-forme parallèle à la piste

- Plate-forme perpendiculaire à la piste

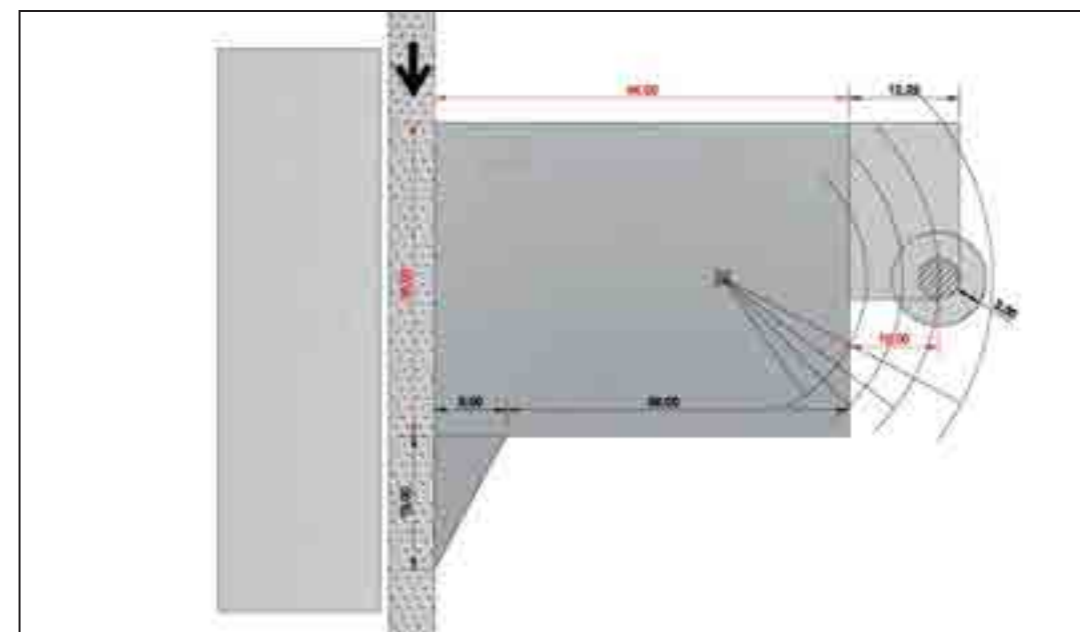


Figure 19 : plate-forme perpendiculaire

Page 18 of 41

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	Vestas
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

- Plate-forme en bout de piste

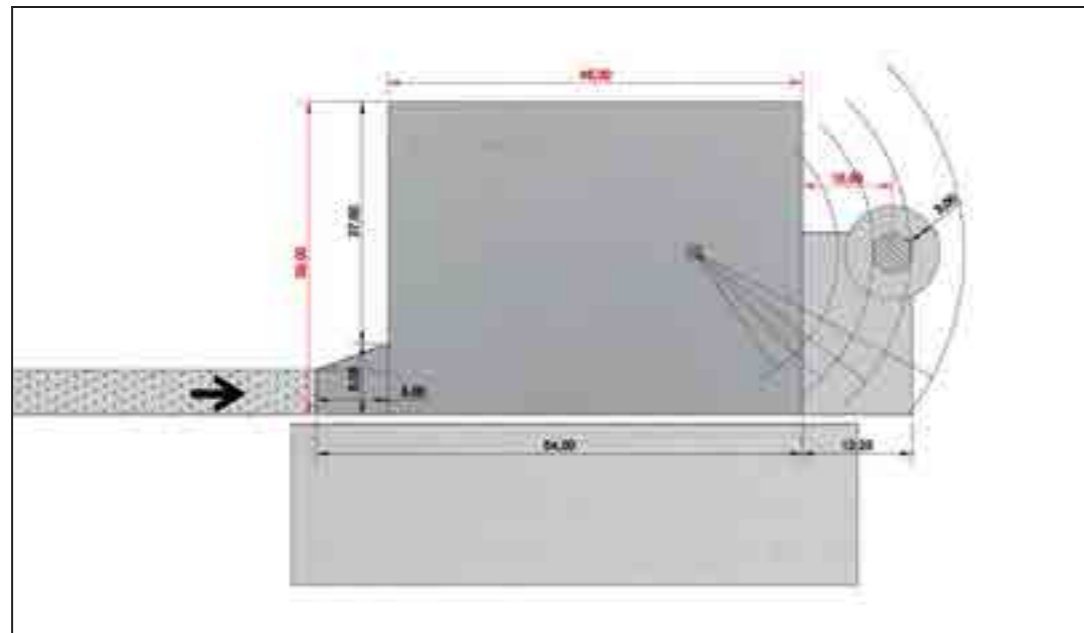


Figure 20 : plate-forme en bout de piste

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	Vestas
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

3. Viroles d'ancrage et Anchor Cages

Bien que l'utilisation d'Anchor Cage tende à être généralisée à l'ensemble des éoliennes Vestas, ponctuellement, les viroles d'ancrage sont encore prescrites sur certains de nos chantiers. Le système qui sera mis en œuvre permettant la transmission des efforts de l'éolienne à la fondation et directement lié aux types de fûts prévus pour le projet.

Attention, nous considérons par défaut une différence de +1.00m maximum entre l'altimétrie de l'embase haute bétonnée de la fondation au niveau du massif et la plate-forme empierrée de l'éolienne. Au-delà de ces 1.00m, le Maître d'Ouvrage devra matérialiser explicitement cette différence de niveau sur les plans, avant leurs validations entre les parties. Cf. Page 35, Besoins pour le stockage à pied d'œuvre des équipements.

a. Spécification pour la virole d'ancrage

Il s'agit d'une pièce monobloc également appelée « Insert » sur laquelle sera assemblée la première section de tour. Pour assurer une parfaite étanchéité de la base intérieure de la tour (dalle béton dans la virole), il convient de positionner la bride supérieure de la virole d'ancrage à 60.00cm au-dessus du TN avec le haut du massif de liaison à 5cm au-dessus du TN (soit la bride à 55.00cm au-dessus du haut du massif de liaison).

Afin d'obtenir la porte d'entrée de l'éolienne face à la plate-forme, il est nécessaire de placer la plaque signalétique de la virole d'ancrage à l'aplomb de la porte. Dans ce cas, les fourreaux pour câble HTA et FO sont placés à 90° à gauche de la porte.

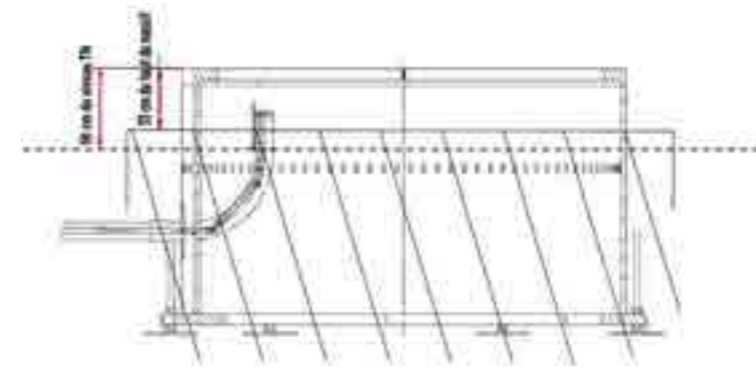


Figure 21 : Virole d'ancrage avec la bride à 55cm

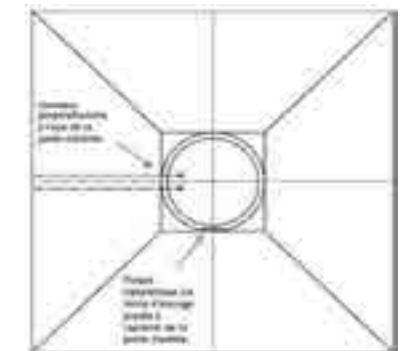


Figure 22 : position porte et câbles HTA

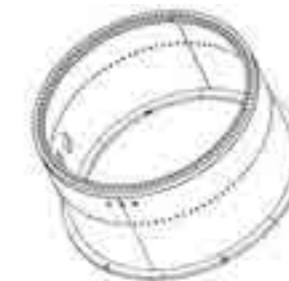


Figure 23 : Illustration Virole d'ancrage

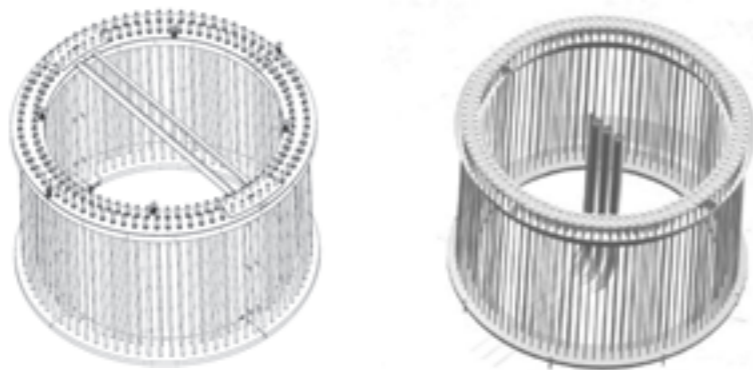
ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

b. Spécification pour les Anchor Cages

Contrairement à la virole, il s'agit d'un kit à monter sur site composé de brides et tiges filetées. L'élément est assemblé près du fond de fouille. Il est ensuite positionné au centre du socle bétonné puis entièrement intégré au ferrailage, avant coulage du massif (voir document Vestas de description générale *réf. Description of Standard Gravity Anchor Foundation*). L'assemblage et le montage de l'Anchor cage sur site seront réalisés par le Maître d'Ouvrage, conformément à la procédure de montage Vestas *réf. Assembly and Installation of Anchor Cage*. Il conviendra ensuite de s'assurer que les tiges filetées et plots de réglages soient parfaitement nettoyés par l'entreprise réalisatrice, qui devra également prévoir la mise en œuvre d'une protection contre la rouille et la corrosion.

En plus d'un acheminement sur site simplifié, les Anchor cages permettent une meilleure cohérence de l'ensemble fondation - sections de tour. A l'issue du montage de la première section de tour, un mortier de calage devra être mis en œuvre tout autour de la bride pour seller et solidifier la section de tour à l'Anchor cage. Attention, cette opération doit être effectuée à une température ambiante de 5°C minimum, à défaut l'utilisation d'une couverture-chauffante sera requise.

Il est prévu en dernier lieu de réaliser une étanchéité - à base de résines synthétiques liquides - de la partie de la fondation qui dépasse du Terrain Naturel. La mise en œuvre sur site du mortier de calage et de l'étanchéité de l'anchor cage sera réalisée conformément à la procédure Vestas *réf. Grouting and Sealing of Anchor Cage*. Par défaut, ces opérations réalisées sur site seront à la charge du Maître d'Ouvrage.



Figures 24 : Illustrations Anchor Cage



Figure 25 : Protection après Sealing de l'Anchor Cage

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

4. Manutentions au pied de l'éolienne des éléments

a. Zone de déchargement et de préparation des pales

Chaque jeu (composé de trois pales) arrive sur site avant la livraison des tours et le montage de la machine. Un convoi est dédié pour chaque pale. La livraison est généralement effectuée simultanément avec celles des nacelles et/ou des Drive-trains. Les pales seront déchargées à la grue sur une zone qui répondra aux caractéristiques suivantes :

- La zone doit être exempte de tout obstacle, entièrement déboisée et dessouchée s'il y a lieu, stabilisée et accessible avec un chariot télescopique par tout temps. Les stockages de pales sur terres labourées seront systématiquement refusés et un compactage y sera au minimum demandé.
- L'aire de stockage devra être nivelée. Pour les turbines dont le diamètre est inférieur ou égale à 100.00m, compter sur des pentes de 5% maximum. Pour les machines de type V112 et supérieures, 2% maximum devront être considérés.
- La zone de stockage devra être située en périphérie directe de la plate-forme, en prohibant l'arrière de la turbine (inaccessible par la grue une fois les sections érigées).
- Eviter les zones dédiées au montage/démontage de la flèche de la grue qui devront rester libre de tout obstacle (même remarque concernant l'éventuel trajet d'une grue chenille inter-éolienne).
- La longueur de la zone devra être égale à la longueur de la pale plus un mètre. Pour la largeur, considérer 15.00m pour les turbines de la V80 à la V112, contre 18.00m pour les V117 et V126. Assurer enfin un accès possible pour Forklift et véhicules légers.
- Vestas utilise habituellement des ballots de paille pour déposer et caler les pales au sol horizontalement. Considérer l'utilisation de ballots rectangulaires enveloppés ou non d'un film plastique. Des supports spécifiques en mousse pourront être également préconisés. Pour les V112 et plus, les frames Vestas seront utilisés, sous lesquels seront positionnées des plaques de répartitions pour augmenter la stabilité de la pale.
- Le stockage des pales sur la tranche n'est pas prévu à l'origine car il demande un retournement de la pale sur site et l'utilisation de cavaliers spécifiques pour le maintien une fois au sol. Exceptionnellement, si l'environnement le justifie, un stockage sur la tranche permettant de réduire l'espace de stockage pourra être étudié pour les V110 et moins. Le cas échéant, des coûts supplémentaires associés à l'utilisation des grues et le temps de manipulation des pales sur site devront être considérés, en plus des risques inhérents au transport extérieur. S'il y a lieu, cette demande devra nous être parvenue avant l'engagement ferme des deux parties.

Attention : Lors des déchargements, le calage des pales devra être réalisé méticuleusement. Un stockage instable pourra entraîner une chute de l'élément et causer de forts dommages, augmentant les risques lors de leurs manipulations.

Dimensions aire stockage pales

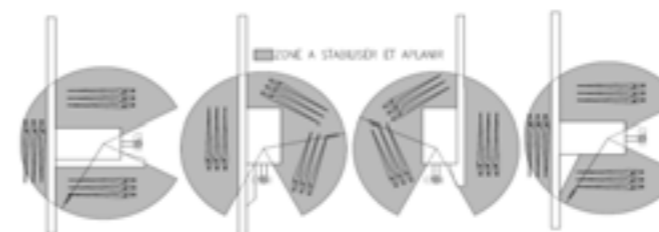


Figure 26 & tableau 2 : Exemples de stockages et dimensions

WTGS	Largeur (m)	Longueur (m)
V126	18,00	63,00
V117	18,00	59,00
V112	15,00	56,00
V110	15,00	55,00
V100	15,00	50,00
V90	15,00	45,00
V80	15,00	40,00

:CESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

b. Déchargement et préparation de la nacelle et/ou du Drive-Train

Alors que les nacelles Vestas de V80, V90, V100 et V110 sont transportées et livrées avec leur boîte de vitesse préassemblée en usine, les Drive-train sont livrés sur le chantier séparément de la nacelle pour les V112, V117 et V126. L'aire de déchargement de la nacelle et/ou du Drive-train doit être située sur la plate-forme de levage.

Prescriptions à respecter pour les nacelles de V80, V90, V100 et V110 :

- Les remorques utilisées par notre transporteur permettent l'auto-déchargement des nacelles. L'utilisation de grue n'est pas nécessaire.
- En vue de l'auto-déchargement, nous devons compter sur l'utilisation d'une aire de dégagement, à l'avant et à l'arrière du convoi, pour permettre le désaccouplement des éléments de remorque. Un espace libre de 17.00m à l'avant contre 18.00m à l'arrière de la nacelle doit ainsi être considéré. Soit près de 45.00m en ligne droite ou aucune cassure ou pente de plus de 2% ne sera tolérée, sous peine de ne pouvoir désaccoupler les éléments du convoi.
- La zone de déchargement devra être prévue lors du dimensionnement du design définitif de la plate-forme par le Maître d'Ouvrage. Les stockages se feront généralement au niveau des languettes et pan-coupés dont nous préconisons la confection, Cf. pages 10 à 16 - *Conception et dimensions des plate-formes*. Pour rappel, ces zones devront être parfaitement intégrées à la plate-forme en respectant les mêmes caractéristiques mécaniques et pentes admissibles.
- Enfin, le centre de gravité de la nacelle une fois déposée devra être généralement compris entre 16.00m et 22.00m de l'axe de la grue principale, positionnée sur le pad en condition de levage. Cette valeur sera précisément déterminée au cours de la visite commune de chantier, en fonction du modèle de grue envisagée.

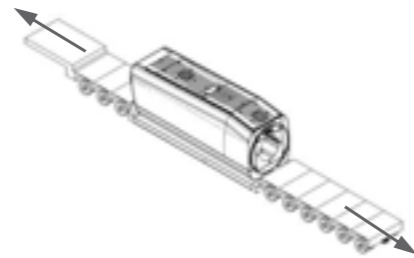


Figure 27 : Principe d'auto-déchargement d'une nacelle V80, V90, V100 et V110

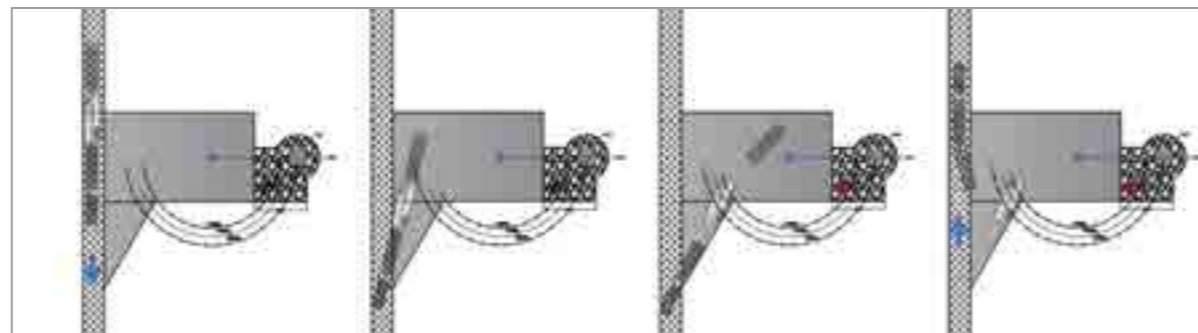



Figure 28 : Auto-déchargement d'une nacelle sur plate-forme perpendiculaire avec pan-coupé

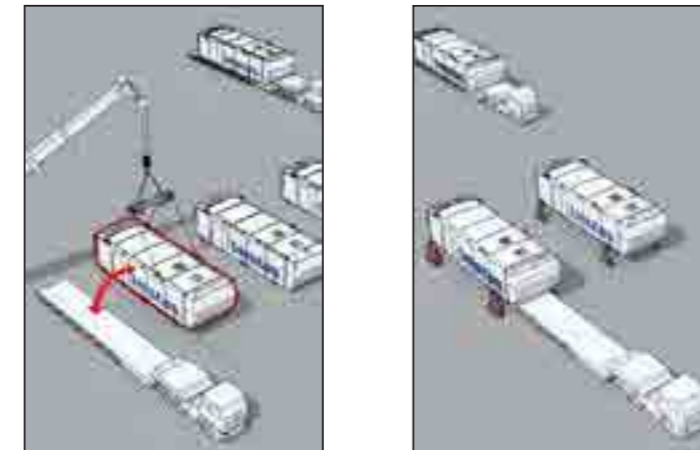
Page 23 of 41

:CESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

Prescriptions à respecter pour les nacelles et Drives-trains de V112, V117 et V126 :

- Les nacelles et Drives-train seront déchargés des convois à la grue, ou exceptionnellement, avec l'aide d'outillages de fourniture Vestas appelés Jacking-System. De manière générale, en France, une grue sera systématiquement utilisée.
- La zone de déchargement devra être prévue lors du dimensionnement du design définitif de la plate-forme par le Maître d'Ouvrage. Les stockages se feront généralement au niveau des pads ou languettes de stockages, Cf. pages 18 et 19 - *Conception et dimensions des plate-formes*. Pour rappel, s'il y a lieu, les languettes et excroissances devront être parfaitement intégrées à la plate-forme en respectant les mêmes caractéristiques mécaniques.
- Le centre de gravité de la nacelle et du Drive-train une fois déposés devra être généralement compris entre 16.00m et 22.00m de l'axe de la grue principale, positionnée sur le pad en condition de levage. Cette valeur sera précisément déterminée au cours de la visite commune de chantier, en fonction du modèle de grue envisagée et sa configuration de flèche déterminée.
- Le Drive-train peut être intégré à la nacelle au sol sur la plate-forme avant levage de l'ensemble. Si tel est le cas, il conviendra d'anticiper le relevage des deux composants, et prévoir en conséquence la zone de dépose de la nacelle lors de son arrivée sur le chantier. A défaut, l'assemblage se fera en deux temps lors du montage de l'éolienne.
- Une zone libre sera à prévoir en périphérie de la nacelle, tout au long de sa préparation avant levage. Un échafaudage y sera installé pour les besoins du chantier.



Figures 29 : Déchargements nacelles V112, V117 et V126 avec grue ou Jacking-system



Figure 30 : Nacelle V112 en cours de préparation au sol

Page 24 of 41

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

c. Zone de déchargement des hubs, cooler-top, nose-cone

Les hubs, nose-cone et cooler-top, s'il y a lieu, sont livrés généralement sur le chantier en même temps que les pales, les nacelles et les Drives-trains. Un convoi est dédié pour chaque hub transporté avec le nose-cone, alors que plusieurs cooler-top peuvent être chargés sur la même remorque.

Bien que peu volumineux, le design définitif de la plate-forme prévu par le Maître d'Ouvrage devra assurer le déchargement à la grue, le stockage et la préparation de ces éléments en toute sécurité sur le pad. Veiller enfin à ce qu'ils soient déposés dans le rayon d'action de la grue principale positionnée en condition de levage, et prêter une attention toute particulière au radius minimum pour les hubs. Dans la mesure du possible, Vestas préférera un pré-assemblage de ces éléments au sol avant le levage de la nacelle équipée.



Figures 31 : Hub V90 et Nose-cone en attente de déchargement / Hub V112 en cours de préparation

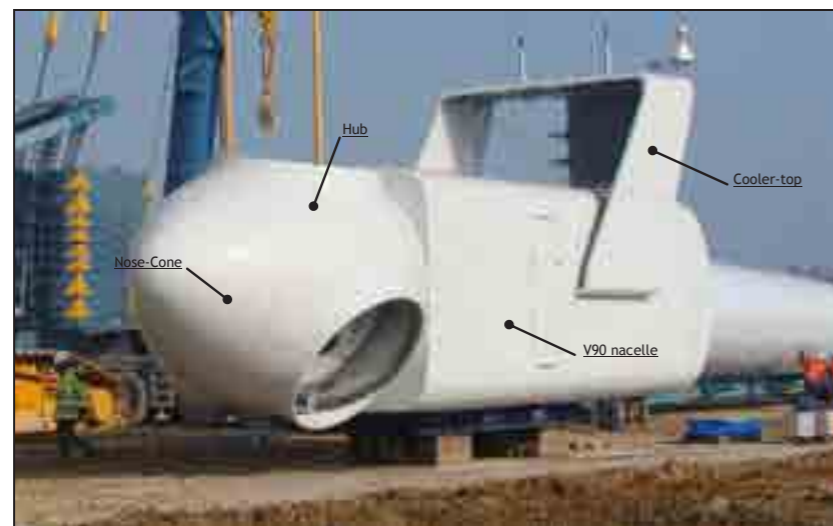


Figure 32 : Nacelle V90 avec hub, Nose-cone et Cooler-top équipés avant levage

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

5. Contrôle et réception des voiries et plate-formes

a. Procédures préconisées

Afin de garantir la sécurité et la qualité des travaux sur site, les voiries et les plate-formes de montage ne seront pas utilisées par Vestas sans qu'une réception préalable n'ait été exécutée. La réception sera effective dès lors que des documents de contrôle corroboreront les exigences décrites dans le présent cahier des charges. S'il y a lieu, les éventuelles dérogations devront avoir fait l'objet d'un accord entre les parties avant mise en vigueur du contrat.

La réception des pistes et plate-formes doit être contradictoire entre l'entreprise utilisatrice et l'entreprise en charge des travaux sous le contrôle du maître d'ouvrage. La réception géomécanique des plate-formes sera effectuée sous la supervision du géotechnicien dans le cadre de la mission G4 de la norme NF P 94-500, afin de vérifier que tous les critères sont atteints.

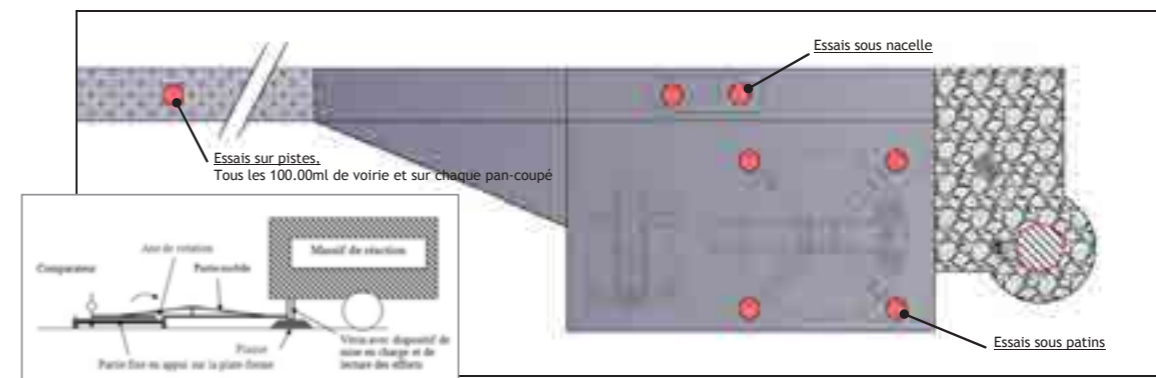
La réception se fera au moyen:

- Un essai à la plaque LCPC / 100.00ml de voie
- Six essais à la plaque LCPC / Plate-forme
- Si nécessaire : Un essai de déflexion / 100.00ml de voie, avec $d < 100/100^{\text{ème}}$

Concernant les essais à réaliser sur les plate-formes, veiller à ce que deux d'entre eux soient effectués à l'emplacement du stockage de la nacelle (et Drive-train s'il y a lieu), et quatre points à l'emplacement de la grue sous chenilles ou patins de calage. Pour les voiries et pistes, concevoir un essai tous les 100.00m de chaussée, et un essai sur chaque pan-coupé et sur-largeur de virage. Vestas souhaite obtenir les résultats de ces essais de plaques une semaine avant la livraison du premier composant lourd sur le chantier (pale, nacelle, D-train ou Hub). Ces essais devront être réalisés sur un sol non humide et non gelé (conforme à la norme NF P 94 117-1).

Un Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) devra être fourni lors de la réception. Ce dossier devra au minimum contenir les éléments suivants :

- L'étude d'exécution avec en particulier tous les essais de laboratoire dans le cas d'un traitement au liant et les dispositifs de drainage adaptés,
- Les résultats de tous les essais de contrôle, avec plan d'implantation précis localisant sur site chaque réalisation.



Figures 33 : Exemples localisations des zones à privilégier pour essais / Schématisation essais (Toute la plate-forme devra respecter les caractéristiques mécaniques préconisées)

CESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

b. Remarques complémentaires

Pour s'assurer de la bonne validité de la capacité portante des plate-formes et voiries à long terme, Vestas pourra exiger le cas échéant (conditions météorologiques défavorables, mauvaise tenue des empièvements...) un jeu d'essai à la plaque complémentaire en cours de levage. Dans le cas de plate-formes ou pistes ne satisfaisant pas aux spécificités citées dans le présent document, les reprises et travaux complémentaires seront alors à la charge du Maître d'Ouvrage, y compris s'il y a lieu, les coûts inhérent aux attentes d'engins et techniciens prêts pour le montage sur site (grues, équipes au sol, éléments en charge sur convois...).

Vestas préconise la protection des pistes et plate-formes. Il est vivement conseillé de renforcer la surface du pad, soit via une émulsion d'imprégnation (pour un support en GNT), soit via un enduit superficiel pour un support en sol traité. Le client devra s'assurer que l'entreprise de terrassement a bien pris toutes les dispositions pour assurer la pérennité des ouvrages livrés. Attention, les monocouches ou bicouches sont à proscrire en zones pentues.

Les voies d'accès internes du parc doivent être correctement entretenues pendant toute la période de construction et l'installation du parc éolien. Les éventuelles déformations de la chaussée, nids de poule et ornières, en général causés par les engins du chantier avant l'arrivée des composants éoliens, devront faire l'objet d'une réhabilitation complète.

Par temps sec, idéalement, un arrosage des pistes sera ponctuellement effectué pour éviter l'inhalation de poussière par le personnel de chantier. Par temps de pluie, les talus ou les structures d'évacuation des eaux pluviales seront nettoyés pour éviter toute obstruction au passage de l'eau. Par temps de neige et de gel, un déneigement, un sablage ou salage sera réalisé. Le cas échéant, la société Vestas et ses sous-traitants ne pourront être tenus responsables de ces travaux et démarches inhérentes à leurs réalisations.

c. Contrôles demandés par Vestas avant réception

Objet	Spécifications requises	Résultats d'essai
Validation de la planéité des viroles	- La bride est horizontale avec tolérance de +/- 4 mm - La bride est plane et sans dommage	Feuille de réception VESTAS : « Result chart of planarity test »
Validation la mise en œuvre des Anchor Cages	- Respect de la procédure Vestas « Assembly and Installation of Anchor Cage » - Plots de réglages et tiges filetées nettoyées, avec mise en œuvre d'une protection contre la rouille et la corrosion	Feuille de réception Vestas « Service Inspection Form - Assembly and Installation of Anchor Cage »
Validation des portances des plate-formes	Cas d'un sol GNT	- Reprendre une pression de 5,5 bars - EV ₂ >90MPa à court et à long terme et Kw > 70 MPa/m - EV ₂ /EV ₁ < 2
	Cas d'un sol traité	- Reprendre une pression de 5,5 bars
		Essais de plaque à l'emplacement de la grue et de la nacelle (effectué dans des conditions climatiques bonnes, une semaine avant arrivée nacelle) Conforme à la norme 94 117-1

CESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

		- EV ₂ > 120MPa à court et à long terme et Kw > 80 MPa/m	Essais de plaque à l'emplacement de la grue et de la nacelle (effectué dans des conditions climatiques bonnes, une semaine avant arrivée nacelle) Conforme à la norme 94 117-1
		- Essai de déflexion sous essieu de 13T avec d<70/100 ^{ème} de mm (déflexion totale pas obligatoire si essai de plaques)	Essais de déflexion (poutre Benkelman) Conforme à la norme NF P 98-200
		- Rc > 1 MPa à 7 jours - Rtb >0,25MPa (à vérifier pour les périodes hivernales avec gelées)	Essais en laboratoire
Validation des essais béton à 28J	A transmettre à Vestas pour information ; les résultats doivent être conformes aux spécifications centrale à béton		Compte rendu d'essais / Résistance mécanique) Conforme à la NF EN 12390
Validation des essais gamma-densimètre sur remblaiement éolienne	Selon référence Proctor		(Compte rendu d'essais / Essai de gamma densimètre) Conforme à la NF P 94-061-1
Réception dimension des plate-formes et accès sur site	Selon plans validés par Vestas		Plans de récolement selon réalisation des plate-formes
Contrôle du drainage	Contrôle de la pente de la plate-forme, contrôle du drainage et de l'écoulement des eaux		Plans de récolement avec évacuation de l'eau, pentes de la plate-forme
	Cas d'un sol GNT	- Mesure du module EV ₂ >70MPa à court et à long terme	Essais de plaque tous les 100m (effectué dans des conditions climatiques bonnes)
		- Reprendre une pression de 4bars	Sondages au pénétromètre dynamique ou statique
Validation des portances des Pistes	Cas d'un sol traité	- Reprendre une pression de 4bars	Sondages au pénétromètre dynamique ou statique
		- Mesure du module EV ₂ >90MPa à court et à long terme	Essais de plaque tous les 100m (effectué dans des conditions climatiques bonnes)
		- Essai de déflexion sous essieu de 13T avec d<100/100 ^{ème} de mm pour un EV ₂ équivalent à 90MPa	Essais de déflexion (poutre Benkelman) Conforme à la norme NF P 98-200
		- Rtb >0,25MPa (à vérifier pour les périodes hivernales avec gelées)	Essais en laboratoire
Réception dimension des voiries (largeur des pistes, sur-largeurs pour virages)	Contrôle des largeurs de pistes de 5,00m tous les 50.00m de voirie environ		Plans de récolement selon réalisation des pistes
	Sur-largeur et pans coupés selon plans validés par Vestas		

Tableau 3 : Résumé des contrôles demandés par Vestas avant réception des pistes et des plate-formes

SPCWRD01 VERT10E

SPCWRD01 VERT10E

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	Vestas
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

6. Besoins pour l'assemblage et fléchage de la grue

Le montage des éoliennes grandes hauteurs nécessite (en plus des grues auxiliaires) une grue principale dotée d'une flèche treillis ou télescopique, et d'un corps de grue, tracté sur pneumatique ou chenille. On parle alors de grue de type TC (Tire Crane/grue sur pneumatiques) ou de type CC (Crawler Crane/grue sur chenilles). Une visite de site devra être effectuée par Vestas au préalable afin d'évaluer les contraintes de levage qui permettront de définir le type de grue et sa configuration de levage.

a. Problématique Super-lift pour HH≥95.00m

Dans le cas d'une turbine dont la hauteur de hub sera supérieure ou égale à 95.00m, l'ajout d'un Super-lift pourra être nécessaire. Cet élément positionné à l'arrière de la grue composé d'élingages et contrepoids supplémentaires montés sur balancier permet le relevage de la flèche une fois assemblée au sol, puis la dépose en fin de levage. Considérer ainsi la confection de sur-largeurs au niveau des plate-formes de levage Cf. page 9 - *Conception et dimensions des plate-formes*. En fonction de la capacité de la grue et du gabarit de la machine, ce même super-lift pourra être utilisé lors du montage de la nacelle (avec, ou sans hub et Drive-train). Les zones de survols et les aires d'assemblages devront alors être au même niveau que la plate-forme de montage, et libre de tous obstacles pour permettre le balayage du ballast. Nota : Dans certains cas critiques, les fléchages dos à l'axe de la machine devront être prohibés.

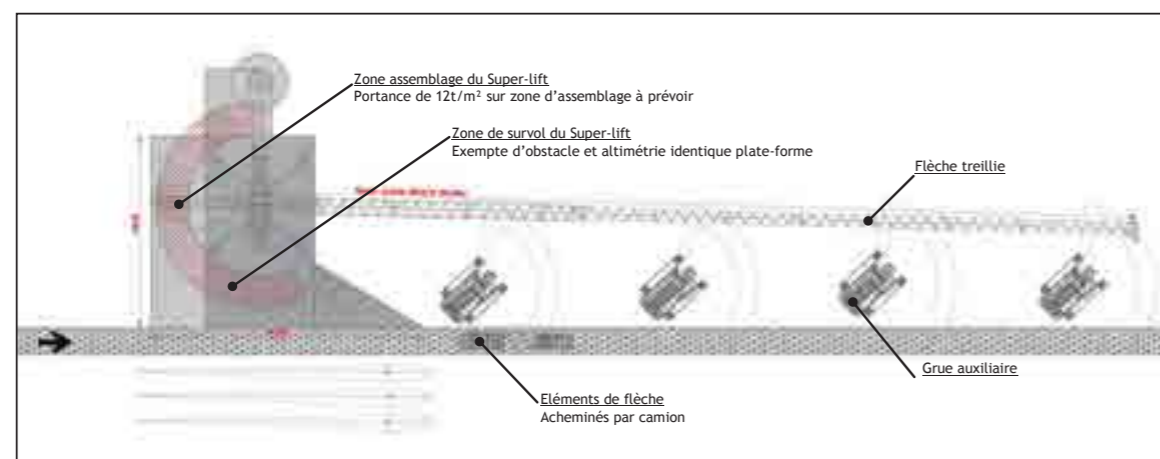


Figure 34 : Exemple montage - démontage d'une flèche avec super-lift et zone de survol - Grue Auxiliaire chenilles

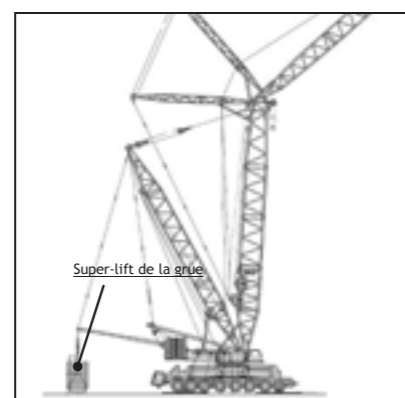


Figure 35 : Grue LG1750 avec S-L

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	Vestas
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

b. Assemblage sur site d'une grue de type TC

Dans le cas de l'utilisation d'une grue TC, un montage et démontage de la flèche principale treillis est nécessaire sur chaque plate-forme. Les transferts inter-éoliens avec flèche érigée sont interdits. Pour ce faire, le Maître d'Ouvrage doit prévoir :

- Un couloir de fléchage au pied de chaque éolienne foncièrement maîtrisé, accessible par la grue auxiliaire et orienté à la perpendiculaire de la plate-forme (à +/-3°). Compter sur un espace libre, aplani si besoin, d'une largeur d'environ 10.00 à 12.00m, pour une longueur comprise généralement entre 80.00m et 160.00m maximum (en fonction de la hauteur de la machine et de la configuration de la grue). des zones carrossables pour la grue auxiliaire nécessaires au montage de la flèche ou l'ajout de plaques de répartitions pourront être demandées en fonction de la configuration du site et des types de grues. Le cas échéant, en plus des travaux, les démarches foncières et dédommagements devront être pris en charge par le Maître d'Ouvrage.
- Tout déplacement de grue TC en configuration de levage est interdit, les contrepoids et éléments de la flèche seront démontés sur chaque plate-forme.
- Pour les HH≥95.00m, compter sur l'assemblage et le balayage possible d'un super-lift autour de l'axe de la tourelle, Cf. Page 29 *Problématique Super-Lift pour HH≥95.00m*.

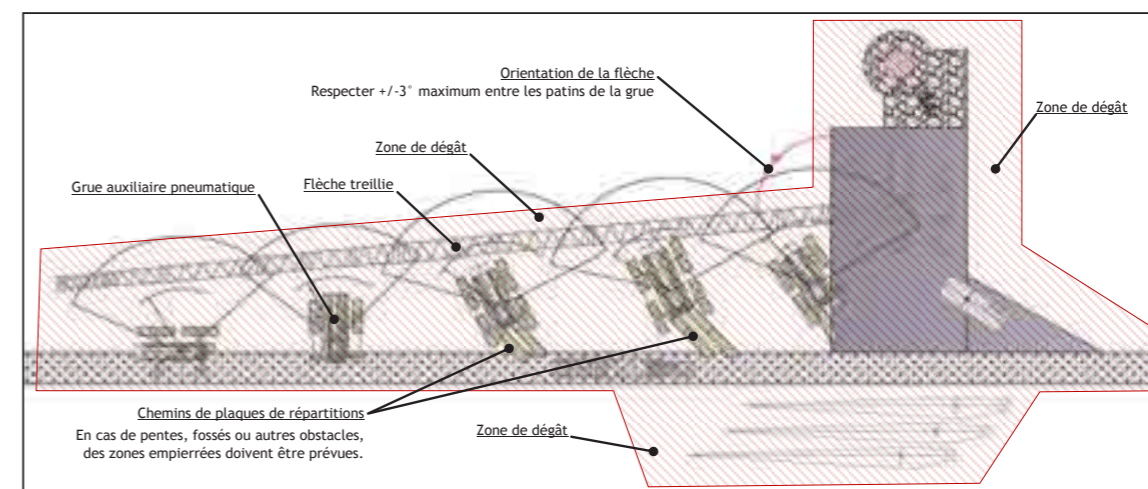


Figure 36 : Exemple fléchage avec chemins de grue + auxiliaire pneumatique et zone de dégât représentée

c. Assemblage sur site d'une grue de type CC

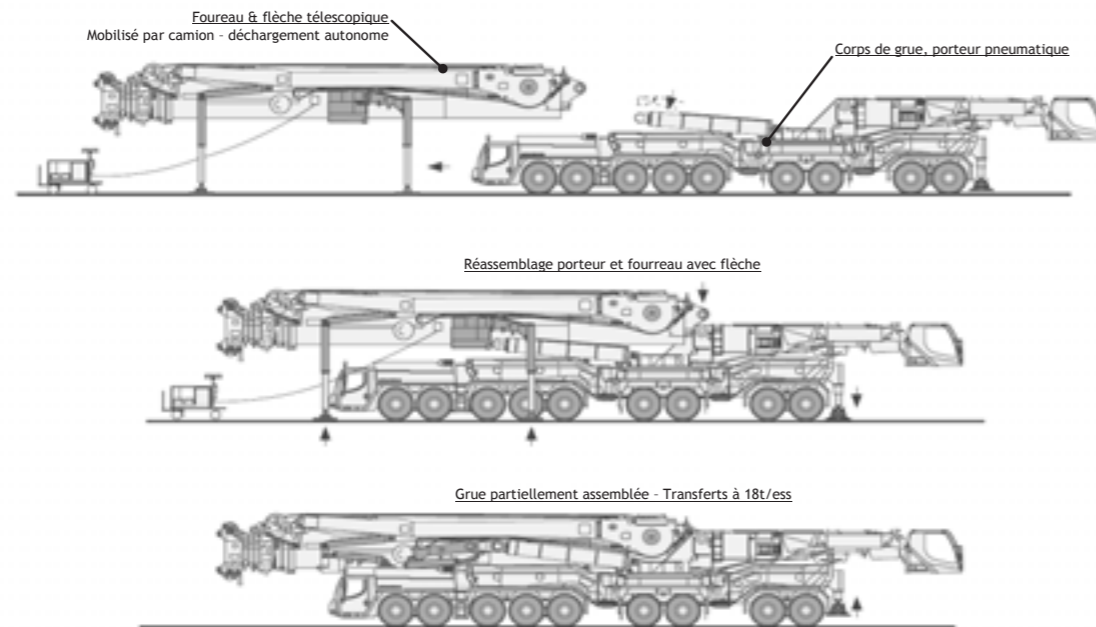
Contrairement aux grues pneumatiques, les CC peuvent « cheniller » entre les machines sans procéder au démontage de la flèche. Deux zones de fléchage sont toutefois nécessaires (la première pour le montage de la flèche, puis la seconde pour le démontage une fois le parc érigé). Cette méthode permet une simplification des manutentions au pied de chaque éolienne et donc un gain de temps important. L'assemblage et le démantèlement de la flèche principale nécessiteront les mêmes spécifications que celles du montage évoquées précédemment pour une TC. Le « ripage » de la grue qui consiste à assembler la flèche sur la plate-forme avant de se rapprocher de l'axe de l'éolienne, ou à l'inverse, s'éloigner avant de démâter, pourra être ponctuellement accordé lors de la mobilisation et démobilité de l'engin.

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

d. Assemblage sur site d'une grue de type Télescopique

Dans le cas de l'utilisation d'une grue télescopique à forte capacité, la flèche de l'engin est notablement réduite. Nous pouvons ainsi compter sur un assemblage des éléments à proximité de la plate-forme, en réduisant nettement l'emprise de dégât due au montage/démontage de la flèche. Attention, sauf conditions particulières, l'utilisation de ce type de grue n'est plus préconisée pour les éoliennes Vestas dont la hauteur de hub sera supérieure à 80.00m. Ces grues télescopiques sont disponibles sur porteurs à chenilles et pneumatiques. Enfin, idéalement, il est techniquement possible d'emprunter les pistes en transfert inter-éolien avec l'engin partiellement assemblé. Toutefois, ces transferts restent uniquement envisageables à la condition que les voiries empruntées puissent reprendre une charge à l'essieu de 18t, contre les 12t que nous préconisons par défaut. Le cas échéant, pour des reprises de 12t, il conviendra de prévoir sur toutes les plate-formes le réassemblage du porteur pneumatique et du fourreau avec flèche télescopique. Veiller alors à anticiper une zone libre d'environ 45.00m pour 8.00m de largeur, libre de tous obstacles, afin d'assurer le réassemblage sur tous les pads du chantier.



e. Assemblage sur site d'une grue de type Narrow-track


Il existe enfin des grues avec porteurs sur chenilles dites réduites, à flèche treillie classique ou télescopique. La mobilisation d'un engin de ce type peut s'avérer judicieuse lorsqu'il est à la fois impossible de transférer une grue à chenilles avec un empattement de plus de 10.00m, et qu'il est également difficile d'assurer des couloirs libres de fléchages sur toutes les plate-formes du chantier. Les préconisations Vestas concernant son assemblage sur site sont identiques à celles d'une grue CC. Attention, ces engins sont difficilement disponibles sur le territoire français, et les transferts inter-éoliens nécessitent un surdimensionnement des voiries, Cf. page 33 - Grue sur chenilles réduites.

SPCWRD01 VER10E

Page 31 of 41

Copyright © - Vestas France, 770 Av. Alfred SAUVY, Bât. Latitude, 34 470 PEROLS, France, www.vestas.com // issued by MATVI, checked and approved by FRMAL & PHTHO

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

7. Besoins pour le transfert de la grue principale

a. Grue montée sur pneumatique (type TC/LG ou similaire)

Cette grue nécessite un démontage systématique de sa flèche et de ses contres-poids avant son transfert sur chaque plate-forme. De ce fait, les aménagements pour son acheminement inter-éolien sont identiques à ceux exigés pour les convois, à savoir :

- Largeur des pistes de 5.00m utile minimum en tous points du parcours de l'engin.
- Réalisation des terrassements pour une capacité de reprise de 12 tonnes minimum à l'essieu, pour des portances de 70Mpa en GNT ou 90MPA en traitements.
- Un dévers réduit à 2% maximum en tous points du parcours.
- Un couloir de passage libre exempt de tous obstacles de 5.50 x 5.50m minimum.

b. Grue montée sur chenille (type CC/LR ou similaire)

Cette grue permet un déplacement inter-éolien sans démontage et remontage de sa flèche principale et contres-poids. La grue peut circuler sur un terrain plat sans obstacles, tels que des champs cultivés, des prairies, des landes... Attention, les couloirs de passages devront être exempts de tous obstacles et le foncier devra y être maîtrisé tout au long du trajet de l'engin. Les traversées inter-éoliennes engendreront inévitablement des dégâts aux terrains franchis et aux cultures s'il y a lieu. Le Maître d'Ouvrage sera entièrement responsable de l'obtention de ces droits de passages et zones de dégâts, qui devront faire l'objet d'indemnités auprès des propriétaires et/ou exploitants agricoles. Le parcours de la grue sera étudié sur site, il devra ensuite faire l'objet d'une représentation sur plan, avant d'être enfin confirmé sur le chantier par le levageur mandaté pour le montage du parc, au cours de la première visite commune.

Le transfert de la grue chenille montée avec sa flèche principale nécessite les caractéristiques de terrain suivantes au niveau de l'itinéraire entre les plate-formes:

- Un dévers réduit à 2% maximum.
- Une capacité portante du terrain de 4 bars minimum.
- Des pentes frontales de $\pm 8\%$ maximum (à vérifier suivant la grue et sa configuration).
- Une largeur de 12.00m minimum dégagée de tout arbre, fossé, réseaux aériens ou enterrés, clôtures et autres. En fonction de la zone d'implantation du chantier et suivant le risque inhérent à la présence possible de canalisations enterrées, présence de cavités sous-terraines, engins explosifs ou encore vestiges archéologiques, une demande d'expertise auprès du département, de la commune et des services de déminages pourrait être nécessaire, dans le but d'évaluer et limiter au mieux les facteurs exacerbant le risque. Vestas et ses sous-traitants ne pourraient être tenus responsables de ces démarches et accidents ou arrêt du chantier, dans la mesure où elles n'auraient pas été réalisées.

Les conditions suivantes doivent être réunies et respectées lors des transferts :

- Le coefficient de friction entre le terrain naturelle et les tuiles des chenilles doit être suffisant pour absorber les forces d'entraînement résultantes. Un sol glissant risque de provoquer le dérapage de la grue conduisant à un risque d'accident lié à son basculement.
- La tourelle doit être orientée dans l'axe longitudinal des longerons et bloquée.
- La vitesse du vent maximale autorisée s'élève à 9m/sec (valeur à confirmer suivant grue).
- La vitesse de translation doit être réduite, l'accélération et le freinage doivent être effectués avec une extrême prudence. Le passage de l'horizontale à la pente et inversement doit s'effectuer de manière uniforme, la grue ne peut franchir aucune bordure, talus, fossés non remblayés, etc. Cf Page 34, Accès et calage sur plate-forme surélevée ou encaissée.

SPCWRD01 VER10E

Page 32 of 41

Copyright © - Vestas France, 770 Av. Alfred SAUVY, Bât. Latitude, 34 470 PEROLS, France, www.vestas.com // issued by MATVI, checked and approved by FRMAL & PHTHO

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

c. Grue pneumatique télescopique (type AC/ LTM ou similaire)

Cet engin permet d'utiliser une flèche en partie, ou totalement télescopique, ce qui assure une réduction des emprises foncières et zones de dégâts. Attention, sauf dans le cas de chantiers spécifiques, les grues de ce genre ne sont plus préconisées pour les éoliennes Vestas dont la hauteur de hub serait supérieure à 80.00m. Idéalement, les aménagements prévus pour cette grue doivent ensuite être dimensionnés pour reprendre une charge à l'essieu de 18T/ess dans sa configuration de transfert, en permettant ainsi d'éviter le démontage du fourreau et du porteur pneumatique entre les plate-formes. Les caractéristiques des aménagements nécessaires pour le transfert de la grue télescopique sont ensuite identiques à celles de la TC, Cf. page 32 - Grue montée sur pneumatique.

d. Grue sur chenilles réduites « Narrow Track » (type NT/ LTR ou similaire)

Après mobilisation sur site, cette grue dont le porteur est sur chenilles réduites permet un transfert entre machine flèche érigée et contrepoids assemblés, en réutilisant les pistes aménagées sur site pour les convois. Toutefois, il est difficile de se procurer ce genre d'engin, et bien que les chenilles soient étroites, l'empattement total au sol est nettement plus important que celui d'une grue sur porteur pneumatique.

Dès lors le transfert de la grue NT ou LTR, montée avec sa flèche principale, nécessite les caractéristiques de terrain suivantes :

- Des pistes terrassées et stabilisées sur une largeur utile de 6.50m minimum.
- Un dévers réduit à 2% maximum en tous points du parcours.
- Des pentes frontales de +/-8% maximum (à vérifier suivant la configuration de la grue).
- Une largeur de 12.00m minimum dégagée de tous arbres, fossés, réseaux aériens ou enterrés, clôtures, talus et autres obstacles aériens.

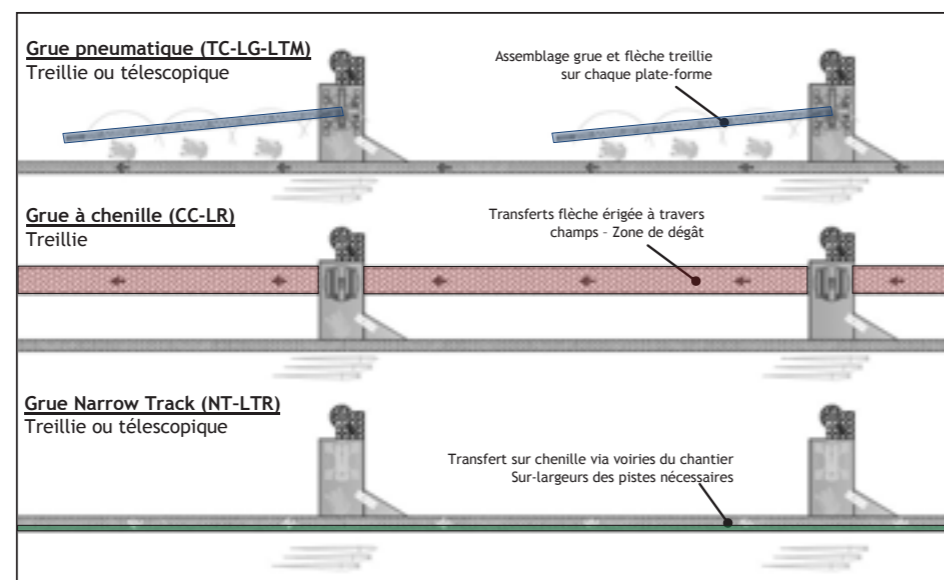


Figure 38 : Comparaison pneumatiques, chenilles, et chenilles réduites

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

e. Accès et calage sur plate-forme surélevée ou encaissée

Dans le cas où la plate-forme de levage est surélevée ou encaissée par rapport aux zones non-aménagées en sa périphérie, les chenilles ou patins de la grue devront être implantés sur le pad de manière à conserver une distance minimum de sécurité avec le bord de la zone aménagée, pour éviter tout risque d'effondrement. En règle générale, nous devons compter sur un talutage de 45°. La distance de sécurité de la grue au bord du talus dépend ensuite du type de sol (entre une fois, et deux fois la hauteur du talus). Elle pourra faire l'objet d'un calcul par le géotechnicien. Pour des pentes de plus de 45° souhaitées, l'enrochement ou la confection d'un mur de soutènement pourrait être nécessaire.

Un balisage délimitant la plate-forme circulaire et la bande de sécurité inaccessible devra être mis en place par le Maître d'Ouvrage sur site, afin de sécuriser la zone de travail. Il pourra s'agir d'un marquage au sol. Cette dernière prescription et les risques inhérents à la présence de talus importants sont également à considérer au niveau des transferts de l'engin entre machines.

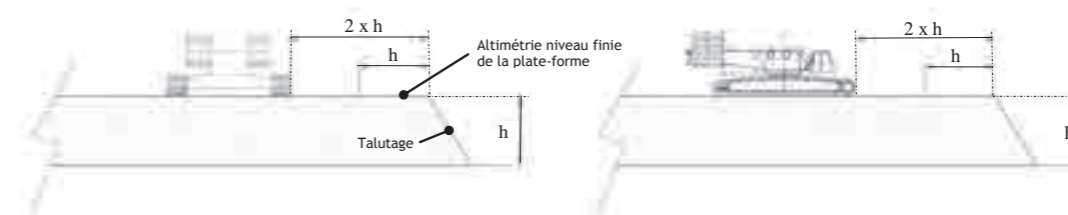


Figure 39 : Distance de sécurité des talus

Veiller ensuite à ce que les abords proches de la plate-forme soient exempts de tout obstacle (remblais, terres-naturelles, végétations...) et à ce qu'ils aient fait l'objet de négociations foncières pour nous assurer une emprise de dégât suffisante. En plus du stockage des éléments, et d'un éventuel fléchage suivant la grue et la hauteur de hub, les engins de levage utilisés ont des dépôts importants une fois l'ensemble des éléments et contrepoids assemblés.

Dans le cas de différences d'altimétries trop prononcées, et présence de pentes au niveau des voiries et zones de fléchage, Vestas et ses sous-traitants pourront être amenés à demander la confection de zones stabilisées pour la grue auxiliaire et les éléments de flèche. Le cas échéant, ces zones devront être aplanies, empierrées et foncièrement maîtrisées par le Maître d'Ouvrage.

Enfin, si une grue à chenille est prévue et qu'une différence de niveau est constatée entre la plate-forme de levage et la parcelle cadastrale d'où l'engin rejoindra le pad, la confection d'une rampe d'accès sera alors nécessaire. Il devra s'agir d'une rampe d'environ 10.00m de largeur où la pente sera limitée à ±4%. Cette dernière remarque devra être respectée sur l'ensemble du chantier, dès lors que des talus, voiries ou autre obstacle seront franchis.

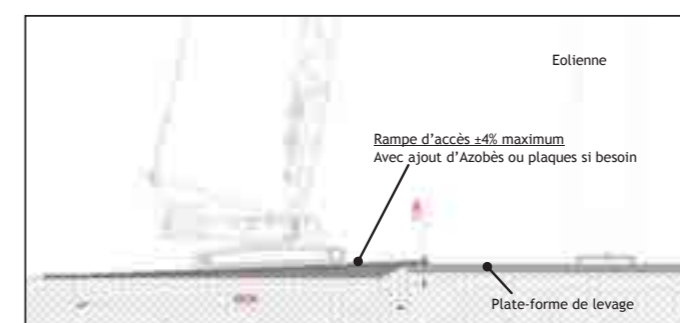


Figure 40 : Vue en coupe, confection d'une rampe entre plate-forme et parcelle

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	Vestas
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

8. Besoins pour le stockage à pied d'œuvre des équipements

En plus d'assurer un accès stabilisé aux piétons et véhicules légers jusqu'au pied de l'éolienne, et servir éventuellement à l'assemblage d'un super-lift (en fonction de la hauteur de hub, de l'orientation et du type de fléchage), la zone en périphérie de la machine (autour du massif) sera utilisée pour le stockage d'éléments annexes. Nous devons ainsi pouvoir stocker plusieurs composants, tels que les ascenseurs de la tour, les cellules HTA, l'escalier pré assemblé, les UPS, etc...

Afin de permettre des accès vers l'escalier de la turbine en toute sécurité, et assurer le stockage de ces éléments sans risques, les besoins suivant au niveau du massif devront être considérés et mis en œuvre sur site par le Maître d'Ouvrage :

- La zone en périphérie immédiate de l'axe de la machine doit être dégagée, aplanie et stabilisée (sur les 10.00m séparant la plate-forme de l'axe machine, puis sur la couronne de 3.00m de largeur tout autour de la turbine, ce qui représente généralement quelques 175.00m² environ par éolienne).
- La manutention doit se faire obligatoirement à l'aide d'un chariot élévateur télescopique qui circulera autour de l'axe de la machine, la confection du remblaiement au niveau du massif devra en tenir compte.
- Elle devra également être impérativement assainie (par le biais par exemple d'un empiècement avec un drainage) afin d'éviter tout risque d'enlèvement qui rendrait l'accès à la turbine particulièrement accidentogène, en plus d'entraîner de possibles détériorations du matériel.
- Veiller à ce que la couche de finition gravillonnée du remblaiement du massif atteigne le niveau haut de l'arase bétonnée de la fondation. A défaut, les escaliers joignant la porte de l'éolienne ne seront plus accessibles et la réalisation de marches maçonnées pour lesquelles Vestas et ses sous-traitants ne pourraient être tenus responsables, seraient nécessaires.
- Si l'arase de la fondation n'est pas au niveau de la plate-forme (mais en surplomb ou en contrebas), il conviendra de réaliser une rampe d'accès à cette zone de manœuvre dédiée au chariot élévateur de 3.00m de largeur minimum. Le cas échéant, un enrochement conséquent ou la confection d'un mur de soutènement pourront être nécessaires.
- L'altimétrie de la plate-forme et du massif devra être scrupuleusement identique dans le cas où une partie du massif est utilisée pour l'assemblage et/ou le survol d'un Super Lift. Vestas devra ensuite être explicitement informé, dans le cas où une différence supérieure à +1.00m est formée entre le massif et l'altimétrie de la plate-forme de levage finalisée (massif au-dessus de la plate-forme).



Figure 41 : Massif en contre-bas de la plate-forme avec enrochement

Page 35 of 41

Copyright © - Vestas France, 770 Av. Alfred SAUVY, Bât. Latitude, 34 470 PEROLS, France, www.vestas.com // issued by MATVI, checked and approved by FRMAL & PHTHO

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	Vestas
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

9. Besoins pour les déchargements et levage des éléments principaux

a. Déchargement des sections de tours

Dans le but de limiter les aménagements, il est prévu que les tours arrivent sur site en flux tendu pour être déchargées des convois et assemblées immédiatement. Néanmoins, suivant les circonstances et dans le cas où Vestas ne puisse garantir ces livraisons à temps voulu, le Maître d'Ouvrage devra prévoir une zone de stockage en périphérie immédiate de la plate-forme de travail, afin d'y assurer le stockage de trois à cinq sections de tour. L'aménagement sera réalisé pour permettre la manutention des tours depuis la position de travail de la grue principale, tout en garantissant l'accès à la grue de pied sur le pad. Les tronçons de tour ne devront pas être stockés en quinconce. La zone choisie sera dégagée, aplanie et stabilisée.

Dans le cas où les aménagements ne peuvent pas être réalisés pour stocker les sections de tour en périphérie immédiate des plate-formes, une zone de stockage tampon dans l'enceinte du chantier dédiée aux tronçons de tour peut également être prévue dans le projet d'aménagement, afin de prévenir tout problème de logistique. La zone choisie sera dégagée, aplanie, stabilisée et devra pouvoir accueillir tous les éléments ne pouvant être stockés au droit des éoliennes. Il convient de noter que les surcoûts imputables aux manutentions et tractions supplémentaires depuis cette zone tampon jusqu'aux plate-formes de travail ne sont pas compris dans l'offre commerciale et les prestations de base de Vestas, sauf si ce point a été abordé préalablement à la signature du contrat d'achat des turbines entre les parties.

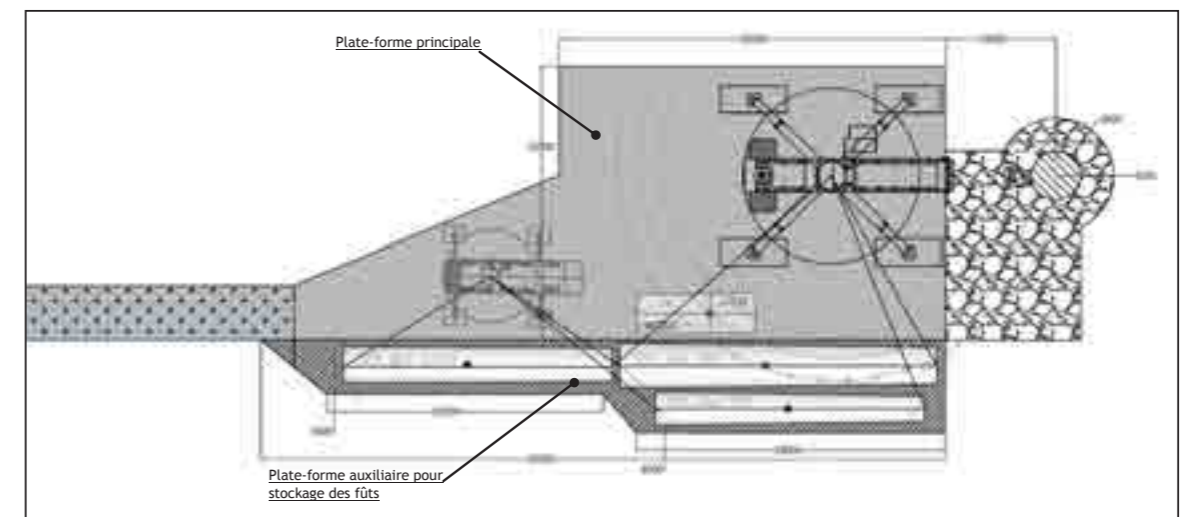


Figure 42 : Illustration plate-forme Bout-de-piste avec stockage tour 3 sections type HH80

Attention, la réalisation d'une telle zone de stockage devra être discutée et négociée au préalable avec Vestas (elle n'est que très rarement demandée et nécessaire, dans des circonstances bien particulières). Le cas échéant, dans la mesure où le dimensionnement de ces zones est étroitement lié à la configuration de la tour, leurs implantations et leurs dimensionnements seront étudiés en accord entre les parties, avant la mise en vigueur contractuelle. Veiller ensuite à la confection de zones de retournement sur site. Les tours doivent pouvoir rejoindre les plate-formes dans les deux sens d'arrivée.

Page 36 of 41

Copyright © - Vestas France, 770 Av. Alfred SAUVY, Bât. Latitude, 34 470 PEROLS, France, www.vestas.com // issued by MATVI, checked and approved by FRMAL & PHTHO

ISSUING DATE : 01/09/2014

CLASS 1

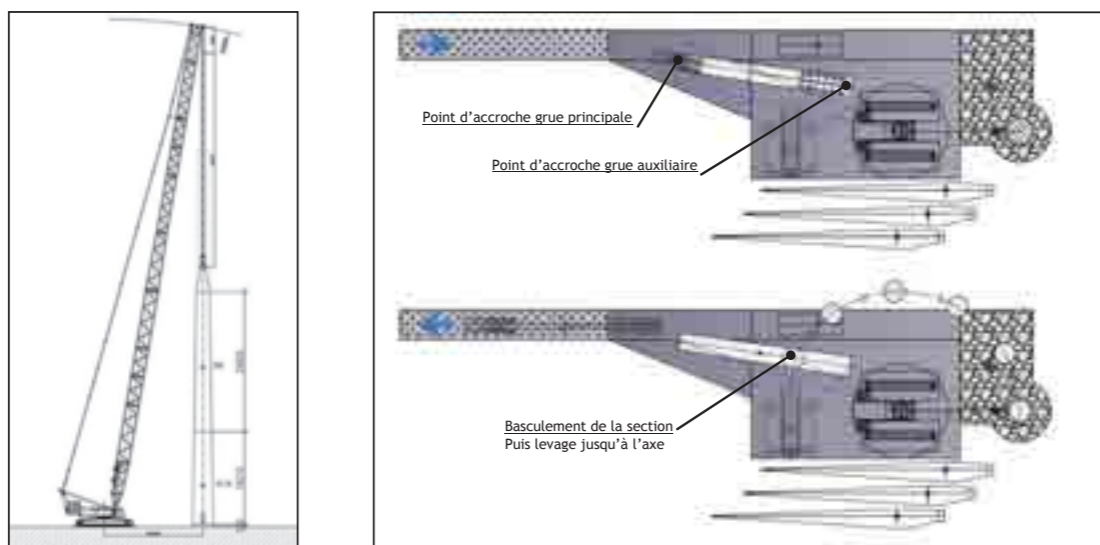
Vestas®

DOCUMENT :
SCPWRE 01 - VER 10EDESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE
Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes

b. Opérations de levage d'une tour

Le levage et montage des sections de tour se font à l'aide d'une grue principale et d'une grue de pied (auxiliaire). La tour est ainsi soulevée à l'horizontale par les deux grues, avant d'être basculée à la verticale près de la grue auxiliaire, pour ensuite être acheminée par la grue principale jusqu'au massif. En considérant une livraison en flux tendu, les convois avec sections de tours en charge accéderont en marche avant ou marche arrière en fonction de la configuration du site et de la méthode de chargement au port ou en usine. De manière générale, les convois doivent pouvoir rejoindre les plate-formes dans les deux sens d'arrivée, Cf. page 7 - Zone de manœuvres pour demi-tour.

Dans le cas d'une plate-forme en bout de piste, assurer au minimum la possibilité d'une arrivée des convois sur le pad en marche arrière. Cette dernière notification nous permettra d'assurer un déchargement des sections en toute sécurité, en évitant ainsi les survols de charges à proximité de la cabine du chauffeur du camion, en plus d'éventuels croisements de flèches entre la grue principale et l'auxiliaire qui peuvent rendre le retournement du fût complexe.



Figures 43 : Schémas, plans d'opérations de retournements fûts / Photo retournement

Page 37 of 41

ISSUING DATE : 01/09/2014

CLASS 1

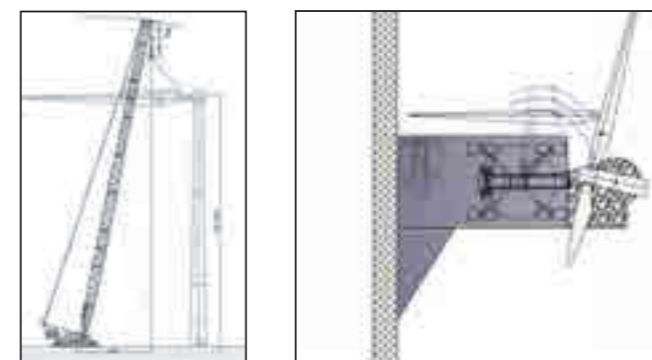
Vestas®

DOCUMENT :
SCPWRE 01 - VER 10EDESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE
Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes

c. Opérations de levage d'une pale

Les pales devront être accessibles depuis la grue principale une fois calée en position de travail. Le barycentre de la pale devra ainsi être situé dans un rayon de 18.00m à 60.00m depuis l'axe de la grue principale. Veiller toutefois à ce qu'elles soient déchargées au voisinage direct de la plate-forme (Cf. page 22 - Zone de déchargement et de préparation des pales), sous peine de devoir prévoir des aménagements en sus pour la stabilisation de la grue auxiliaire.

Pour des raisons de sécurité et simplicité lors du levage, les pales Vestas sont érigées une par une. Cette méthode de travail permet de réduire notablement l'emprise nécessaire au sol et les risques et travaux inhérents au prés-assemblage des pales et du rotor.



Figures 44 : exemple opération de levage d'une pale

d. Opération de levage d'une nacelle et/ou du Drive-train

En fonction de la configuration de la grue prévue et du type de machine, la nacelle pourra être levée avec le Hub, le Cooler-top, le Nose-cone et le Drive-train s'il y a lieu, le tout préassemblé au sol. A défaut, les composants seront levés et assemblés un à un.

Lors du levage, les composants doivent être dirigés depuis le sol, à l'aide de cordages et élingages, par les équipes de montage. La nacelle et/ou le Drive-train ayant une forte prise au vent, il est parfois nécessaire de réaliser cette manipulation à l'aide de forklift ou véhicules légers tous terrains. Le cas échéant, d'éventuels dégâts devront être anticipés au niveau des parcelles limitrophes, dans un rayon d'environ une fois la hauteur de hub, orienté suivant la direction du vent lors du levage. Vestas et ses sous-traitants ne pourront être tenus responsables de ces zones qui pourraient être abimées. Elles doivent faire l'objet d'une maîtrise foncière de la part du Maître d'Ouvrage, avant le commencement du chantier.



Figures 45 : Schéma levage nacelle / Exemple opération de levage d'une nacelle avec orientation au sol

Page 38 of 41

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

10. Besoins pour la base vie et zones de stockages

La surface dédiée à la base vie devra pouvoir accueillir des containers de stockage, des bennes qui permettront le traitement des déchets, des outillages de levage et des bureaux pour les acteurs du chantier. Nous devons compter sur l'existence et l'équipement de cette zone avant les premières livraisons, et ce jusqu'à la finalisation du chantier et la mise en service des éoliennes. La localisation et le dimensionnement de la base de vie avec représentation sur plan devra faire l'objet d'une validation en accord entre les parties.

Nombre de WTGS	Nombres de bureaux	Nombres de containers	Surface préconisée
1 à 8 aérogénérateurs	Bureau double Vestas Bureau simple sous-traitant Vestiaire Toilette Réfectoire Bureau grutier	CT outillage Vestas x2 CT chimique Bennes poubelles x3 CT stockage x3	900.00m ² (dont 500.00m ² de zone de stationnements)
9 à 15 aérogénérateurs	Bureau double Vestas Bureau double sous-traitant Vestiaire Toilette Réfectoire Bureau grutier	CT outillage Vestas x3 CT chimique x2 Bennes poubelles CT stockage x4	1100.00m ² (dont 500.00m ² de zone de stationnements)
16 et + aérogénérateurs	Bureau double Vestas Bureau double sous-traitant Vestiaires x2 Toilette Réfectoires x2 Bureau grutier	CT outillage Vestas x5 CT chimique x3 Bennes poubelles x3 CT stockage x5	1400.00m ² (dont 500.00m ² de zone de stationnements et aires de stockages en sus réparties sur site)


Si oscillation Dampers : CT Vestas x2 + Benne pour bidons souillés

Tableau 4 : besoins pour la base vie, surfaces et équipements

Pour information, un container 20" a pour dimension 2,40 x 6,60m. Cette zone où évolueront les techniciens et intervenants sur site devra être plane, stabilisée, empierrée, drainée et facilement accessible. Des dispositions devront être prises afin d'assurer un espace suffisant pour le stationnement des véhicules, et une signalisation à l'approche et aux abords du site localisant cet espace devra être implantée.

Tant que possible, nous devons compter sur un raccordement au réseau hydraulique, électrique et télécom, en plus de l'évacuation des eaux usées. La base de vie pourra être également installée à proximité d'une ferme ou d'une zone d'habitation existante, tout en restant à proximité du parc éolien et en permettant un accès aux machines sans traversées de voiries ouvertes à la circulation civile (les traversées de routes nationales, ou départementales à fortes affluences doivent être prohibées.)

Dans le cas où la base de vie n'est pas localisée dans le voisinage immédiat du chantier, le Maître d'Ouvrage devra prévoir une zone stabilisée supplémentaire sur site, près des machines, pour le stockage d'outillages et containers. Cette remarque doit être réitérée pour les sites de plus de 16 machines où nous devons compter sur des zones stabilisées uniformément réparties.

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

11. Spécification des aménagements pour l'exploitation

Vestas préconise de conserver tous les aménagements de la phase chantier en l'état, sans quoi les travaux de voiries et aménagements des plate-formes devront à nouveau être réalisés dans le cas de lourdes opérations de maintenance (changement de Gear-box, pales, etc.).

Si les prescriptions environnementales inscrites dans le permis de construire, ou accords négociés avec les propriétaires terriens imposent une remise en état des aménagements via - par exemple - un réensemencement pour une réduction des emprises, il conviendra de privilégier le recouvrement des abords des pistes et des plate-formes par de la terre végétale, en conservant intégralement les empièvements, afin de retrouver un sol stabilisé en cas de maintenance curative pendant l'exploitation du parc éolien. Un entretien régulier des zones empièrées sera ensuite nécessaire, afin d'assurer une réalisation des travaux de maintenance en toute sécurité, peu importe les conditions météorologiques.

a. Besoin pour le personnel et véhicules d'exploitations

En phase exploitation du chantier, après mise en service des éoliennes et repli des équipements, le Maître d'Ouvrage devra veiller au respect des préconisations ci-dessous. Ces réalisations d'ores et déjà nécessaires en phase construction Cf. Page 35, *Besoins pour le stockage à pied d'œuvre des équipements*, contribueront à assurer une exploitation des machines en toute sécurité :

- Un périmètre contournant le massif de l'éolienne d'une largeur de 3.00m minimum stabilisée et gravillonnée accessible aux piétons et véhicules légers. Le crochet du treuil de la nacelle doit pouvoir être atteint au sol par l'arrière du véhicule de maintenance, pour effectuer d'éventuelles manutentions de levage. Ce véhicule doit donc pouvoir faire le tour du pied de l'éolienne, en ayant la possibilité de stationner sous le crochet du treuil, peu importe l'orientation du vent au cours de la manipulation.
- Assurer une liaison entre la circulaire terrassée de 3.00m et le massif en béton avec un drainage adéquat afin d'éviter la stagnation d'eau et assurer la pérennité de l'ouvrage.
- Veiller à ce que la couche de finition gravillonnée du remblaiement du massif atteigne le niveau haut de l'arase bétonnée de la fondation.
- Conserver une zone aménagée d'environ 12.25m x 12.25m minimum aux abords de la machine pour permettre le stockage d'outillages légers.
- Pour des massifs présentant une différence de niveau avec la piste ou l'ancienne plate-forme, prévoir l'aménagement d'une rampe d'accès de 3.00m minimum pour 20% de pente maximum, empièrée et correctement compactée.

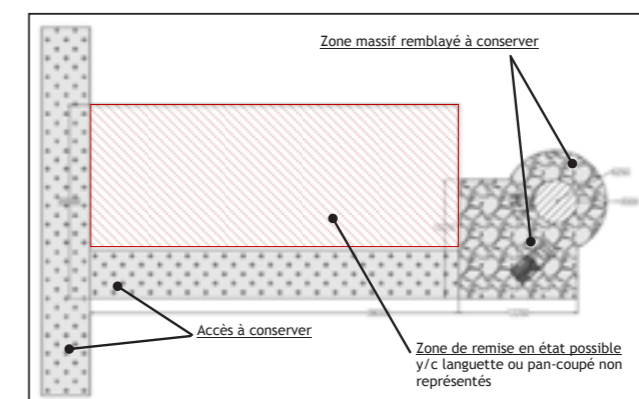


Figure 46 : Aménagements à conserver pour la phase exploitation - Au minimum

ACCESS ROADS AND CRANE PADS REQUIREMENTS VESTAS FRANCE - REV10E.pdf, downloaded from VCP by Pezetta, Julien on Thu Nov 06 11:53:16 CET 2014

ISSUING DATE : 01/09/2014	CLASS 1	
DOCUMENT : SCPWRE 01 - VER 10E	DESCRIPTION: CAHIER DES CHARGES VESTAS FRANCE Spécifications Vestas France pour la conception des aménagements pour le montage et l'exploitation des éoliennes	

b. Besoin en cas de maintenance curative lourde

Idéalement et dans la mesure du possible, conserver impérativement les plate-formes de levage et les accès aux éoliennes tels qu'utilisés pour les livraisons et le montage des turbines lors de la construction du parc, faute de quoi les travaux devront à nouveau être réalisés.

Dès lors qu'un démontage partiel de la machine sera nécessaire, le Maître d'Ouvrage - gestionnaire du site - et la société Vestas devront s'accorder sur la méthode de réalisation de ces travaux et les besoins inhérents à l'acheminement et au montage/démontage des composants éoliens concernés. Les préconisations prescrites dans le présent document pourront être appliquées, dans la mesure où les équipements transportés et les engins utilisés seront similaires. Nous conseillons donc vivement de conserver les plate-formes et voiries mises en œuvre pour la construction du site en l'état. L'entretien régulier de ces infrastructures tout au long de l'exploitation du site sera également nécessaire. La société Vestas et ses sous-traitants ne pourront être tenus responsables de ces travaux et remises en état, y compris des démarches inhérentes à l'obtention de nouveaux accords fonciers, avec les propriétaires terriens et/ou exploitants agricoles.

ANNEXE 3. ÉVALUATION DES COÛTS DE DÉMANTÈLEMENT

EXEMPLE DE L'ÉOLIENNE VESTAS V80

TRADUCTION

**VESTAS V80 – 2,0 mW - Windenergieanlage mit Nabenhöhe 78 m
Demontage, Abfuhr (max. 300 km) und Entsorgung
(inkl. Fundament und dessen Entsorgung)**

Stand: 03/2001

Alle nachfolgend genannten Kosten sind Selbstkosten.

1.	Fundament max. 450 m³ Beton B25 einschl. ca. 10,0 t Bewehrung und Fundamentsektion abbauen, zerkleinern und entsorgen; inkl. Abfuhr DM 230,00/m ³	<i>DM 103.500,00</i>
2.	Demontage der Windenergieanlage, 6 Monteure, Arbeits- und Fahrzeiten 900 h à DM 90,00 Übernachtungskosten für dto. 6 Monteure, 10 Nächte à DM 100,00 Summe 2	<i>DM 81.000,00</i> <u>DM 6.000,00</u> <i>DM 87.000,00</i>
3.	Transportkosten für Windenergieanlage Turm, Nacelle, Rotor, Nabe	<i>DM 25.000,00</i>
4.	Krankkosten total Telekräne (1 x 500t-Kran, 1 x 80t-Kran)	<i>DM 60.000,00</i>

Aufstellung

1. Fundament	DM 103.500,00
2. Demontage	DM 87.000,00
3. Transport	DM 25.000,00
4. Krankkosten	<u>DM 60.000,00</u>
	<u>DM 275.500,00</u>

Enthalten sind alle Entsorgungskosten ohne Vergütung von Restwerten (Stahlschrott etc.)

**VESTAS V80 - 2,0 mW - Installation éolienne avec un mât de 78 m de haut
Demontage, transport (max. 300 km) et élimination
(inclus les fondations et leur élimination)**

mars 2001

Tous les prix mentionnés ci-après sont au prix coûtant.

1. Fondations maximum 450 m ³ de béton, environ 10 t d'armatures et d'embase à démonter, broyer, et éliminer, transport inclus :	
230,00 DM/m ³	<i>103 500,00 DM</i>
2. Démontage de l'installation éolienne, 6 monteure, temps de travail et de transport, 900 h à 90,00 DM :	<i>81 000,00 DM</i>
Logement des travailleurs pendant les travaux 6 monteure, 10 nuits à 100,00 DM	<u><i>6 000,00 DM</i></u>
Total :	<i>87 000,00 DM</i>
3. Coût du transport de l'installation éolienne Tour, nacelle, rotor, moyeu	<i>25 000,00 DM</i>
4. Coût total de location des grues Grues de levage (1 grue de 500 t, 1 grue de 80 t)	<i>60 000,00 DM</i>

Récapitulatif

1. Fondations	<i>103 500,00 DM</i>
2. Démontage	<i>87 000,00 DM</i>
3. Transport	<i>25 000,00 DM</i>
4. Location des grues	<u><i>60 000,00 DM</i></u>
	<u><i>275 500,00 DM</i></u>

Tous les coûts d'évacuation sont compris sans la rémunération des valeurs résiduelles (acier, ferrailles etc.)

Pour information, 1 euro = 1,95583 DM (Deutsche Mark)

d'où 275 500 DM = 140 860 euros

ANNEXE 4. ANALYSE DU CYCLE DE VIE D'UNE ÉOLIENNE & BILAN CARBONE

EXEMPLE DE L'ÉOLIENNE V90 - 3 MW

Extrait de la plaquette *Lifecycle Assessment of a V90-3.0 MW onshore wind turbine*, Vestas :
«Analyse du cycle de vie d'une éolienne terrestre V90-3.0 MW» (document traduit en français)

Extrait de l'étude *Lifecycle Assessment of offshore and onshore sites windpower plants based on V90-3.0 MW turbines*, Vestas, juin 2006 :
«Analyse du cycle de vie de centrales éoliennes en mer et à terre utilisant des turbines Vestas V90-3,0 MW» (document traduit en français)

Un investissement respectueux de l'environnement

Analyse du cycle de vie d'une éolienne terrestre V90-3.0 MW

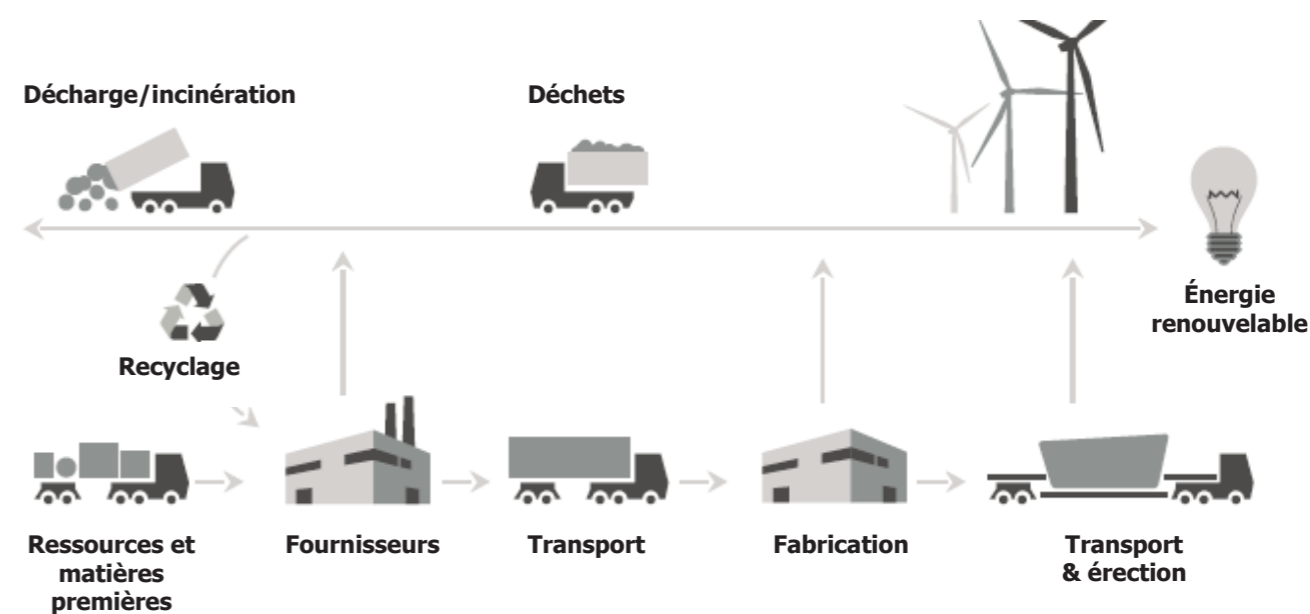
UNE ÉOLIENNE TERRESTRE V90-3.0 MW SUR UN SITE ORDINAIRE PRODUIT 36 FOIS PLUS D'ÉNERGIE QU'ELLE N'EN CONSOMME PENDANT 20 ANS.

Évaluation du cycle de vie d'une éolienne

En 2006, Vestas a mené une analyse du cycle de vie (ACV) d'une centrale éolienne terrestre V90-3.0 MW. L'ACV analyse et évalue l'impact environnemental de la centrale éolienne tout au long de son cycle de vie.

L'ACV prouve que l'énergie éolienne offre une forte performance environnementale pendant le cycle de vie d'une turbine éolienne.

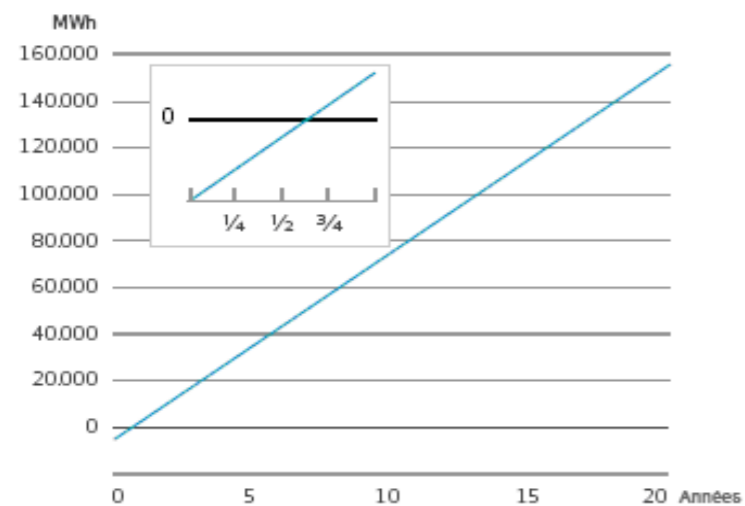
L'ACV évalue le cycle de vie complet d'une éolienne : extraction et fabrication des matériaux bruts, production des turbines, transport, érection, exploitation, entretien, démantèlement et mise au rebut des éoliennes, fondations et réseau de distribution. La figure ci-dessous illustre le cycle de vie.



LE BILAN ÉNERGÉTIQUE D'UNE ÉOLIENNE TERRESTRE V90-3.0 MW EST SEULEMENT 6,6 MOIS

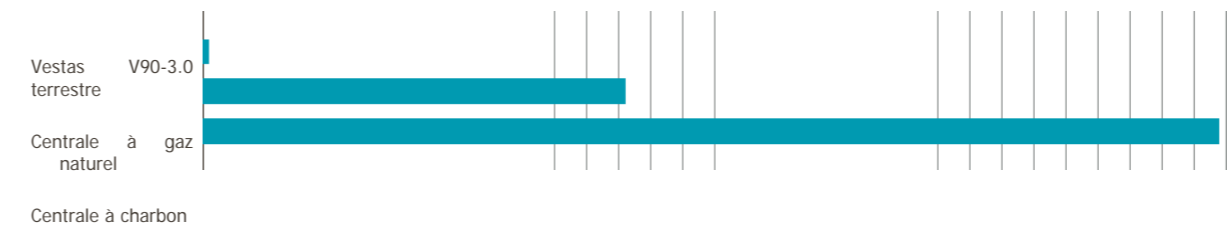
Bilan énergétique exceptionnel

Le bilan énergétique d'une éolienne exprime le temps d'exploitation nécessaire pour qu'elle produise autant d'énergie qu'elle n'en consomme durant tout son cycle de vie. La figure ci-dessous illustre la quantité d'énergie qu'une éolienne terrestre V90-3.0 MW produit tout au long de son cycle de vie. Elle produira environ 158 000 MWh dans une période de 20 ans. La balance énergétique moyenne d'une éolienne V90-3.0 MW est seulement 6,6 mois.



LES ÉOLIENNES VESTAS RÉDUISENT LES ÉMISSIONS DE CO₂ DE PLUS DE 40 MILLIONS DE TONNES PAR AN

Émissions de CO₂ pour 1 kWh d'électricité produit par :

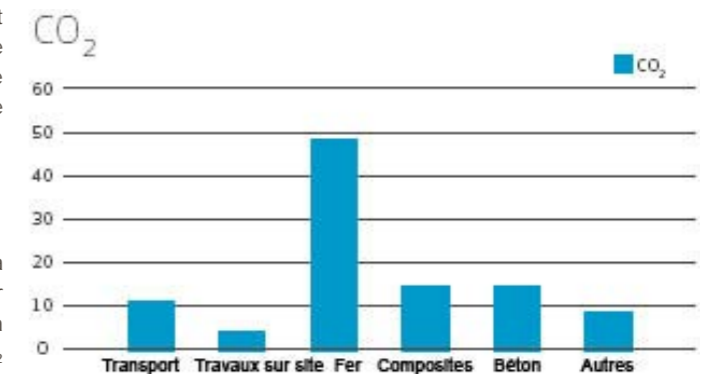


Faibles émissions de CO₂

Sur un site ordinaire, une éolienne terrestre V90-3.0 MW produira environ 158 000 MWh durant une période de 20 ans, préservant l'environnement d'environ 130 000 tonnes de CO₂ qui seraient produites par une centrale à charbon. La figure ci-dessus compare les émissions de CO₂ par kWh produites par une éolienne terrestre V90-3.0 MW, une centrale au gaz naturel et une centrale à charbon.

Consommation d'énergie

La partie la plus intensive en énergie dans la vie d'une éolienne a trait à l'extraction et au traitement du minerai, qui compte pour environ 50 pour cent de la consommation totale d'énergie. Cela est illustré dans la figure ci-contre, qui montre l'émission de CO₂ de l'éolienne pendant sa durée de vie prévisionnelle divisée en catégories principales.





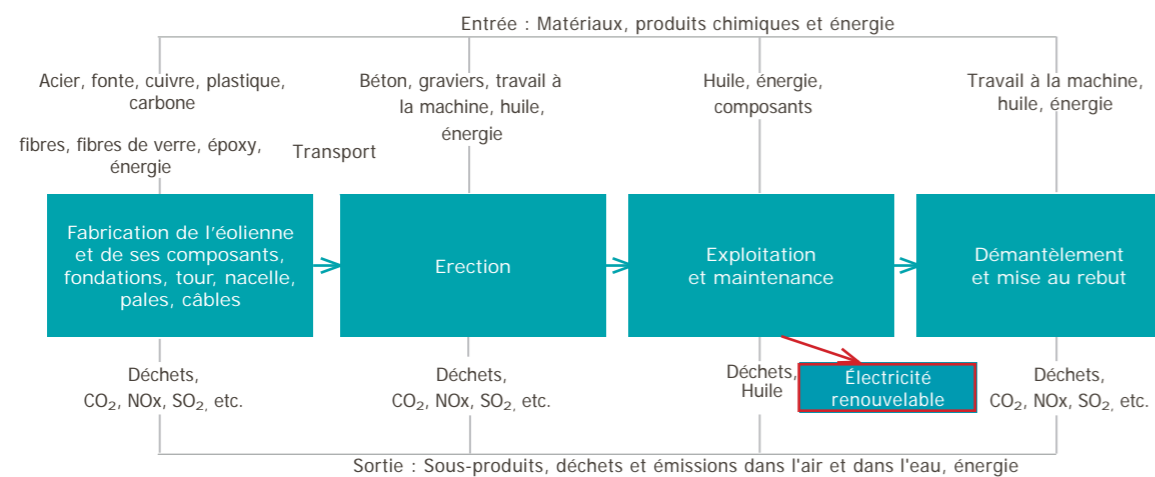
Cycle de vie d'une éolienne terrestre V90-3.0 MW

La plus grande partie des ressources utilisées par des centrales éoliennes sont consommées pendant la fabrication – qui est également la phase du cycle de vie pendant laquelle l'impact sur l'environnement est le plus fort. Il s'agit principalement de l'extraction du minerai de fer pour la production des composants en acier et de leur moulage qui ont un impact sur l'environnement. 100 % du fer et de l'acier sont recyclés quand l'éolienne est démantelée.

La phase de fabrication comprend l'extraction des minerais, la fabrication par un sous-traitant et la construction par Vestas des fondations, de la tour, de la nacelle et des pales.

Le cycle de vie complet est illustré dans la figure ci-dessous.

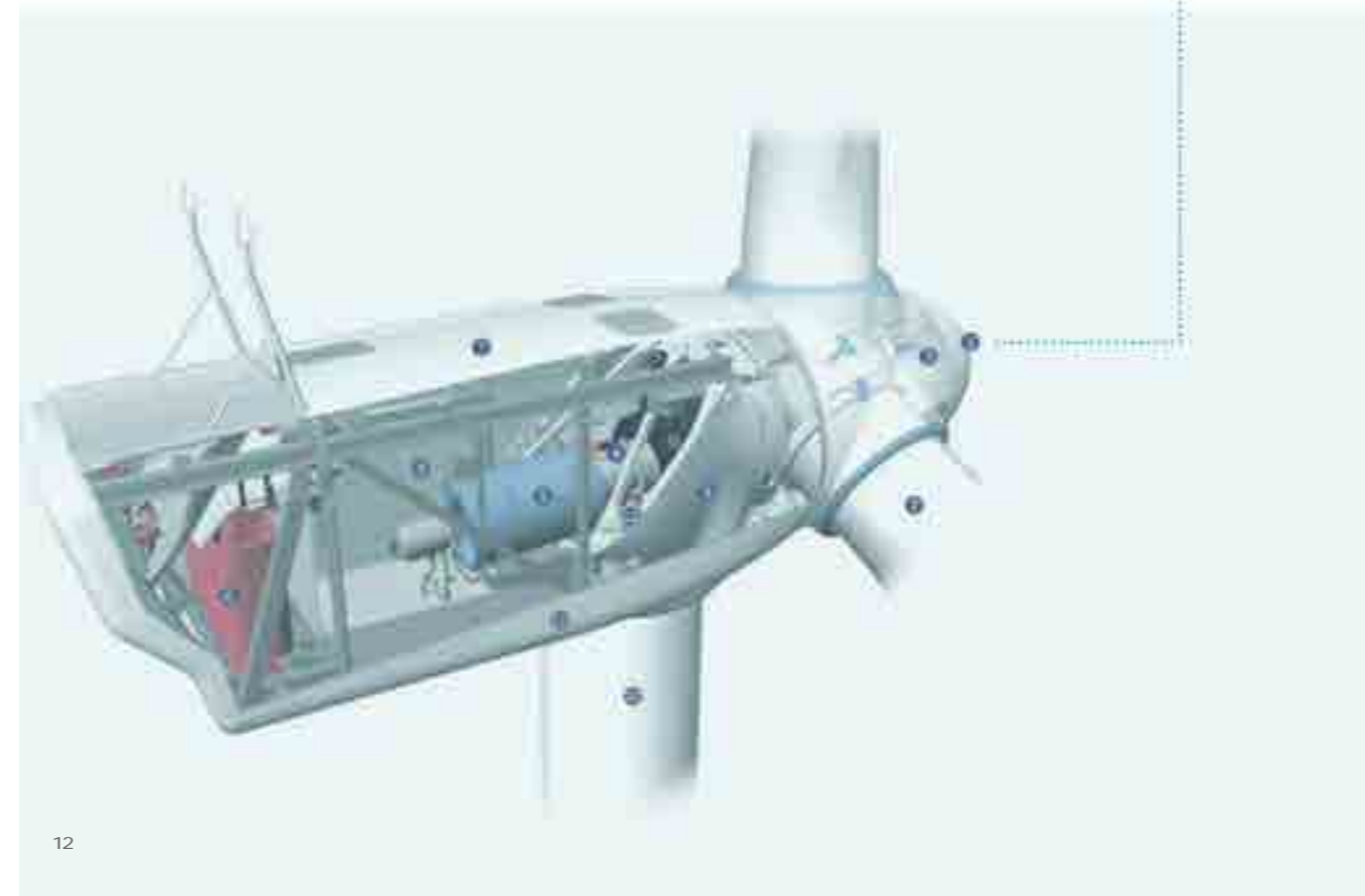
Ressources utilisées pour produire, ériger et mettre en service une éolienne



Le recyclage réduit le réchauffement planétaire

Une éolienne est conçue pour produire de l'énergie renouvelable pendant 20 ans. Pendant la phase d'exploitation et de maintenance, l'impact de l'éolienne sur l'environnement est minimal. Quand l'éolienne est démantelée, environ 80 % d'une turbine éolienne terrestre V90-3.0 MW sur une tour de 105 mètres peut être recyclé, évitant à l'environnement l'impact de l'extraction de nouveaux matériaux.

Les éléments en fibre de verre sont incinérés dans un système qui utilise la récupération de chaleur, et les déchets sont soigneusement mis en dépôt. Certains types d'acier, de fer, de cuivre, d'aluminium et de plomb sont prévus pour être recyclables à 100 %, ce qui est un objectif important pour Vesta. Dans la production d'un V90-3.0 MW, un accroissement de 10 % du recyclage du métal réduira le réchauffement planétaire de 8 %.



DANS LA PRODUCTION D'UNE V90-3.0 MW, UNE AUGMENTATION DU RECYCLAGE DU MÉTAL DE 10 % RÉDUIRA LE RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE DE 8 %



Ressources utilisées pour produire, ériger et mettre en service une éolienne

		Matériaux	Poids
1	Rotor	Pales et moyeu y compris son disque	36 tonnes
2	Pale	Fibre de verre, époxy et fibre de carbone	19 tonnes
3	Moyeu et son disque	Fonte, fer, fibre de verre et polyester	17 tonnes
4	Engrenage	Fonte et acier	19 tonnes
5	Generateur	Fonte, acier et cuivre	7 tonnes
6	Transformateur	Acier, cuivre, aluminium et époxy	7 tonnes
7	Nacelle		62 tonnes
8	Fondations principales	Fonte	12 tonnes
9	Tableau électrique	environ	0,5 tonnes
10	Tour (105 m)	Acier avec revêtement de surface	213 tonnes
11	Carrosserie	Fibre de verre, acier et plastique	4 tonnes
12	Mécanisme à lacet	Fonte, acier et plastique	10 tonnes
A	Fondations	Acier, aluminium et béton	1100 tonnes
	Divers	Composants électroniques, câbles, plastique, huile, etc.	3 tonnes

Le plastique PVC, qui peut être trié, est mis en dépôt. Le reste est incinéré. Le reste du plastique et du caoutchouc est incinéré avec récupération de la chaleur

Impact sur l'environnement local

L'impact sur l'environnement local d'une éolienne installée peut être divisé globalement en :

- émissions de bruit
- impact visuel
- impact sur les oiseaux, les chauves-souris, etc.

Lors de l'élaboration d'un projet de centrale éolienne, l'impact sur l'environnement local doit être pris en considération soigneusement. Vestas offre les moyens de réduire les niveaux de bruit, et nous maintenons à des niveaux acceptables l'impact visuel des éoliennes et leur impact sur les oiseaux, les animaux et la vie marine.

L'impact d'une éolienne sur l'environnement local est différent sur chaque site, aussi nous l'évaluons séparément pour chaque projet.

Information

L'analyse s'appuie sur les méthodes ISO 14040-43 et EDIP. Cette déclaration environnementale de produit est basée sur l'ACV que vous trouverez à www.vestas.com. Les analyses du cycle de vie pour les éoliennes V90-3.0 MW, V82-1.65 MW et V80-2.0 MW sont disponibles à www.vestas.com sous "Durabilité" – où les déclarations environnementales de produit pour chaque type d'éolienne seront également publiées lorsque les ACV seront prêtes.

Hypothèses générales pour les déclarations environnementales de produit : cycle de vie vérifié de la conception structurelle d'une turbine éolienne : 20 ans ; production annuelle moyenne : 7 890 000 kWh

Toutes les données de cette déclaration environnementale de produit sont calculées par kWh d'électricité produite.



No. 1 de l'énergie moderne



Vestas Wind Systems A/S

Alsvej 21
DK-8940 Randers SV
Denmark

Tel: +45 9730 5000
Fax: +45 9730 5001

vestas@vestas.com

Vestas

vestas.com

Analyse du cycle de vie de centrales éoliennes en mer et à terre utilisant des turbines Vestas V90-3,0 MW



Analyse du cycle de vie de centrales éoliennes en mer et à terre utilisant des turbines Vestas V90-3,3 MW Date : 21-06-2006
Page 27 sur 60

Analyse d'impact du cycle de vie

L'étude du cycle de vie des centrales éoliennes en mer et à terre a été utilisée pour réaliser un calcul des impacts environnementaux pour les deux centrales éoliennes. Le calcul a été réalisé en appliquant la méthodologie EDIP de l'outil ACV GaBi.

Impacts environnementaux

Les impacts environnementaux potentiels inclus dans cette étude peuvent être divisés en trois groupes tels que décrits ci-dessous.

Impacts environnementaux:

- Réchauffement global
- Appauvrissement en ozone
- Acidification
- Enrichissement en nutriment (eutrophisation)
- Formation photochimique d'ozone (smog)

Toxicité:

- Toxicité humaine
- Ecotoxicité

Déchet:

- Déchet en vrac
- Scories et cendres
- Déchets dangereux
- Déchet radioactif

Le réchauffement global est la capacité des atmosphères à réfléchir une partie des radiations de chaleur vers la terre. Le réchauffement global est accentué par le contenu des atmosphères en dioxyde de carbone, CFC, oxyde nitreux et méthane, en autres. L'émission croissante de ces substances pourrait influencer l'équilibre en chaleur de la terre et pourrait provoquer un réchauffement du climat sur les prochaines décennies.

Appauvrissement en ozone: La formation et disparition de l'ozone constitue un équilibre naturel dans la stratosphère de la terre, 15-40km au dessus de l'atmosphère. Mais l'appauvrissement va s'accroître en raison des émissions d'halo carbures, c'est à dire des composés organiques, qui contiennent du chlore ou brome et qui sont assez résistants pour atteindre la stratosphère. La réduction de la quantité d'ozone dans la stratosphère signifie que des rayons solaires UV plus dangereux atteindront la surface de la terre. Ces rayons UV peuvent par exemple causer des cancers de la peau et avoir un impact négatif sur les rendements agricoles.

Acidification signifie que les acides et composés, qui peuvent être transformés en acides sont émis dans l'atmosphère et viennent ensuite se déposer dans l'eau les sols, cela signifie que l'apport en ion hydrogène décline (le pH diminue), p. ex. le taux d'acidité augmentera. Cela peut avoir des conséquences négatives sur les conifères et poissons au travers du dépérissement terminal de la forêt et de la mort de poissons. De plus cela peut apporter de la corrosion sur les bâtiments, métaux, etc.

Analyse du cycle de vie de centrales éoliennes en mer et à terre utilisant des turbines Vestas V90-3,0 MW Date : 21-06-2006 Page 28 sur 60

Enrichissement en nutriment est un impact sur les écosystèmes avec des substances, qui contiennent plus particulièrement de l'azote (N) ou du phosphore (P). La conséquence pourrait être un équilibre biologique perturbé, dans lequel la croissance de certains organismes prendrait la place d'autres formes de vie à leur dépens. L'appauvrissement en oxygène est une conséquence connue de l'enrichissement en nutriment, mais aussi la réduction des tourbières et autres écosystèmes pauvres en nutriments est aussi vu comme une conséquence de l'appauvrissement en nutriment.

Formation photochimique d'ozone (smog) est causée par la dégradation de composés organiques (COV) en présence de lumière et d'oxyde d'azote (NO_x). L'exposition de plantes à l'ozone pourrait provoquer des dégâts à la surface de la feuille, provoquant un mauvais fonctionnement de la fonction photosynthétique, décoloration des feuilles, dépérissement terminal des feuilles et au final de la plante entière. Exposition des humains à l'ozone pourrait provoquer une irritation des yeux, problèmes respiratoires, et problème chronique sur le système respiratoire.

Humain et ecotoxicité: Certaines substances ne sont pas très biodégradables et peuvent atteindre des concentrations relativement élevées, ce qui peut provoquer des effets toxiques sur les humains ou bien sur les écosystèmes à différents endroits dans l'environnement, à la fois sur le sol, l'eau et l'air. Modéliser la toxicité dans une ACV est très difficile en raison de la complexité des produits chimiques dans l'environnement. Il n'existe pas de consensus international sur la manière de la réaliser, et les résultats sont incertains. Cependant, dans cette étude il a été choisi d'inclure l'impact des produits chimiques – même si les résultats correspondants doivent être interprétés avec précaution.

Ecotoxicité: cf. ci-dessus.

Déchet en vrac est un ensemble de déchets de construction et similaires qui sont regroupés dans des sites contrôlés d'entreposage. Ce déchet est caractérisé par le fait qu'il ne contient pas de substance dangereuse pour l'environnement.

Scories et cendres constituent le sous-produit des processus d'incinération. Scories et cendres sont habituellement entreposées sur des sites spéciaux de déchets.

Déchets dangereux sont des déchets qui doivent être amenés vers des usines de traitement spécifiques ou bien vers des lieux d'entreposage spéciaux pour matière dangereuse. Ce déchet est caractérisé par le fait qu'il contient des matières dangereuses pour l'environnement, qui pourraient se répandre au cours de la période d'entreposage.

Déchet radioactif est un déchet à faible intensité radioactive en provenance des centrales électriques nucléaires. Un des problèmes majeurs associé au déchet radioactif est le fait que celui-ci sera radioactif pour des centaines de milliers, si ce n'est des millions d'années, et ainsi cela nécessite un isolement de l'environnement humain.

Pour plus de descriptions, nous nous référons à la documentation de la méthodologie EDIPⁱⁱ.

Méthode de calcul

Avec l'aide de l'outil pc GaBi une normalisation des impacts environnementaux a été réalisée. I.e. les impacts environnementaux sont établis en équivalent personne (EP). Les résultats illustrent ce qu'1 kWh de puissance produit à partir des centrales éoliennes au cours de leur cycle de vie représente en relation avec l'impact total moyen des citoyens^{ix}. Cela signifie que les impacts environnementaux de la puissance en provenance des centrales éoliennes sont mis en relation avec une contribution moyenne de citoyens standards aux impacts individuels sur l'environnement.

Analyse du cycle de vie de centrales éoliennes en mer et à terre utilisant des turbines Vestas V90-3,1 MW Date : 21-06-2006 Page 29 sur 60

En normalisant les impacts environnementaux, il est possible d'évaluer la contribution relative des différents impacts environnementaux de la production d'électricité à partir de turbines. Cependant, une pondération relative des différents impacts environnementaux n'est pas réalisée, puisqu'aucun consensus pour un système pondéré n'existe. Les impacts environnementaux pondérés seront ainsi une évaluation subjective.

La normalisation réalisée est basée sur l'EDIP 1997 (90/00) ce qui signifie que 1990 est l'année de référence pour la normalisation.

Résultats

Ce chapitre présente les principaux résultats de l'ACV sur les centrales éoliennes en mer et à terre V90-3,0 MW.

Lorsque les données pour les composants ou matières sont manquantes, le reste des matières supérieures est extrapolé en fonction des données disponibles dans les spécifications produit. Ainsi, 100% du poids total du système éolien est inclus dans l'ACV.

Consommation de ressource par kWh produit

L'inventaire du cycle de vie peut être inclus dans état de consommation de ressource pour la durée de vie totale de la centrale éolienne par kWh d'électricité produite.

Centrale éolienne en mer		Centrale éolienne à terre	
Ressource	Quantité [g/kWh]	Ressource	Quantité [g/kWh]
Eau (fraîche)	49,346	Eau (fraîche)	51,231
Charbon	0,740	Pierre	3,531
Pétrole brut	0,630	Charbon	0,643
Fer	0,419	Sable de quartz	0,588
Gaz naturel	0,375	Pétrole brut	0,541
Sable de quartz	0,335	Gaz naturel	0,420
Lignite	0,324	Lignite	0,344
Calcaire	0,126	Calcaire	0,096
Chlorure de sodium (sel gemme)	0,051	Chlorure de sodium (sel gemme)	0,084
Pierre	0,055	Argile	0,054
Zinc	0,041	Iron	0,040
Argile	0,031	Zinc	0,013
Aluminium	0,011	Manganèse	0,012
Manganèse	0,010	Aluminium	0,005
Cuivre	0,009	Cuivre	0,004
Plomb	0,003	Chrome	0,002

Tableau 5: Consommation de ressource significative à partir d'1kWh d'électricité respectivement à partir de centrales éoliennes en mer et à terre.

A la fois pour la centrale éolienne à terre et en mer, la ressource principale consommée est l'eau. L'eau est utilisée dans plusieurs processus de production par les sous-traitants et en connexion avec la production de matériaux, i.e. la production de colle PUR ainsi que la production d'électricité dans les centrales électriques conventionnelles.

Analyse du cycle de vie de centrales éoliennes en mer et à terre utilisant des turbines Vestas V90-3,0 MW Date : 21-06-2006 Page 30 sur 60

Charbon, pétrole brut, lignite et gaz naturel sont toutes des ressources énergétiques utilisées comme sources essentielles d'énergie dans la production de turbines. Le pétrole brut – est de plus utilisé comme huile isolante et comme composant dans la production de plastiques en qualité d'époxy pour les pales. La pierre sous forme de granite cassé et calcium sont utilisés pour les fondations en béton de la turbine à terre et pour les chemins de câbles.

Le fer est aussi une des principales ressources et représente de plus le métal le plus utilisé. Le fer est utilisé pour produire l'acier qui est inclus en grandes quantités dans les centrales éoliennes.

Le sable de quartz est utilisé dans la production de composants en fonte p. ex. dans le moyeu et dans la fondation de la nacelle.

Le calcaire est utilisé principalement dans la production d'acier.

Le zinc est utilisé dans la métallisation chimique de, par exemple, la tour et les fondations en mer pour le V90-3,0 MW.

Pour la centrale éolienne en mer, l'aluminium est principalement utilisé pour les fondations du transformateur, dans le câble intermédiaire et sous-marin.

Pour la centrale éolienne à terre, l'aluminium est principalement utilisé et dans la nacelle et dans les câbles.

Consommation d'énergie par kWh produit

À partir du relevé des ressources du cycle de vie de la centrale éolienne, la consommation d'énergie par turbine, incluant la connexion au réseau, a été calculée, c.-à-d. fabrication, exploitation, transport, démantèlement/mise au rebut et transmission. Dans le relevé, toutes les ressources énergétiques ont été incluses pour la totalité du cycle de vie de la centrale éolienne. Ces quantités sont recalculées à l'aide du pouvoir calorifique supérieur de l'énergie.

Les calculs de la consommation d'énergie, à l'aide de l'AVC, pour les centrales éoliennes en mer et sur terre, sont donnés dans la table 6. Les calculs montrent que la consommation d'énergie par turbine en mer est de 8 098 391 kWh. Dans la section "Centrale éolienne en mer" il est établi qu'une turbine produit 14 230 000 kWh/an. Les calculs montrent que la consommation d'énergie par turbine terrestre est 4 304 221 kWh. Dans la section "Centrale éolienne à terre" il est établi qu'une turbine produit 7 890 000 kWh/an.

Analyse du cycle de vie de centrales éoliennes en mer et à terre utilisant des turbines Vestas V90-3,2 MW Date : 21-06-2006 Page 31 sur 60

Consommation d'énergie [MJ/kWh produit]	En mer	À terre
Combustibles fossiles		
Pétrole brut	2,87E-02	2,46E-02
Charbon	2,25E-02	1,95E-02
Lignite	3,17E-03	3,3 8E-03
Gaz naturel	2,02E-02	2,24E-02
Énergie nucléaire	2,02E-02	2,05E-02
Énergie renouvelable		
Biomasse, matière sèche, combustible	8,68E-04	7,29E-04
Biomasse, matière sèche, matière première	1,43E-05	2,54E-05
Bois, matière sèche, matière première	7,09E-05	1,26E-04
Énergie primaire hydroélectrique	5,49E-03	6,07E-03
Énergie primaire éolienne	2,54E-07	4,51E-07
Combustibles renouvelables	1,17E-08	2,08E-08
Total (MJ/kWh produit)	1,02E-01	9,82E-02
Total (kWh/kWh produit)	2,85E-02	2,73E-02
Total (kWh/turbine) pour la durée de vie	8 098 391	4 304 222

Table 6: La consommation en énergie des centrales éoliennes V90-3.0 114W en mer et à terre.

Émissions dans l'air et l'eau par kWh produit

Le tableau ci-dessous indique les principales émissions dans l'air et l'eau pour les centrales éoliennes en mer et à terre.

Émissions [g/kWh produit]	En mer	À terre
Émissions dans l'air		
Dioxyde de carbone (CO ₂)	5.23E+00	4.64E+00
Dioxyde de soufre	2.15E-02	2.18E-02
Oxydes d'azote	2.06E-02	1.77E-02
Monoxyde d'azote	1.99E-02	8.13E-03
Émissions organiques dans l'air (groupe COV)	1.25E-02	1.47E-02
Oxyde nitreux (gaz hilarant)	1.73E-04	1.82E-04
Chlorure d'hydrogène	1.21E-04	1.80E-04
Azote (N ₂)	1.03E-04	7.26E-05
Hydrogène	9.48E-05	1.56E-04
Sulfure d'hydrogène	7.45E-05	3.18E-05
Manganèse	7.02E-05	2.04E-05
Émissions dans l'eau		
N total	2.58E-06	1.46E-06
P total	3.20E-08	2.93E-08
Demande chimique en oxygène (DCO)	2.41E-03	2.57E-03

Life cycle assessment of offshore and onshore sited wind power plants based
Vestas V90-3,3 MW

Date : 21-06-2006
Page 35 sur 60

Comparaison entre 1 kWh provenant de V90-3.0 en mer, V90-3.0 à terre et l'électricité européenne

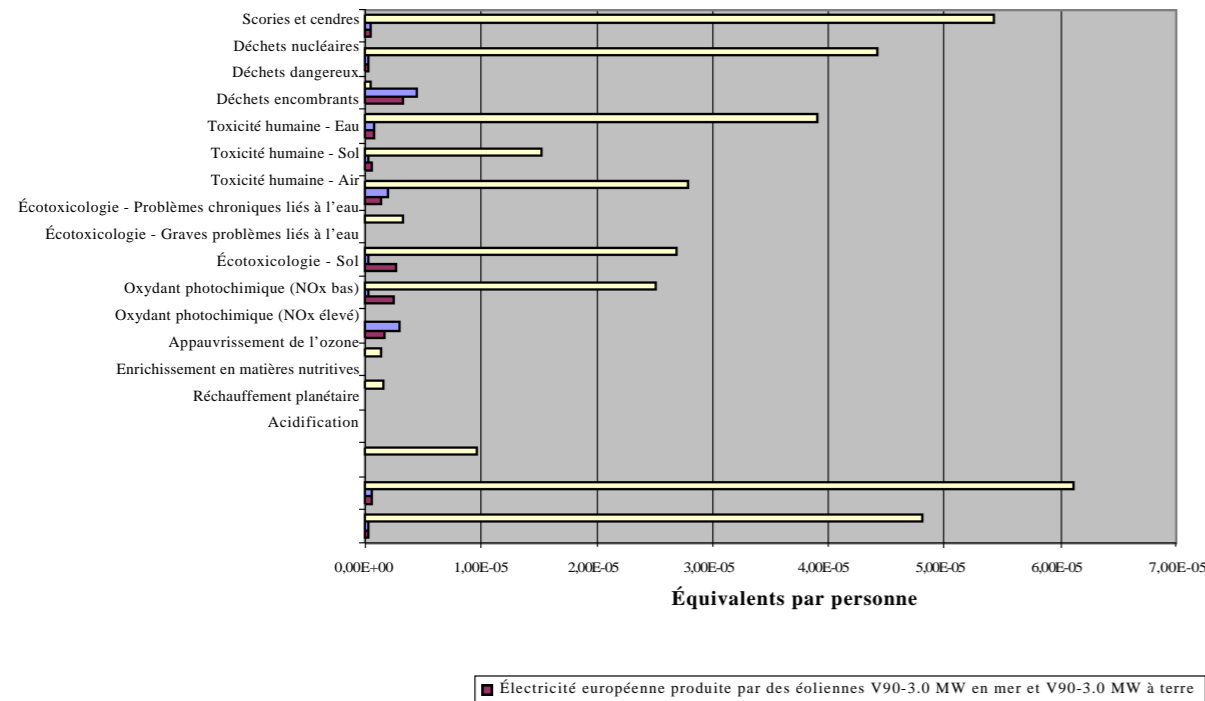


Figure 12 : Comparaison entre 1 kWh d'électricité généré grâce à V90-3.0 MW en mer, V90-3.0 MW à terre et de l'électricité européenne de base.

Les données pour l'électricité européenne présentées dans la figure ont été modifiées de manière à ce que la perte de grille de 10 % d'électricité ne soit pas incluse. Cela a été fait pour normaliser les unités fonctionnelles et pouvoir effectuer des comparaisons équitables.

Comme l'indiquent les chiffres ci-dessus, les impacts environnementaux de l'électricité issue d'éoliennes générée par une centrale éolienne en mer et à terre respectivement sont considérablement plus bas que l'électricité européenne moyenne en 1990. Il n'est bien sûr pas réellement équitable de comparer 1 kWh d'électricité moyenne générée en 1990 et 1 kWh d'électricité générée par des éoliennes entre 2005 et 2025.

Cependant, la comparaison permet de voir l'ordre de magnitude. À ce jour, la base de données de l'EDIP n'inclut pas les données récentes, fiables, fournies pour l'électricité européenne.

Bilan énergétique

Un des aspects majeurs de l'évaluation des éoliennes est le bilan énergétique des produits. Le bilan énergétique est une évaluation de la relation entre la consommation d'énergie du produit et la production d'énergie pendant toute la durée de vie.

Le bilan énergétique a été calculé comme le rapport entre la consommation d'énergie des éoliennes pour la fabrication, le fonctionnement, le transport, le démontage, l'évacuation et la production d'énergie moyenne attendue. Le Tableau 6 indique la consommation totale d'énergie de centrales éoliennes en mer et à terre.

Bilan énergétique de l'éolienne en mer V90-3.0 MW :

Analyse du cycle de vie de centrales éoliennes en mer et à terre du type
Vestas V90-3,2 MW

Date : 21-06-2006
Page 36 sur 60

$$\frac{8\,063\,418 \text{ kWh/éolienne}}{14,230,000 \text{ kWh/éolienne.an}} = 0,57 \text{ année} \approx 6,8 \text{ mois}$$

Bilan énergétique de l'éolienne sur terre V90-3.0 MW :

$$\frac{4,304,222 \text{ kWh/éolienne}}{7\,890\,000 \text{ kWh/éolienne.an}} = 0,55 \text{ année} \approx 6,6 \text{ mois}$$

Le calcul ci-dessus permet de voir que le bilan énergétique de l'éolienne en mer V90-3.0 MW est d'environ 0,3 mois plus long que pour l'éolienne à terre V90-3.0 MW. La différence provient d'une grille de transmission plus large et d'une consommation d'acier plus importante pour les fondations.

Interprétation des résultats

Malgré quelques omissions et hypothèses, la qualité des données utilisées dans cette analyse du cycle de vie a été estimée comme satisfaisante au vu de ce cycle de vie. Cependant, nous estimons que pour les domaines les plus importants, les données se sont avérées valables.

Pour ce qui concerne les principales hypothèses et incertitudes quant aux données, des analyses de sensibilité ont été réalisées dans le chapitre Analyse de sensibilité.

Élimination et recyclage

Depuis la dernière publication de l'Analyse du cycle de vieⁱⁱ, des progrès ont été réalisés en matière d'évacuation des pales. Jusqu'à récemment, les pales étaient sensées être fournies à un site de stockage des déchets pour être enfouies, simplement parce qu'aucune méthode de recyclage n'était disponible. Cela signifiait que les pales contribuaient largement aux déchets encombrants ayant un impact sur l'environnement (26,1 % pour l'éolienne à terre V80-2.0MW et 17,4 % pour la V80-2.0 MW à terre).

Cependant, grâce à un projet auquel Vestas a participé avec entre autres H.J. Hansen Genvindingsindustri A/S, il est désormais possible d'utiliser le contenu énergétique des pales par incinération avec récupération de la chaleur. Cette solution a été utilisée dans cette étude.

De plus, il a été possible de trouver des solutions théoriques de recyclage du verre contenu dans les pales. Maintenant, aucune solution pratique n'ayant été mise en œuvre pour le verre contenu, on a eu, par prudence, recours à l'enfouissement de ce verre (après incinération) dans le modèle de base.

Un scénario correct serait d'effectuer l'évacuation des déchets dans 20 ou 30 ans. Cependant, il n'est pas possible de prédire les technologies d'élimination à long terme.

Pour estimer l'importance du dépôt des pales, nous avons calculé trois différents scénarios sur la manière d'éliminer les pales :

- Élimination à 100 % des pales.
- Incinération des pales sans possibilité de recyclage du verre contenu. Mais l'acier contenu dans la pale est recyclé.
- Incinération des pales avec recyclage intégral du verre (récupération de 90 %, le reste est

Analyse du cycle de vie de centrales éoliennes en mer et à terre du type Vestas V90-3,0 MW

Date : 21-06-2006
Page 46 sur 60

Conclusions

Dans ce projet, une analyse du cycle de vie a été préparée pour deux centrales éoliennes (V90-3.0 MW en mer et V90- 3.0 MW à terre), comprenant le raccordement au réseau. Ce modèle d'analyse appliqué aux centrales éoliennes a été amélioré par rapport aux précédentes analyses de l'éolienne V80-2.0 MW.

Cette évaluation du cycle de vie a montré que les impacts environnementaux par kWh d'électricité générée par les deux centrales éoliennes étaient quasiment identiques au respect des incertitudes attendues des résultats. La consommation de ressources par la centrale éolienne en mer est beaucoup plus importante que celle de la centrale à terre. Mais la production accrue d'électricité des éoliennes en mer compense la forte consommation de ressources. Si les impacts environnementaux des éoliennes sont comparés à la production d'électricité européenne moyenne, les impacts environnementaux des éoliennes sont à peine remarquables.

De plus, le résultat des processus de développement de produit est visible puisque le profil environnemental de l'éolienne V90-3.0 MW a été amélioré par rapport à la V80-2.0 MW : le bilan énergétique d'une éolienne en mer V80-2.0 MW est de 9,0 mois, contre 6,8 mois pour une V90-3.0 MW en mer.

Les centrales éoliennes en mer restent nouvelles et les données pour ces centrales reposent sur l'expérience actuelle. Cependant, les données utilisées indiquent un placement du site au dessus de la moyenne pour ce qui concerne la production d'énergie de la centrale éolienne.

Par rapport à la consommation de ressources, la production d'électricité est considérée comme l'aspect le plus important tant pour les centrales éoliennes en mer et à terre. En effet, une augmentation de 50 % de la production d'électricité entraînerait une réduction de 50 % du bilan énergétique. De plus, l'étape d'élimination et notamment de recyclage des métaux contribuent également au profil environnemental. Les impacts environnementaux du transport et du fonctionnement ne sont pas considérés comme importants par rapport aux impacts environnementaux globaux des centrales éoliennes en mer et à terre.

Analyse du cycle de vie de centrales éoliennes en mer et à terre du type Vestas V90-3,0 MW

Date : 21-06-2006
Page 47 sur 60

Annexe 1

Le tableau suivant indique les valeurs normalisées pour les centrales éoliennes V90-3.0 MW en mer et à terre. Les impacts environnementaux sont donnés en équivalents par personne. Ce tableau met en évidence l'impact total sur un citoyen moyen de la production de 1 kWh répartie sur la durée de vie de la centrale éolienne.

	V90-3.0MW	V90-3.0MW à
Acidification	3,1 7E-07	3.01 E-07
Réchauffement planétaire	6,35E-07	5.68E-07
Enrichissement en matières	9,58E-08	8.26E-08
Appauvrissement de l'ozone	3,53E-09	2.00E-09
Oxydant photochimique (NOx élevé)	9,53E-08	4.63E-08
Oxydant photochimique (NOx bas)	9,41 E-08	4.47E-08
Sol écotoxicologique	1 ,69E-06	2.90E-06
Écotoxicologie –	2,46E-06	2.68E-07
Écotoxicologie –	2,57E-06	3.26E-07
Toxicité humaine - Air	1,08E-07	7.94E-08
Toxicité humaine - Sol	1,41 E-06	1.96E-06
Toxicité humaine - Eau	5,64E-07	3.07E-07
Déchets encombrants	8,25E-07	7.90E-07
Déchets dangereux	3,32E-06	4.54E-06
Déchets nucléaires	2,79E-07	2.83E-07
Scories et cendres	5,12E-07	4.52E-07

ANNEXE 5. SCHÉMAS ÉOLIENS

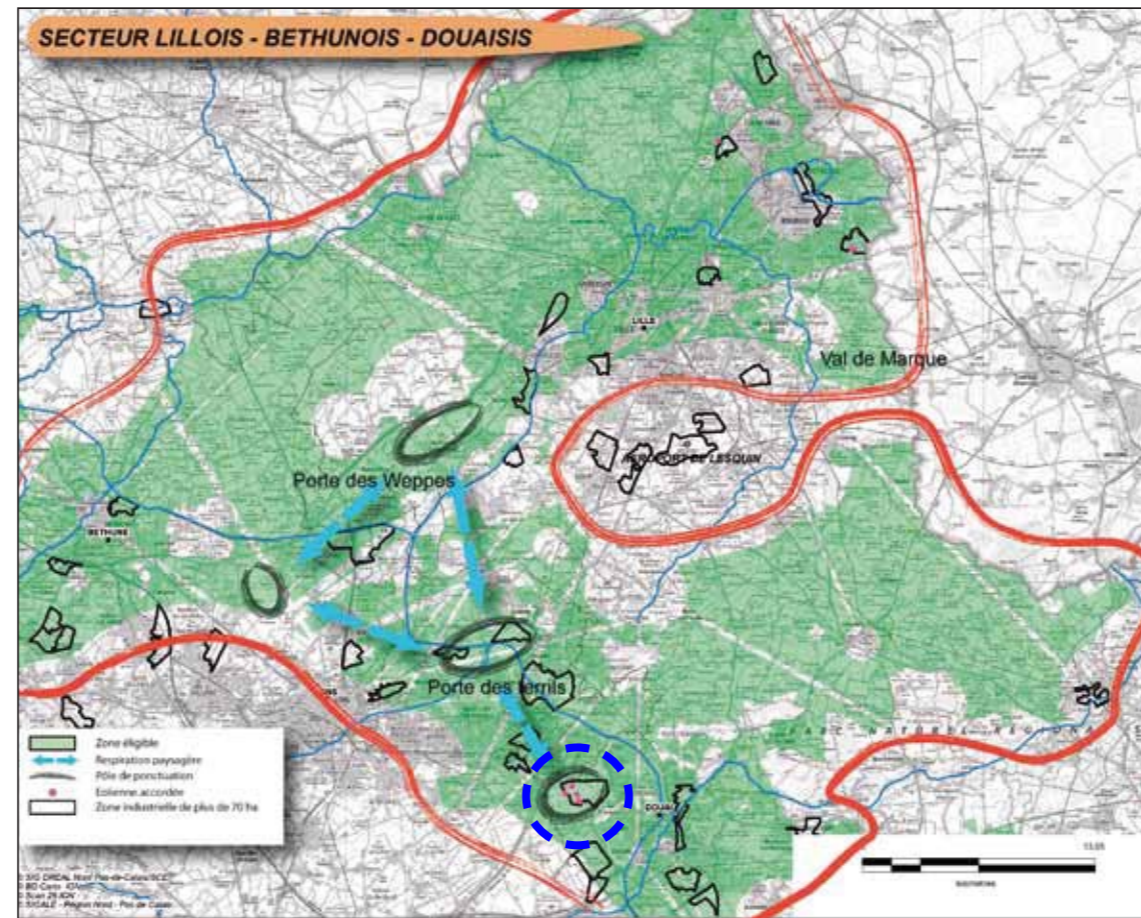
A.5.1. EXTRAITS DU SCHÉMA RÉGIONAL DU CLIMAT, DE L'AIR ET DE L'ÉNERGIE NORD - PAS-DE-CALAIS «VOLET ÉOLIEN», NOVEMBRE 2012

A.5.2. SCHÉMA RÉGIONAL DES ENERGIES RENOUVELABLES DU NORD-PAS-DE-CALAIS, JUIN 2010

A.5.3. SCHÉMA RÉGIONAL ÉOLIEN DU NORD-PAS-DE-CALAIS, AVRIL 2003

A.5.4. CIRCULAIRE BORLOO DU 07/06/2010 SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ÉOLIEN TERRESTRE

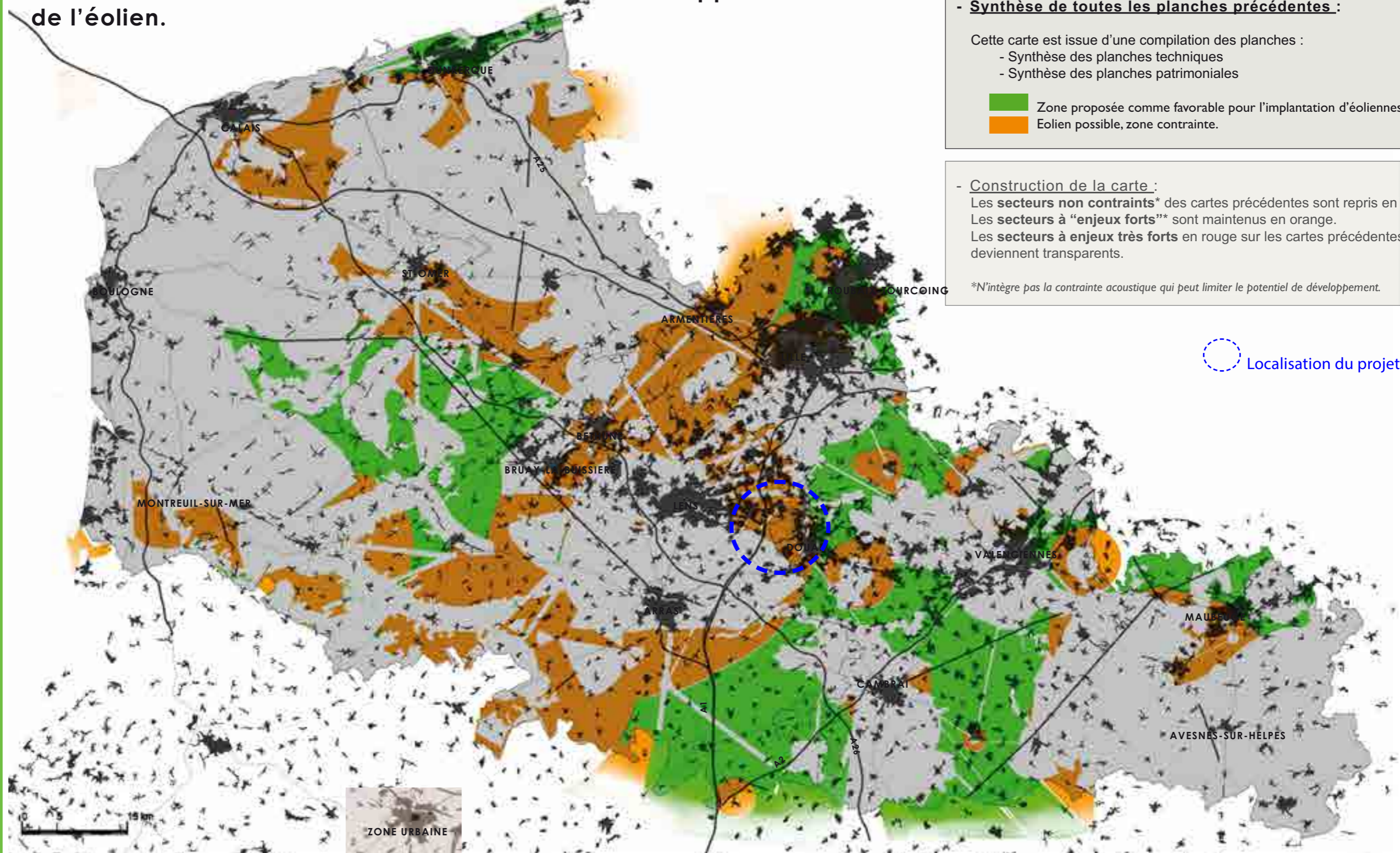
G-Secteur Lillois-Béthunois-Douaisis



○ Localisation du projet

B2 - IDENTIFICATION DES SECTEURS FAVORABLES AU DÉVELOPPEMENT ÉOLIEN.

B22a - Identification des secteurs favorables au développement de l'éolien.



- Synthèse de toutes les planches précédentes :

Cette carte est issue d'une compilation des planches :

- Synthèse des planches techniques
- Synthèse des planches patrimoniales

- Zone proposée comme favorable pour l'implantation d'éoliennes.
- Eolien possible, zone contrainte.

- Construction de la carte :

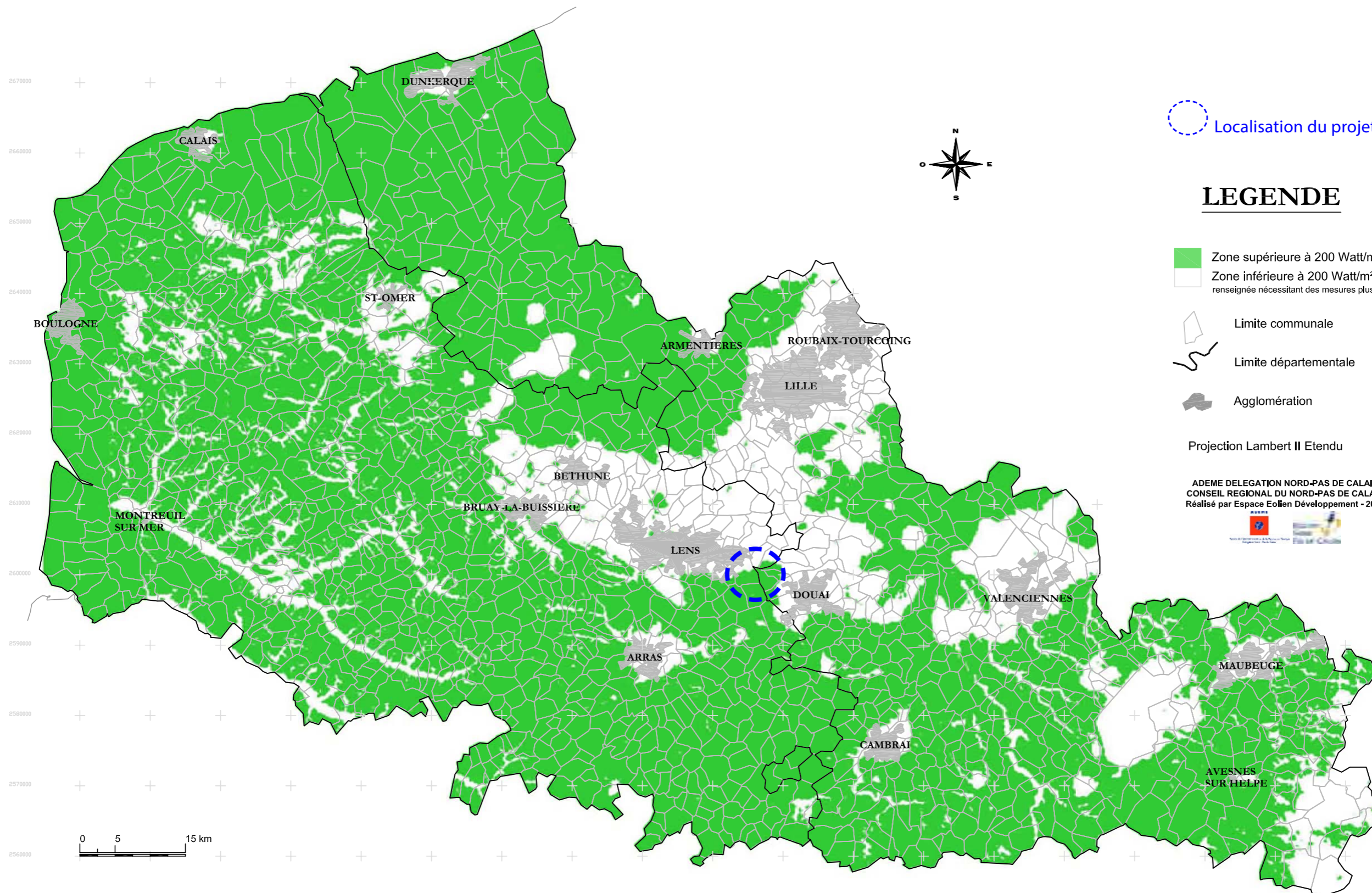
Les **secteurs non contraints*** des cartes précédentes sont repris en vert.
 Les **secteurs à "enjeux forts"*** sont maintenus en orange.
 Les **secteurs à enjeux très forts** en rouge sur les cartes précédentes deviennent transparents.

*N'intègre pas la contrainte acoustique qui peut limiter le potentiel de développement.

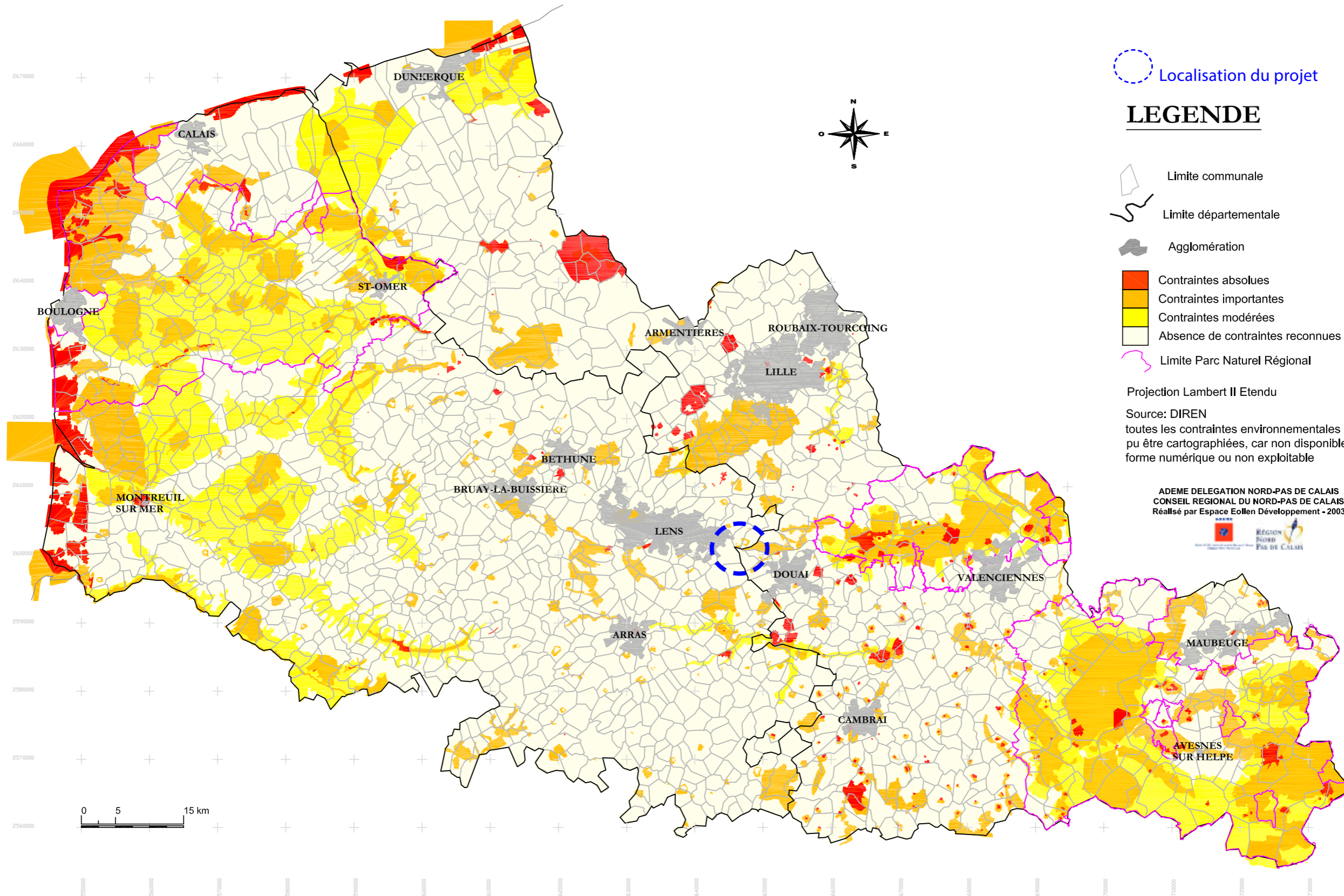
○ Localisation du projet

A.5.3. SCHÉMA RÉGIONAL ÉOLIEN DU NORD-PAS-DE-CALAIS, AVRIL 2003

ZONE PROPICE à l'implantation d'éoliennes, au regard du gisement éolien mesuré à 50 mètres



CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES



Localisation du projet

LEGENDE

- Limite communale
- Limite départementale
- Agglomération
- Contraintes absolues
- Contraintes importantes
- Contraintes modérées
- Absence de contraintes reconnues
- Limite Parc Naturel Régional

Projection Lambert II Etendu

Source: DIREN
toutes les contraintes environnementales n'ont pu être cartographiées, car non disponibles sous forme numérique ou non exploitable

ADEME DELEGATION NORD-PAS DE CALAIS
CONSEIL REGIONAL DU NORD-PAS DE CALAIS
Réalisé par Espace Eolien Développement - 2003

