# PROJET DE PARC ÉOLIEN À QUÉVY

DEMANDEUR DU PERMIS : STORM 60 SRL

## ETUDE D'INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT

ANNEXES

Namur, le 06 septembre 2022

BEL000439.01

**CSD Ingénieurs Conseils SA**
Avenue Prince de Liège, 72
5100 Namur (Jambes)
**t** +32.81.43.40.76
**f** +32.81.43.47.92
**e** namur@csdingenieurs.be
www.csd.ch

# ANNEXES

ANNEXE A. Compte-rendu de la réunion d'information préalable virtuelle du public

ANNEXE B. Avis préalable des autorités aéronautiques, de l'IBPT et de la RTBF

ANNEXE C. Tracé de raccordement électrique envisagé par Ores

ANNEXE D. Pourcentages massiques et coûts de démantèlement des éoliennes

ANNEXE E. Avis de la Direction des risques industriels géologiques et miniers

ANNEXE F. Étude de vent

ANNEXE G. Liste des espèces de plantes recensées au sein du site du projet

ANNEXE H. Courriel du DNF- SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement du 3 novembre 2020

ANNEXE I. Inventaires et bases de données oiseaux et chauves-souris

ANNEXE J. Synthèse des connaissances de l'impact des éoliennes sur les oiseaux

ANNEXE K. Synthèse des connaissances de l'impact des éoliennes sur les chauves-souris

ANNEXE L. Position de la Fédération des Parcs naturels de Wallonie pour un éolien respectueux des valeurs du développement durable, 2020

ANNEXE M. Inventaire des PIP et PLVR de l'ADESA

ANNEXE N. Avis préalable de l'Agence Wallonne du Patrimoine

ANNEXE O. Avis de la société des eaux SWDE

ANNEXE P. Courbes d'émission acoustique des modèles d'éoliennes considérées

ANNEXE Q. Fiches techniques des constructeurs relatives au système d'arrêt des éoliennes en cas de givre

ANNEXE R. Avis préalable d'Infrabel

ANNEXE S. Fiches techniques des constructeurs relatives au 'shadow module'

ANNEXE T. Approche géocentrique des captages

ANNEXE U. Attestation de reprise des terres de déblai

ANNEXE V. Mesures de compensation biologiques

ANNEXE W. Analyse de résultats au regard des Conditions Générales

ANNEXE X. Avis préalable d'Ores

ANNEXE Y. Avis de Proximus

ANNEXE Z. Étude d'orientation d'Ores - Elia

ANNEXE AA. Autorisation de travaux au niveau du ruisseau de Prissart

# ANNEXE A COMPTE-RENDU DE LA RÉUNION D'INFORMATION PRÉALABLE VIRTUELLE DU PUBLIC

**PAR PLI RECOMMANDÉ**
Administration communale de Quévy
Collège des Bourgmestre et Echevins
Rue de Pâturages, 50
7041 Givry

| | **Nos références :** | **Date :** |
|---|---|---|
| | Storm 60 (WAL063) | 18 décembre 2020 |
| **Contact :** | **E-mail :** | **Téléphone :** |
| Véronique Georges | veronique.georges@storm.be | +32 (0)474 79 14 66 |

**Concerne** : Compte rendu de la réunion d'information préalable virtuelle du projet éolien de Storm à Quévy

Madame la Bourgmestre,
Madame la Directrice générale,
Mesdames et Messieurs les Echevins,

La réunion d'information préalable virtuelle de notre projet éolien à Quévy s'est tenue les 7 et 8 décembre 2020, de manière conforme à l'arrêté du Gouvernement wallon de pouvoirs spéciaux n°45 organisant la participation du public en lieu et place de la réunion d'information préalable organisée pour certains projets visés dans le Livre I$^{er}$ du Code de l'Environnement. Pendant ces deux jours, une présentation vidéo du projet était disponible en ligne à l'adresse www.storm-rip-quevy.be. Une permanence téléphonique était par ailleurs assurée de 8h00 et 17h00 et la possibilité était offerte aux riverains de poser leurs questions par mail.

Au cours de ces deux journées, le site internet susmentionné a été consulté 125 fois et 110 clics sur le bouton play de la vidéo ont été enregistrés. Nous avons par ailleurs reçus 2 appels téléphoniques et 2 courriels. Le compte rendu des échanges est présenté respectivement en annexe 1 et annexe 2. Monsieur Yves debetencourt, Huissier de Justice de résidence à 7500 Tournai, Chaussée de Douai 80, a procédé à plusieurs reprises les 7 et 8 décembre à la vérification du bon fonctionnement du site internet et de la permanence téléphonique. Un procès-verbal de constat a été dressé le 14/12/2020 et enregistré.

Pouvons-nous vous demander de bien vouloir acter le présent courrier et ses annexes dans le cadre de la réunion d'information préalable virtuelle de notre projet ?

Vous remerciant par avance, nous vous prions d'agréer, Mesdames, Messieurs, l'expression de nos salutations distinguées.

Véronique Georges
Teamleader Business Development Wallonie



Annexe 1 :
Projet éolien à Quévy. Compte rendu de la permanence téléphonique des 7 et 8 décembre 2020 dans le cadre de l'arrêté du Gouvernement wallon de pouvoirs spéciaux n°45 du 11/06/2020 organisant la participation du public en lieu et place de la réunion d'information préalable organisée pour certains projets visés dans le Livre Ier du code de l'Environnement. Décembre 2020

Borsbeeksebrug 22 | 2600 Anvers | T +32 3 210 07 20 | info@storm.be | storm.be

# PROJET ÉOLIEN À QUÉVY

**Compte rendu de la permanence téléphonique des 7 et 8 décembre 2020**
*dans le cadre de l'arrêté du Gouvernement wallon de pouvoirs spéciaux n°45 du 11/06/2020 organisant la participation du public en lieu et place de la réunion d'information préalable organisée pour certains projets visés dans le Livre Ier du code de l'Environnement*

**Décembre 2020**



## 1. APPEL N°1

Le 7/12/2020 à 16h59, M. Richard (conseiller communal à Quévy)

Monsieur Richard ne parvient pas à accéder à la vidéo sur le site www.storm-rip-quevy.be. Mme Georges lui indique comment faire et Monsieur réussit à démarrer la lecture de la présentation en ligne. Préalablement au visionnage de la vidéo, Monsieur pose quelques questions et fait part de ses remarques. Mme Georges l'invite à les envoyer par écrit à la commune avant le 23 décembre, avec copie à Storm par mail ou par courrier.

- Storm a-t-elle constitué une garantie bancaire pour assurer le démantèlement et le recyclage des éoliennes ? Est-ce présenté ?

  La constitution d'une garantie bancaire pour démanteler les éoliennes est une obligation légale. Storm constituera une telle garantie (dont le montant sera fixé dans le permis). A ce stade, l'étude d'incidences sur l'environnement démarre. La demande de permis n'a pas encore été déposée.

- La durée de vie des éoliennes est de 20 ans ?

  La durée de vie des éoliennes est habituellement de 20-25 ans. Le permis est octroyé pour 30 ans.

- Pourquoi met-on 6 éoliennes ?

  Le cadre de référence éolien préconise des parcs d'au moins 5 éoliennes. Il faut respecter une certaine distance entre les éoliennes pour éviter trop de turbulences entre machines (ce qui les endommagerait). Il faut aussi respecter une distance d'au moins 4 fois la hauteur des éoliennes par rapport aux zones d'habitat au plan de secteur. Il est possible de se rapprocher des maisons situées hors zones d'habitat, jusqu'à 400 mètres. Ici on vise à respecter environ 600 mètres.

- Ne faut-il pas respecter 1000 mètres par rapport aux habitations ?

  Le cadre de référence éolien préconise 4 fois la hauteur des éoliennes pour les maisons situées en zone d'habitat ; 1000 mètres correspondraient à des éoliennes de 250 mètres de haut.

- Les éoliennes sont-elles toujours blanches ?

  C'est ce qui s'harmonise le mieux dans l'environnement. Des pales noires seraient paraît-il plus visibles pour les oiseaux et diminueraient les risques de collisions mais ce n'est pas envisagé chez nous en Wallonie.

- Il y aura une dévaluation des maisons avec ces éoliennes.

  Cette thématique fera partie des sujets abordés dans l'étude d'incidences.

- Combien de parcs possède Storm et combien d'éoliennes y a-t-il par parc ?

  Storm possède 15 parcs opérationnels. Ces parcs se trouvent en Flandre. Ils comptent de 1 à 4 éoliennes ; ces parcs sont souvent en extension d'autres parcs existants. Les règles en Flandre sont aussi différentes, il n'y a pas d'indication de nombre minimum d'éoliennes.

- Quelles sont les dimensions des éoliennes de Storm en Flandre, 100 mètres de haut ?, et celles prévues à Quévy ?

  Le premier parc éolien de Storm date de 2008. La dimensions des éoliennes était plus petites à l'époque. Il y a quelques années les éoliennes mesuraient typiquement de l'ordre de 150 mètres de haut avec des diamètres de rotor de 100-110 mètres. A Quévy, les éoliennes feront 180 mètres de haut avec un diamètre de rotor de maximum 150 mètres.

- Il y a déjà 9 éoliennes à Quévy. La commune a déjà fourni sa contribution pour le développement des énergies renouvelables. 3 éoliennes ce serait suffisant.

  Mme Georges invite Monsieur à soumettre cette alternative dans un courrier afin qu'elle soit évaluée par le bureau d'études dans l'étude d'incidences. Toutefois le cadre de référence éolien préconise des parcs d'au moins 5 éoliennes. L'idée est d'éviter le mitage de l'espace par de nombreux petits parcs. Mais le cadre de référence date de 2013 ; à cette époque les éoliennes étaient plus petites et là où on pouvait mettre 5 éoliennes, on n'en met que 2 ou 3 de plus grande taille aujourd'hui. Les fonctionnaires octroient a priori plus facilement un permis pour des parcs d'au moins 5 éoliennes. Six éoliennes dans ce cas-ci forment 2 lignes de 3 éoliennes, ce qui apparaît plus harmonieux. Les fonctionnaires sont sensibles aux alignements d'éoliennes.

- Nous on n'a rien à dire. La commune non plus. Tout se décide loin de nous, à Namur.

  Les fonctionnaires techniques et délégués qui instruiront la demande de permis sont à Mons, il s'agit de la division du Hainaut du SPW. L'avis de la commune sera demandé pendant l'instruction. Vous aurez également l'occasion de vous exprimer au cours de l'enquête publique.

## 2. APPEL N°2

Le 8/12/2020 à 16h47, M. Michel (Président d'une asbl à Quévy-le-Petit, active dans l'information des citoyens dans le domaine de l'environnement).

- Monsieur Michel s'interroge sur l'accès sur site étant donné les dimensions des éoliennes et des pales. L'accès se fera-t-il par la Chaussée Brunehaut ? Monsieur note que les éoliennes existantes de Ventis ont une nacelle à 108 mètres de haut et un diamètre de rotor de 82 mètres, donc globalement du même ordre que les éoliennes prévues par Storm.

  Les éoliennes du parc existant de Ventis, le long de la N6, sont un peu plus petites que les éoliennes projetées par Storm, qui auront une hauteur totale de l'ordre de 180 mètres et un diamètre de rotor de maximum 150 mètres, ce qui correspond à des pales de 75 mètres de long. Les convois acheminant les pales feront donc environ 80 mètres de long. L'accès est un point d'attention pour le projet car le site est encerclé par 5 entités de Quévy, et est longé par la ligne de chemin de fer à l'ouest. Un accès à partir de la N6 et via Quévy-le-Grand par exemple ne sera a priori pas aisé. L'accès pourrait se faire via la Chaussée Brunehaut / Route Albert 1er (frontière Belgique – France). Une étude de faisabilité est actuellement en cours.

- Monsieur demande si l'accès au site sera étudié dans l'étude d'incidences, de même que le réaménagement des chemins existants.

  Madame Georges indique que ces travaux seront effectivement détaillés par CSD dans l'étude d'incidences sur l'environnement et les impacts seront étudiés.

Annexe 2 :
Projet éolien à Quévy. Réponses aux courriels reçus les 7 et 8 décembre 2020.

a) Monsieur M. Marlot
b) Madame C. Poncin

Borsbeeksebrug 22 | 2600 Anvers | T +32 3 210 07 20 | info@storm.be | storm.be

**From:** Véronique Georges
**To:** michel.marlot@jouletec.be
**Subject:** RE: Parc éolien Storm sur la commune de Quévy
**Date:** Tuesday, 8 December 2020 19:16:00

Bonjour Monsieur Marlot,

Nous vous remercions de l'intérêt que vous portez à notre projet éolien de Quévy. Vous trouverez ci-dessous des éléments de réponse à vos différentes questions. Je transmets par ailleurs votre mail au bureau d'études CSD afin que vos préoccupations soient traitées dans l'étude d'incidences sur l'environnement.

- Participation citoyenne
  Storm prévoit la participation citoyenne dans tous ses projets (y compris celui de Quévy), à travers une coopérative locale réputée si elle est présente et intéressée, ou à travers la coopérative Storm là où ce n'est pas le cas. Également, toute commune où Storm développe des projets éoliens est invitée à prendre une participation dans le projet sur leur territoire. Nous avons bien noté votre intérêt dans le projet. Nous l'évaluerons et nous vous recontacterons le moment venu.

- Ferme isolée située rue Georges Tondeur (rue de Névergies)
  L'impact visuel du projet sera bien évidemment étudié dans l'étude d'incidences, avec une attention particulière pour les maisons proches. Storm est en contact avec le propriétaire de la ferme mentionnée qui est bien au courant du projet. Des contacts sont également pris avec les habitants des maisons les plus proches (« maisons isolées », situées hors zone d'habitat au plan de secteur).

- Raccordement au réseau
  Le tracé du raccordement du parc éolien (depuis la cabine de tête) jusqu'au poste à haute tension et les travaux nécessaires seront décrits dans l'étude d'incidences. Les impacts des travaux (temporaires et définitifs) seront étudiés et présentés par l'auteur d'étude. Une étude de raccordement est actuellement en cours auprès d'Ores, dont nous attendons les résultats.

En espérant vous avoir apporté des informations utiles, je vous prie de recevoir, Monsieur Marlot, mes meilleures salutations.

Véronique Georges

---

**Van:** Jouletec <michel.marlot@jouletec.be>
**Verzonden:** maandag 7 december 2020 18:24
**Aan:** urbanisme@ac-quevy.be
**CC:** Storm <info@storm.be>
**Onderwerp:** Parc éolien Storm sur la commune de Quévy

*A l'attention du Collège communal de Quévy.*

*Concerne : Parc éolien Storm sur la commune de Quévy, au Nord d'Aulnois*

*Madame, Monsieur*
*Suite à la réunion d'information préalable virtuelle qui a permis découvrir le projet, je vous contacte pour les questions ci-dessous.*

*Les projets actuels existants sur la commune sont essentiellement privés. Or, le retour économique de l'exploitation d'un parc éolien mérite d'être également au bénéfice direct des citoyens.*
*Une participation au capital du projet par une coopérative citoyenne est un levier économique concret, plus tangible que l'intervention d'une intercommunale ou même qu'une participation par la commune.*
*Seriez-vous ouvert à une participation de coopérative citoyenne à hauteur de 50% du capital du projet ?*
*Le collège communal pourrait appuyer pour obtenir une participation citoyenne complémentaire à celle de 25% généralement considérée comme le minimum. Soutenez-vous une telle proposition ?*

*la disposition des éoliennes pourrait avoir un impact sur l'acceptation du projet par la ferme isolée située rue Georges Tondeur.*
*Le sentiment d'encerclement de ce riverain sera-t-il pris en compte dans l'étude d'incidence ?*
*L'acceptation par ce riverain a-t-elle été anticipée*

*Enfin, la présentation ne mentionne pas la localisation du point de raccordement au réseau, les travaux de voirie évoqués ne spécifient pas s'ils auront un impact définitif ou provisoire.*
*Avons-nous un aperçu sur l'éventuelle modification d'aménagement définitive que nécessiterait la construction des éoliennes ? Cet élément est à prendre en compte dans l'étude.*

*Ces éléments de réponse me permettront de  confirmer mon éventuel soutien futur au projet.*

*Je vous prie de croire, Madame, Monsieur, à l'expression de mes sentiments distingués.*

***Michel Marlot***
Coopérateur Emissions Zéro

Michel Marlot
JOULETEC – Stratégie - Conseil - Management
Mail : michel.marlot@jouletec.be
Mobile : +32 477 45 96 37

www.jouletec.be

Please consider the environment before printing this e-mail

**From:** Véronique Georges
**To:** c.poncin@gmail.com
**Subject:** RE: RIP QUEVY AULNOIS
**Date:** Wednesday, 9 December 2020 18:05:00

Bonjour Madame Poncin,

Je vous remercie pour votre mail, que je ne manque pas de transmettre au bureau d'étude CSD en charge de l'étude d'incidences sur l'environnement pour qu'il puisse prendre en compte comme il se doit les éléments que vous mentionnez.

Concernant vos interrogations par rapport à la faune et la flore, nous avons rencontré le PNHP en juin de cette année ; le PNHP a à cette occasion attiré l'attention de CSD sur une série de points importants à considérer dans l'étude d'incidences et lui a transmis des documents utiles. Les relevés biologiques sur site ont par ailleurs démarrés au printemps de cette année et se poursuivront jusque début 2021 afin de caractériser la fréquentation par les oiseaux et les chauves-souris.

En matière de participation citoyenne, Storm prévoit une participation dans tous ses projets (y compris celui de Quévy), à travers une coopérative locale réputée si elle est présente et intéressée, ou à travers la coopérative Storm là où ce n'est pas le cas. A ce stade-ci, nous n'avons pas encore conclu de convention avec une coopérative locale. Dans le cas d'une participation citoyenne via la coopérative Storm, chaque riverain a la possibilité d'investir jusqu'à 3.000€ (soit 24 parts de 125€ chacune), pour un rendement annuel de 6%.

J'espère que ces quelques éléments de réponses vous permettront de patienter jusqu'à l'atelier d'échange, évènement au cours duquel vous pourrez prendre connaissance des résultats de l'étude d'incidences et poser vos questions au bureau d'études. Cet atelier sera programmé l'an prochain, préalablement au dépôt de la demande de permis, en espérant que les mesures covid rendent la tenue de cet atelier possible (mais nous ferons preuve de créativité sinon !).

Bien cordialement,
Véronique Georges

---

**Van:** Catherine Poncin <c.poncin@gmail.com>
**Verzonden:** dinsdag 8 december 2020 21:02
**Aan:** Storm <info@storm.be>
**Onderwerp:** RIP QUEVY AULNOIS

Bonjour Madame Georges,

Je me permets de vous écrire ce mail à trois titres :

1) J'ai quelques interrogations par rapport au **site de la bataille de Malplaquet**
en effet, je ne pense pas qu'il serait accepté de voir des éoliennes à côté du lion de Waterloo.
D'un point de vue patrimonial, la bataille de 1709 s'est passée sur le site de Blaregnies - Aulnois côté France et Belgique.

Je crains que la ferme qui fut le lieu du quartier général des alliés (dont le Duc de **Malborough)** à

l'époque ne voit sa vue contrainte par ce champ éolien.

2) J'ai de fortes interrogations par rapport à la faune et à la flore exceptionnelles décrites dans un rapport de **PNHP** sur Blaregnies et Aulnois.

3) Enfin, je suis demandeuse de plus d'informations sur la participation **citoyenne** possible en ce cas.

Merci de m'avoir lue et du retour que vous donnerez à mon mail,

Bien à vous,

Catherine Poncin
0477 77 85 96

# ANNEXE B AVIS PRÉALABLE DES AUTORITÉS AÉRONAUTIQUES, DE L'IBPT ET DE LA RTBF

SPF MOBILITÉ ET TRANSPORTS
DG TRANSPORT AÉRIEN

*Direction générale Transport Aérien*
*Direction Espace aérien, Aéroports et Supervision*
*Aéroports*
*City Atrium - 6ème étage*
*Rue du Progrès 56*
*1210 Bruxelles*
*Tél. 02 277 43 11*

***Votre contact***
*Wim Wouters*
*Expert administratif*
*Tél. : 02 277 44 51*
*e-mail : bcaa.airports@mobilit.fgov.be*

*Numéro d'entreprise 0 308 357 852*

*métro : Rogier*
*train : Gare du Nord*
*arrêt de bus et de tram : Gare du Nord*
*parking vélo gardé : Gare du Nord*

Storm
Borsbeeksebrug 22
2600 Berchem

| Votre courrier du : | Vos références : | Nos références : | Dossier : | Annexe(s) : | Bruxelles le : |
|---|---|---|---|---|---|
| 30/11/2020 | BCAA_AIRP:51632:001 | LA/A-POR/WWO/21-0034 | WT2445 | - | 13/01/2021 |

-

Monsieur, Madame,

Suite à votre lettre avec références sous rubrique, j'ai l'honneur de vous faire savoir que la Direction générale Transport aérien (DGTA), en accord avec Skeyes et la Défense, n'émet pas d'objection (point de vue aéronautique) au sujet du projet d'implantation d'un parc de 6 éoliennes, d'une hauteur maximale de 180m AGL (au-dessus du sol), à Quévy.
Vu la proximité du projet avec la frontière française, nous informons par la même occasion, l'autorité aéronautique de France sur ce projet.

Les coordonnées Lambert des éoliennes acceptées du projet sont:

| | X: | Y: |
|---|---|---|
| T1: | 118128.0 | 116395.0 |
| T2: | 118447.0 | 116145.0 |
| T3: | 118848.0 | 115846.0 |
| T4: | 117644.0 | 115493.0 |
| T5: | 117925.0 | 115211.0 |
| T6: | 118213.0 | 114922.0 |

La zone d'implantation se trouvant dans une région de catégorie E, le sommet de chaque éolienne (bout de pale en position verticale haute) ayant une hauteur supérieure à 150m AGL (c'est à dire 150m au-dessus du niveau du sol) les éoliennes seront balisées de jour et de nuit comme décrit dans le paragraphe 7.3.3 de la Circulaire GDF03 (http://www.mobilit.belgium.be/fr/transport_aerien/circulaires/gdf/).

Au cas où le balisage ne serait pas placé, nous vous prions de bien vouloir considérer le présent avis comme étant négatif.

Nous vous invitons à prévenir par écrit, au plus tard 60 jours avant le début des travaux de construction, les instances reprises ci-dessous. Ce courrier précisera la date du début des travaux, de l'implantation de la construction, de la fin des travaux ainsi que du démontage éventuel de la construction avec mention de la position exacte des obstacles en coordonnées Lambert ainsi que la hauteur totale afin, si cela s'avère nécessaire, de modifier les cartes aériennes et d'informer le personnel navigant. De plus, le demandeur est prié de notifier toute information utile (placement de grues, …) à temps à COMOPSAIR Airspace Control Ops comopsair-a3-air-ctrl-ops@mil.be et à Skeyes via Urba@skeyes.be où https://www.skeyes.be/fr/services/urbanisme/grues-et-installations-temporaires/





- **la Direction générale Transport aérien** (M. Serge Delfosse avec mention des références sous rubrique);
- **la Défense** (Capt-Cdt. Vincent De Smet avec mention des références suivantes : MITS : 20-50237207 , dossier 3D/3638);
- **Skeyes** (Mme. Annabel Backs avec mention des références suivantes : DGI/PA/U/Wind 2223/IUR-2020-1436 ).

Les installations à énergie éolienne doivent être équipées d'un système d'alarme automatique qui avertit une centrale en cas de pannes (lampe défectueuse, rupture de courant,…). Les pannes doivent être immédiatement communiquées au «Military Detachment for Coordination» (02/752.44.52). Le balisage lumineux doit être réparé et son fonctionnement correct rétabli dans les 48 heures. En cas de panne grave, un rapport détaillé journalier doit être transmis à ce service.

Cet avis peut être modifié en fonction de l'état de l'environnement dans lequel est prévu le projet lors d'une éventuelle demande introduite par une administration. En outre une réponse positive n'est pas garantie en cas d'une demande éventuelle pour agrandir le parc à cet endroit. Cet avis est valable pour 2 ans.

Le contenu complet de cet avis doit être transmis au maître d'œuvre et le demandeur est prié d'informer la Direction générale Transport aérien par écrit de la suite donnée à son avis.

Nous attirons votre attention sur le fait que si les remarques reprises ci-dessus n'étaient pas prises en compte, la Direction générale Transport aérien déclinerait toute responsabilité en cas de problèmes éventuels. Nous nous réservons par ailleurs le droit de faire respecter ces prescriptions par toute voie de droit.

Veuillez agréer, Monsieur, Madame, l'assurance de ma considération distinguée.

Pour le Directeur général,

Signature numérique
de Serge Delfosse
(Signature)
Date : 2021.01.13
17:01:19 +01'00'

Serge Delfosse
Chef de service a.i.

Copie:

***Skeyes***
Direction Générale Administration et Finances,
Service Urbanisme,
Mme Annabel Backs
Tervuursesteenweg 303
1820 Steenokkerzeel
Tel: +32 (0)2/206 22 17
urba@skeyes.be

***La Défense***
Direction Générale Ressources Matérielles
Division CIS & Infra, Section Infrastructure,
Sous-section Support,
M. Vincent De Smet
Quartier Reine Elisabeth,
Rue d'Evere, 1
1140 Bruxelles
Tel: +32 (0)2/441 63 58
mrci-geomatic3d@mil.be

***Direction générale de l'aviation civile***
Direction de la sécurité de l'aviation civile – Délégation Nord – Pas-de-Calais
Aéroport de Lille-Lesquin BP429
59814 LESQUIN Cédex (France)
Tel: 00 33 3 20 16 18 12
snia-urba-nord-bf@aviation-civile.gouv.fr
samy.mokrani@aviation-civile.gouv.fr

***Note :*** *Vous disposez d'un délai de 60 jours après réception de cette décision administrative pour introduire un recours fondé sur l'article 14 des lois coordonnées sur le Conseil d'Etat. Ce recours contenant un exposé des faits et des moyens de droit doit être introduit auprès du Conseil d'Etat par lettre recommandée (rue de la Science, 33 - 1040 Bruxelles) ou via la plateforme digitale d'échange de pièces de procédure "e-ProAdmin" (http://eproadmin.raadvst-consetat.be).*

Direction Générale Affaires International & Publiques
Service: Urbanisme
Référence : DGI/PA/U/WIND 2223/IUR-2020-1421
Date : voir signature électronique

Secrétariat Urbanisme
Tél : 02/206.24.42
E-mail : urba@skeyes.be

Storm Windpower N.V.
Dhr Wies Vanstockem

Borsbeeksebrug 22

2600 Antwerpen

Concerne: Préavis – 6 éoliennes à Quévy

Monsieur,

Suite à votre demande d'avis pour l'implantation de 6 éoliennes à Quévy introduite par mail le 27/11/2020, le service Urbanisme a examiné votre demande.

Chaque demande d'avis pour des éoliennes est analysée quant à leur impact potentiel sur les installations techniques (entre autres celles afférentes à la communication, la navigation et la surveillance) que gère skeyes. On vérifie en complément si l'implantation, à l'emplacement demandé, ne perturbe pas les opérations et les procédures de vol pour les aéroports que contrôle skeyes

Sur base de l'étude effectuée, skeyes émet un avis positif concernant l'implantation de ces éoliennes d'une hauteur de 180mAGL pour autant que nos homologues français en soient avisés.

Toutefois, skeyes ne peut garantir une réponse positive si une demande éventuelle pour agrandir le parc à cet endroit serait demandée.

Cet avis est valable pour une durée de 2 ans. Pour des demandes d'avis officiels, l'implantation de l'obstacle demandée est à nouveau soumise aux critères d'évaluation. Il peut alors y avoir une différence par rapport à l'avis préalable.

Veuillez noter que ceci ne concerne que l'avis de skeyes. Toutefois, il est possible que d'autres instances soient impactées. Dès lors, veuillez-vous adresser à la «DGTA» afin d'obtenir un avis global qui reprend la synthèse des positions de tous les intervenants en matière de protection aérienne.

Service Public fédéral Mobilité et Transports, Direction générale Transport aérien («DGTA»)
Rue du Progrès 56, 1210 Bruxelles

E-mail : BCAA.Airports@mobilit.fgov.be

Je vous prie d'agréer, Monsieur, Madame, mes salutations distinguées.

Head of Public Affairs

**Défense**

**Direction Générale Ressources Matérielles**
Division CIS & Infra
Section Infrastructure

Date: Voir signature
DocID: 22-50145622
Page(s): 2
Arch: H05
Ligne d'archive 707

Wies.Vanstockem@storm.be

**OBJET : Quévy – Projet d'implantation d'un parc de 6 éoliennes (180m)**

Références :1. Votre email du 14 juillet 2022
2. Notre dossier 3D/3638
3. Circulaire GDF-03 du 12 juin 2006 – Directives concernant le balisage d'obstacles pour l'aviation

**Cet avis est valable pour une durée de 2 ans pour autant que les critères actuels ne changent pas.**

Monsieur,

Par la présente, nous revenons à votre email du 14 juillet 2022.

Nous avons l'honneur de vous annoncer que la Défense n'émet pas d'objection quant au projet en objet.

Le projet situe en zone catégorie E. Si l'obstacle atteint 150m AGL, un balisage conforme aux normes de la **catégorie E**, selon la Ref 3, est demandé

Nous attirons votre attention sur le fait que si les éoliennes étaient érigées sans un balisage conforme, la Défense déclinerait toute responsabilité en cas de problèmes ultérieurs. Nous nous réserverions par ailleurs la possibilité de faire respecter ces prescriptions par toute voie de droit.

*Si le projet est situé à moins de 5NM des frontières nationales, il est recommandé que la DGTA contacte la CAA/MAA (Civil Aviation Authority /Military Aviation Authority) du pays voisin afin de leur donner la possibilité d'évaluer tout impact transfrontalier*

Après délivrance du permis de bâtir, il y aura lieu de prévenir nos services, par écrit à l'adresse complète ci-dessous, au plus tard 30 jours ouvrables avant le début des travaux de construction, afin de nous permettre d'avertir le personnel navigant concerné. Tout courrier qui nous sera adressé, devra mentionner le numéro 3D/3638, la position exacte des éoliennes en coordonnées Lambert 72 ainsi que leur hauteur totale. De plus, le demandeur est prié de notifier toute information utile (placement de grues, …) à temps via l'adresse email suivante : comopsair-a3-air-ctrl-ops@mil.be.

Dans le même esprit, nous vous prions de nous avertir de la mise en service des éoliennes ainsi que lors de leur démantèlement ultérieur.

Correspondante : Mercedes ROMERO
Assistante administrative
Tel : 02/44.16.356
E-mail: mrci-geomatic3d@mil.be

**DGMR - Division CIS & Infra**
Section Infrastructure
Bureau Expertise Domaniale
Quartier Reine Elisabeth
Rue d'Evere, 1 – Boite 28
1140 BRUXELLES



*Le présent avis vous est transmis sans aucune reconnaissance préjudiciable et sous réserve de tous les droits de l'Etat belge.*

*En particulier, il ne peut être tiré aucun droit du présent avis et l'Etat belge se réserve le droit de modifier sa position dans le cours futur de ce dossier.*

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de notre considération distinguée.

Le Chef de la Section Infrastructure
Par délégation
Signature récupérable
X

Signé par : Christophe Leroy (Signature)
Christophe LEROY, ir
Capitaine de corvette Ingénieur du Matériel Militaire
Chef de Bureau Expertise Domaniale

**Défense**

**Direction Générale Ressources Matérielles**
Division CIS & Infra
Section Infrastructure

Date: Voir signature
DocID: 20-50237207
Page(s): 2
Arch: H05
Ligne d'archive 707

BCAA.Airports@mobilit.fgov.be

Wies.Vanstockem@storm.be

**OBJET :** **Quévy – Projet d'implantation d'un parc de 6 éoliennes**

Références :
1. Votre email (TICKET=BCAA_AIRP:51632:001) du 30 novembre 2020
2. Notre dossier 3D/3638
3. Votre dossier WT-
4. Circulaire GDF-03 du 12 juin 2006 – Directives concernant le balisage d'obstacles pour l'aviation

**Cet avis est valable pour une durée de 2 ans pour autant que les critères actuels ne changent pas.**

Monsieur,

Par la présente, nous revenons à votre email du 30 novembre 2020 2020.

Nous avons l'honneur de vous annoncer que la Défense n'émet pas d'objection quant au projet en objet.

Le projet situe en zone catégorie E. Si l'obstacle atteint 150m AGL, un balisage conforme aux normes de la **catégorie E**, selon la Ref 4, est demandé

Nous attirons votre attention sur le fait que si les éoliennes étaient érigées sans un balisage conforme, la Défense déclinerait toute responsabilité en cas de problèmes ultérieurs. Nous nous réserverions par ailleurs la possibilité de faire respecter ces prescriptions par toute voie de droit.

Après délivrance du permis de bâtir, il y aura lieu de prévenir nos services, par écrit à l'adresse complète ci-dessous, au plus tard 30 jours ouvrables avant le début des travaux de construction, afin de nous permettre d'avertir le personnel navigant concerné. Tout courrier qui nous sera adressé, devra mentionner le numéro 3D/3638, la position exacte des éoliennes en coordonnées Lambert 72 ainsi que leur hauteur totale. De plus, le demandeur est prié de notifier toute information utile (placement de grues, …) à temps via l'adresse email suivante : comopsair-a3-air-ctrl-ops@mil.be.

Correspondante : Mercedes ROMERO
Assistante administrative
Tel : 02/44.16.356
E-mail: mrci-geomatic3d@mil.be

**DGMR - Division CIS & Infra**
Section Infrastructure
Bureau Expertise Domaniale
Quartier Reine Elisabeth
Rue d'Evere, 1
1140 BRUXELLES



Dans le même esprit, nous vous prions de nous avertir de la mise en service des éoliennes ainsi que lors de leur démantèlement ultérieur.

**Le présent avis vous est transmis sans aucune reconnaissance préjudiciable et sous réserve de tous les droits de l'Etat belge.**

**En particulier, il ne peut être tiré aucun droit du présent avis et l'Etat belge se réserve le droit de modifier sa position dans le cours futur de ce dossier.**

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de notre considération distinguée.

Le Chef de la Section Infrastructure
Par délégation

7/12/2020

X

Signed by: Vincent De Smet (Authentication)

Vincent DE SMET, ir
Capitaine-commandant
Chef du Bureau Expertise Domaniale

*DS20-2054732079-28*

Madame Wies Vanstockem
Associate Business Development
STORM
Borsbeeksebrug 22
2600 Antwerpen

| Brigitte Wayembergh (Fr) | Nos références | Bruxelles, 23/11/2021 |
|---|---|---|
| Correspondant | **21/FRE/2020-000817-1BWM/FIX/105/DIV** | Vos e-mails des 09/07/2020 et 21/10/2021 |
| Cellule stratégique – Ressources rares | **Vos références** | tél. +32 2 226 88 78 |
| freqadmin@ibpt.be | | fax +32 2 226 88 82 |

**Objet : Projet de parc éolien QUEVY**
Ma lettre/e-mail 20/FRE/2020-000817-1BWM/FIX/105/DIV du 04/08/2020

Madame,

Après examen de votre demande du 21/10/2021, je vous informe que de l'étude d'incidences réalisée par l'IBPT sur les faisceaux hertziens autorisés, il ressort que votre projet de parc éolien situé à QUEVY (E1 – X=118.128 / Y=116.395 – E2 – X=118.447 / Y=116.145 – E3 – X=118.844 / Y=115.839 – E4 – X=117.619 / Y=115.511 – E5 – X=117.925 / Y=115.211 – E6 – X=118.212 / Y=114.932) ne risque pas d'interférer avec ceux-ci.

Seuls les faisceaux hertziens actuellement autorisés par l'IBPT sont pris en compte lors de l'étude de compatibilité réalisée par l'IBPT.

Les utilisateurs de faisceaux hertziens transmettent parfois des coordonnées géographiques erronées à l'IBPT. Ces données erronées sont alors reprises dans l'autorisation et ce sont ces données qui sont prises en compte pour les études de compatibilité réalisées par l'IBPT. L'utilisateur ayant fourni les données erronées, il ne respecte donc pas les caractéristiques reprises dans son autorisation. L'IBPT considère que cet utilisateur est responsable des conséquences éventuelles.

Les gros utilisateurs de faisceaux hertziens disposent de bandes exclusives et ne notifient leurs liaisons à l'IBPT qu'environ une fois par an. Les études de compatibilité réalisées par l'IBPT ne prennent donc pas en compte les liaisons installées depuis la dernière notification de l'utilisateur.

De même si de nouvelles liaisons sont autorisées entre la demande d'examen et la construction des éoliennes, celles-ci n'auront pas été prises en compte lors de l'étude de compatibilité réalisée par l'IBPT.

**Institut belge des services postaux et des télécommunications**
Bâtiment Ellipse | Boulevard du Roi Albert II 35 bte 1 | 1030 Bruxelles
**T** +32 2 226 88 88 | **F** +32 2 226 88 77 | **www.ibpt.be**



Les éoliennes peuvent avoir un impact sur les autres services de radiocommunications comme, par exemple, la radiodiffusion, les services mobiles, les radars ou la radioastronomie. Ces autres services ne font cependant pas l'objet d'un examen de l'IBPT.

Je vous prie d'agréer, Madame, l'expression de ma considération distinguée.

Brigitte Wayembergh (Signature)
Digitally signed by Brigitte Wayembergh (Signature)
Date: 2021.11.23 11:27:58 +01'00'

Au nom du Conseil
B. Wayembergh
Correspondant

Annexe(s) :

De: Francis WAUQUIER <fwa@rtbf.be>
Envoyé: vendredi 15 avril 2022 09:37
À: Véronique Georges
Cc: Wies Vanstockem; Francis WAUQUIER
Objet: RE: Storm 60 - Projet éolien à Quévy - Demande d'avis préalable

Bonjour Madame Georges,

Suite à votre courriel de ce mardi 12 avril 2022 marquant votre accord d'indemnisation en cas de préjudice concernant la réception de nos programmes, notre avis au SPW dans le cadre de la procédure d'obtention de votre permis d'exploitation sera favorable et sans condition.
N'oubliez pas de joindre à votre dossier de demande auprès du SPW, le présent échange courriel.

Bien cordialement.

**Francis Wauquier**

**Technologies • Distribution & Supervision • Emetteurs**
E-mail: fwa@rtbf.be • Tél: +32(0)2 737 20 07 • Mobile: +32(0)475 83 56 04 • 52 Bd Reyers, 1044 Bruxelles • Bureau: 3P24 • Boîte: REY610

rtbf.be
Radio-Télévision belge
de la Communauté française

N'imprimez ce courriel que si nécessaire ! **PLANÈTE NATURE**, comprendre et agir avec la RTBF - **www.planetenature.be**

De : Véronique Georges <Veronique.Georges@storm.be>
Envoyé : mardi 12 avril 2022 16:55
À : Francis WAUQUIER <fwa@rtbf.be>
Cc : Wies Vanstockem <Wies.Vanstockem@storm.be>
Objet : RE: Storm 60 - Projet éolien à Quévy - Demande d'avis préalable

Bonjour Monsieur Wauquier,

Je reviens sur nos échanges relatifs à notre projet éolien en développement à Quévy. Soyez assuré que s'il devait s'avérer que l'implantation de ces éoliennes devait provoquer des perturbations dans la diffusion et réception de ses émissions, Storm prendra en charge, à titre d'indemnisation du préjudice subi, l'ensemble des coûts consécutifs à une modification des caractéristiques techniques du site d'émission perturbé de la RTBF ou, au besoin, liés à l'installation ou au renforcement d'un autre site d'émission.

Vous souhaitant bonne réception du présent mail,

Bien à vous,
Véronique Georges



Véronique Georges
Teamleader Business Development Wallonie

Borsbeeksebrug 22 | 2600 Antwerpen
T +32 3 210 07 20 | D +32 474 79 14 66 | M +32 474 79 14 66

storm.be | @stormwindenergy

**En 2022 Storm construira 17 nouvelles éoliennes!**

From: Francis WAUQUIER <fwa@rtbf.be>
Sent: Thursday, 13 August 2020 14:53
To: Véronique Georges <Veronique.Georges@storm.be>
Cc: Wies Vanstockem <Wies.Vanstockem@storm.be>
Subject: RE: Storm 60 - Projet éolien à Quévy - Demande d'avis préalable

Bonjour Madame Georges,

Suite à votre demande reprise ci-dessous, après analyse de cette dernière, la RTBF accepterait ce projet comportant six machines localisées à Quévy.

Pour rappel :

| Réf. Éol | X | Y |
|---|---|---|
| 1 | 118128,00 | 116395,00 |
| 2 | 118447,00 | 116145,00 |
| 3 | 118844,00 | 115839,00 |
| 4 | 117619,00 | 115511,00 |
| 5 | 117925,00 | 115211,00 |
| 6 | 118212,00 | 114932,00 |

Au cours de la procédure d'obtention de permis, étant consulté par le SPW, je procéderai à l'analyse complète de l'impact potentiel sur notre outil de diffusion radio et tv en citant les communes et localités qui pourraient potentiellement être impactées.
Dans ce cadre, notre réponse inclus toujours la phrase suivante :

« Avant de donner un éventuel accord sur le projet, la RTBF tient à s'assurer, s'il devait s'avérer que l'implantation de ces éoliennes devait provoquer des perturbations dans la diffusion et réception de ses émissions, que le gestionnaire du projet accepte de prendre en charge, à titre d'indemnisation du préjudice subi, l'ensemble des coûts consécutifs à une modification des caractéristiques techniques du site d'émission perturbé de la RTBF ou, au besoin, liés à l'installation ou au renforcement d'un autre site d'émission. »

Ces cas de perturbation sont rares, et pour information, l'engagement financier que vous seriez amené à apporter pour résoudre la perturbation ne dépassera pas 50.000€.
Deux cas jusqu'à présent, l'un qui a nécessité le déménagement complet du site, le plus lourd donc, et qui s'est soldé par un apport de l'opérateur éolien de +/- 8.000€, l'autre cas s'est solutionné par un renfort du système de réception de la personne perturbée, apport de moins de 500€.

Si vous le souhaitez, vous pouvez dès à présent marquer votre accord sur ce texte par un courrier qui me serait adressé. Lors de la procédure d'obtention du permis, ma réponse au SPW indiquerait dès lors que l'acceptation de la RTBF est complète et sans condition.
Je joindrais à ma réponse au SPW, une copie du dit engagement, tout comme je vous invite, de votre côté à inclure une copie de ce document ainsi que le présent échange courriel dans votre dossier de demande de permis.

Cordialement.

**Francis Wauquier**

**Technologies • Distribution & Supervision • Emetteurs**
E-mail: fwa@rtbf.be • Tél: +32(0)2 737 20 07 • Mobile: +32(0)475 83 56 04 • 52 Bd Reyers, 1044 Bruxelles • Bureau: 03P24 • Boîte: REY610

rtbf.be
Radio-Télévision belge
de la Communauté française

N'imprimez ce courriel que si nécessaire ! **PLANÈTE NATURE**, comprendre et agir avec la RTBF - **www.planetenature.be**

---

De : Véronique Georges [mailto:Veronique.Georges@storm.be]
Envoyé : lundi 10 août 2020 17:40
À : Francis WAUQUIER <fwa@rtbf.be>
Cc : Wies Vanstockem <Wies.Vanstockem@storm.be>
Objet : Storm 60 - Projet éolien à Quévy - Demande d'avis préalable

Bonjour Monsieur Wauquier,

Storm développe actuellement un projet de 6 éoliennes sur la commune de Quévy, pour lequel nous souhaitons vous demander un avis préalable.

Les coordonnées des six éoliennes (voir carte ci-jointe) sont :

| Dénomination | Coordonnées Lambert 72 | | | Coordonnées Latitude/Longitude | |
|---|---|---|---|---|---|
| | X [m] | Y [m] | Z [m] | Latitude [dms] | Longitude [dms] |
| Eolienne 1 | 118128 | 116395 | 123,5 | 50°21'27.51" | 3°55'15.01" |
| Eolienne 2 | 118447 | 116145 | 127,9 | 50°21'19.49" | 3°55'31.22" |
| Eolienne 3 | 118844 | 115839 | 127,7 | 50°21'09.66" | 3°55'51.40" |
| Eolienne 4 | 117619 | 115511 | 138,5 | 50°20'58.80" | 3°54'49.53" |
| Eolienne 5 | 117925 | 115211 | 138,4 | 50°20'49.16" | 3°55'05.10" |
| Eolienne 6 | 118212 | 114932 | 142,6 | 50°20'40.18" | 3°55'19.70" |

Nous envisageons des éoliennes d'une hauteur totale de maximum 200 m avec un diamètre de rotor de maximum 155m.

En vous remerciant par avance,

Bien cordialement,
Véronique Georges



Véronique Georges
Teamleader Business Development Wallonie

Borsbeeksebrug 22 | 2600 Antwerpen
T +32 3 210 07 20 | M +32 474 79 14 66

storm.be | @stormwindenergy

Les informations contenues dans ce courrier électronique ou cette télécopie sont confidentielles et sont protégées, le cas échéant, par des droits de propriété intellectuelle.

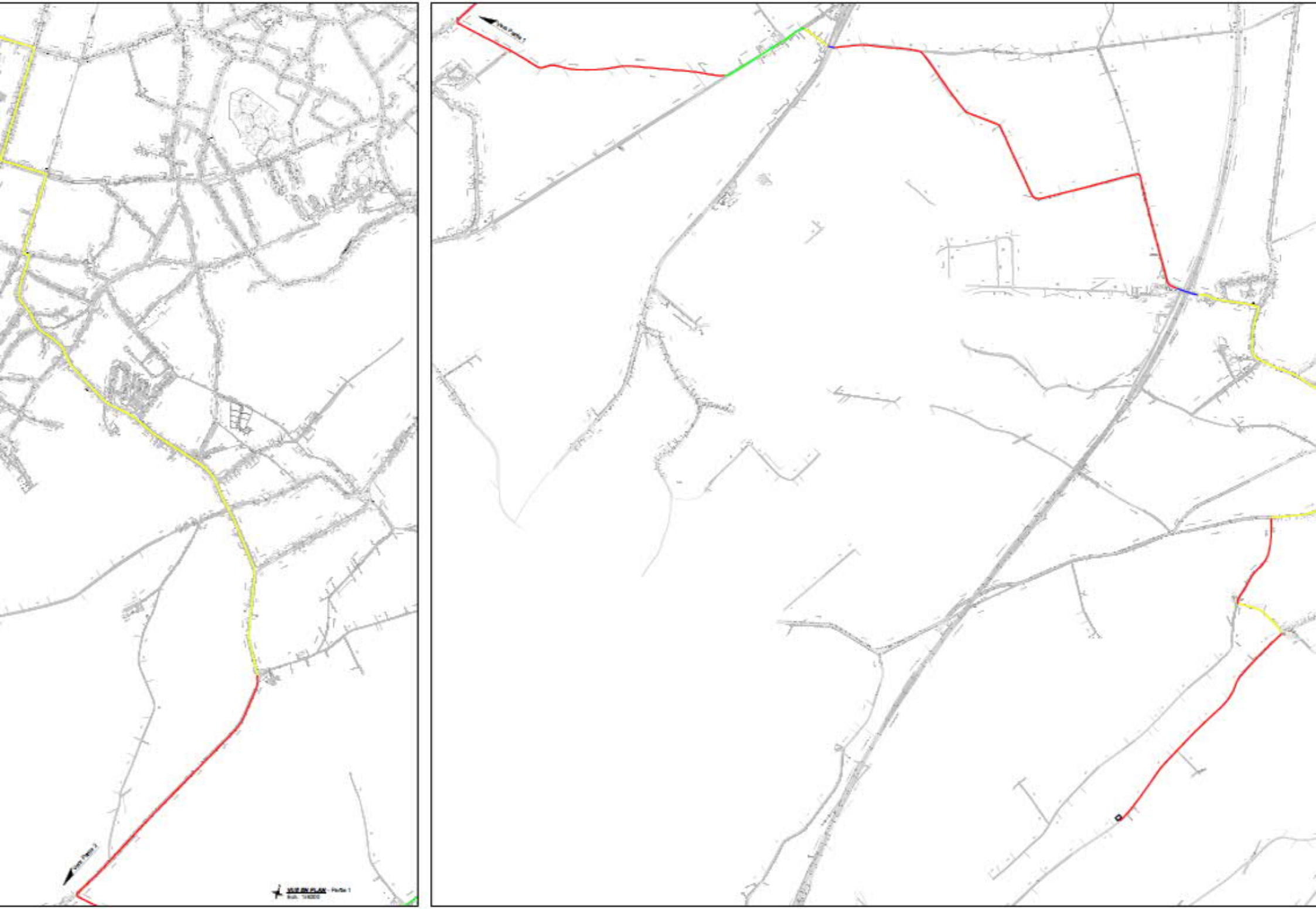
Elles sont destinées à l'usage exclusif de son destinataire. La personne qui reçoit ce courrier électronique ou cette télécopie alors qu'elle n'en est pas le destinataire, est avisée qu'il lui est interdit d'en divulguer ou d'en reproduire le contenu. Elle est priée d'en informer l'expéditeur et de détruire le document.

Les informations contenues dans ce courrier électronique ou cette télécopie sont confidentielles et sont protégées, le cas échéant, par des droits de propriété intellectuelle.

Elles sont destinées à l'usage exclusif de son destinataire. La personne qui reçoit ce courrier électronique ou cette télécopie alors qu'elle n'en est pas le destinataire, est avisée qu'il lui est interdit d'en divulguer ou d'en reproduire le contenu. Elle est priée d'en informer l'expéditeur et de détruire le document.

Zones des implantations.
Projet éolien par STORM à Quévy.
Pré étude du 10 juillet 2020.
1
2
3
4
5
6
Rue Georges Tondeur
Rue D'Aulnois
Rue de la Gendarmerie
N
800 m
Google Earth
© 2020 Google

# ANNEXE C TRACÉ DE RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE ENVISAGÉ PAR ORES



# ANNEXE D POURCENTAGES MASSIQUES ET COÛTS DE DÉMANTÈLEMENT DES ÉOLIENNES

T01

DOCUMENT:
0083-5282 VER 00

DESCRIPTION:
Results of Streamlined Assessment: EnVentus™ V150-5.6 MW & V162-5.6 MW

# EnVentus™ V150-5.6 MW & V162-5.6 MW

## Results of Life Cycle Assessment: Streamlined study

QMS 00091 VER 00

Copyright © - Vestas Wind Systems A/S, Alsvej 21, DK-8940 Randers SV, Denmark www.vestas.com
Classification: Restricted

## Table of Contents


**1. PURPOSE** **3**

**2. SCOPE** **3**

Components Assessed 3
Value-chain Stages 3
Power Plant Specification 4

**3. ENVIRONMENTAL PERFORMANCE RESULTS** **4**

3.1 HEADLINE INDICATORS 4
Turbine performance highlights **Error! Bookmark not defined.**
3.2 GREENHOUSE GAS POTENTIAL SAVINGS 5
3.3 MATERIAL BREAKDOWN 5

**4. SITELCA™ SERVICE** **6**


## Document history

| Version | Date: | Initials | Project | Description for change |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 2018-03-08 | PEGAR | TE-24026-03-02 | First released |

## References

| | Doc. no. | Title |
|---|---|---|
| [1] | 0083-3484 | Streamlined environmental life cycle assessment: EnVentus™ V150-5.6 MW & V162-5.6 MW |
| [2] | 0038-5572 | SiteLCA™ Sales presentation |

QMS 00091 VER 00

Copyright © - Vestas Wind Systems A/S, Alsvej 21, DK-8940 Randers SV, Denmark www.vestas.com
Classification: Restricted

# 1. Purpose

The purpose of this document is to provide a summary of the environmental performance of the EnVentus™ V150-5.6 MW & V162-5.6 MW turbines, for the following indicators:

- Carbon footprint (grams $CO_2$-equivalents per kWh)
- Recyclability (percentage of turbine-only mass)
- Product Waste (grams waste per kWh)
- Energy payback (months and number of times of lifetime)
- Water use (grams waste per kWh)
- Material breakdown and mass
- Indication of environmental benefits of the turbine

The results are based on the streamlined life cycle assessment (DMS 0083-3484). These results will be updated by the ISO life cycle assessment. Additionally, information on the general environmental impacts of a Vestas turbine can be found in 0016-1661.

This report presents the environmental impacts for the production of 1 kWh of electricity delivered to the grid for a 100MW power plant located in Europe.

# 2. Scope

**Components Assessed**

This study has assessed the components in the power plant up to the existing grid connection, as shown in Figure 2-1, which includes the wind turbines, foundations, site cabling, transformer station and connection to grid.

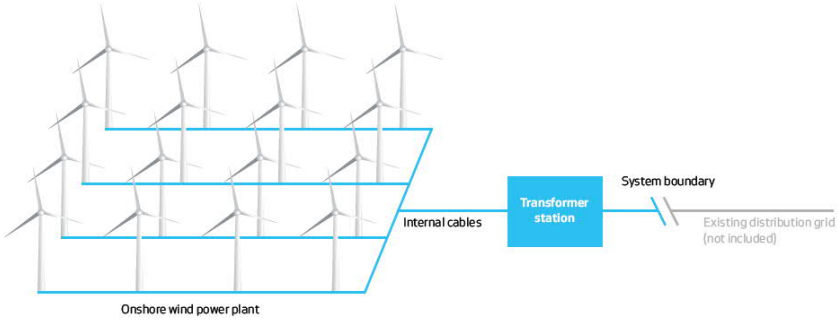



*Figure 2-1: Scope of power plant components.*

**Value-chain Stages**

The following stages in the value-chain have been assessed:

- Production: includes parts that are manufactured by Vestas and supplier fabricated parts
- Vestas operations: all Vestas global production factories (i.e. towers, generators, assembly and blades) and non-production activities (e.g. Global Sales, Vestas Power Solutions, etc.).
- Transport: all transport stages are included for raw material inputs to suppliers and Vestas, transport of turbine to site and end-of-life transport for disposal.
- Plant layout: accounts for typical plant layout (i.e. cable lengths and specification).
- Installation: includes estimated usage of cranes, onsite vehicles, diggers and generators based on typical fuel and energy-use data.
- Servicing: includes average replacement rates of components, servicing of oil and filters and typical transport of service staff.

Copyright © - Vestas Wind Systems A/S, Alsvej 21, DK-8940 Randers SV, Denmark www.vestas.com
Classification: Restricted



- Power production: accounts for typical turbine power at 8.0 m/s for low wind and estimated plant losses for turbine availability (2.0%), wake (6.0%) and plant electrical losses (2.5%).
- End-of-life: includes estimated power plant decommissioning activities, impacts of disposal via landfill, incineration and the credit from recycling of metals.

**Power Plant Specification**

The plant has the following specification shown in Table 2-1 for the assessment of performance.

| Description | Unit | V150 | V162 |
|---|---|---|---|
| Mark version | - | EnVentus Mk0 | EnVentus Mk0 |
| Lifetime | years | 20 | 20 |
| Nominal rating | MW | 5.6 | 5.6 |
| Generator type | - | PMG | PMG |
| Turbines per power plant | pieces | 18 | 18 |
| Plant output | MW | 100 | 100 |
| Tip height | m | 241 | 247 |
| Hub height | m | 166 | 166 |
| Rotor diameter | m | 150 | 162 |
| Wind class | - | IEC S | IEC S |
| Tower type | - | LDST | LDST |
| Foundation type | | LGWL | LGWL |
| Production @ 7.5 m/s, k=2.22*<br>[at 100% without losses] | MWh pa | 19102<br>[21268] | 20773<br>[23128] |
| Grid distance | km | 20 | 20 |
| Plant location | - | DE | DE |
| Vestas production location | - | Global | Global |
| Project transport | - | DE | DE |

*Table 2-1: Specification of the EnVentus™ V150-5.6 MW & V162-5.6 MW power plant*

** The above figure for electricity production includes all losses, assuming and availability of 98%, total plant electrical losses up to grid of 2.5% and average plant wake losses of 6.0%.*

# 3. Environmental Performance

## 3.1 Environmental Indicators

Table 3-1 shows the environmental impacts per 1 kWh of electricity generated by the wind plant.

| Description | Unit | V150-5.6 MW | V162-5.6 MW |
|---|---|---|---|
| Wind class | Climate | IEC S | IEC S |
| Hub height | m | 166 | 166 |
| Carbon footprint | grams $CO_2$-e per kWh | 7.8 | 7.8 |
| Recyclability | % turbine mass | 89% | 88% |
| Product waste* | grams waste per kWh | 0.22 | 0.21 |
| Energy payback | months | 7.0 | 7.8 |
| Energy payback | number of times payback | 34.5 | 30.5 |
| Water-use** | grams water per kWh | 46 | 49 |

*Table 3-1: V150-5.6 MW & V162-5.6 MW Environmental Performance per 1 kWh of electricity*

** Product waste excludes the foundation, balance-of-plant and value-chain. It relates to the as-built turbine only.*
*** Water-use does not correspond to a water footprint (e.g. under ISO14046), but refers to net input.*

Copyright © - Vestas Wind Systems A/S, Alsvej 21, DK-8940 Randers SV, Denmark www.vestas.com
Classification: Restricted

## 3.2 Greenhouse Gas Potential Savings

Table 3-2 shows the potential greenhouse gas savings (tonnes $CO_2$-e) achieved by one turbine per year compared to other electricity generators, shown as equivalent annual savings.

| Electricity source | Annual saving: | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Tonnes $CO_2$-e | | Number EU households | |
| | V150-5.6 MW | V162-5.6 MW | V150-5.6 MW | V162-5.6 MW |
| | Vavg = 7.5 m/s, k=2.22 | Vavg = 7.5 m/s, k=2.22 | Vavg = 7.5 m/s, k=2.22 | Vavg = 7.5 m/s, k=2.22 |
| European electricity | 8.900 | 9.700 | 4800 | 5200 |
| Coal | 20000 | 21900 | 4800 | 5200 |
| Oil | 16900 | 18400 | 4800 | 5200 |
| Gas | 11700 | 12800 | 4800 | 5200 |

*Table 3-2: Annual carbon footprint savings of one EnVentus™ Platform turbine*

*Note: Savings assume: European electricity emissions of 475g CO2-e per kWh; European coal of 1070g CO2-e per kWh; European oil of 900g CO2-e per kWh; European gas of 625g CO2-e per kWh.*

## 3.3 Material Breakdown

Table 3-3 and Table 3-4 show the mass and material breakdown of the EnVentus™ V150-5.6 MW & V162-5.6 MW turbines.

| Description | Unit | V150-5.6 MW | V162-5.6 MW |
|---|---|---|---|
| Wind class | Climate | IEC S | IEC S |
| Hub height | m | 166 | 166 |
| Foundation | tonnes | 2574 | 2863 |
| Tower | tonnes | 683 | 693 |
| Nacelle | tonnes | 168 | 168 |
| Rotor | tonnes | 98 | 119 |

*Table 3-3: V150-5.6 MW & V162-5.6 MW mass summary*

| Description | Unit | V150-5.6 MW | V162-5.6 MW |
|---|---|---|---|
| Wind class | Climate | IEC S | IEC S |
| Hub height | m | 166 | 166 |
| Steel and iron materials | % | 89,7% | 89,1% |
| Aluminium and alloys | % | 1,4% | 1,3% |
| Copper and alloys | % | 0,5% | 0,5% |
| Polymer materials | % | 1,9% | 2,6% |
| Glass and carbon composites | % | 5,4% | 5,4% |
| Concrete | % | 0,0% | 0,0% |
| Electronics / electrics | % | 0,5% | 0,5% |
| Oil and coolant | % | 0,6% | 0,6% |
| Not specified | % | 0,0% | 0,0% |
| Total | % | 100.0% | 100.0% |

*Table 3-4: V150-5.6 MW & V162-5.6 MW material breakdown summary (excludes foundation)*

Copyright © - Vestas Wind Systems A/S, Alsvej 21, DK-8940 Randers SV, Denmark www.vestas.com
Classification: Restricted



# 4. SiteLCA™ Service

The environmental performance of a wind power plant is site-specific and layout-specific and varies across the globe according to local site performance and manufacturing supply chain.

SiteLCA™ (Life cycle assessment) provides customers with an assessment of performance for their specific plant. This service provides transparent and externally reviewed environmental indicators of performance, including: carbon footprint, return on-energy, water-use and the potential environmental benefits.

These fact-based indicators increase business case certainty and support the project planning / permitting process (e.g. for decommissioning plan, public acceptance, consultation and response).

A description of the service is available online: http://vestas.com/en/about/sustainability#!sitelca

Copyright © - Vestas Wind Systems A/S, Alsvej 21, DK-8940 Randers SV, Denmark www.vestas.com
Classification: Restricted

Vestas

| Turbine type | Hub height [m] | Decommissioning | Cranes | Fundation Disposal | Other disposal (GRP parts, oils, transformer/Transformer Compact Station) | Total estimated costs (excl. VAT) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **V90-2MW** | 105 | € 11.450 | € 31.100 | € 8.650 | € 8.500 | **€ 59.700** |
| **V100/V110** | 95 | € 12.300 | € 33.100 | € 10.500 | € 9.000 | **€ 64.900** |
| | 100 | € 12.300 | € 33.100 | € 10.500 | € 9.000 | **€ 64.900** |
| **V112** | 94 | € 13.194 | € 35.200 | € 12.500 | € 10.170 | **€ 71.064** |
| | 119 | € 15.194 | € 45.200 | € 14.500 | € 10.170 | **€ 85.064** |
| | 140 | € 16.713 | € 47.200 | € 14.500 | € 10.170 | **€ 88.583** |
| **V117** | 91,5 | € 13.194 | € 35.200 | € 12.500 | € 11.170 | **€ 72.064** |
| | 116,5 | € 15.194 | € 45.200 | € 14.500 | € 10.170 | **€ 85.064** |
| | 141,5 | € 16.800 | € 47.200 | € 14.500 | € 12.170 | **€ 90.670** |
| **V126** | 87 | € 15.200 | € 40.200 | € 13.500 | € 11.170 | **€ 80.070** |
| | 117 | € 17.194 | € 45.200 | € 14.500 | € 11.170 | **€ 88.064** |
| | 137 | € 25.800 | € 47.200 | € 15.500 | € 13.170 | **€ 101.670** |
| **V136** | 82 | € 16.800 | € 35.200 | € 13.500 | € 13.170 | **€ 78.670** |
| | 112 | € 24.800 | € 37.200 | € 13.500 | € 13.170 | **€ 88.670** |
| | 132 | € 25.800 | € 47.200 | € 15.500 | € 13.170 | **€ 101.670** |
| | 149 | € 28.800 | € 47.200 | € 18.500 | € 13.170 | **€ 107.670** |
| | 166 | € 31.800 | € 67.200 | € 18.500 | € 13.170 | **€ 130.670** |
| **V150** | 105 | € 23.500 | € 46.500 | € 15.000 | € 13.370 | **€ 98.370** |
| | 125 | € 25.800 | € 47.200 | € 16.900 | € 13.370 | **€ 103.270** |
| | 145/148 | € 27.800 | € 49.200 | € 17.900 | € 13.370 | **€ 108.270** |
| | 166/169 | € 31.800 | € 67.200 | € 18.900 | € 13.370 | **€ 131.270** |
| **V162** | 119 | € 25.050 | € 46.200 | € 17.100 | € 17.930 | **€ 106.280** |
| | 148/149 | € 28.050 | € 49.200 | € 18.100 | € 17.930 | **€ 113.280** |
| | 166 | € 31.550 | € 67.200 | € 19.100 | € 17.930 | **€ 135.780** |

**VESTAS PROPRIETARY NOTICE:** This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties except as expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized uses, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.



SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY

Siemens Gamesa Renewable Energy GmbH & Co. KG

Name Jesper Josefsson
Abteilung SGRE ON CRO NE&ME S&MK TPO
E-Mail Jesper.Josefsson@siemensgamesa.com
Datum 14.5.2020

Zur Vorlage bei der zuständigen Genehmigungsbehörde

**Information Siemens Gamesa Windenergieanlagen (WEA)**
**Betreff: Rohbau-, Herstell- und Rückbaukosten der SG 6.0-155, Nabenhöhe 102,5m (Stahlrohrturm)**

Hiermit teilen wir Ihnen die Rohbau-, Herstellkosten der baugenehmigungsrelevanten Baugruppen und die aus heutiger Sicht abgeschätzten Kosten für den Rückbau einer Windenergieanlage SG 6.0-155 mit:

**Rohbaukosten:**

Die Rohbaukosten beinhalten die Kosten für das Fundament, den Stahlrohrturm, Windnachführung, Gehäuse der Gondel, die Nabe und Rotorblätter.

**Gesamtsumme je SG 6.0-155, 102,5m (Stahlrohrturm)**

**Herstellkosten:**

Die Herstellkosten umfassen die Rohbaukosten zuzüglich den Kosten für die maschinenbaulichen und elektrotechnischen Komponenten.

**Gesamtsumme je SG 6.0-155, 102,5m (Stahlrohrturm)**

**Rückbaukosten**

Die Rückbaukosten umfassen den Rückbau je SG 6.0-155, inkl. 102,5m Stahlrohrturm, Fundament, Entsorgung, Transport, Krane, Personal.

**1) ohne Berücksichtigung des Verwertungswert: 162.000,00 €**
**2) abzgl. Verwertungswert: 110.000,00 €**

Alle Preise verstehen sich ohne Mehrwertsteuer.

Die Angaben in diesem Informationsschreiben wurden mit größter Sorgfalt erstellt, stellen jedoch nur eine unverbindliche Information dar, die auf einer ersten Schätzung beruht. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Angaben wird jedoch keine Gewähr übernommen. Jegliche Haftung aus oder im Zusammenhang mit den Angaben wird ausgeschlossen, soweit dies gesetzlich zulässig ist.

**Siemens Gamesa Renewable Energy GmbH & Co. KG**
Beim Strohhause 17-31
20097 Hamburg
Deutschland
Tel: +49 (40) 2889 0

Siemens Gamesa Renewable Energy GmbH & Co. KG, Sitz der Gesellschaft: Hamburg, Deutschland; Registergericht Hamburg, Deutschland; HRA 120750; WEEE-Reg.-Nr. DE 50638429; Persönlich haftender Gesellschafter: Siemens Gamesa Renewable Energy Management GmbH; Sitz: Hamburg, Deutschland; Registergericht: Hamburg; HRB 142736; Geschäftsführer: Pierre Bauer; Vorsitzender des Aufsichtsrats: Dr. Jürgen Bartl

# ANNEXE E AVIS DE LA DIRECTION DES RISQUES INDUSTRIELS GÉOLOGIQUES ET MINIERS

**Département de l'Environnement et de l'Eau**

**Direction des Risques industriels, géologiques et miniers**

Avenue Prince de Liège, 15
B-5100 JAMBES

Tél. : +32 (0)81 33 66 25
Fax : +32 (0)81 33 65 44

CSD Ingénieurs Conseils SA
Monsieur Jean BEAUJEAN
Avenue des Dessus-de-Lives 2

5101 Namur (Loyers)

www.wallonie.be
N° vert : 1718 (informations générales FR) 1719 (DE)

| | |
|---|---|
| **Agents traitants** | Géologie: Daniel Pacyna – 081 33 61 28 |
| **Vos références** | |
| **Réception de la demande d'avis** | 15/09/2020 |
| **Nos références** | SW 11304 |
| **Requérant** | |
| **Localisation de la demande** | – |
| **Cadastre** | Numérotation Coord.x Coord.y<br>1 118143 116382<br>2 118448 116141<br>3 118853 115860<br>4 117517 115684<br>5 117779 115393<br>6 118021 115082 |
| **Objet de la demande de permis** | Demande d'info sur les risques liés aux concessions minières et aux contraintes géologiques pour un projet de parc éolien à Quévy. |

Monsieur,

Dans votre demande reprise en objet, vous avez sollicité une information technique auprès de la Direction des Risques industriels, géologiques et miniers.

Suite à l'analyse cartographique réalisée par nos soins,

- pour les aspects Risques d'accident majeur, il ressort que votre projet ne se situe pas dans un lieu susceptible d'accroître le risque ou les conséquences d'un accident majeur du fait de la proximité d'un établissement « Seveso » seuil haut ou seuil bas, dans lequel des substances dangereuses sont présentes, tel que défini par l'accord





www.wallonie.be
N° vert : 1718 (informations générales FR) 1719 (DE)

de coopération du 16 février 2016 entre l'Etat fédéral, la Région flamande, la Région wallonne et la Région de Bruxelles-Capitale concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses.

- pour les aspects liés à d'anciennes exploitations souterraines et à la géologie, au regard de l'article D.IV.57, 3° du Code du Développement Territorial (CoDT), les informations en notre possession sont résumées dans la Fiche d'informations sous-sol, et complétées des informations du Service géologique de Wallonie.

Par conséquent, veuillez trouver ci-après :

- la Fiche d'informations sous-sol du Service géologique de Wallonie (en annexe),
- l'information complémentaire du Service géologique de Wallonie.

## I. Information complémentaire du Service géologique de Wallonie

L'éolienne du coin sud-ouest ne se situerait pas dans un contexte géologique sensible (grès et poudingue de la Formation de Burnot, sous environ 5 à 6 m au moins de limons).

Les deux autres éoliennes de la ligne sud se situeraient sur la même Formation de Burnot, recouverte d'une faible épaisseur soit de craie grossière à silex, altérée, de la Formation de Haine-Saint-Paul, soit de marnes altérées (marnes du Groupe des formations de Thivencelles - Thulin), sous 5 à 6,5 m au moins de limons.

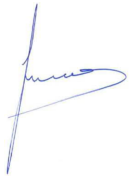
Les trois éoliennes de la ligne nord se situeraient sur la craie grossière à lits de silex, sans doute altérés, de la Formation de Haine-Saint-Paul, sous recouvrement de 5 à 6 m au moins de limons.

Toutefois, l'implantation de ces sites sur le glacis crétacé du bord sud du Bassin de Mons ne permet pas d'être plus précis quant à l'extension réelle de la craie grossière à silex de la Formation de Haine-Saint-Paul (les "Rabots") et des marnes du Groupe de Thivencelles - Thulin - Ville-Pommeroeul. Les nombreux sondages repris dans les archives, dans ce secteur, n'ont pénétré que de 5 à 6,5 m de limons, ne précisant pas la nature et l'état d'altération du substratum. En outre, la très faible pente des couches sur le plateau ne permet pas de préciser les limites d'extension de chaque formation. Les informations fournies l'ont été sur base de la Carte géologique de Wallonie (feuille provisoire Aulnois - Grand-Reng à 1/25.000) et de la Carte géologique de Belgique (feuilles à 1/40.000 et à 1/25.000, plus récente).

Il conviendrait donc de réaliser un forage descriptif au droit de chaque implantation pour connaître les conditions géologiques locales.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments distingués.

Le Directeur,



Ir. E. LHEUREUX

Responsable de Service : Ir. E. LHEUREUX, Directeur
Inspecteur général : Ir. B. TRICOT

www.wallonie.be
N° vert : 1718 (informations générales FR) 1719 (DE)



SERVICE GÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Avenue Prince de Liège 15
B-5100 Namur (Jambes)
Tél. secrétariat : 081 33 61 50
Fax : 081 33 61 88
Courriel : geologie@spw.wallonie.be
Site internet : geologie.wallonie.be

# Fiche d'Informations Sous-sol

## I. IDENTIFICATION

| | |
|---|---|
| Pour le bien suivant : | Commune(s) : QUEVY<br>Adresse :<br>Parcelle(s) cadastrale(s) : Numérotation Coord.x Coord.y 1 118143 116382 2 118448 116141 3 118853 115860 4 117517 115684 5 117779 115393 6 118021 115082<br>Tel que délimité au plan ci-après. |
| Date d'émission de la fiche : | 01/10/2020 |
| Numéro de la fiche : | SGW-FISs-00011304 |
| Durée de validité de la fiche : | 6 mois à dater de la date d'émission |

## II. CONTENU

Globalement, ce document comprend une série d'informations générales :

- l'inventaire des menaces et contraintes liées à d'anciennes exploitations souterraines et celles en lien avec le contexte géologique ou géomorphologique auxquelles est soumis le bien. La situation du bien est examinée en croisant avec la localisation des objets ou phénomènes pertinents, ainsi qu'avec le périmètre de menace géotechnique associé à ces objets ou phénomènes (périmètre d'aléa) ;
- si la situation le nécessite, les recommandations générales quant aux mesures à prendre en fonction des risques géotechniques identifiés et aux contraintes administratives qui en découlent ;
- des considérations générales d'ordre juridique relatives au statut des différents types d'exploitations et de cavités souterraines ainsi que des terrils, notamment quant à la propriété et à l'indemnisation des dommages ;
- des avertissements quant à l'origine des données sous-sol et à la gestion des données à caractère personnel.

Des données plus détaillées sont également disponibles, pour certaines catégories d'objets, sur le site internet *geologie.wallonie.be* et au moyen de l'application associée "Thématiques Sous-sol".

Lors de l'élaboration d'un avant-projet ou d'un projet concret dans le périmètre du bien et, notamment, avant de déposer une demande de permis, nous vous conseillons de demander des informations plus détaillées quant aux objets ou phénomènes identifiés, auprès des services spécialisés (par exemple sur les caractéristiques des objets ou phénomènes identifiés, sources, plans, recommandations et conditions techniques dans le cadre d'un projet, canevas d'étude géotechnique, etc.) :

- pour les mines, carrières souterraines, gîtes miniers et terrils : **Direction des Risques industriels, géologiques et miniers -** DRIGM (SPW ARNE), Avenue Prince de Liège 15 à 5100 Jambes ou geologie@spw.wallonie.be (Guichet Sous-sol) ;
- pour les karsts, glissements de terrains et éboulements de parois rocheuses : **Direction Juridique, des Recours et du Contentieux -** DJRC (SPW ATLPE), Rue des Brigades d'Irlande 1 à 5100 Jambes.

Les informations et les données reproduites sont celles connues de l'Administration, au moment de la délivrance de la présente Fiche d'Informations Sous-sol. L'Administration ne peut être tenue pour responsable d'autres informations ou données dont elle n'aurait pas la connaissance.

## III. MENACES ET CONTRAINTES LIÉS AUX ANCIENNES EXPLOITATIONS SOUTERRAINES

### III.1. SITUATION DU BIEN PAR RAPPORT AUX CONCESSIONS MINIÈRES PASSÉES OU EXISTANTES

*Une concession minière est le périmètre dans lequel le Gouvernement a octroyé la propriété illimitée dans le temps d'une substance "minière" (combustible fossile ou minerai stratégique) à un exploitant, le "concessionnaire". La concession est une propriété distincte de la surface. Elle disparaît par décision du Gouvernement, après sécurisation des ouvrages miniers.*

Le bien se situe dans une zone de concessions minières octroyées après 1793 : **non**

### III.2. SITUATION DU BIEN PAR RAPPORT AUX PÉRIMÈTRES D'ALÉA LIÉS À UN GÎTE OU UN GISEMENT CONNU ET/OU EXPLOITÉ

*La plupart des gîtes de fer ne sont localisés qu'avec une précision de quelques dizaines de mètres (cartes à l'échelle de 1/40.000 à 1/1.000). Il convient d'être attentif aux indices de surfaces permettant de préciser leur position (dépression dans les terrains, pseudo-dolines, bayauts, etc.). Les gîtes métalliques sont en général mieux localisés (plans à 1/10.000 jusqu'à 1/500). Le fait qu'un gîte soit connu et cartographié est en général lié au fait qu'il a été exploité. La majorité des gîtes de minerais de fer a été exploitée sous le régime des minières ou des exploitations libres. Peu l'ont été sous le couvert d'une concession.*

Le bien se situe, en tout ou en partie, dans un périmètre d'aléa d'affaissement ou d'effondrement associé à un gîte métallique ou de fer : **non**

### III.3. SITUATION DU BIEN PAR RAPPORT AUX PUITS ET ISSUES DE MINES ET AUX PÉRIMÈTRES D'ALÉA ASSOCIÉS

*Les puits et issues de mines sont les axes de communication de la mine avec la surface. Ils servaient à l'extraction, à l'aérage, à l'exhaure, à l'accès du personnel ou à l'entretien des galeries d'exhaure. Ils mesurent de quelques mètres à 1.450 m de profondeur, pour 1 à 64 m² de section. "Bure" est le synonyme liégeois de "puits". Les issues de mines comprennent les puits et les débouchés de galerie ou de plan incliné. Les puits peuvent présenter une menace (aléa) d'effondrement ou d'affaissement, même comblés. La propriété des puits est attachée à celle de la mine et non à celle de la surface.*

Le bien se situe dans une zone où la présence d'anciens puits non connus sur plans est possible : **non**

Le bien est concerné par la présence d'un ou plusieurs puits ou issues de mines, de travaux de recherches minières, de minières de fer ou d'exploitations libres et/ou par le périmètre d'aléa d'affaissement ou d'effondrement associé à un ou plusieurs de ces puits et issues : **non**

### III.4. SITUATION DU BIEN PAR RAPPORT AUX ANCIENNES CARRIÈRES SOUTERRAINES ET AUX PÉRIMÈTRES D'ALÉA ASSOCIÉS

*Les carrières souterraines sont des exploitations souterraines de matériaux ordinaires, non "mines", (craie, phosphate, ardoise, argile, etc.). Après cessation de l'activité, elles relèvent des droits des propriétaires de surface.*

Le bien est concerné par la présence d'une ou plusieurs carrières souterraines abandonnées ou par le périmètre d'aléa d'affaissement ou d'effondrement associé : **non**

### III.5. SITUATION PAR RAPPORT AUX TERRILS ET TERRISSES DE MINES DE HOUILLE

*Les terrils visés ici sont les dépôts résultant de l'extraction et du traitement physique de la houille. Ils renferment les terres et pierres de creusement du ou des puits, les pierres provenant du creusement des galeries en roche non utilisées pour remblayer les tailles. A partir du milieu du 19ème siècle, ils renferment les stériles ("schistes") résultant des opérations de triage et de lavage du charbon en surface.*

*Les terrisses ("dépôt de terres" en wallon ; "terrÿ" ou "terrie" en picard) sont les petits terrils établis autour ou contre les puits anciens. Il s'agit essentiellement des terres et pierres de creusement du puits et des pierres résultant du creusement des galeries non utilisées en remblais. Les terrisses plus étendus (2 à 5 ares), assez plats, servaient de plate-forme portant les installations de ces petites exploitations.*

Le bien se situe dans le périmètre ou à proximité immédiate (moins de 25 m) d'un terril ou d'un terrisse de mines de houille existant ou ayant existé, et répertorié : **non**



## IV. MENACES ET CONTRAINTES DE NATURE GÉOLOGIQUE OU GÉOMORPHOLOGIQUE

### IV.1. SITUATION DU BIEN PAR RAPPORT AU KARST

*En Wallonie, les roches carbonatées sont susceptibles d'être sujettes à des processus de dissolution. Ceux-ci sont à l'origine du développement de phénomènes souterrains (cavités, grottes, rivières souterraines…), de déformations en surface (dolines, effondrements…), ainsi que d'infiltrations (points de perte, chantoirs) et sorties d'eau (résurgences).*

*Certains phénomènes peuvent ne plus être visibles suite au comblement naturel par des sables et argiles ou au remblaiement artificiel par des déchets ou terres. Le caractère évolutif de la dissolution ou du décolmatage des vides peut entraîner l'agrandissement ou l'apparition de phénomènes.*

Le bien se situe en tout ou en partie en zone de contraintes karstiques : **non**

Le bien se situe sur ou à proximité immédiate (25 m) de phénomènes karstiques connus : **non**

Le bien se situe ou tout ou en partie en zone calcaire : **oui**

Les calcaires appartiennent à ou aux ensemble(s) suivant(s) :

| Lithologie |
|---|
| Craie du Cretace |

*<u>Risques d'ordre géotechnique :</u> Bien qu'aucun phénomène karstique ne soit répertorié dans son périmètre ou à ses abords, il n'est pas exclu que les terrains soient affectés de poches de dissolutions actives ou non ou de phénomènes plus importants mais sans manifestations visibles. Le sous-sol proche de la surface peut donc être irrégulier en terme de topographie ou de comportement mécanique ("poches" d'altération comportant des calcaires pourris ou remplies de matériaux meubles, au sein d'un ensemble rocheux cohérent et plus résistant, développement de phénomènes karstiques de surface ou profonds pouvant entraîner des mouvements plus ou moins importants en surface, etc.). Le risque de tassement différentiel sous des constructions n'y est pas à négliger, tout comme les risques de mouvements cycliques de gonflement de rétractation des matériaux argileux comblant les poches (fissures aux constructions).*

*<u>Recommandations générales :</u> Voir chapitre "Recommandations générales".*

### IV.2. ZONES DE GLISSEMENT DE TERRAIN

*En Wallonie, seules deux régions ont été étudiées quant aux aspects glissements de terrain : la colline du Mont-de-l'Enclus et la crête du Pays de Herve. Des glissements ont été observés dans d'autres régions, comme dans le nord-ouest de la Province du Brabant wallon, ou encore sur des terrils et aux abords de parois de carrières, mais n'ont pas été cartographiés.*

Le bien se situe en zone de contrainte de glissement de terrain : **non**

### IV.3. ZONES D'ÉBOULEMENT DE PAROIS ROCHEUSES

*La pente d'équilibre des éboulis rocheux est proche de 35°. Les versants présentant localement des pentes supérieures, voire subverticales, sont sujets aux éboulements. Les éléments se détachant de ces parois s'accumulent à leur pied.*

Le bien se situe en zone de contrainte d'éboulement de paroi rocheuse : **non**

## V. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

Les présentes recommandations sont des informations d'ordre général. Dans le cas d'un projet précis ou d'un avant projet, il convient de contacter l'administration en charge de la gestion des risques associés pour obtenir des recommandations ou impositions adaptées à la situation.

### V.1. KARST

*D'une manière générale, pour les biens situés en zone calcaire, des précautions doivent être prises lors de la construction, notamment vis-à-vis des tassements différentiels, de la dessiccation des argiles de remplissage, de la présence de crypto-dolines, de fantômes de roches, de conduits karstiques, voire de vides francs.*

*Des précautions doivent être prises pour éviter les infiltrations d'eau (descentes de gouttières, égouttage, raccordements aux citernes ou fosses septiques, …). L'expérience montre que ces infiltrations sont à l'origine de près de 75% des accidents répertoriés.*

*Pour les nouvelles constructions ou modifications importantes de l'emprise au sol de constructions. En zone de contraintes faibles ou modérées, préalablement à tout projet de nouvelle construction, la DJRC (SPW ATLPE) imposera de procéder à une étude géotechnique et/ou géophysique et d'adapter, en conséquence le projet (fondations, radier). Des précautions doivent être prises aussi pour ce qui concerne les infiltrations d'eau. En zones de contraintes fortes ou à proximité de phénomènes karstiques connus, la DJRC (SPW ATLPE) rendra un avis défavorable concernant les demandes de permis concernant un projet localisé dans ce type de zone, sauf si le demandeur a fait réaliser au préalable une étude géotechnique et/ou géophysique démontrant que le projet peut être réalisé en minimisant les risques pour la population (fondations, radier) et pour l'environnement (infiltrations d'eau et pollutions).*



## VI. CARTES ET DONNÉES DISPONIBLES

Vous trouverez ici les références d'une série de documents disponibles ou consultables décrivant la nature du sous-sol du bien concerné.

- Carte géologique de Belgique à 1/40000 (1890-1919) :

| Numéro | Nom |
|---|---|
| 162 | Aulnois - Grand-Reng |

*Achat au Service géologique de Belgique. Consultation au Service géologique de Belgique, au Service géologique de Wallonie et dans la plupart des bibliothèques universitaires.*

- Carte géologique de Belgique à 1/25000 (quelques feuilles révisées) : **inexistante**

- Carte géologique de Wallonie à 1/25000 (1990-2020) :

| Numéro | Nom | Disponibilité |
|---|---|---|
| 51/3-4 | Aulnois - Grand-Reng | Oui, en consultation au SPW (SPW ARNE) |

*Achat au Centre de Documentation de la SPW ARNE, pour les feuilles éditées. Consultation au format papier au Service géologique de Belgique, au Service géologique de Wallonie et dans la plupart des bibliothèques universitaires. Consultation et téléchargement au format électronique sur le site du Service géologique de Wallonie (geologie.wallonie.be).*

- Carte hydrogéologique de Wallonie à 1/25000 (2004-2016) :

| Numéro | Nom | Disponibilité |
|---|---|---|
| 51/3-4 | Aulnois - Grand-Reng | Non, en cours de correction |

*Achat auprès de l'Université de Liège, de l'Université de Mons et de l'Université de Namur, pour les feuilles éditées. Consultation au format papier à la Direction des eaux souterraines et au Centre de documentation de la SPW ARNE. Consultation au format électronique sur le site de la Carte hydrogéologique de Wallonie (environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo).*

- Carte pédologique (carte des sols) à 1/20000 :

| Numéro | Nom |
|---|---|
| 162W | Quévy |

*Achat auprès de l'Université de Liège (Gembloux Agro-Bio Tech). Consultation au format papier à l'Université de Liège (Gembloux Agro-Bio Tech) et dans la plupart des bibliothèques universitaires. Consultation au format électronique sur le site de La Carte numérique des sols de Wallonie (CNSW) de la SPW ARNE (cartopro3.wallonie.be/CIGALE).*

Adresse des institutions :

- **Service géologique de Wallonie** (SPW ARNE), Avenue Prince de Liège 15 à 5100 Jambes. Consultation sur rendez-vous au 081 33 61 50 ou cartegeologique@spw.wallonie.be.
- **Direction des eaux souterraines** (SPW ARNE), Avenue Prince de Liège 15 à 5100 Jambes. Consultation sur rendez-vous au 081 33 63 68 ou roland.masset@spw.wallonie.be
- **Service géologique de Belgique** (IRSNB), Rue Jenner 13 à 1000 Bruxelles. Consultation sur rendez-vous au 02 788 76 00 ou fabienne.desmet@naturalsciences.be
- **Gembloux Agro-Bio Tech** (ULg), Avenue Maréchal Juin 27, Bât52 à 5030 Gembloux. Consultation sur rendez-vous au 081 62 26 04 ou geopedologie.gembloux@ulg.ac.be

# VII. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES D'ORDRE JURIDIQUE

### VII.1. PROPRIÉTÉ DU SOL

En application du Code civil (art. 554), le propriétaire de la surface est propriétaire de l'ensemble de son sous-sol, sans limite de profondeur, à l'exception des mines concédées.

Le sous-sol n'appartient donc ni à l'Etat ni à la Région. Ces entités ne peuvent donc être tenues pour responsables en tant que propriétaire ou gardienne du sous-sol hormis sur leur domaine propre.

#### VII.1.1. Mines (à ciel ouvert et souterraines)

La mine concédée (concession) est une propriété distincte de celles de la surface. Elle est créée par un acte du Gouvernement (arrêté). Cet acte octroie la propriété des substances qui y sont énumérées à un concessionnaire, dans un périmètre fixé. Les substances "mines" sont précisées par la loi (liste fermée : combustibles fossiles, minerais métalliques, or, alun, etc.).

Le concessionnaire - société ou personne(s) physique(s) - est propriétaire des gisements de ces substances. Le reste du sous-sol appartient toujours aux propriétaires de surface. La concession est une propriété pleine, illimitée dans le temps, susceptible d'être cédée ou hypothéquée. Le concessionnaire d'une mine peut en reprendre l'exploitation même après des années d'arrêt. Les travaux souterrains, puits et galeries appartiennent au concessionnaire, comme accessoires de la mine, et non au terrain enclavant. Selon une jurisprudence constante du Conseil d'Etat, ils ne peuvent être cédés à des tiers sans autorisation du Gouvernement. Le propriétaire des terrains enclavant est tenu de laisser accès au concessionnaire ou à l'Administration chargée de leur surveillance et d'y laisser exécuter les travaux de sécurisation prescrits.

La concession disparaît par un acte du Gouvernement qui la radie, soit sur déchéance, soit sur renonciation. Auparavant, l'Administration s'assure qu'elle a été sécurisée conformément aux lois et règlements en vigueur. Une fois la concession retirée, les propriétaires de surface sont rétablis dans la totalité de leurs droits. Les concessions retirées cessent d'exister : elles ne passent pas à l'Etat ou à la Région. La faillite, la liquidation ou la disparition du concessionnaire n'empêche pas une concession de continuer d'exister.

#### VII.1.2. Carrières (à ciel ouvert et souterraines)

Toutes les autres substances (sable, grès, craie, phosphate, ardoises, calcaire, …) relèvent de la catégorie "carrières". Elles sont à la libre disposition des propriétaires de surface. Ceux-ci peuvent les exploiter en souterrain ou à ciel ouvert, moyennant une déclaration ou un permis, selon les époques. Les carrières, actives ou abandonnées, leur appartiennent, sauf mention contraire dans l'acte de propriété. Il en est de même des puits et issues.

#### VII.1.3. Minières (à ciel ouvert et souterraines)

La catégorie des minières (disparue en 1988) comprenait notamment les exploitations de minerais de fer à ciel ouvert ou menées par puits et travaux souterrains peu développés (autour du puits), par les propriétaires de la surface ou avec leur accord, sous couvert d'une "permission" provinciale.

#### VII.1.4. Exploitations libres (de minerais de fer)

Il s'agit d'exploitations de minerais de fer ni "mines", ni "minières", menées par des industriels avec l'accord des propriétaires de surface, entre 1850 à 1919. Les propriétaires actuels en possèdent les puits, galeries et travaux sous leurs terrains, sauf mention contraire dans l'acte de propriété.

#### VII.1.5. Grottes et cavités naturelles

Les grottes et cavités naturelles appartiennent, comme le sous-sol non concédé, aux propriétaires de surface à leur aplomb. Le propriétaire d'une entrée ne possède que ce qui est sous son terrain et non la cavité entière. La propriété d'une cavité peut être détachée de celle de la surface ; l'acte de propriété le précise alors.

#### VII.1.6. Parois rocheuses

Les parois rocheuses, falaises, etc. sont des biens immobiliers ordinaires. Sauf à faire partie du domaine public non cadastré, elles ont un propriétaire et responsable.

#### VII.1.7. Terrils

Les terrils sont des biens immobiliers ordinaires. Il arrive que la propriété de la masse du terril et de l'assise soit dissociée. L'acte de propriété le précise alors.

### VII.2. RÉGLEMENT DES DOMMAGES

#### VII.2.1. Mines

Le concessionnaire est tenu de réparer les dommages dus à la mine. Il s'agit d'un régime de responsabilité objective sans faute. Les règles sont fixées par les dispositions des articles 42 à 46 du décret des mines du 7 juillet 1988.

S'il n'existe plus de concessionnaire actionnable ou si le concessionnaire est insolvable, ni la Région ni l'Etat fédéral ne peuvent être appelés à se substituer à lui. Depuis la dissolution, fin 1997, du Fonds national de Garantie pour la Réparation des Dégâts houillers, il n'existe plus de mécanisme d'intervention se substituant aux concessionnaires insolvables.

En zone houillère, les concessionnaires qui cédaient des biens immobiliers à des tiers inséraient généralement une clause d'exonération d'indemnisation des dommages causés par la mine. Cette clause est licite. De nombreux biens ont par ailleurs fait l'objet d'indemnisations passées assortie d'une clause de dernière indemnisation.

La prescription en matière de réparation des dommages miniers est de 20 ans, à compter dès l'apparition des dommages. La jurisprudence, basée sur des constats techniques, a reconnu que les mouvements de sol en cessent dans les 10 années après l'arrêt des chantiers qui ont influencé la zone de la surface concerné et fait courir le délai de prescription à partir de ce terme. Le dernier chantier wallon a été arrêté en septembre 1984. En cas de dommage accidentel non prévisible selon ces règles (effondrement de puits, de chantier superficiels), les règles de prescriptions ordinaires sont d'application.

#### VII.2.2. Carrières souterraines, exploitations libres, minières, karst, glissements de terrain, éboulements de parois rocheuses, terril

Dans le cas des carrières souterraines, exploitations libres de mineras de fer, minières de fer, du karst, il n'existe pas de mécanisme d'intervention public en cas d'accident, de cause de danger ou de réparation de dommages, s'agissant du domaine privé. Il en est de même pour les éboulements de paroi rocheuse, les glissements de terrain et les dommages dus à un terril.

### VII.3. COMPÉTENCES DE LA RÉGION - SURVEILLANCE SPÉCIALE

Aucun texte légal ou réglementaire ne confie à la Région ou à l'Etat une mission générale de surveillance du sous-sol et des objets qui y existent. Seules font exception une mission de surveillance des mines concédées et la surveillance des établissements en activité (carrières et terrils en exploitation).

#### VII.3.1. Mines concédées

Les mines concédées et les ouvrages miniers sont placés sous la surveillance spéciale du Service public de Wallonie. Cette surveillance de police vise à assurer "la conservation des édifices et la sûreté du sol" (art. 74 des lois minières coordonnées). Sa mission est de prévenir ou de faire cesser les situations de danger, notamment via le Collège provincial. Les travaux de sécurisation à exécuter sont à charge du concessionnaire. En cas de défaillance ou d'absence du concessionnaire, la Région peut faire exécuter d'office les travaux nécessaires aux frais de qui de droit.

En cas de dommages dus à un accident, l'Administration agira pour mettre fin à la cause de danger mais ne pourra intervenir pour réparer les dommages collatéraux.

#### VII.3.2. Carrières souterraines et minières de fer (à ciel ouvert ou souterraines) - Exploitations libres

Dès lors où l'activité d'extraction y a cessé, ces établissements sont à considérer comme des biens immeubles ordinaires, sous la responsabilité de leurs propriétaires. Il n'existe pas de régime de surveillance administrative spéciale.

#### VII.3.3. Karst, phénomènes naturels

Il n'existe pas de surveillance spéciale, qu'il s'agisse de phénomènes karstiques, d'éboulements de parois rocheuses ou de glissements de terrain.

#### VII.3.4. Terrils

Les terrils qui ne sont pas exploités sont des propriétés privées ordinaires. Il n'existe pas de régime de surveillance spéciale. Ceux en exploitation (permis de valorisation) sont sous la surveillance du Bourgmestre et du Département de la Police et des Contrôles du Service public de Wallonie.

Par ailleurs, en application de la Directive 2006/21/CE du 15 mars 2006 concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive, la Région a l'obligation de mettre à la disposition du public un inventaire des risques posés par certaines de ces installations. C'est cette caractérisation qui est fournie dans le présent document.



### VII.4. COMPÉTENCES DE LA RÉGION - PRÉVENTION DES RISQUES (ENVIRONNEMENT, URBANISME, AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE)

En application de l'article D.IV.57, 3° du Code de Développement territorial (CoDT), le permis relatif à l'exécution des actes et travaux qui le requièrent (permis d'urbanisme, d'urbanisation, unique,...) peut être soit refusé, soit subordonné à des conditions particulières de protection des personnes, des biens ou de l'environnement lorsque les actes ou travaux se rapportent à des biens immobiliers exposés à un risque naturel ou à une contrainte géotechnique majeurs tels que l'inondation comprise dans les zones soumises à l'aléa d'inondation au sens de l'article D.53 du Code de l'eau, l'éboulement d'une paroi rocheuse, le glissement de terrain, le karst, les affaissements miniers, affaissements dus à des travaux ou ouvrages de mines, minières de fer ou cavités souterraines ou le risque sismique.

En cas de présence d'une contrainte géotechnique majeure, l'autorité peut demander à ce que le dossier du requérant soit accompagné d'une étude géotechnique identifiant de manière précise la menace et présentant les propositions pour parer aux risques identifiés vis-à-vis du projet et de son implantation.

La Région peut éditer des cartes signalant la présence de ces contraintes géotechniques. Le Service géologique de Wallonie diffuse les informations relatives au sous-sol wallon, dont les zones de consultation et de contraintes associées à une menace de nature géotechnique à l'adresse suivante : geologie.wallonie.be.

La présente fiche d'Informations Sous-sol est un des outils de mise à disposition des informations relatives aux zones de contraintes géotechniques et aux objets du sous-sol à l'origine de ces contraintes.

# VIII. AVERTISSEMENTS QUANT AUX DONNÉES

### VIII.1. ORIGINE DES DONNÉES - SOURCES

L'origine des données peut être obtenue auprès des services qui ont en charge leur gestion. Des copies des sources (plans, rapports, fiches, extraits de bases de données) peuvent être demandées au Service géologique de Wallonie (Mél : geologie@spw.wallonie.be ; Tél. : 081 33 61 50).

### VIII.2. GESTION DES DONNÉES À CARACTÈRE PERSONNEL

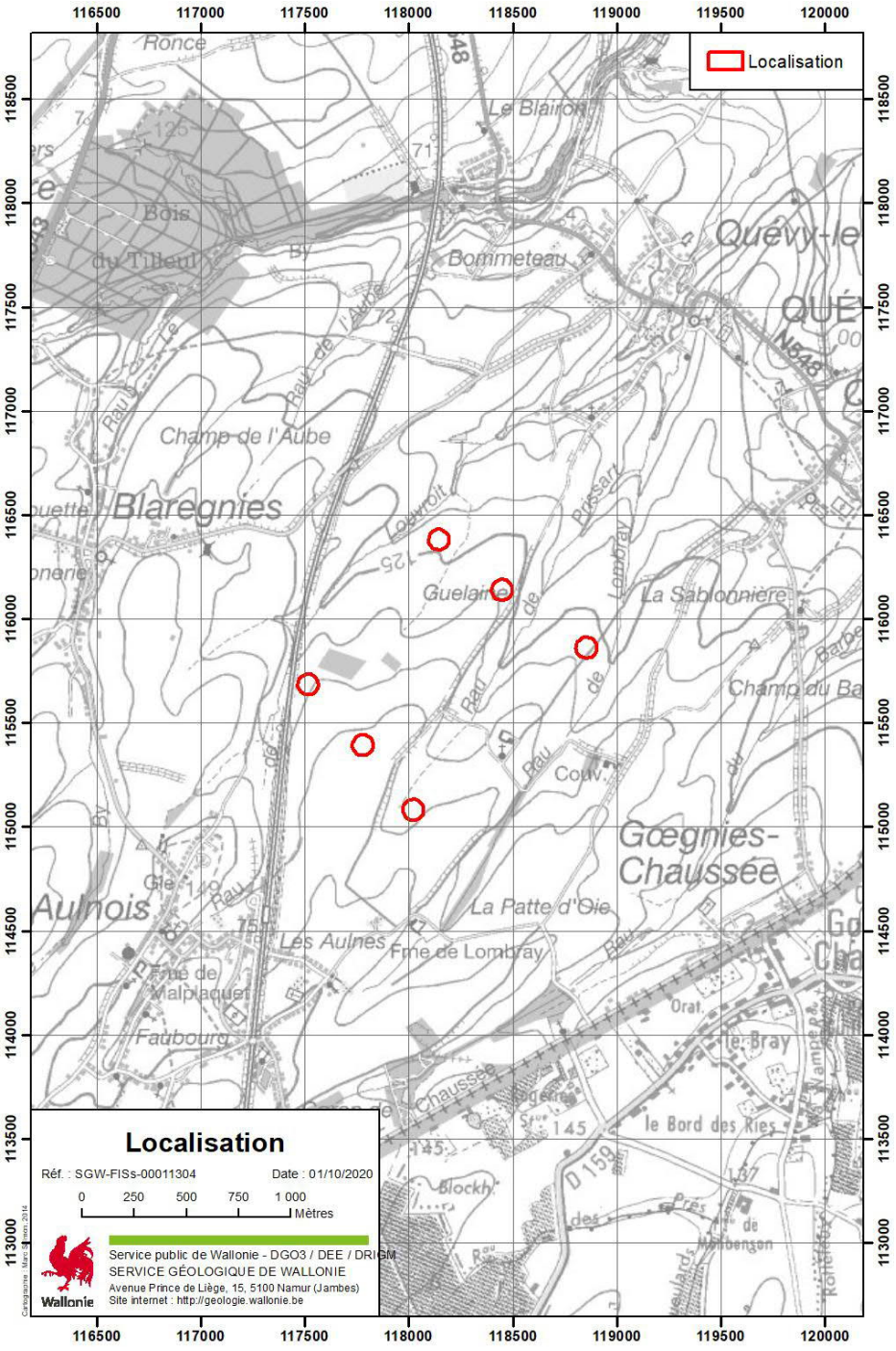
Les informations personnelles fournies par le demandeur sont traitées conformément aux dispositions de la loi du 8 décembre 1992 relative au traitement de données à caractère personnel. Ces données ne peuvent être recueillies et traitées que dans le but de répondre à la requête introduite par le demandeur. Elles ne peuvent être communiquées à des tiers. Le demandeur a le droit de consulter ses données personnelles, d'en vérifier l'exactitude et de faire corriger les éventuelles erreurs les concernant.

Le gestionnaire des données est la SPW ARNE - Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement, Avenue Prince de Liège, 15 à 5100 Jambes, représentée par M. B. Quévy, Directeur général

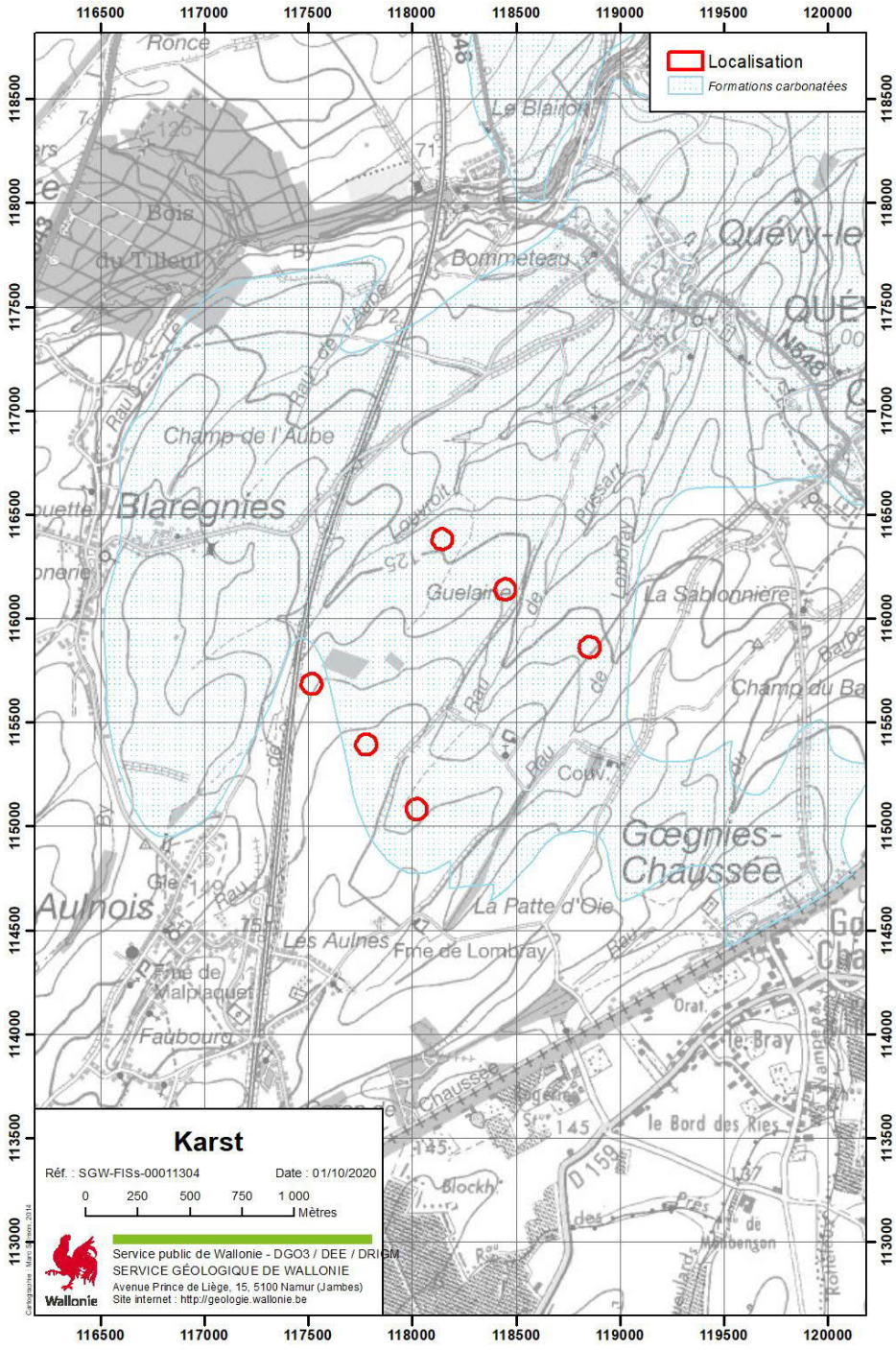
La DGARNE conserve une copie informatique de la présente fiche, destinée à assurer son authenticité. Cette fiche sera conservée pendant une période de 10 années à dater de son émission.

Les demandes de consultation de données personnelles, de vérification ou de correction sont à adresser à M. Ir. D. Pacyna, Attaché, à la même adresse (Mél : geologie@spw.wallonie.be ; Tél. : 081 33 61 50).

La DGARNE s'engage à prendre les meilleures mesures de sécurité afin d'éviter que des tiers n'abusent des données à caractère personnel qui lui ont été communiquées.


Localisation
Localisation
Réf. : SGW-FISs-00011304
Date : 01/10/2020
0 250 500 750 1 000
Mètres
Service public de Wallonie - DGO3 / DEE / DRIGM
SERVICE GÉOLOGIQUE DE WALLONIE
Avenue Prince de Liège, 15, 5100 Namur (Jambes)
Site internet : http://geologie.wallonie.be
Wallonie
Ronce
Le Blairon
Bois du Tilleul
Bommeteau
Quévy-le
Champ de l'Aube
Blaregnies
Guelaine
La Sablonnière
Champ du Ba
Couv.
Gœgnies-Chaussée
Aulnois
La Patte d'Oie
Les Aulnes
Fme de Lombray
Fme de Malplaquet
Faubourg
le Bray
le Bord des Ries
Blockh
116500 117000 117500 118000 118500 119000 119500 120000
113000 113500 114000 114500 115000 115500 116000 116500 117000 117500 118000 118500




Localisation
Formations carbonatées
Karst
Réf. : SGW-FISs-00011304
Date : 01/10/2020
0 250 500 750 1 000
Mètres
Service public de Wallonie - DGO3 / DEE / DRIGM
SERVICE GÉOLOGIQUE DE WALLONIE
Avenue Prince de Liège, 15, 5100 Namur (Jambes)
Site internet : http://geologie.wallonie.be
Wallonie
Ronce
Le Blairon
Bois du Tilleul
Bommeteau
Quévy-le
Champ de l'Aube
Blaregnies
Guelaine
La Sablonnière
Champ du Ba
Couv.
Gœgnies-Chaussée
Aulnois
La Patte d'Oie
Les Aulnes
Fme de Lombray
Fme de Malplaquet
Faubourg
le Bray
le Bord des Ries
Blockh
116500 117000 117500 118000 118500 119000 119500 120000
113000 113500 114000 114500 115000 115500 116000 116500 117000 117500 118000 118500

# ANNEXE F ÉTUDE DE VENT

# Estimation de productible

Parc éolien de Quévy, Province du Hainaut, Belgique,

16/12/2021
REV03

## Estimation de productible

Parc éolien de Quévy, Province du Hainaut, Belgique

Client :
Storm

Personne de contact :
Véronique Georges
Adresse: Borsbeeksebrug 22 - 2600 Anvers

Reference :
PR114816

Personne de contact chez 3E :
Marie Angot

Date :
16/12/2021

Version :
Rev03

Les conditions générales de 3E s'appliquent à ce document. Le Client reçoit le droit non-exclusif et non-transférable d'utiliser ce document (y compris ses éventuelles annexes) et son contenu pour ses propres fins commerciales et activités uniquement. Ce document est destiné exclusivement au Client, et aucun tiers bénéficiaire n'est créé par celle-ci. Sauf indiqué par la classification de confidentialité de 3E, le Client accepte de ne pas communiquer ou copier cette offre, dans son entièreté ou en partie, à des tiers sans le consentement écrit préalable de 3E. Dans tous les cas, même si la classification de confidentialité permet la redistribution ou pas, 3E ne sera pas responsable vis-à-vis de tiers pour les conséquences de l'utilisation de cette offre par une tierce partie.

# Liste de distribution

**A**

| | |
|---|---|
| Nom : | Véronique Georges |
| Organisation & département: | Storm |
| Adresse : | Borsbeeksebrug 22 - 2600 Anvers |
| Nombre de copies papier : | 0 |
| Copie digitale reçue : | oui |





# Table des matières


**Information qualité et historique des modifications** 6

**Glossaire** 7

**Résumé** 11

**1. Introduction** 19

1.1. Objectifs 19

1.2. Méthodologie 19

1.3. Structure du rapport 19

**2. Méthodologie** 20

2.1. Description du site 20

2.2. Mesures de vent disponibles 21

2.3. Configurations de parc éolien 21

**3. Données de Vent** 23

3.1. Remarques préliminaires 23

3.2. Données de vent sélectionnées 23

**4. Modélisation de l'Ecoulement du Vent** 24

4.1. Modèle de terrain 24

4.1.1. Relief 24

4.1.2. Longueur de rugosité 24

4.1.3. Obstacles importants à l'écoulement du vent 25

4.1.4. Hauteur de déplacement 25

4.2. Régime de vent sur site 26

5. 5. Calcul de Productible 28

5.1. Production électrique brute 28

5.2. Pertes de production 28

5.2.1. Pertes générales 28

5.2.2. Pertes liées aux bridages 32

5.2.3. Tableau récapitulatif des pertes 44

5.3. Production électrique nette 47

6. Conclusions et Recommandations 54

Références 58

ANNEXE A Illustrations de la Description du Site 60

ANNEXE B Coordonnées des Eoliennes 62

ANNEXE C Méthodologie MERRA 63

ANNEXE D Le modèle WAsP 71

ANNEXE E Courbes de Puissance et de Trainée 72

ANNEXE F Résultats de Productible Détaillés 81

ANNEXE G Intensité de Turbulence 117





# Information qualité et historique des modifications

| N° | Date | Auteur | Vérificateur | Validateur | Résumé des modifications |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 07/07/2021 | Riccardo Longo | Nicolas Meerts | Baris Adiloglu | Rev0 |
| 2 | 06/12/2021 | Riccardo Longo | Marie Angot | Baris Adiloglu | Adaptation des pertes acoustiques pour les machines SG145, V150 et nouvelle configuration SG155 |
| 3 | 14/12/2021 | Riccardo Longo | Marie Angot | Baris Adiloglu | Mise à jour des pertes de bridages pour les configurations SG145, V150 |
| 4 | 16/12/2021 | Riccardo Longo | Marie Angot | Baris Adiloglu | Correction des pertes totales max. dans le texte |

Template V.21.1

| Classification de confidentialité : | Détails par catégorie : |
|---|---|
| Personnes nommées au sein de l'organisation du Client uniquement : | Diffusion restreinte aux personnes nommées au sein de l'organisation du Client, comme indiqué dans la liste de distribution. |
| Organisation du Client uniquement : | Diffusion restreinte au sein de l'organisation du Client. |
| Client et Organisations nommés uniquement : | Diffusion restreinte au sein de l'organisation du client et aux autres organisations concernées comme indiquées dans la liste de distribution. |
| Client et Organisations pertinentes uniquement : | Diffusion restreinte à l'organisation du Client seulement et, si applicable, au sein d'autres organisations pertinentes nécessaires pour le bon développement du projet du Client, (sous-réserve de l'avis et de la clause de non-responsabilité figurant sur le document 3E). |
| Public : | Diffusion publique admise (sous-réserve de l'avis et de la clause de non-responsabilité figurant sur le document 3E). |

# Glossaire

| | |
|---|---|
| **AEP** | Production électrique annuelle nette (EN : Annual Energy Production) |
| **AGL / ASL** | Au-dessus du niveau du sol / Au-dessus du niveau de la mer (EN : Above Ground Level / Above Sea Level) |
| **BOP** | BOP (EN : Balance of Plant) correspond aux infrastructures civiles et électriques à l'intérieur du parc éolien (câbles inter-connecteurs, cabine de tête, fondations etc.) |
| **CG** | Conditions Générales 2002<br>Conditions d'exploitation acoustiques des éoliennes établies selon l'arrêté du gouvernement wallon le 04/07/2002 en fonction de la zone d'émission dans laquelle les mesures acoustiques sont affectées selon trois périodes distinctes : période jour 7h-19 hors dimanches et jours fériés, transition 6h-7h et 19h-22h et entre 6h et 22h pendant les dimanches et jours fériés, période nocturne 22h-6h |
| **CS** | Conditions Sectorielles 2021<br>Conditions d'exploitation acoustique des éoliennes en fonction de la zone d'imission dans laquelle les mesures acoustiques sont affectées selon trois périodes distinctes : période jour 7h-19 hors dimanches et jours fériés, transition 6h-7h et 19h-22h et entre 6h et 22h pendant les dimanches et jours fériés, période nocturne 22h-6h |
| **CFSR** | CFSR (Climate Forecast System Reanalysis) est une base de données de réanalyse produite par le Centre National pour les Prévisions Environnementales (NCEP). Elle couvre une période allant de 1979 à nos jours avec une résolution de 0.5°. |
| **Corine Land Cover** | La base de données Corine Land Cover est un inventaire de l'occupation du sol en 44 classes. Il a été initié en 1985 par l'Union Européenne et a été pris en charge ensuite par l'EEA. 3E associe des informations de rugosité à chaque classe afin de créer des cartes de rugosité qui sont utilisées dans les modèles d'écoulement du vent. |
| **Distribution de Weibull** | Dans la théorie des probabilités et en statistique, la distribution de Weibull est une fonction de probabilité de distribution continue caractérisée par 2 paramètres : k (forme) et A (échelle). Elle est très souvent utilisée dans le monde éolien (WAsP inclus) comme une approximation de la distribution de fréquence des vitesses de vent d'une série temporelle. |
| **Distribution normale** | Dans la théorie des probabilités, la distribution normale (ou Gaussienne) est une fonction de probabilité de distribution en forme de cloche caractérisée par deux paramètres : la moyenne et l'écart-type. Les distributions normales sont très importantes en statistique et sont souvent utilisées dans les sciences naturelles pour des variables aléatoires à valeur réelle dont la distribution est inconnue. Une des raisons de leur popularité est le Théorème Central Limite (EN : CLT) qui spécifie que dans des conditions « douces », la moyenne d'un grand nombre de variables aléatoires indépendantes issues de la même distribution est distribuée approximativement selon la loi normale, quelle que soit la forme de la distribution initiale. |
| **DSM / DEM** | Par opposition au DTM (Digital Terrain Model ou Modèle numérique de terrain MNT), DSM / DEM (Digital Surface Model ou Digital Elevation Model, soit Modèle numérique de surface ou de relief) intègre les objets à la surface comme les forêts et les bâtiments. |
| **Era-Interim** | ERA-Interim est un jeu de données de réanalyse produit par le Centre Européen de Prévision Météorologique à Moyen Terme (EN : ECMWF). Il couvre une période allant de 1979 à nos jours avec une résolution de 0.75°. |
| **EU-DEM** | Le Modèle Digital D'Elévation (DEM) de l'Europe provenant du projet GMES RDA (EU-DEM) est un Modèle Digital de Surface (DSM) représentant la première surface observée par les capteurs. Le jeu de données EU-DEM est une réalisation du programme Copernicus, géré par la Commission Européenne, DG Entreprise et Industrie. |
| **Hauteur de déplacement** | Les grandes zones avec des obstacles élevés affectent le profil vertical du vent en augmentant la hauteur théorique de vitesse nulle par une valeur appelée hauteur de déplacement. |
| **HH** | Hauteur d'axe (EN : Hub Height) |
| **Mann-Kendall test** | Le test de Mann-Kendall est un test statistique largement utilisé pour l'analyse de tendances dans les séries de données climatologiques. L'objectif du test est de déterminer statistiquement si une variable présente une tendance monotone croissante ou décroissante au cours du temps. |
| **MCP** | Les algorithmes Mesurer-Corréler-Prédire (MCP) sont utilisés pour extrapoler des séries temporelles de mesure de vent sur le long terme. Les méthodes MCP modélisent tout d'abord la relation entre les données de vent (vitesse et direction) mesurées sur le site et les données de vent long-terme de référence. Cette relation est ensuite appliquée à l'ensemble des données de référence afin de construire une série temporelle long-terme de vitesse et direction de vent sur le site. |
| **MERRA-2** | MERRA-2 (Modern Era Retrospective Analysis for Research and Applications) est un jeu de données de réanalyse de la NASA. Il couvre la période allant de 1980 à nos jours avec une résolution de 1/2°x 0.625° (latitude x longitude). |
| **MeteoDyn WT** | MeteoDyn WT est un logiciel de type CFD (EN : Computed Fluid Dynamics) utilisé pour prédire la ressource en vent et la production électrique de parcs éoliens sur des terrains complexes. |
| **Pertes de sillage** | Les pertes de sillage sont les pertes de production dues aux interactions mutuelles des éoliennes, causées par la réduction de l'énergie éolienne disponible en aval des rotors des machines. |
| **Probabilité de dépassement** | Dans la théorie des probabilités et en statistique, la probabilité de dépassement est un nombre (allant de 0 à 100%), qui représente la probabilité qu'a une variable aléatoire d'être supérieure à une certaine valeur. Le calcul |

| | |
|---|---|
| | consiste à enlever à la valeur 1 la fonction cumulative de distribution (EN : CDF), qui décrit la probabilité pour une variable d'avoir une valeur inférieure ou égale à X. |
| **Productible** | Production électrique annuelle nette (cf. AEP) |
| **Profil vertical du vent** | Le profil vertical du vent (EN : wind shear) est une mesure de la manière dont la vitesse de vent diminue dans la partie basse de l'atmosphère, près du sol. Ce phénomène est du aux forces de résistance exercées par le sol et sa rugosité sur le flux d'air. Il détermine les profils de vitesse et de turbulence du vent, le premier étant souvent approximé par une loi exponentielle ou logarithmique. |
| **RD** | Diamètre de moyeu (EN : Rotor Diameter) |
| **Réanalyse** | Les données de réanalyse sont le résultat d'un processus d'assimilation de données météorologiques qui a pour objectif d'assimiler les observations historiques s'étalant sur une longue période, en utilisant une assimilation (ou « analyse ») unique et constante sur toute la période. |
| **Régime de vent** | Dans la méthodologie WAsP, la rose des vents est divisée en plusieurs secteurs de vent (12 la plupart du temps) et la distribution de la vitesse de vent dans chaque secteur est approximée par une courbe de Weibull avec des paramètres A et k. Un régime de vent est ensuite défini par ces paramètres A et k et le poids de chaque secteur. |
| **RIX** | L'indice d'escarpement (EN : ruggedness index) à un emplacement donné est le pourcentage de la surface du sol ayant une pente supérieure à un seuil spécifique (e.g. 40%) dans un certain rayon. |
| **RP** | Puissance nominale (EN : Rated Power) |
| **SCADA** | Le SCADA est le système de suivi et de contrôle de l'éolienne (EN : Supervisory Control And Data Acquisition). Il fournit aux exploitants d'éoliennes des données telles que la vitesse et la direction de vent mesurées sur la nacelle, la production électrique, la vitesse de rotation, les angles d'orientation de la nacelle et des pales (EN : yaw and pitch angles) (point de fonctionnement des éoliennes), etc. |
| **SNHT test** | Le test SNHT (Standard Normal Homogeneity Test) a initialement été développé pour détecter un changement dans une série de données de précipitations. It a été utilisé dans un grand nombre d'études pour homogénéiser des séries de données climatologiques. |
| **SRTM** | La Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) est un effort de recherche international mené par l'Agence Nationale d'Intelligence Géospatiale (NGA) et l'Administration Nationale Américaine de l'Aéronautique et de l'Espace (NASA) qui ont obtenu un modèle digital de surface sur une échelle quasi-globale de 56°S à 60°N afin de générer la base de données topographique digitale de la Terre la plus complète. La résolution de la base de données développée est de 3 arc-secondes. |
| **WAsP** | WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program) est un logiciel qui simule l'écoulement du vent afin de prédire les régimes de vent, la ressource en vent et la production électrique des éoliennes et parcs éoliens. WAsP est développé |





| | |
|---|---|
| | et distribué par DTU Wind Energy, au Danemark. C'est devenu le logiciel standard pour l'évaluation des ressources éoliennes. |
| **Wind Index** | L'indice de vent d'une période quantifie le caractère venteux de cette période par rapport à une période long-terme de référence. Cela est typiquement fait en termes de puissance de sortie des éoliennes. Il est attribué un indice de 100 à la période long-terme. Par conséquent, une période avec un indice de 105 est 5% plus venteuse que le long terme. Dans ce cas, le facteur correctif long-terme est de 0.95. |
| **WTG** | Wind Turbine Generator. |

# Résumé

Ce rapport, commandé par Storm, présente les résultats de l'évaluation pré-construction de la production électrique long-terme du parc éolien de Quévy, situé 10.3 km au sud-ouest de Mons, en Wallonie, Belgique. 3 configurations de parc éolien ont été considérées, pour une capacité totale installée de 24 MW à 39.6 MW :

- 6 éoliennes Siemens Gamesa SG 6.0-155 de 6.6 MW avec un diamètre de rotor de 155 m et une hauteur d'axe de 102.5 m,
- 6 éoliennes Vestas V150 de 4.0 MW avec un diamètre de rotor de 150 m et une hauteur d'axe de 108 m (105 m plus fondations surélevées de 3 m),
- 6 éoliennes Siemens Gamesa SG 5.0-145 de 5 MW avec un diamètre de rotor de 145 m et une hauteur d'axe de 102.5 m,

La présente étude se base sur des statistiques de vent régionales calculées selon une méthodologie propre à 3E.

Le terrain sur site a été modélisé (relief, rugosité et obstacles à l'écoulement du vent) et le modèle d'écoulement WAsP a été utilisé pour extrapoler le régime de vent jusqu'à l'emplacement et la hauteur d'axe de chaque éolienne. A titre d'exemple, la vitesse de vent moyenne Weibull attendue à l'emplacement de l'éolienne WTG1 à 102.5 m AGL est de 6.26 m/s et les directions dominantes sont ouest-sud-ouest et sud-sud-ouest.

Le régime de vent à l'emplacement et la hauteur d'axe de chaque éolienne a ensuite été combiné à la courbe de puissance adaptée à la densité locale de l'air de chaque type d'éolienne considéré, afin d'établir sa production électrique brute. Les pertes de production ont été évaluées et retranchées à la production électrique brute de chaque éolienne, pour obtenir sa production électrique annuelle nette (AEP, productible).

Les niveaux de productible ont été évalués selon trois scénarios de sillage :

- Premier scénario tenant compte des parcs éoliens existants et autorisés et tous les parcs éoliens en instruction ou à l'étude (EIE) (« Scen 1 »),
- Deuxième scénario tenant compte des parcs éoliens existants et autorisés (« Scen 2 »),
- Troisième scénario tenant compte des parcs éoliens existants (« Scen 3 »).





Les pertes associées à des bridages acoustique (conditions générales (CG) et sectorielles 2021 (CS)), chauves-souris et d'ombre mouvante et de wind sector management (WSM) ont été prises en compte. Ces bridages sont les seuls pris en compte pour ce projet. La production électrique nette a été calculée selon deux scénarios :

- Sans bridages;
- Avec bridages.

Les pertes de production prises en compte dans cette étude sont comprises entre 20.8 % et 30.1 % selon la configuration de parc éolien (et selon le scénario) et sont ventilées comme suit.

| Configuration | | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Scénario | | Scen 1 - CG | Scen 1 - CS | Scen 2 - CG | Scen 2 - CS | Scen 3 - CG | Scen 3 - CS |
| **Pertes de sillage** | **[%]** | **8.6** | **8.6** | **8.5** | **8.5** | **8.1** | **8.1** |
| **Pertes d'indisponibilité** | **[%]** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** |
| - Éolienne | [%] | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| - BOP | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Réseau | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| **Pertes de performance** | **[%]** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** |
| - Conditions non-standard d'écoulement du vent | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| - Limite de fonctionnement de l'éolienne | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| **Pertes électriques** | **[%]** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** |
| **Pertes environnementales** | **[%]** | **1.0** | **1.0** | **1.0** | **1.0** | **1.0** | **1.0** |
| - Dégradation de performance non due au gel | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| - Dégradation de performance due au gel | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Arrêt du au gel | [%] | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| **Pertes de bridage** | **[%]** | **9.5** | **7.6** | **9.5** | **7.6** | **9.5** | **7.6** |
| - Bridage acoustique et chiroptères combiné | [%] | 9.2 | 7.3 | 9.2 | 7.3 | 9.2 | 7.3 |
| - Bridage lié à l'ombre mouvante | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Bridage sectoriel (WSM) | [%] | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| **Pertes totales** | **[%]** | **22.9** | **21.3** | **22.8** | **21.2** | **22.5** | **20.8** |





| Configuration | | V150, 4 MW @ 108 m | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Scénario | | Scen 1 - CG | Scen 1 - CS | Scen 2 - CG | Scen 2 - CS | Scen 3 - CG | Scen 3 - CS |
| **Pertes de sillage** | **[%]** | **7.4** | **7.4** | **7.3** | **7.3** | **6.9** | **6.9** |
| **Pertes d'indisponibilité** | **[%]** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** |
| - Éolienne | [%] | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| - BOP | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Réseau | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| **Pertes de performance** | **[%]** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** |
| - Conditions non-standard d'écoulement du vent | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| - Limite de fonctionnement de l'éolienne | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| **Pertes électriques** | **[%]** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** |
| **Pertes environnementales** | **[%]** | **1.1** | **1.1** | **1.1** | **1.1** | **1.1** | **1.1** |
| - Dégradation de performance non due au gel | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| - Dégradation de performance due au gel | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Arrêt du au gel | [%] | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| **Pertes de bridage** | **[%]** | **18.9** | **13.9** | **18.9** | **13.9** | **18.9** | **13.9** |
| - Bridage acoustique et chiroptères combiné | [%] | 17.7 | 12.7 | 17.7 | 12.7 | 17.7 | 12.7 |
| - Bridage lié à l'ombre mouvante | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Bridage sectoriel (WSM) | [%] | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| **Pertes totales** | **[%]** | **30.1** | **25.8** | **30.0** | **25.7** | **29.7** | **25.3** |

| Configuration | | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Scénario | | Scen 1 - CG | Scen 1 - CS | Scen 2 - CG | Scen 2 - CS | Scen 3 - CG | Scen 3 - CS |
| **Pertes de sillage** | **[%]** | **7.7** | **7.7** | **7.7** | **7.7** | **7.2** | **7.2** |
| **Pertes d'indisponibilité** | **[%]** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** |
| - Éolienne | [%] | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| - BOP | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Réseau | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| **Pertes de performance** | **[%]** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** |
| - Conditions non-standard d'écoulement du vent | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| - Limite de fonctionnement de l'éolienne | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| **Pertes électriques** | **[%]** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** |
| **Pertes environnementales** | **[%]** | **1.1** | **1.1** | **1.1** | **1.1** | **1.1** | **1.1** |
| - Dégradation de performance non due au gel | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| - Dégradation de performance due au gel | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Arrêt du au gel | [%] | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| **Pertes de bridage** | **[%]** | **14.7** | **15.6** | **14.7** | **15.6** | **14.7** | **15.6** |
| - Bridage acoustique et chiroptères combiné | [%] | 13.3 | 14.2 | 13.3 | 14.2 | 13.3 | 14.2 |
| - Bridage lié à l'ombre mouvante | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Bridage sectoriel (WSM) | [%] | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| **Pertes totales** | **[%]** | **26.7** | **27.4** | **26.6** | **27.4** | **26.2** | **27.0** |





Les principaux résultats de l'étude de productible sont résumés au tableau suivant.

| Configuration | | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Scénario | | Scen 1 - CG | Scen 1 - CS | Scen 2 - CG | Scen 2 - CS | Scen 3 - CG | Scen 3 - CS |
| Vitesse moyenne du vent | [m/s] | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | 98,042 | 98,042 | 98,042 | 98,042 | 98,042 | 98,042 |
| Pertes de sillage | [%] | 8.6 | 8.6 | 8.5 | 8.5 | 8.1 | 8.1 |
| Pertes de bridage | [%] | 9.5 | 7.6 | 9.5 | 7.6 | 9.5 | 7.6 |
| Autres pertes | [%] | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | 22.9 | 21.3 | 22.8 | 21.2 | 22.5 | 20.8 |
| Pertes totales sans bridages | [%] | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.3 | 14.3 |
| **Production nette (AEP, productible)** | **[MWh/an]** | **75,581** | **77,172** | **75,643** | **77,236** | **76,007** | **77,608** |
| **Production nette (AEP, productible) sans bridages** | **[MWh/an]** | **83,510** | **83,510** | **83,578** | **83,578** | **83,980** | **83,980** |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | 1,909 | 1,949 | 1,910 | 1,950 | 1,919 | 1,960 |
| Facteur de capacité | [-] | 21.8 | 22.2 | 21.8 | 22.2 | 21.9 | 22.4 |

| Configuration | | V150, 4 MW @ 108 m | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Scen 1 - CG** | **Scen 1 - CS** | **Scen 2 - CG** | **Scen 2 - CS** | **Scen 3 - CG** | **Scen 3 - CS** |
| Vitesse moyenne du vent | [m/s] | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| Production brute | [MWh/an] | 82,211 | 82,211 | 82,211 | 82,211 | 82,211 | 82,211 |
| Pertes de sillage | [%] | 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.3 | 6.9 | 6.9 |
| Pertes de bridage | [%] | 18.9 | 13.9 | 18.9 | 13.9 | 18.9 | 13.9 |
| Autres pertes | [%] | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 |
| Pertes totales | [%] | 30.1 | 25.8 | 30.0 | 25.7 | 29.7 | 25.3 |
| Pertes totales sans bridages | [%] | 13.8 | 13.8 | 13.7 | 13.7 | 13.3 | 13.3 |
| **Production nette (AEP, productible)** | **[MWh/an]** | **57,486** | **61,032** | **57,536** | **61,086** | **57,808** | **61,377** |
| **Production nette (AEP, productible) sans bridages** | **[MWh/an]** | **70,901** | **70,901** | **70,962** | **70,962** | **71,297** | **71,297** |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | 2,395 | 2,543 | 2,397 | 2,545 | 2,409 | 2,557 |
| Facteur de capacité | [-] | 27.3 | 29.0 | 27.3 | 29.0 | 27.5 | 29.2 |





| Configuration | | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Scen 1 - CG** | **Scen 1 - CS** | **Scen 2 - CG** | **Scen 2 - CS** | **Scen 3 - CG** | **Scen 3 - CS** |
| Vitesse moyenne du vent | [m/s] | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | 83,899 | 83,899 | 83,899 | 83,899 | 83,899 | 83,899 |
| Pertes de sillage | [%] | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.2 | 7.2 |
| Pertes de bridage | [%] | 14.7 | 15.6 | 14.7 | 15.6 | 14.7 | 15.6 |
| Autres pertes | [%] | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | 26.7 | 27.4 | 26.6 | 27.4 | 26.2 | 27.0 |
| Pertes totales sans bridages | [%] | 14.1 | 14.1 | 14.0 | 14.0 | 13.6 | 13.6 |
| **Production nette (AEP, productible)** | **[MWh/an]** | **61,530** | **60,875** | **61,583** | **60,927** | **61,880** | **61,222** |
| **Production nette (AEP, productible) sans bridages** | **[MWh/an]** | **72,101** | **72,101** | **72,162** | **72,162** | **72,509** | **72,509** |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | 2,051 | 2,029 | 2,053 | 2,031 | 2,063 | 2,041 |
| Facteur de capacité | [-] | 23.4 | 23.1 | 23.4 | 23.2 | 23.5 | 23.3 |

**Cette étude de productible a pour objectif d'être jointe au dossier de demande de permis. L'estimation de la production d'énergie calculée dans cette étude correspond, d'un point de vue statistique, au productible annuel moyen sur la durée de vie d'un parc éolien standard (20 ans). 3E a connaissance du fait que le permis unique en Wallonie est délivré pour une période de 30 ans. D'un point de vue technique, une éolienne peut être exploitée pour une durée comprise entre 20 et 30 ans en fonction de la qualité du suivi de son exploitation et de son historique de fonctionnement.**

# 1. Introduction

## 1.1. Objectifs

Storm a sollicité 3E afin d'évaluer la production électrique long-terme du projet de parc éolien de Quévy.

## 1.2. Méthodologie

Cette étude est réalisée selon les meilleures pratiques de l'industrie [1][2], et conformément à la norme ISO 9001:2008 selon laquelle 3E est certifiée depuis 2010.

## 1.3. Structure du rapport

- La section 2 décrit le site et le projet, en particulier l'emplacement du site, son environnement, les mesures de vent disponibles et les configurations à étudier,
- La section 3 détaille le traitement des données de vent en un régime de vent représentatif destiné à être utilisé pour les calculs de production électrique,
- La section 4 détaille la modélisation des écoulements du vent,
- La section 5 détaille les calculs de production électrique,
- La section 6 résume les résultats de l'étude et fournit des recommandations.

**Remarque : 3E améliore de manière continue sa méthodologie et met à jour sa base de données, en fonction de la mise à disposition de nouvelles données et conformément aux pratiques du secteur éolien.**





# 2. Méthodologie

## 2.1. Description du site

Le site se trouve à 10.3 km au sud-ouest de Mons, comme illustré à la Figure 1. La région est majoritairement agricole avec des petites zones boisées, entourées de petits villages, comme mis en évidence à l'ANNEXE A . Le terrain est légèrement vallonné avec une différence d'altitude d'environ 20 m entre entre les emplacements les plus élevés et les plus bas sur le site (cf. ANNEXE A ). Un chemin de fer longe le futur parc éolien par l'ouest.

Un parc éolien existant se trouve dans le voisinage du site :

- Parc éolien de Quévy, situé à 2.8 km au nord-est (NE) du site, composé de 9 éoliennes Enercon E-82 2/2.3MW avec une hauteur d'axe de 149.3 m.

De plus, il est prévu qu'un parc éolien autorisé soit construit dans le voisinage du site:

- Parc éolien de Quévy (extension), situé à 4.2 km au nord-est (NE) du site, composé de 8 éoliennes Nordex N131 3.6MW avec une hauteur d'axe de 114 m.

Enfin, un parc éolien est en cours d'instruction :

- Parc éolien de Mons - Frameries, situé à 5.1 km au nord (N) du site, composé de 4 éoliennes Vestas V110 2.2MW avec une hauteur d'axe de 95 m.

Cette étude est divisée en trois scénarios :

- Scénario 1 : tous les parcs éoliens existants, autorisés et en instruction sont pris en compte dans le calcul des pertes de sillage,
- Scénario 2 : seuls les parcs éoliens existants et autorisés sont considérés dans le calcul des pertes de sillage,
- Scénario 3 : seuls les parcs éoliens existants sont considérés dans le calcul des pertes de sillage.

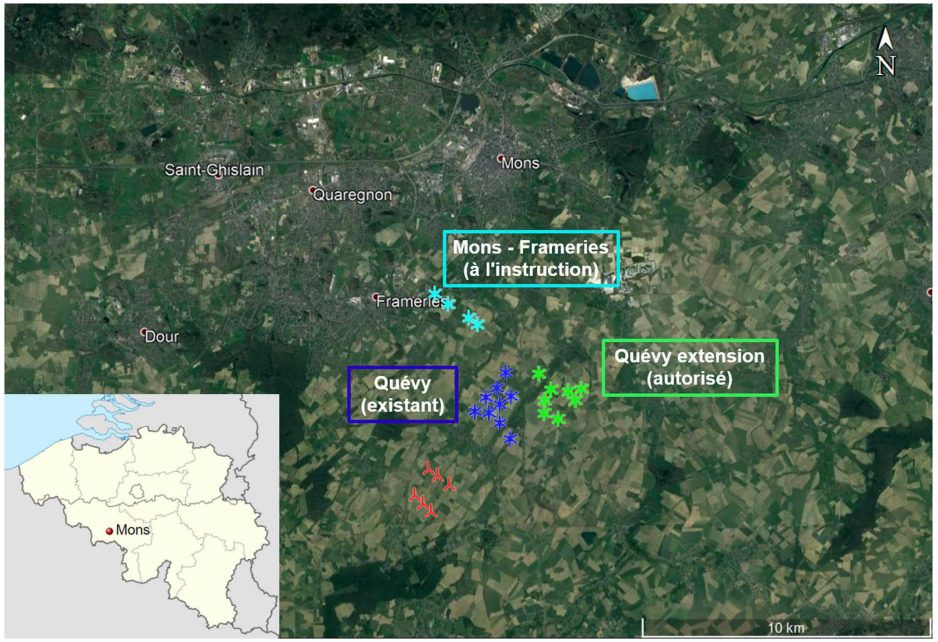



Figure 1: Localisation du site (Source : Google Earth)

## 2.2. Mesures de vent disponibles

Les données de vent nécessaires à l'étude ont été sélectionnées par 3E (cf. section 3.2).

## 2.3. Configurations de parc éolien

Dans ce rapport, une configuration correspond à la combinaison d'un agencement d'éoliennes (EN : wind farm layout) et d'un type d'éolienne (modèle + hauteur [1] d'axe). Trois configurations sont envisagées, comprenant 6 éoliennes pour une capacité totale installée comprise entre 24 MW et 39.6 MW. Les configurations à étudier ont été fournies par le

[1] Dans ce rapport, sauf explicitement indiqué, les hauteurs sont calculées par rapport au niveau du sol.





client et sont détaillées au Tableau 1. L'agencement du parc éolien est illustré à la Figure 2 tandis que les coordonnées des éoliennes sont reprises en ANNEXE B .

Tableau 1: Configurations de parc éolien

| Configuration | | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m | V150, 4 MW @ 108 m | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m |
|---|---|---|---|---|
| Constructeur d'éolienne | [-] | Siemens Gamesa | Vestas | Siemens Gamesa |
| Type d'éolienne | [-] | SG 6.0-155 | V150 | SG 5.0-145 |
| Nombre d'éoliennes | [-] | 6 | 6 | 6 |
| Puissance nominale par éolienne | [MW] | 6.6 | 4.0 | 5.0 |
| Puissance nominale totale | [MW] | 39.6 | 24.0 | 30.0 |
| Diamètre de rotor | [m] | 155 | 150 | 145 |
| Hauteur d'axe | [m] | 102.5 | 108 | 102.5 |

Figure 2 : Photo aérienne du site de Quévy - éoliennes en projet : rouge (Source Google Earth)

# 3. Données de Vent

## 3.1. Remarques préliminaires

Pour chaque projet, 3E sélectionne le jeu de données le plus approprié, en fonction de l'emplacement du site, de la présence de statistiques de vent à proximité, de la capacité de ces statistiques à prédire les productions électriques et les mesures de vent réellement observées sur des sites alentours, ainsi que de l'expérience de 3E en Belgique.

Pour cette étude, 3E a utilisé le jeu de données 3E-MERRA, issue du projet Européen « ENDORSE ». Dans le cadre de ce projet, 3E a étudié l'utilisation des données de ré-analyse comme source primaire de données de vent pour les études de gisement éolien en Belgique. 3E a ainsi développé un jeu de données basé sur des données de ré-analyse et validé sur 73 points en Belgique. Des informations supplémentaires à ce sujet sont fournis en ANNEXE C .

## 3.2. Données de vent sélectionnées

Pour ce projet, 4 statistiques de vent issues du jeu de données 3E-MERRA ont été sélectionnées et pondérées selon leur distance au site. Leurs emplacements sont présentés à la Figure 3.

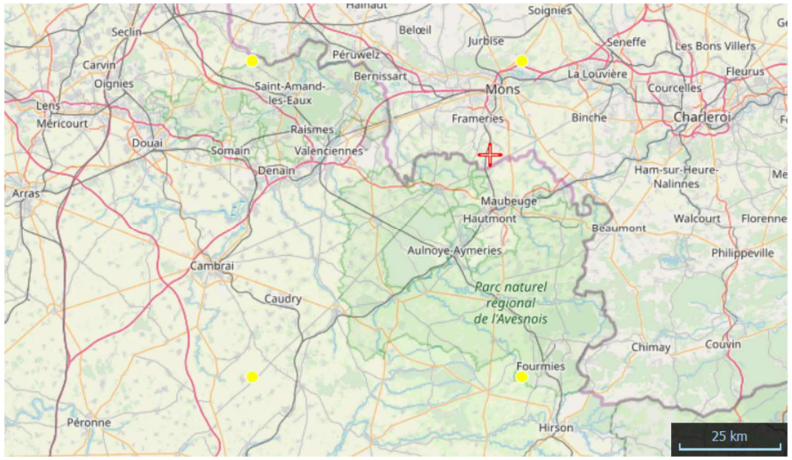



Figure 3 : Statistiques de vent sélectionnées





# 4. Modélisation de l'Ecoulement du Vent

## 4.1. Modèle de terrain

Les caractéristiques du terrain influencent l'écoulement du vent et jouent ainsi un rôle important dans l'extrapolation géographique du régime de vent. Le logiciel WindPRO et le modèle d'écoulement WAsP sont utilisés pour la présente étude. WAsP requiert une modélisation du terrain décrivant le relief, la rugosité et les autres obstacles à l'écoulement du vent non repris dans le modèle de rugosité (cf. ANNEXE D ).

Le modèle de terrain utilisé dans cette étude représente la situation actuelle, supposée rester identique pendant toute la durée de vie du projet.

### 4.1.1. Relief

Le régime de vent peut être fortement influencé par le relief du site. Pour cette étude, le relief est modélisé dans un rayon de 15 km (suivant les recommandations WAsP [3]) et est basé sur les données EU-DEM. Les lignes de contour sont ensuite générées avec une différence d'altitude de 5 m entre deux lignes successives.

WAsP est conçu pour des valeurs ΔRIX proches de 0, où RIX[2] quantifie la complexité du modèle d'élévation et ΔRIX la différence de complexité entre deux emplacements. La validité du modèle WAsP est vérifiée, conformément aux recommandations de WAsP [3], en calculant la valeur ΔRIX entre l'emplacement de chaque éolienne et de chaque instrument de mesure utilisé dans les calculs d'écoulement.

Les valeurs RIX sont toutes égales de 0 pour ce projet, ce qui autorise l'utilisation de WAsP pour les calculs d'écoulement.

### 4.1.2. Longueur de rugosité

La longueur de rugosité est un paramètre clé de l'équation qui gouverne le profil vertical du vent (EN : Wind Shear). Les changements de longueur de rugosité engendrent une modification du profil vertical du vent, qui se propage verticalement à mesure que l'air s'écoule au-dessus du site. L'impact à hauteur de mesure ou de moyeu peut varier fortement en fonction de la distance par rapport au changement de rugosité et des conditions atmosphériques.

[2] Indice d'escarpement (EN : Ruggedness Index)

Comme la longueur de rugosité est étroitement liée à l'occupation du sol, la rugosité du terrain est modélisée à partir d'une base de données d'occupation du sol. La base de données Corine Land Cover (2018) est utilisée et les longueurs de rugosité spécifiques à chaque occupation du sol sont définies selon la méthodologie de 3E [4].

La validité des zones d'occupation du sol et des longueurs de rugosité est vérifiée par comparaison avec une image aérienne. L'image aérienne de Google Earth datée de 2020 est utilisée à cet effet et est considérée représentative du site à la date d'écriture de ce rapport. Le modèle de rugosité est adapté est adapté de manière à ce que les formes des zones d'occupation du sol s'accordent à l'image aérienne.

Suivant les recommandations WAsP, la rugosité du terrain est modélisée dans un rayon de 20 km.

#### 4.1.3. Obstacles importants à l'écoulement du vent

La rugosité du terrain ne prend pas correctement en compte la perturbation de l'écoulement du vent causée par de grands obstacles isolés. Ces obstacles doivent donc être modélisés séparément.

Selon les recommandations WAsP, les obstacles isolés doivent être modélisés séparément s'ils sont situés dans un rayon de 50 fois leur hauteur de n'importe quelle éolienne, et si leur hauteur est supérieure à un tiers de la hauteur d'un niveau du moyeu des éoliennes.

Dans cette étude, aucun obstacle isolé ne remplit ces critères. Par conséquent, aucun obstacle n'est modélisé séparément.

#### 4.1.4. Hauteur de déplacement

Lorsqu'une éolienne est située à l'intérieur ou proche d'une grande zone d'obstacles (forêt, zone industrielle, zone urbaine), le vent est bloqué et s'écoule par-dessus ces obstacles. Dans ce cas, une hauteur de déplacement doit être appliquée, conformément aux recommandations WAsP.

Appliquer une hauteur de déplacement consiste à réduire certaines hauteurs de moyeu par cette hauteur de déplacement. 3E applique une hauteur de déplacement si une zone d'obstacles de plus de 10 m de hauteur est située à moins d'1 km d'une éolienne, et obstrue au moins l'un des douze secteurs de 30°. Les hauteurs de déplacement sont évaluées selon les meilleures pratiques, et sont associées à une modification de la longueur de rugosité [5].





Dans cette étude, les zones situées autour du site présentent des hauteurs de déplacement égales ou proches de 0.

### 4.2. Régime de vent sur site

Le régime de vent long-terme à la hauteur représentative de 102.5 m et 108 m AGL à l'emplacement représentatif du site est présenté au Tableau 2 et à la Figure 4 à titre d'exemple. La vitesse moyenne du vent Weibull à l'emplacement de chaque éolienne et à chaque hauteur d'axe est fournie en Annexe F.

Tableau 2: Régime de vent long-terme sur site

| | | | |
|---|---|---|---|
| Emplacement | [-] | WTG1 | WTG1 |
| Hauteur AGL | [m] | 102.5 | 108 |
| Vitesse moyenne du vent Weibull | [m/s] | 6.26 | 6.36 |
| Weibull A | [m/s] | 7.07 | 7.18 |
| Weibull k | [-] | 2.086 | 2.083 |
| Directions de vent dominantes | [-] | ouest-sud-ouest, sud-sud-ouest | |
| Directions de vent contenant le plus d'énergie | [-] | ouest-sud-ouest, sud-sud-ouest | |

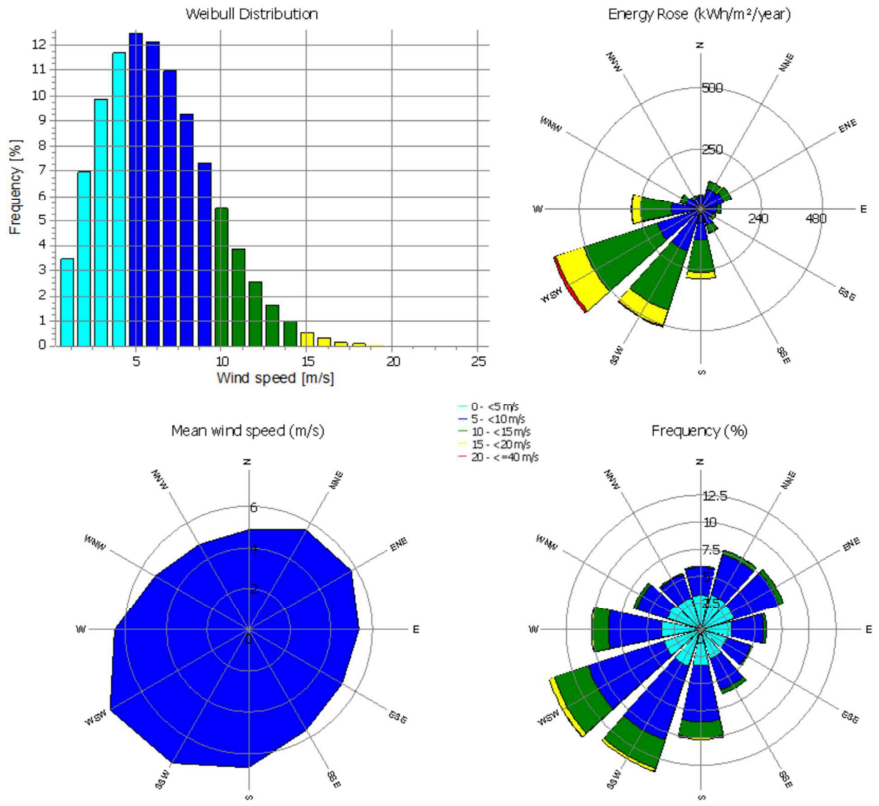



Figure 4 : Régime de vent long-terme sur site





# 5. Calcul de Productible

## 5.1. Production électrique brute

Une production électrique brute correspond à la production théorique obtenue en absence de toute perte opérationnelle. Celle-ci est calculée en combinant le régime de vent à l'emplacement et la hauteur d'axe d'une éolienne avec la courbe de puissance spécifique au type d'éolienne considéré, corrigée à la densité de l'air locale à hauteur d'axe. Ceci est réalisé à l'aide du logiciel WindPRO. Les courbes de puissance sont fournies à l'ANNEXE E .

Comme le contenu énergétique du vent varie proportionnellement à la densité de l'air, les courbes de puissances sont adaptées en fonction avant utilisation dans les calculs. Ceci est fait selon la nouvelle méthodologie recommandée par WindPRO (méthode IEC 61400-12 modifiée, améliorée pour correspondre au système de contrôle de l'éolienne) [6].

Pour ce projet, la densité de l'air à hauteur d'axe varie entre 1.212 et 1.215 kg/m³ en fonction de l'emplacement de l'éolienne et de la hauteur d'axe. La densité de l'air est calculée par WindPRO à partir des mesures de température et de pression de la station météorologique de Chièvres, située à 25 km du site et d'une valeur d'humidité relative de 50% conformément à la norme IEC 61400-12 [3]. Selon l'expérience de 3E, ce calcul est en général suffisamment précis pour le champ d'application de la présente étude.

## 5.2. Pertes de production

### 5.2.1. Pertes générales

Outre les pertes de conversion d'énergie prises en compte dans la courbe de puissance, d'autres pertes affectent la puissance électrique finale injectée sur le réseau électrique. Les pertes de production suivantes sont prises en compte et leurs valeurs reprises aux Tableau 21, Tableau 22 et Tableau 23 en fin de section. D'autres pertes peuvent s'appliquer mais sont considérées comme négligeables.

#### Pertes de sillage et blocage

Les pertes de sillage sont dues à l'influence mutuelle des éoliennes et sont calculées en utilisant le modèle de sillage N.O. Jensen Park 2: (2018) implémenté dans WindPRO. Les pertes de blocage sont quant à elles liées à la modification de l'écoulement du vent en amont des éoliennes. Ces

pertes sont évaluées en utilisant le modèle implémenté sur WindPRO et sont incluses dans le même facteur que les pertes de sillage. L'influence des parcs éoliens voisins est prise en compte dans les calculs selon 3 scénarios différents :

- Premier scénario tenant compte des parcs éoliens existants et autorisés et tous les parcs éoliens en instruction ou à l'étude (EIE) (« Scen 1 »),
- Deuxième scénario tenant compte des parcs éoliens existants et autorisés (« Scen 2 »),
- Troisième scénario tenant compte des parcs éoliens existants (« Scen 3 »).

Par ailleurs, les effets de sillage suivants sont considérés :

- Les effets de sillage totaux sur le projet (« pertes de sillage ») comprennent :
  - Les effets de sillage entre les éoliennes du projet de Quévy (« interne »); et
  - Les effets de sillage induits par les éoliennes à proximité sur le projet (« externe »).
- Les effets de sillage induits par les éoliennes du projet sur les éoliennes à proximité suivant le scénario pris en compte (« impact du projet sur les éoliennes à proximité »).

Ces effets de sillage spécifiques sont détaillés aux Tableau 3 et Tableau 4.





Tableau 3: Effets de sillage spécifiques sur le parc en projet pour les trois scénarios envisagés

| Configuration | | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m | | | V150, 4 MW @ 108 m | | | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Scénario | | Scen 1 | Scen 2 | Scen 3 | Scen 1 | Scen 2 | Scen 3 | Scen 1 | Scen 2 | Scen 3 |
| Pertes de sillage | [%] | 8.6 | 8.5 | 8.1 | 7.4 | 7.3 | 6.9 | 7.7 | 7.7 | 7.2 |
| | [MWh/an] | 8,432 | 8,334 | 7,941 | 6,084 | 6,001 | 5,673 | 6,453 | 6,460 | 6,041 |
| Interne | [%] | 7.7 | 7.8 | 7.8 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| | [MWh/an] | 7,549 | 7,647 | 7,549 | 5,344 | 5,344 | 5,344 | 5,705 | 5,705 | 5,705 |
| Externe | [%] | 0.9 | 0.7 | 0.3 | 0.9 | 0.8 | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 0.4 |
| | [MWh/an] | 882 | 686 | 392 | 740 | 658 | 329 | 748 | 755 | 336 |

Tableau 4: Pertes de sillages du parc en projet de Quévy sur les parcs dans le voisinage du site en % de la production brute estimée

| Configuration | | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m | V150, 4 MW @ 108 m | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m |
|---|---|---|---|---|
| Quévy sur Quévy existant | [%] | 1.5 | 1.2 | 1.3 |
| Quévy sur Quévy existant + Autorisé | [%] | 1.1 | 0.9 | 1.0 |
| Quévy sur Quévy existant + Autorisé + Frameries | [%] | 1.0 | 0.9 | 0.9 |

### Pertes d'indisponibilité

Les pertes d'indisponibilités sont dues aux interruptions de fonctionnement (maintenance ou incidents techniques) des éoliennes ou des infrastructures du parc éolien (EN : Balance of Plant) ainsi qu'aux temps d'arrêt du réseau électrique, comme détaillé ci-après :

- Les pertes dues à la maintenance et aux incidents techniques sur les éoliennes sont typiquement évaluées par 3E à 3 % de la production électrique. Il s'agit d'une valeur standard dans l'industrie éolienne, bien que conservatrice, liée à la garantie de disponibilité de 97 % figurant généralement dans les contrats de gestion opérationnelle et de maintenance des éoliennes (O&M).
- Les pertes dues à la maintenance et aux incidents techniques sur les infrastructures du parc sont typiquement évaluées par 3E à 0.2 % de la production.
- La perte liée à l'indisponibilité du réseau électrique est considérée comme étant de 0.3 % pour ce projet. Cette valeur est basée sur l'analyse de données provenant d'un large portefeuille de parcs éoliens opérationnels.

### Pertes de performance

Les pertes de performance des éoliennes sont typiquement dues aux effets d'hystérèse aux vitesses de vent élevées, au mauvais alignement de la nacelle face au vent, à l'inclinaison de l'écoulement du vent, à la turbulence, au profil vertical du vent et à toute autre différence entre les conditions de test de la courbe de puissance de l'éolienne et les conditions réelles sur site.

- Les pertes liées aux limites de fonctionnement de l'éolienne correspondent aux pertes ci-dessous:
  - Les effets d'hystérèse aux vitesses de vents élevées sont considérés comme négligeables pour ce projet, parce que la distribution du vent sur site est telle que ce type d'évènement n'est pas fréquent.
  - 3E estime à 0.2% les pertes de performances liées au déroulement des câbles, à la configuration du parc éolien et aux limites physiques de contrôle indépendamment des caractéristiques du terrain. Cette valeur est basée sur l'analyse des données opérationnelles provenant d'un large portefeuille de parcs éoliens.
- Une perte de 0.5 % est considérée pour cette étude, du fait des caractéristiques du terrain, susceptibles de générer des conditions d'écoulement du vent non-standards. Cette perte est estimée sur base de l'expérience de 3E.





### Pertes électriques

Des pertes électriques sont présentes dans les câbles électriques et les transformateurs jusqu'à la cabine de tête. 3E évalue typiquement ces pertes à 2.0 % de la production électrique pour un parc éolien de cette taille et cette disposition. Cette valeur est basée sur l'analyse de données provenant d'un large portefeuille de parcs éoliens opérationnels.

### Pertes environnementales

Les pertes environnementales rendent compte de la dégradation de la performance des éoliennes due aux conditions environnementales :

- De manière générale 3E estime la dégradation des performances aérodynamiques des pales non due au givre à 0.25 %,
- La dégradation des performances aérodynamiques des pales due au givre est estimée à 0.2 % pour cette étude,
- Les pertes dues aux arrêts en cas de givre et gel ont été calculées par 3E et sont égales à 0.6%. Cette perte a été estimée en utilisant une méthode matricielle [20] basée sur les données long-terme de vitesse et de direction du vent ainsi que les données de température long-terme ERA5 (calibrées à hauteur de moyeu). La perte réelle dépendra fortement de la stratégie adoptée lors du suivi de formation de givre.
- A ce stade, 3E ne considère pas d'arrêts spécifiques prévus en cas de foudre et de grêle, et ne considère donc aucune perte de ce type.

## 5.2.2. Pertes liées aux bridages

Ces pertes sont induites par des modifications du mode de fonctionnement des éoliennes pour des raisons techniques ou environnementales (par exemple associées à des contraintes liées au bruit ou à l'ombre mouvante, à la préservation de l'avifaune et des chiroptères). Sur les recommandations de l'auteur d'étude d'incidences, 3E a tenu compte d'une combinaison de bridages acoustique, lié à l'ombre mouvante et chiroptères. Ceci est détaillé aux sous-sections suivantes

### Bridage acoustique

Le parc éolien sera sujet à un bridage acoustique. Deux scénarios de bridages ont été envisagés pour chacune des configurations : conditions sectorielles (CS) et conditions générales (CG). Les modes de fonctionnement requis ont été déterminés par le bureau en charge de l'étude d'incidences sur l'environnement. Ceux-ci, ainsi que les pertes de production associées (calculées à l'aide du module dédié de 3E) sont présentés du Tableau 6 au Tableau 11.

Une distinction est faite selon l'heure de la journée et le scénario envisagé. Le tableau ci-dessous récapitule les différentes périodes considérées.

Tableau 5: Conditions générales et sectorielles 2021

| Jour | Période de transition | Nuit |
|---|---|---|
| 7h - 19h | 6h-7h & 19h-22h<br>6h-22h Dimanches et jours fériés | 22h-6h |

La stratégie acoustique reste la même quel que soit le scénario retenu.

Les différences de pertes de sillage dues au bridage acoustique ne sont pas prises en compte car supposées négligeables. Dans tous les cas, c'est une hypothèse conservatrice car le bridage acoustique tend à limiter les pertes de sillage en capturant une portion plus faible de l'énergie éolienne disponible.

Tableau 6: Modes opérationnels appliqués pour les conditions générales par configuration (SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5)

| | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m<br>Conditions générales | | | |
|---|---|---|---|---|
| **N°** | **Jour** | **Transition** | **Nuit** | **Pertes** |
| WTG1 | Pas de bridage | Pas de bridage | 101 dB(A) | 2.9 |
| WTG2 | Pas de bridage | 102 dB(A) | 101 dB(A) | 4.8 |
| WTG3 | Pas de bridage | Pas de bridage | 97 dB(A) | 8.8 |
| WTG4 | Pas de bridage | Pas de bridage | 101 dB(A) | 2.9 |
| WTG5 | Pas de bridage | 101 dB(A) | 98 dB(A) | 9.9 |
| WTG6 | Pas de bridage | 103,5 dB(A) | 98 dB(A) | 8.0 |
| **Parc** | | | | **6.2** |





Tableau 7: Modes opérationnels appliqués pour les conditions sectorielles par configuration (SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5)

| | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5<br>Conditions sectorielles 2021 | | | |
|---|---|---|---|---|
| **N°** | **Jour** | **Transition** | **Nuit** | **Pertes** |
| WTG1 | Pas de bridage | Pas de bridage | Pas de bridage | 0.0 |
| WTG2 | 102 dB(A) | 102 dB(A) | 101 dB(A) | 8.1 |
| WTG3 | Pas de bridage | Pas de bridage | 102 dB(A) | 2.4 |
| WTG4 | Pas de bridage | Pas de bridage | 102 dB(A) | 2.4 |
| WTG5 | 101 dB(A) | 101 dB(A) | 101 dB(A) | 9.3 |
| WTG6 | 103,5 dB(A) | 103,5 dB(A) | 101 dB(A) | 4.1 |
| **Parc** | | | | **4.4** |

Tableau 8: Modes opérationnels appliqués pour les conditions générales par configuration (V150, 4 MW @ 108)

| | V150, 4 MW @ 108<br>Conditions générales | | | |
|---|---|---|---|---|
| **N°** | **Jour** | **Transition** | **Nuit** | **Pertes** |
| WTG1 | Pas de bridage | Pas de bridage | 102 dB(A) | 6.4 |
| WTG2 | Pas de bridage | Pas de bridage | 99,5 dB(A) | 12.7 |
| WTG3 | Pas de bridage | 103,4 dB(A) | 97 dB(A) | 20.1 |
| WTG4 | Pas de bridage | Pas de bridage | 102 dB(A) | 6.4 |
| WTG5 | Pas de bridage | 103,4 dB(A) | 97 dB(A) | 20.1 |
| WTG6 | Pas de bridage | 102 dB(A) | 97 dB(A) | 24.4 |
| **Parc** | | | | **15.1** |

Tableau 9: Modes opérationnels appliqués pour les conditions sectorielles par configuration (V150, 4 MW @ 108)

| | V150, 4 MW @ 108<br>Conditions sectorielles 2021 | | | |
|---|---|---|---|---|
| **N°** | **Jour** | **Transition** | **Nuit** | **Pertes** |
| WTG1 | Pas de bridage | Pas de bridage | Pas de bridage | 0.0 |
| WTG2 | Pas de bridage | Pas de bridage | 103,4 dB(A) | 1.0 |
| WTG3 | 103,4 dB(A) | 103,4 dB(A) | 99,5 dB(A) | 14.7 |
| WTG4 | Pas de bridage | Pas de bridage | Pas de bridage | 0.0 |
| WTG5 | 103,4 dB(A) | 103,4 dB(A) | 99,5 dB(A) | 14.7 |
| WTG6 | 102 dB(A) | 102 dB(A) | 99,5 dB(A) | 26.4 |
| **Parc** | | | | **9.5** |

Tableau 10: Modes opérationnels appliqués pour les conditions générales par configuration (SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5)

| | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5<br>Conditions générales | | | |
|---|---|---|---|---|
| **N°** | **Jour** | **Transition** | **Nuit** | **Pertes** |
| WTG1 | Pas de bridage | Pas de bridage | 101,7 dB(A) | 5.6 |
| WTG2 | Pas de bridage | Pas de bridage | 99,9 dB(A) | 7.5 |
| WTG3 | Pas de bridage | 101,7 dB(A) | 98 dB(A) | 14.1 |
| WTG4 | Pas de bridage | Pas de bridage | 99,9 dB(A) | 7.5 |
| WTG5 | Pas de bridage | 102,7 dB(A) | 98 dB(A) | 13.5 |
| WTG6 | Pas de bridage | 101,7 dB(A) | 98 dB(A) | 14.1 |
| **Parc** | | | | **10.4** |





Tableau 11: Modes opérationnels appliqués pour les conditions sectorielles par configuration (SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5)

| | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5<br>Conditions sectorielles 2021 | | | |
|---|---|---|---|---|
| **N°** | **Jour** | **Transition** | **Nuit** | **Pertes** |
| WTG1 | Pas de bridage | Pas de bridage | 105,2 dB(A) | 3.1 |
| WTG2 | Pas de bridage | Pas de bridage | 103,7 dB(A) | 4.0 |
| WTG3 | 101,7 dB(A) | 101,7 dB(A) | 99,9 dB(A) | 19.6 |
| WTG4 | Pas de bridage | Pas de bridage | 105,2 dB(A) | 3.1 |
| WTG5 | 102,7 dB(A) | 102,7 dB(A) | 99,9 dB(A) | 17.9 |
| WTG6 | 101,7 dB(A) | 101,7 dB(A) | 99,9 dB(A) | 19.6 |
| **Parc** | | | | **11.3** |

### Bridage chiroptère

Le parc éolien de Quévy sera également sujet à un bridage pour préserver les populations de chauves-souris. Celui-ci affecte toutes les éoliennes du projet. Les conditions d'arrêt cumulatives sont définies en fonction de certaines périodes de l'année, vitesse de vent et températures:

Entre le 1er avril et le 31 juillet et du 16 octobre au 31 octobre, dans les conditions cumulatives suivantes :

- Pendant 6 heures après l'heure du coucher du soleil
- Lorsque la vitesse du vent à hauteur de nacelle est inférieure à 6 m/s
- Pour une température de l'air au sol supérieure à 10°C
- Lorsqu'il ne pleut pas

Entre le 1er août et le 15 octobre, dans les conditions cumulatives suivantes :

- Du coucher au lever du soleil
- Lorsque la vitesse du vent à hauteur de nacelle est inférieure à 7 m/s
- Pour une température de l'air supérieure à 8°C
- Lorsqu'il ne pleut pas

### Méthodologie

L'analyse de la perte de production attendue s'est basée sur les données horaires de vitesse issues des données de ré-analyse. Les données de vitesse à 50 mètres du point de la grille MERRA le plus proche du site ont été calibrées afin de représenter les variations du vent attendues à hauteur

d'axe. Les données de températures proviennent de la station météorologique de Chièvres, située à 25 km du site.

L'analyse de la perte de production induite par le bridage en faveur des chauves-souris a été menée en deux temps :

- Dans un premier temps, les périodes d'arrêt des éoliennes pour la préservation des chauves-souris (périodes où l'ensemble des conditions d'arrêt sont vérifiées) ont été identifiées.
- Dans un second temps, les pertes de production induites par ces périodes d'arrêt ont été déterminées.

Les pertes dues au bridage lié à l'activité des chauves-souris ont été calculées et sont fournies à titre indicatif au Tableau 12.

Il convient de préciser qu'il est fait l'hypothèse que l'impact du bridage sur les pertes de sillage est négligeable. Cette hypothèse est conservative, car un bridage réduit les pertes de sillage.

Tableau 12 : Pertes liées au bridage chiroptère [%]

| Configuration | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m | V150, 4 MW @ 108 m | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m |
|---|---|---|---|
| WTG1 | 3.0 | 3.2 | 3.0 |
| WTG2 | 2.9 | 3.1 | 2.9 |
| WTG3 | 2.9 | 3.2 | 3.0 |
| WTG4 | 2.9 | 3.1 | 2.9 |
| WTG5 | 2.9 | 3.1 | 2.9 |
| WTG6 | 2.9 | 3.2 | 3.0 |
| **Parc** | **2.9** | **3.2** | **3.0** |

### Bridages combinés

Pour certaines éoliennes, les périodes pour lesquelles un bridage chiroptère s'applique coïncident avec les périodes de bridage acoustique. Dans ce cas, les pertes liées au bridage chiroptère et bridage acoustique. Les pertes combinées sont présentées dans les Tableau 13 et Tableau 14.

Tableau 13: Pertes de production dues à la combinaison du bridage acoustique et chiroptère – conditions sectorielles [%]





| Configuration | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m | V150, 4 MW @ 108 m | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m |
|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Conditions sectorielles** | |
| WTG1 | 3.0 | 3.2 | 6.1 |
| WTG2 | 11.0 | 4.1 | 6.9 |
| WTG3 | 5.3 | 17.8 | 22.5 |
| WTG4 | 5.3 | 3.1 | 6.1 |
| WTG5 | 12.1 | 17.8 | 20.8 |
| WTG6 | 7.0 | 29.5 | 22.5 |
| **Parc** | **7.3** | **12.7** | **14.2** |

Tableau 14 : Pertes de production dues à la combinaison du bridage acoustique et chiroptère – conditions générales [%]

| Configuration | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m | V150, 4 MW @ 108 m | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m |
|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Conditions générales** | |
| WTG1 | 5.8 | 9.6 | 8.6 |
| WTG2 | 7.7 | 15.8 | 10.4 |
| WTG3 | 11.7 | 22.2 | 17.0 |
| WTG4 | 5.8 | 9.6 | 10.4 |
| WTG5 | 12.7 | 22.2 | 16.3 |
| WTG6 | 10.9 | 26.5 | 17.0 |
| **Parc** | **9.2** | **17.7** | **13.3** |

### Wind sector management

Etant données les inter distances entre certaines des éoliennes, 3E a estimé la nécessité ou non de mettre en place un wind sector management afin d'éviter une fatigue mécanique prématurée des éoliennes.

Dans la présente étude, les classes IEC des éoliennes sont les suivantes :

- SG 6.0-155, 6.6MW: A
- V150, 4 MW: B
- SG 5.0-145, 5 MW: B

Le logiciel spécifique WAsP Engineering a été utilisé pour étudier la turbulence sur site à l'aide du modèle de terrain (orographie et rugosité). La présente étude utilise les données issues du Belgium Wind Atlas, comme mentionné à la section 3.1. 3E a également généré une table de turbulence sur site en se basant sur son expérience pour de tels terrains. Ces valeurs ont servi de données d'entrées au modèle de calcul de WAsP Engineering. N'étant pas issues d'un instrument de mesure sur site, les intensités de turbulences calculées devront être validées par le constructeur lors de la clôture financière du projet.

Les intensités de turbulence ont ensuite été extrapolées sur toute la plage de vitesse de fonctionnement des éoliennes (0-25m/s), et à l'emplacement et la hauteur de moyeu de chaque éolienne.

Le détail de l'étude d'intensité de turbulence est fourni à l'ANNEXE G ; un résumé des résultats pour chaque éolienne est présenté dans la section suivante.

***Résultats d'intensité de turbulence à l'emplacement des éoliennes***

Les figures de l'ANNEXE G comparent l'intensité de turbulence effective calculée à l'emplacement et la hauteur de moyeu de chaque éolienne avec l'intensité de turbulence caractéristique de la classe d'éolienne correspondante.

Il peut être observé que l'intensité de turbulence effective est plus élevée que l'intensité de turbulence caractéristique pour la classe de conception de toutes les éoliennes pour les configurations SG 5.0-145 et V150 (classe de conception B) et seulement pour l'éolienne WTG5 pour la configuration SG155 (classe de conception A). Ce résultat était anticipé compte-tenu de l'espacement entre les éoliennes. Pour cette raison et afin d'éviter des charges excessives sur les éoliennes suite à une turbulence importante causée par le sillage, la mise en œuvre d'un wind sector management est pris en compte. Celui-ci devra être précisé par le constructeur, préalablement à la mise en exploitation du parc.

***Stratégie de wind sector management***

L'étude de turbulence ambiante, ainsi qu'une étude de la turbulence due aux effets de sillage a permis l'élaboration d'une stratégie de wind sector management. La distribution du vent par secteur a également été prise en compte afin de minimiser les pertes énergétiques. Le fonctionnement de chaque éolienne a été optimisé afin de minimiser le nombre de secteurs et de fourchettes de vitesses de vent nécessitant un bridage. Les effets du bridage de chaque éolienne sur l'ensemble du parc éolien ont également été pris en compte afin de minimiser les pertes dues au wind sector management des autres éoliennes.





Pour ce projet, le wind sector management est prévu pour les éoliennes qui se trouvent dans le secteur dominant. Cette approche permet de minimiser les pertes de production.

Une stratégie détaillée de bridage sectoriel à appliquer est fournie aux tableaux ci-dessous tandis que l'intensité de turbulence effective après le bridage sectoriel est fournie à ANNEXE G . Il peut être observé qu'il y a toujours un dépassement de la limite de conception au niveau de l'intensité de turbulence après le bridage sectoriel pour les vitesses supérieures à 20 m/s à cause de la turbulence ambiante élevée sur site pour toute les configurations. Ce dépassement est marginal et ne devrait pas poser de problème structurel selon l'opinion technique de 3E. Il convient de noter que 3E recommande toutefois d'obtenir l'opinion du fabricant d'éoliennes sur base d'une étude de charge, préalablement à la mise en œuvre du parc.

Les résultats sont donnés pour la configuration la plus conservatrice, c'est-à-dire en tenant compte des effets de sillage dus aux parcs éoliens existants, autorisés et à l'instruction. Une modélisation des scénarios alternatifs a révélé des différences négligeables sur les résultats.

Tableau 15 : Stratégie de wind sector management pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m et pertes associées

| Eolienne | Bridage en vitesse de vent | | Bridage en direction de vent | | Pertes |
|---|---|---|---|---|---|
| | De (m/s) | à (m/s) | De (deg) | à (deg) | [%] |
| WTG6 | 8 | 10 | 132 | 136 | 0.6 |
| **Total** | | | | | 0.1 |

Tableau 16 : Stratégie de wind sector management pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m et pertes associées

| Eolienne | Bridage en vitesse de vent | | Bridage en direction de vent | | Pertes |
|---|---|---|---|---|---|
| | De (m/s) | à (m/s) | De (deg) | à (deg) | [%] |
| WTG1 | 6 | 11 | 303 | 307 | 1.1 |
| WTG2 | 7 | 12 | 124 | 132 | 1.3 |
| WTG3 | 8 | 10 | 127 | 129 | 0.4 |
| WTG4 | 22 | 25 | 252 | 254 | 0.0 |
| WTG5 | 7 | 11 | 131 | 135 | 1.9 |
| | 22 | 25 | 234 | 236 | |
| | 7 | 10 | 310 | 316 | |
| WTG6 | 6 | 11 | 131 | 137 | 1.3 |

| Eolienne | Bridage en vitesse de vent | | Bridage en direction de vent | | Pertes |
|---|---|---|---|---|---|
| | De (m/s) | à (m/s) | De (deg) | à (deg) | [%] |
| | 22 | 25 | 212 | 214 | |
| **Total** | | | | | **1.0** |

Tableau 17 : Stratégie de wind sector management pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m et pertes associées

| Eolienne | Bridage en vitesse de vent | | Bridage en direction de vent | | Pertes |
|---|---|---|---|---|---|
| | De (m/s) | à (m/s) | De (deg) | à (deg) | [%] |
| WTG1 | 7 | 11 | 304 | 306 | 0.5 |
| WTG2 | 7 | 12 | 124 | 132 | 2.1 |
| | 7 | 12 | 305 | 311 | |
| WTG3 | 8 | 10 | 127 | 129 | 0.3 |
| WTG4 | 16 | 27 | 252 | 254 | 0.5 |
| WTG5 | 7 | 12 | 131 | 137 | 2.3 |
| | 16 | 27 | 234 | 236 | |
| | 7 | 11 | 310 | 316 | |
| WTG6 | 7 | 13 | 131 | 137 | 1.3 |
| | 16 | 27 | 212 | 214 | |
| **Total** | | | | | **1.1** |

Tableau 18 : Stratégie de wind sector management pour la configuration V150, 6 MW @ 108 m et pertes associées

| Eolienne | Bridage en vitesse de vent | | Bridage en direction de vent | | Pertes |
|---|---|---|---|---|---|
| | De (m/s) | à (m/s) | De (deg) | à (deg) | [%] |
| WTG1 | 6 | 11 | 303 | 307 | 1.1 |
| WTG2 | 7 | 12 | 124 | 132 | 1.2 |
| WTG3 | 8 | 10 | 127 | 129 | 0.4 |
| WTG4 | 22 | 25 | 252 | 254 | 0.0 |
| WTG5 | 7 | 11 | 131 | 135 | 1.7 |
| | 22 | 25 | 234 | 236 | |
| | 7 | 10 | 310 | 316 | |





| Eolienne | Bridage en vitesse de vent | | Bridage en direction de vent | | Pertes |
|---|---|---|---|---|---|
| | De (m/s) | à (m/s) | De (deg) | à (deg) | [%] |
| WTG6 | 6 | 11 | 131 | 137 | 1.2 |
| | 22 | 25 | 212 | 214 | |
| **Total** | | | | | **0.9** |

### Bridage lié à l'ombre mouvante

Le parc éolien sera sujet à un bridage lié à l'ombre mouvante. Pour ce projet, il s'agit de s'assurer que l'ombre mouvante [3] sur certains bâtiments à proximité des éoliennes respecte les valeurs limites fixées par les conditions sectorielles. A cet effet, l'auteur d'étude d'incidences a déterminé le nombre d'heures durant lequel les éoliennes seraient susceptibles d'être arrêtées. Le nombre d'heures d'arrêt probable par an pour l'ombre mouvante a été évalué par CSD Ingénieurs. Les modélisations ont été réalisées avec le modèle de portée maximale ; Siemens Gamesa SG 6.0-155 6.6MW avec une portée de 2007m. Ceci est présenté dans le Tableau 19..

Tableau 19 : Nombre d'heures d'arrêts probables par éolienne par an (h/an)

| Configuration | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m | V150, 4 MW @ 108 m | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m |
|---|---|---|---|
| | [h/an] | [h/an] | [h/an] |
| WTG1 | 24 | 24 | 24 |
| WTG2 | 8 | 8 | 8 |
| WTG3 | 11 | 11 | 11 |
| WTG4 | 10 | 10 | 10 |
| WTG5 | 26 | 26 | 26 |
| WTG6 | 23 | 23 | 23 |

3E a converti le nombre d'heures d'arrêt en pertes de production (en MWh/an), en tenant compte de la distribution Weibull du vent et de vitesse de démarrage et de coupure des éoliennes. Le facteur de capacité est calculé à partir de la production brute du parc. Le pourcentage de perte de

[3] L'ombre mouvante se produit à certains emplacements lorsque le soleil est derrière un rotor d'éolienne en rotation

production liée à l'ombre mouvante est ensuite obtenu en faisant le ratio entre la production brute du parc et la perte de production calculée en MWh/an. Ces pertes sont présentées dans le Tableau 20.

Les différences de pertes de sillage dues au bridage lié à l'ombre mouvante par rapport au fonctionnement normal ne sont pas prises en compte car supposées négligeables. Dans tous les cas, c'est une hypothèse conservatrice car ces arrêts tendent à atténuer les pertes de sillage en capturant une portion plus faible de l'énergie éolienne disponible.

Tableau 20 : Pertes de production causées par le bridage lié à l'ombre mouvante

| Configuration | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m | V150, 4 MW @ 108 m | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m |
|---|---|---|---|
| | [%] | [%] | [%] |
| WTG1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| WTG2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| WTG3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| WTG4 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| WTG5 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| WTG6 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| **Parc** | **0.2** | **0.2** | **0.2** |





### 5.2.3. Tableau récapitulatif des pertes

Tableau 21 : Pertes de production électrique attendues pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5m

| Configuration | | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Scen 1 - CG** | **Scen 1 - CS** | **Scen 2 - CG** | **Scen 2 - CS** | **Scen 3 - CG** | **Scen 3 - CS** |
| **Pertes de sillage** | **[%]** | **8.6** | **8.6** | **8.5** | **8.5** | **8.1** | **8.1** |
| **Pertes d'indisponibilité** | **[%]** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** |
| - Éolienne | [%] | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| - BOP | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Réseau | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| **Pertes de performance** | **[%]** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** |
| - Conditions non-standard d'écoulement du vent | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| - Limite de fonctionnement de l'éolienne | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| **Pertes électriques** | **[%]** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** |
| **Pertes environnementales** | **[%]** | **1.0** | **1.0** | **1.0** | **1.0** | **1.0** | **1.0** |
| - Dégradation de performance non due au gel | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| - Dégradation de performance due au gel | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Arrêt du au gel | [%] | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| **Pertes de bridage** | **[%]** | **9.5** | **7.6** | **9.5** | **7.6** | **9.5** | **7.6** |
| - Bridage acoustique et chiroptères combiné | [%] | 9.2 | 7.3 | 9.2 | 7.3 | 9.2 | 7.3 |
| - Bridage lié à l'ombre mouvante | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Bridage sectoriel (WSM) | [%] | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| **Pertes totales** | **[%]** | **22.9** | **21.3** | **22.8** | **21.2** | **22.5** | **20.8** |

Tableau 22 : Pertes de production électrique attendues pour la configuration V150, 4 MW @ 108m

| Configuration | | V150, 4 MW @ 108 m | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Scénario | | Scen 1 - CG | Scen 1 - CS | Scen 2 - CG | Scen 2 - CS | Scen 3 - CG | Scen 3 - CS |
| **Pertes de sillage** | **[%]** | **7.4** | **7.4** | **7.3** | **7.3** | **6.9** | **6.9** |
| **Pertes d'indisponibilité** | **[%]** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** |
| - Éolienne | [%] | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| - BOP | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Réseau | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| **Pertes de performance** | **[%]** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** |
| - Conditions non-standard d'écoulement du vent | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| - Limite de fonctionnement de l'éolienne | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| **Pertes électriques** | **[%]** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** |
| **Pertes environnementales** | **[%]** | **1.1** | **1.1** | **1.1** | **1.1** | **1.1** | **1.1** |
| - Dégradation de performance non due au gel | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| - Dégradation de performance due au gel | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Arrêt du au gel | [%] | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| **Pertes de bridage** | **[%]** | **18.9** | **13.9** | **18.9** | **13.9** | **18.9** | **13.9** |
| - Bridage acoustique et chiroptères combiné | [%] | 17.7 | 12.7 | 17.7 | 12.7 | 17.7 | 12.7 |
| - Bridage lié à l'ombre mouvante | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Bridage sectoriel (WSM) | [%] | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| **Pertes totales** | **[%]** | **30.1** | **25.8** | **30.0** | **25.7** | **29.7** | **25.3** |





Tableau 23 : Pertes de production électrique attendues pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5m

| Configuration | | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Scénario | | Scen 1 - CG | Scen 1 - CS | Scen 2 - CG | Scen 2 - CS | Scen 3 - CG | Scen 3 - CS |
| **Pertes de sillage** | **[%]** | **7.7** | **7.7** | **7.7** | **7.7** | **7.2** | **7.2** |
| **Pertes d'indisponibilité** | **[%]** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** | **3.5** |
| - Éolienne | [%] | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| - BOP | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Réseau | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| **Pertes de performance** | **[%]** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** | **0.5** |
| - Conditions non-standard d'écoulement du vent | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| - Limite de fonctionnement de l'éolienne | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| **Pertes électriques** | **[%]** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** | **2.0** |
| **Pertes environnementales** | **[%]** | **1.1** | **1.1** | **1.1** | **1.1** | **1.1** | **1.1** |
| - Dégradation de performance non due au gel | [%] | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| - Dégradation de performance due au gel | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Arrêt du au gel | [%] | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| **Pertes de bridage** | **[%]** | **14.7** | **15.6** | **14.7** | **15.6** | **14.7** | **15.6** |
| - Bridage acoustique et chiroptères combiné | [%] | 13.3 | 14.2 | 13.3 | 14.2 | 13.3 | 14.2 |
| - Bridage lié à l'ombre mouvante | [%] | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| - Bridage sectoriel (WSM) | [%] | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| **Pertes totales** | **[%]** | **26.7** | **27.4** | **26.6** | **27.4** | **26.2** | **27.0** |

(*) LES PERTES DE PRODUCTION EN % SONT COMBINÉES AINSI : $Total = 100 - \frac{\prod_i (100 - Perte_i)}{100^{(N-1)}}$

## 5.3. Production électrique nette

Les pertes de production sont appliquées à la production électrique annuelle brute afin de déterminer la production électrique annuelle nette attendue pour le projet (AEP, productible). Le productible attendu et d'autres valeurs de production électrique sont reprises du Tableau 24 au Tableau 28, ainsi que le productible attendu sans prendre en compte les pertes électriques et les pertes d'indisponibilité liées aux turbines. Les résultats détaillés par éolienne sont repris en Annexe F. Pour chaque configuration de parc éolien, les résultats suivants sont fournis :

- Vitesse moyenne du vent : correspond aux valeurs minimale et maximale de la vitesse moyenne de vent attendue à l'emplacement et hauteur d'axe des éoliennes.
- Production brute : correspond à la production électrique annuelle théoriquement récupérable à la sortie de la génératrice, sans tenir compte des pertes de production.
- Pertes de production : calculées à la Section 5.2.
- Production nette (productible) : correspond à la production électrique annuelle qui devrait être injectée sur le réseau (en prenant en compte toutes les pertes de production).
- Heures équivalentes pleine charge : est le temps nécessaire pour atteindre la production annuelle du parc si les éoliennes fonctionnaient en permanence à puissance nominale.
- Facteur de capacité net : correspond aux heures équivalentes pleine charge divisées par le nombre total d'heures de l'année. Ce facteur représente l'utilisation de la capacité installée.





Tableau 24 : Chiffres de production attendus du parc éolien pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m (pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines incluses)

| **Configuration** | | **SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Scen 1 - CG** | **Scen 1 - CS** | **Scen 2 - CG** | **Scen 2 - CS** | **Scen 3 - CG** | **Scen 3 - CS** |
| Vitesse moyenne du vent | [m/s] | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | 98,042 | 98,042 | 98,042 | 98,042 | 98,042 | 98,042 |
| Pertes de sillage | [%] | 8.6 | 8.6 | 8.5 | 8.5 | 8.1 | 8.1 |
| Pertes de bridage | [%] | 9.5 | 7.6 | 9.5 | 7.6 | 9.5 | 7.6 |
| Autres pertes | [%] | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | 22.9 | 21.3 | 22.8 | 21.2 | 22.5 | 20.8 |
| Pertes totales sans bridages | [%] | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.3 | 14.3 |
| **Production nette (AEP, productible)** | **[MWh/an]** | **75,581** | **77,172** | **75,643** | **77,236** | **76,007** | **77,608** |
| **Production nette (AEP, productible) sans bridages** | **[MWh/an]** | **83,510** | **83,510** | **83,578** | **83,578** | **83,980** | **83,980** |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | 1,909 | 1,949 | 1,910 | 1,950 | 1,919 | 1,960 |
| Facteur de capacité | [-] | 21.8 | 22.2 | 21.8 | 22.2 | 21.9 | 22.4 |

Tableau 25 : Chiffres de production attendus du parc éolien pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m (pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Configuration | | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Scen 1 - CG** | **Scen 1 - CS** | **Scen 2 - CG** | **Scen 2 - CS** | **Scen 3 - CG** | **Scen 3 - CS** |
| Vitesse moyenne du vent | [m/s] | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | 98,042 | 98,042 | 98,042 | 98,042 | 98,042 | 98,042 |
| Pertes de sillage | [%] | 8.6 | 8.6 | 8.5 | 8.5 | 8.1 | 8.1 |
| Pertes de bridage | [%] | 9.5 | 7.6 | 9.5 | 7.6 | 9.5 | 7.6 |
| Autres pertes | [%] | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | 18.9 | 17.2 | 18.8 | 17.1 | 18.4 | 16.7 |
| Pertes totales sans bridages | [%] | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.3 | 9.9 | 9.9 |
| **Production nette (AEP, productible)** | **[MWh/an]** | **79,521** | **81,195** | **79,587** | **81,262** | **79,969** | **81,653** |
| **Production nette (AEP, productible) sans bridages** | **[MWh/an]** | **87,863** | **87,863** | **87,935** | **87,935** | **88,358** | **88,358** |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | 2,008 | 2,050 | 2,010 | 2,052 | 2,019 | 2,062 |
| Facteur de capacité | [-] | 22.9 | 23.4 | 22.9 | 23.4 | 23.0 | 23.5 |





Tableau 26 : Chiffres de production attendus du parc éolien pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m (pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines incluses)

| Configuration | | V150, 4 MW @ 108 m | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Scen 1 - CG** | **Scen 1 - CS** | **Scen 2 - CG** | **Scen 2 - CS** | **Scen 3 - CG** | **Scen 3 - CS** |
| Vitesse moyenne du vent | [m/s] | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| Production brute | [MWh/an] | 82,211 | 82,211 | 82,211 | 82,211 | 82,211 | 82,211 |
| Pertes de sillage | [%] | 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.3 | 6.9 | 6.9 |
| Pertes de bridage | [%] | 18.9 | 13.9 | 18.9 | 13.9 | 18.9 | 13.9 |
| Autres pertes | [%] | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 |
| Pertes totales | [%] | 30.1 | 25.8 | 30.0 | 25.7 | 29.7 | 25.3 |
| Pertes totales sans bridages | [%] | 13.8 | 13.8 | 13.7 | 13.7 | 13.3 | 13.3 |
| **Production nette (AEP, productible)** | **[MWh/an]** | **57,486** | **61,032** | **57,536** | **61,086** | **57,808** | **61,377** |
| **Production nette (AEP, productible) sans bridages** | **[MWh/an]** | **70,901** | **70,901** | **70,962** | **70,962** | **71,297** | **71,297** |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | 2,395 | 2,543 | 2,397 | 2,545 | 2,409 | 2,557 |
| Facteur de capacité | [-] | 27.3 | 29.0 | 27.3 | 29.0 | 27.5 | 29.2 |

Tableau 27 : Chiffres de production attendus du parc éolien pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m (pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Configuration | | V150, 4 MW @ 108 m | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Scen 1 - CG** | **Scen 1 - CS** | **Scen 2 - CG** | **Scen 2 - CS** | **Scen 3 - CG** | **Scen 3 - CS** |
| Vitesse moyenne du vent | [m/s] | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| Production brute | [MWh/an] | 82,211 | 82,211 | 82,211 | 82,211 | 82,211 | 82,211 |
| Pertes de sillage | [%] | 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.3 | 6.9 | 6.9 |
| Pertes de bridage | [%] | 18.9 | 13.9 | 18.9 | 13.9 | 18.9 | 13.9 |
| Autres pertes | [%] | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | 26.4 | 21.9 | 26.4 | 21.8 | 26.0 | 21.5 |
| Pertes totales sans bridages | [%] | 9.3 | 9.3 | 9.2 | 9.2 | 8.8 | 8.8 |
| **Production nette (AEP, productible)** | **[MWh/an]** | **60,483** | **64,214** | **60,535** | **64,270** | **60,822** | **64,576** |
| **Production nette (AEP, productible) sans bridages** | **[MWh/an]** | **74,597** | **74,597** | **74,661** | **74,684** | **75,014** | **75,036** |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | 2,520 | 2,676 | 2,522 | 2,678 | 2,534 | 2,691 |
| Facteur de capacité | [-] | 28.7 | 30.5 | 28.8 | 30.5 | 28.9 | 30.7 |





Tableau 28 : Chiffres de production attendus du parc éolien pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m (pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines incluses)

| Configuration | | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Scen 1 - CG** | **Scen 1 - CS** | **Scen 2 - CG** | **Scen 2 - CS** | **Scen 3 - CG** | **Scen 3 - CS** |
| Vitesse moyenne du vent | [m/s] | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | 83,899 | 83,899 | 83,899 | 83,899 | 83,899 | 83,899 |
| Pertes de sillage | [%] | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.2 | 7.2 |
| Pertes de bridage | [%] | 14.7 | 15.6 | 14.7 | 15.6 | 14.7 | 15.6 |
| Autres pertes | [%] | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | 26.7 | 27.4 | 26.6 | 27.4 | 26.2 | 27.0 |
| Pertes totales sans bridages | [%] | 14.1 | 14.1 | 14.0 | 14.0 | 13.6 | 13.6 |
| **Production nette (AEP, productible)** | **[MWh/an]** | **61,530** | **60,875** | **61,583** | **60,927** | **61,880** | **61,222** |
| **Production nette (AEP, productible) sans bridages** | **[MWh/an]** | **72,101** | **72,101** | **72,162** | **72,162** | **72,509** | **72,509** |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | 2,051 | 2,029 | 2,053 | 2,031 | 2,063 | 2,041 |
| Facteur de capacité | [-] | 23.4 | 23.1 | 23.4 | 23.2 | 23.5 | 23.3 |

Tableau 29 : Chiffres de production attendus du parc éolien pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m (pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Configuration | | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Scen 1 - CG** | **Scen 1 - CS** | **Scen 2 - CG** | **Scen 2 - CS** | **Scen 3 - CG** | **Scen 3 - CS** |
| Vitesse moyenne du vent | [m/s] | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | 83,899 | 83,899 | 83,899 | 83,899 | 83,899 | 83,899 |
| Pertes de sillage | [%] | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.2 | 7.2 |
| Pertes de bridage | [%] | 14.7 | 15.6 | 14.7 | 15.6 | 14.7 | 15.6 |
| Autres pertes | [%] | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | 22.8 | 23.7 | 22.8 | 23.6 | 22.4 | 23.2 |
| Pertes totales sans bridages | [%] | 9.6 | 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.1 | 9.1 |
| **Production nette (AEP, productible)** | **[MWh/an]** | **64,738** | **64,048** | **64,793** | **64,103** | **65,106** | **64,414** |
| **Production nette (AEP, productible) sans bridages** | **[MWh/an]** | **75,860** | **75,860** | **75,923** | **75,923** | **76,289** | **76,289** |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | 2,158 | 2,135 | 2,160 | 2,137 | 2,170 | 2,147 |
| Facteur de capacité | [-] | 24.6 | 24.4 | 24.6 | 24.4 | 24.8 | 24.5 |





# 6. Conclusions et Recommandations

3E a calculé la production électrique attendue pour les configurations de parc proposées pour le projet éolien de Quévy.

Cette étude se base sur les statistiques calculées à partir des données de réanalyse MERRA et validées pour la Belgique. Le terrain sur site a été modélisée et le modèle d'écoulement de vent WAsP a été utilisé pour interpoler les statistiques de vents sélectionnées aux emplacements et hauteurs de moyeu des éoliennes. La vitesse de vent moyenne Weibull attendue à l'emplacement de l'éolienne WTG1 à 102.5m AGL est de 6.26m/s et les directions dominantes sont ouest-sud-ouest et sud-sud-ouest, à titre d'exemple.

La courbe de puissance des éoliennes a été adaptée à la densité locale de l'air et la production électrique brute a été calculée. L'estimation des pertes de sillage, des pertes liées au bridages acoustiques et en faveur des chauves-souris, de l'ombre mouvante, ainsi que les autres pertes de production a permis de déterminer la production électrique nette attendue. Les pertes de production calculées dans cette étude varient de 20.8 % à 30.1 % au total selon les modèles d'éoliennes, le scénario de sillage et le scénario de bridage.

Les principaux résultats de production attendus sont résumés aux tableaux suivants.

Tableau 30 : Résultats de production pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m (pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines incluses)

| Configuration | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Scen 1 - CG** | **Scen 1 - CS** | **Scen 2 - CG** | **Scen 2 - CS** | **Scen 3 - CG** | **Scen 3 - CS** |
| Production brute | [MWh/an] | 98,042 | 98,042 | 98,042 | 98,042 | 98,042 | 98,042 |
| Pertes totales | [%] | 22.9 | 21.3 | 22.8 | 21.2 | 22.5 | 20.8 |
| Pertes totales sans bridages | [%] | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.3 | 14.3 |
| **Production nette (AEP, productible)** | **[MWh/an]** | **75,581** | **77,172** | **75,643** | **77,236** | **76,007** | **77,608** |
| **Production nette (AEP, productible) sans bridages** | **[MWh/an]** | **83,510** | **83,510** | **83,578** | **83,578** | **83,980** | **83,980** |
| **Heures équivalentes pleine charge** | **[h/an]** | **1,909** | **1,949** | **1,910** | **1,950** | **1,919** | **1,960** |

Tableau 31 : Résultats de production pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m (pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Configuration | SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Scen 1 - CG** | **Scen 1 - CS** | **Scen 2 - CG** | **Scen 2 - CS** | **Scen 3 - CG** | **Scen 3 - CS** |
| Production brute | [MWh/an] | 98,042 | 98,042 | 98,042 | 98,042 | 98,042 | 98,042 |
| Pertes totales | [%] | 18.9 | 17.2 | 18.8 | 17.1 | 18.4 | 16.7 |
| Pertes totales sans bridages | [%] | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.3 | 9.9 | 9.9 |
| **Production nette (AEP, productible)** | **[MWh/an]** | **79,521** | **81,195** | **79,587** | **81,262** | **79,969** | **81,653** |
| **Production nette (AEP, productible) sans bridages** | **[MWh/an]** | **87,863** | **87,863** | **87,935** | **87,935** | **88,358** | **88,358** |
| **Heures équivalentes pleine charge** | **[h/an]** | **2,008** | **2,050** | **2,010** | **2,052** | **2,019** | **2,062** |





Tableau 32 : Résultats de production pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m (pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines incluses)

| Configuration | V150, 4 MW @ 108 m | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Scen 1 - CG** | **Scen 1 - CS** | **Scen 2 - CG** | **Scen 2 - CS** | **Scen 3 - CG** | **Scen 3 - CS** |
| Production brute | [MWh/an] | 82,211 | 82,211 | 82,211 | 82,211 | 82,211 | 82,211 |
| Pertes totales | [%] | 30.1 | 25.8 | 30.0 | 25.7 | 29.7 | 25.3 |
| Pertes totales sans bridages | [%] | 13.8 | 13.8 | 13.7 | 13.7 | 13.3 | 13.3 |
| **Production nette (AEP, productible)** | **[MWh/an]** | **57,486** | **61,032** | **57,536** | **61,086** | **57,808** | **61,377** |
| **Production nette (AEP, productible) sans bridages** | **[MWh/an]** | **70,901** | **70,901** | **70,962** | **70,962** | **71,297** | **71,297** |
| **Heures équivalentes pleine charge** | **[h/an]** | **2,395** | **2,543** | **2,397** | **2,545** | **2,409** | **2,557** |

Tableau 33 : Résultats de production pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m (pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Configuration | V150, 4 MW @ 108 m | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Scen 1 - CG** | **Scen 1 - CS** | **Scen 2 - CG** | **Scen 2 - CS** | **Scen 3 - CG** | **Scen 3 - CS** |
| Production brute | [MWh/an] | 82,211 | 82,211 | 82,211 | 82,211 | 82,211 | 82,211 |
| Pertes totales | [%] | 26.4 | 21.9 | 26.4 | 21.8 | 26.0 | 21.5 |
| Pertes totales sans bridages | [%] | 9.3 | 9.3 | 9.2 | 9.2 | 8.8 | 8.8 |
| **Production nette (AEP, productible)** | **[MWh/an]** | **60,483** | **64,214** | **60,535** | **64,270** | **60,822** | **64,576** |
| **Production nette (AEP, productible) sans bridages** | **[MWh/an]** | **74,597** | **74,597** | **74,661** | **74,684** | **75,014** | **75,036** |
| **Heures équivalentes pleine charge** | **[h/an]** | **2,520** | **2,676** | **2,522** | **2,678** | **2,534** | **2,691** |

Tableau 34 : Résultats de production pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m (pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines incluses)

| Configuration | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Scen 1 - CG** | **Scen 1 - CS** | **Scen 2 - CG** | **Scen 2 - CS** | **Scen 3 - CG** | **Scen 3 - CS** |
| Production brute | [MWh/an] | 26.7 | 27.4 | 26.6 | 27.4 | 26.2 | 27.0 |
| Pertes totales | [%] | 14.1 | 14.1 | 14.0 | 14.0 | 13.6 | 13.6 |
| Pertes totales sans bridages | [%] | 61,530 | 60,875 | 61,583 | 60,927 | 61,880 | 61,222 |
| **Production nette (AEP, productible)** | **[MWh/an]** | **72,101** | **72,101** | **72,162** | **72,162** | **72,509** | **72,509** |
| **Production nette (AEP, productible) sans bridages** | **[MWh/an]** | **2,051** | **2,029** | **2,053** | **2,031** | **2,063** | **2,041** |
| **Heures équivalentes pleine charge** | **[h/an]** | **26.7** | **27.4** | **26.6** | **27.4** | **26.2** | **27.0** |

Tableau 35 : Résultats de production pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m (pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Configuration | SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scénario** | | **Scen 1 - CG** | **Scen 1 - CS** | **Scen 2 - CG** | **Scen 2 - CS** | **Scen 3 - CG** | **Scen 3 - CS** |
| Production brute | [MWh/an] | 83,899 | 83,899 | 83,899 | 83,899 | 83,899 | 83,899 |
| Pertes totales | [%] | 22.8 | 23.7 | 22.8 | 23.6 | 22.4 | 23.2 |
| Pertes totales sans bridages | [%] | 9.6 | 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.1 | 9.1 |
| **Production nette (AEP, productible)** | **[MWh/an]** | **64,738** | **64,048** | **64,793** | **64,103** | **65,106** | **64,414** |
| **Production nette (AEP, productible) sans bridages** | **[MWh/an]** | **75,860** | **75,860** | **75,923** | **75,923** | **76,289** | **76,289** |
| **Heures équivalentes pleine charge** | **[h/an]** | **2,158** | **2,135** | **2,160** | **2,137** | **2,170** | **2,147** |

LES PERTES DE PRODUCTION EN % SONT COMBINÉS TELLES QUE: $Total = 100 - \frac{\prod_i (100 - Loss_i)}{100^{(N-1)}}$





# Références


[1] MEASNET. Evaluation of site-specific wind conditions. Version 1, Nov. 2009.

[2] IEA (International Energy Agency). Recommended practices for wind turbine testing and evaluation. Wind speed measurement and use of cup anemometry. Second print 2003.

[3] The WAsP team, "WAsP best practices and checklist", Risoe, DTU, September 2009.

[4] Y. Cabooter, K. De Ridder, J.P. Van Ypersele, C. Tricot. Improved prediction of wind power in Belgium, Part 1. SPSD II, Belgian Science Policy, October 2006.

[5] GL Garrad Hassan: "Optimizing the parameterization of forests for WAsP wind speed calculations: A retrospective empirical study", EWEA 2012.

[6] WindPro: user manual.

[7] Nils G. Mortensen, Ib Troen and Erik Lundtang Petersen. European Wind Atlas published for the Commission of the European Communities Directorate-General for Science, Research and Developpement, Brussels, Belgium by Risoe National Laboratory, Roskilde, Denmark, 1989, ISBN 87-550-1482-8.

[8] T. Burton, D. Sharpe, N. Jenkins, E. Boussanyi. Wind Energy Handbook.

[9] H. Alexandersson, A homogeneity test applied to precipitation data. J. Climatol, 1986

[10] H.B. Mann, Non-parametric tests against trend, Econometrica, 1945

[11] M.G. Kendall, Rank Correlation Methods, Charles Griffin, 1975

[12] Lloyd W. Wind Resource assessment using Measure-Correlate-Predict Techniques, Crest MSc thesis, 1995.

[13] A. Rogers, J. Rogers and J Manwell. Comparison of the performance of four measure-correlate-predict algorithms, Journal of Wind Energeering and Industrial Aerodynamics 93, 2005, pp. 243-264.

[14] A Comparison of Measure-Correlate-Predict Techniques for Wind Resource Assessment, Crest MSc thesis, 1996.

[15] J.C. Woods and S.J. Watson. A new matrix method of predicting long-term wind roses with MCP, J Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 66, pp 85-94, 1997.

[16] C. Heipke, A. Koch, P. Lohmann. Analysis of SRTM DTM – Methodology and practical results. Institute for Photogrammetry and Geoinformation (IPI), University of Hannover.

[17] G. Mortensen, L. Landberg, I. Troen, E.L. Petersen. Wind Atlas Analysis and Application Program (WAsP). Risoe National Laboratory, Roskilde, Denmark, 1993 and updates.

[18] Bowen, A.J. and N.G. Mortensen (1996/2005). WAsP prediction errors due to site orography. Risø-R-995(EN). Risø National Laboratory, Roskilde. 65 pp.

[19] Bowen, A.J. and N.G. Mortensen (1996). Exploring the limits of WAsP: the Wind Atlas Analysis and Application Program. Proc. 1996 European Union Wind Energy Conference, Göteborg, 584-587.

[20] A. Albers,"Assessment of Production Losses Due to Rotor Blade Icing", 2013

[21] Siemens Gamesa, Developer Package, SG 6.0 155 Document ID: D2294354/13, 08/06/2020

[22] Vestas, Performance Specification, V150-4.0/4.2 MW 50/60 Hz, Document nr 0067-7067 V12, 20/10/2020.

[23] F Siemens Gamesa, Developer Package, SG 5.0-145 Document ID: GD477725 R0, 16/12/2020.





# ANNEXE A Illustrations de la Description du Site

Figure 5 : Environnement typique du site
(Source : Google Street View 09/2020)

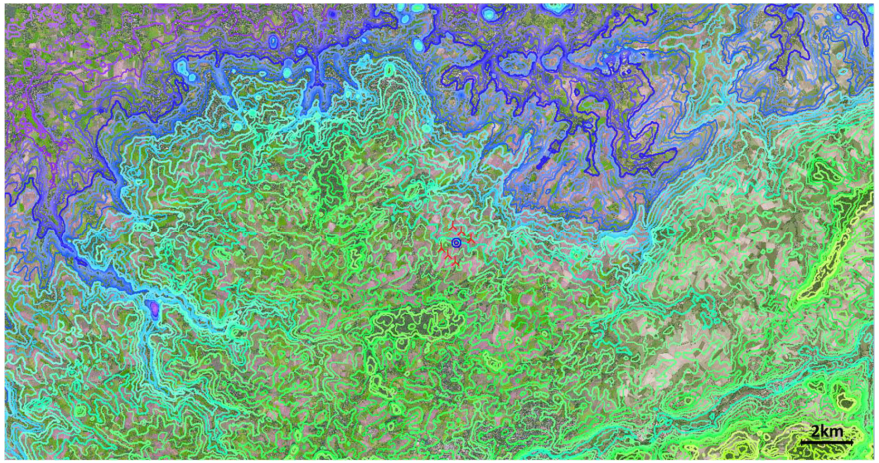



Figure 6 : Relief du site (lignes de niveau tous les 5 mètres)





# ANNEXE B Coordonnées des Eoliennes

Tableau 36 : Coordonnées et altitudes des éoliennes existante et en projet (système de coordonnées : Lambert 72)

| Eolienne | Longitude (X) | Latitude (Y) | Altitude |
|---|---|---|---|
| | [m] | [m] | [m] |
| WTG1 | 118,128 | 116,395 | 124 |
| WTG2 | 118,451 | 116,166 | 128 |
| WTG3 | 118,848 | 115,846 | 127 |
| WTG4 | 117,644 | 115,493 | 138 |
| WTG5 | 117,931 | 115,208 | 139 |
| WTG6 | 118,213 | 114,932 | 142 |

# ANNEXE C Méthodologie MERRA

***Introduction aux données de réanalyse***

Un jeu de données de ré-analyse fournit, à l'échelle mondiale, un grand nombre de paramètres météorologiques, à des emplacements situés sur une grille de points régulière, à différents niveaux au-dessus du sol, plusieurs fois par jour et sur une période de plusieurs décennies. Un tel jeu de données est produit par assimilation d'observations météorologiques (stations au sol, mais surtout données satellites) dans un modèle numérique. Ce modèle ainsi que le processus d'assimilation sont maintenus identiques durant toute la période de traitement, afin d'assurer la consistance des résultats. Ces données de ré-analyse présentent, par rapport aux données de stations météorologiques, les avantages suivants:

- Ces données ont une résolution temporelle constante (donc aucune donnée manquante, contrairement aux données de stations météorologiques) et une résolution spatiale constante (donc une distribution géographique homogène à l'échelle mondiale, ce qui n'est pas le cas des stations météorologiques),
- Elles sont disponibles depuis 1979, année à partir de laquelle la quantité et la qualité des données satellites disponibles sont suffisantes pour assurer la qualité du processus de ré-analyse, tandis que la grande majorité des stations météorologiques ne présentent pas de telles périodes de mesures,
- Le fait qu'elles proviennent de l'assimilation des données de sources multiples assure l'homogénéité des données dans le temps, ce qui n'est généralement pas le cas des données de stations météorologiques. En effet ces stations au sol, mesurant à 10m,sont souvent déplacées, l'instrumentation est changée au cours du temps, et les mesures sont affectées par les changements dans l'environnement (urbanisation, reforestation, etc.),
- Elles sont disponibles à de multiples niveaux dans l'atmosphère, et pas uniquement à 10 mètres, où l'impact des changements dans l'environnement est particulièrement marqué.

Figure 7 illustre l'impact de l'urbanisation à Bruxelles sur les mesures de la station météorologique de Zaventem, pourtant située sur un aéroport. Elle compare les vitesses moyennes mensuelles du vent mesurées à 10 mètres au-dessus du sol par la station aux données de vitesse à 50 mètres au-dessus du sol issues de jeu de ré-analyse MERRA à l'emplacement le plus proche. On peut observer une décroissance des vitesses mesurées beaucoup plus marquée dans les données de la





station que dans les données MERRA (l'écart entre les 2 courbes grandissant avec le temps). De nombreuses études récentes ont démontré que ce phénomène peut être observé dans les mesures de la grande majorité des stations météorologiques en Europe de l'Ouest [1][2], et que les tendances observées dans les données MERRA peuvent être considérées comme plus représentatives des évolutions réelles à hauteur d'éolienne [2]. De ce fait, il convient de noter que l'emploi de données de stations météorologiques, à quelque fin que ce soit, est sujet à caution, dès lors que son homogénéité sur la période utilisée n'a pas été étudiée.

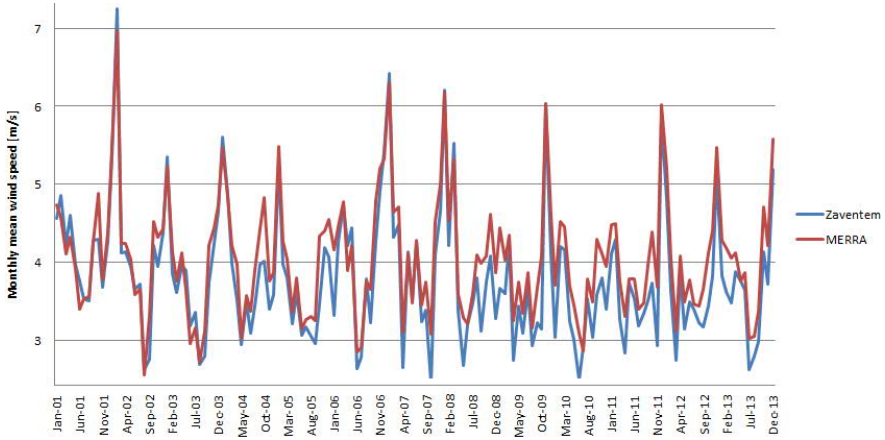



Figure 7: Comparaison des vitesses moyennes de vent mensuelles mesurées à Zaventem par rapport aux données MERRA (période 2001-2013)

***Utilisation de données de ré-analyse pour les études de gisement éolien***

Il y a encore quelques années, les résolutions temporelle et spatiale des données de ré-analyse n'étaient respectivement que de l'ordre de 6 heures et 200 kilomètres. En quelques années, l'évolution des algorithmes utilisés par les modèles de prévision météorologiques, l'augmentation de la quantité de données assimilables, ainsi que l'augmentation de la puissance de calcul des ordinateurs, ont permis d'améliorer significativement la qualité des données de ré-analyse, mais également d'augmenter leurs résolutions temporelle et spatiale à respectivement1 heure et 50 kilomètres environ.

En Europe, une comparaison entre cette dernière génération de données de ré-analyse et les données de mâts de mesures à hauteur d'éolienne révèle une très bonne corrélation, aussi bien en termes de vitesse que de direction. La Figure 8 page suivante illustre la bonne concordance générale entre ces données, au cours des 10 premiers jours de mesure d'un mât en Belgique.

De plus, comme expliqué au chapitre précédent, les données de ré-analyse présentent l'avantage d'être homogenes dans le temps sur de longues périodes, au contraire des données de stations météorologiques. Par conséquent, elles sont en train de supplanter les données de stations météorologiques pour l'extrapolation vers une période long-terme (10-20 ans) des données mesurées sur les sites. 3E n'utilise d'ailleurs plus que les données de ré-analyse pour cette extrapolation.

Néanmoins, bien que ces données de ré-analyse représentent très bien les variations du vent dans le temps, elles ne sont pas nécessairement capables de représenter correctement les vitesses de vent absolues, sans un traitement supplémentaire.  La Figure 9 illustre cette différence de direction et de vitesse entre un mat de mesure et les données MERRA. La méthodologie développée par 3E et présentée au chapitre suivant vise à traiter ce problème afin que les données de ré-analyse puissent être employées comme source primaire de données dans le cadre d'une étude de gisement éolien.





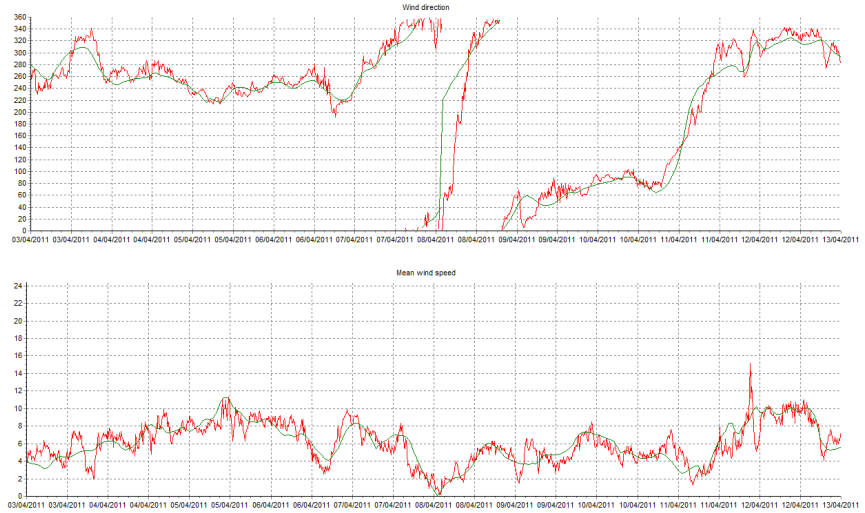



Figure 8: Comparaison des directions (en haut) et vitesses (en bas) mesurées par un mât de mesures en Belgique (en rouge) et issues des données MERRA (en vert) durant les 10 premiers jours de la campagne de mesures

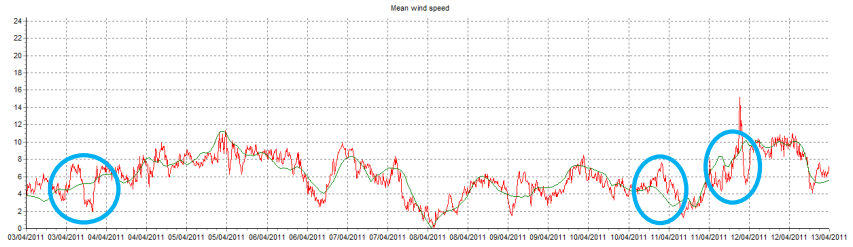



Figure 9: Analyse détaillée des différences de vitesses de vent mesurées et MERRA. Les périodes de temps où des différences notables sont présentées en bleu

***Utilisation par 3E des données MERRA pour les études de gisement éolien en Belgique***

Durant la période 2011-2013, 3E a participé à un projet européen (projet ENDORSE: http://www.endorse-fp7.eu), visant à démontrer les possibilités d'utilisation de données d'observation de la Terre à des fins de développement des énergies renouvelables. Dans ce cadre, 3E a étudié l'utilisation des données de ré-analyse comme source primaire de données de vent pour les études de gisement éolien en Belgique. Dans le cadre de ce projet, 3E a développé une méthodologie de traitement des données de ré-analyse pour corriger cet écart entre les vitesses de vent prédites et celles mesurées et l'a validée sur 73 points en Belgique, ces points étant des parcs éoliens en exploitation et des mats de mesure répartis sur tout le pays.

La méthodologie fournissant les meilleurs résultats consiste à interpoler les données MERRA fournies par la NASA à différents niveaux de pression, afin d'obtenir un jeu de données à une hauteur constante au-dessus du sol. En effet, une pression donnée correspond à une hauteur particulière au-dessus du sol, et variant dans le temps. Ainsi, il est nécessaire d'interpoler ces données à chaque pas de temps. L'interpolation sélectionnée est de type polynomial .La performance de cette méthodologie est mesurée par l'erreur entre la production prédite et la production réelle. A la suite de quoi, l'erreur moyenne (ou biais), ainsi que la distribution des erreurs, quantifiée par l'écart-type, peuvent être calculées. Les principaux résultats, globaux et par province, sont fournis au Tableau 37 page suivante, tandis que la Figure 9 illustre la distribution des erreurs par probabilité d'occurrence.

Les principales observations sont les suivantes:

- Les estimations de production moyenne annuelle sur 20 ans, sont comparables à celles issues de mesures sur site avec un mat.
- Elle reste relativement constante sur l'ensemble de la Belgique, ce qui tend à suggérer que la méthodologie peut être également utilisée avec un bon niveau de confiance dans les zones où le nombre de points de validation est limité.

Cependant, il convient de noter que la taille de la Belgique et la nature du terrain (relativement plat ou peux complexe sur la majorité du territoire) peuvent expliquer ces résultats, et que cette méthodologie pourrait ne pas s'appliquer dans d'autres pays.





Tableau 37: Résultats de la validation, globaux et par province

| Province | Nb de points de validation | Erreur moyenne | Ecart-type des erreurs |
|---|---|---|---|
| [-] | [-] | [%] | ]%] |
| Anvers | 10 | 5.0 | 7.5 |
| Brabant wallon | 2 | -7.9 | 4.9 |
| Hainaut | 8 | -5.0 | 4.9 |
| Liège | 6 | 0.1 | 9.6 |
| Limburg | 6 | 6.5 | 4.8 |
| Luxembourg | 3 | -2.3 | 2.7 |
| Namur | 13 | -0.6 | 8.4 |
| Offshore | 3 | -5.3 | 4.0 |
| Oost-Vlaanderen | 9 | 6.5 | 5.8 |
| Vlaams-Brabant | 1 | 13.2 | NA |
| West-Vlaanderen | 12 | 0.3 | 3.8 |
| **Total** | **73** | **1.1** | **7.4** |

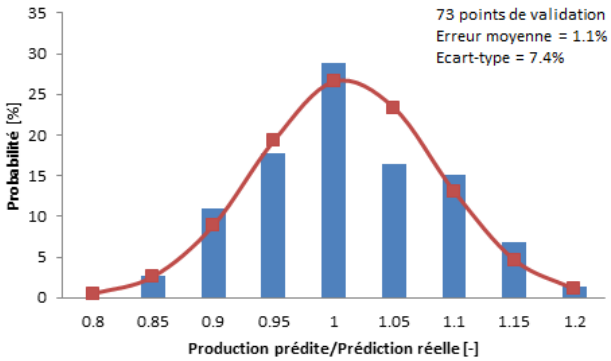



Figure 10: Distribution des erreurs

### *Conclusion*

Actuellement, les données de ré-analyse ne sont habituellement pas utilisées comme source primaire de données de vents dans le cadre d'études de gisement éolien. Grace aux techniques d'analyse modernes, elles commencent toutefois à supplanter celles-ci comme source de données de référence pour l'extrapolation des mesures court-terme habituellement menées sur les sites de projets éoliens vers une période plus longue (10-20 ans). 3E est d'ailleurs précurseur dans cette transition.

Cependant, le principal inconvénient des données de ré-analyse est qu'elles ne sont pas nécessairement capables de représenter correctement les vitesses de vent absolues. Autrement dit, il peut y avoir un biais entre les vitesses prédites et les vitesses réelles.3E a donc cherché, et est parvenu, à mettre en évidence une méthodologie de traitement des données de ré-analyse, telle que le gisement éolien prédit à l'aide de ces données utilisées dans un modèle de simulation des écoulements du vent, représente correctement les mesures réelles de mâts de mesures et les productions réelles de parcs opérationnels en Belgique.

Pour assurer, sur un site quelconque où aucune mesure n'est disponible, un bon niveau de confiance quant à cette méthodologie, la présence de multiples points de validation sur des sites environnants est nécessaire. Actuellement, la méthodologie a été validée à l'aide des données de 73 mâts de mesure et parcs éoliens en opération, couvrant presque toute la Belgique. 3E poursuit cette validation à mesure que de nouvelles données sont à sa disposition, et il est crucial que l'accès à ces données soit facilité, si l'absence de mâts de mesures sur la majorité des sites reste une exception belge.

Sur base de cette validation, la performance de la méthodologie est comparable à ce qui est observé lorsque les mesures d'un mât d'au moins 2/3 de la hauteur des éoliennes sont utilisées. On peut donc la considérer comme appropriée pour les études de gisement éolien en Belgique, y compris à des fins de financement de projet. Elle reste relativement constante sur l'ensemble de la Belgique, ce qui tend à suggérer que la méthodologie peut être également utilisée avec un bon niveau de confiance dans les zones où le nombre de points de validation est limité.





### *Références*

[1] N. Wever, Quantifying trends in surface roughness and the effect on surface wind speed observations, Journal of geophysical research, Vol. 117, June 2012
[2] A. M. R. Bakker, B. J. J. M. Van den Hurk and J. P. Coelingh, Decomposition of the windiness index in the Netherlands for the assessment of future long-term wind supply, Wind Energy, 2012
[3] Sónia Liléo, Investigation on the use of NCEP/NCAR, MERRA and NCEP/CFSR reanalysis data in wind resource analysis, EWEA 2011

# ANNEXE D Le modèle WAsP

La clé de voute du modèle de transformation du vent de WAsP – communément appelée « la méthodologie de l'atlas de vents » (EN : Wind Atlas Methodology) – est le concept de « régime de vent régional » ou « régime de vent généralisé » (EN : Regional or Generalized Wind Climate, or Wind Atlas). Ce climat correspond au régime de vent théorique pour un terrain idéalisé, parfaitement ouvert et plat, avec une rugosité uniforme, et présentant les mêmes conditions atmosphériques que celles à l'emplacement des mesures. Le cœur de WAsP est un modèle d'écoulement du vent, capable de quantifier l'effet de différentes caractéristiques du terrain :

- Relief,
- Rugosité,
- Obstacles à l'écoulement du vent.

Pour déduire le « régime de vent régional » à partir de mesures sur un terrain réel, le modèle d'écoulement WAsP est utilisé pour supprimer les effets locaux de terrain.

Pour déduire le régime de vent à un emplacement d'intérêt, le modèle découlement WAsP est utilisé pour introduire les effets locaux de terrain.

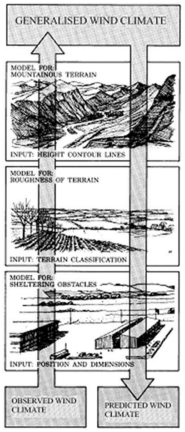



Figure 11 : Méthodologie de l'atlas de vents (Source: wasp.dk)





# ANNEXE E Courbes de Puissance et de Trainée

Tableau 38 : Courbes de puissance (PC) et traînée (TC) d'air = 1.225 kg/m³. Configuration: SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 [21]

| Vitesse du vent | Mode AM 0 105.0 dB(A) | | Mode N8 97.0 dB(A) | | Mode N7 98.0 dB(A) | | Mode N4 101.0 dB(A) | | Mode N3 102.0 dB(A) | | Mode N2 103.5 dB(A) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC |
| [m/s] | [kW] | [-] | [kW] | [-] | [kW] | [-] | [kW] | [-] | [kW] | [-] | [kW] | [-] |
| 3 | 47 | 0.894 | 79 | 0.895 | 74 | 0.911 | 47 | 0.894 | 47 | 0.894 | 47 | 0.894 |
| 3.5 | 126 | 0.876 | 168 | 0.878 | 163 | 0.894 | 126 | 0.876 | 126 | 0.876 | 126 | 0.876 |
| 4 | 252 | 0.856 | 295 | 0.863 | 292 | 0.881 | 252 | 0.856 | 252 | 0.856 | 252 | 0.856 |
| 4.5 | 415 | 0.838 | 456 | 0.858 | 454 | 0.863 | 415 | 0.838 | 415 | 0.838 | 415 | 0.838 |
| 5 | 613 | 0.825 | 653 | 0.850 | 651 | 0.840 | 613 | 0.825 | 613 | 0.825 | 613 | 0.825 |
| 5.5 | 848 | 0.820 | 887 | 0.825 | 885 | 0.821 | 848 | 0.820 | 848 | 0.820 | 848 | 0.820 |
| 6 | 1,128 | 0.821 | 1,151 | 0.781 | 1,155 | 0.792 | 1,127 | 0.820 | 1,128 | 0.820 | 1,128 | 0.821 |
| 6.5 | 1,457 | 0.824 | 1,424 | 0.719 | 1,445 | 0.743 | 1,455 | 0.814 | 1,456 | 0.817 | 1,457 | 0.823 |
| 7 | 1,840 | 0.825 | 1,687 | 0.647 | 1,736 | 0.680 | 1,825 | 0.793 | 1,830 | 0.801 | 1,839 | 0.820 |
| 7.5 | 2,281 | 0.823 | 1,930 | 0.576 | 2,014 | 0.614 | 2,219 | 0.753 | 2,237 | 0.767 | 2,272 | 0.806 |
| 8 | 2,775 | 0.812 | 2,151 | 0.511 | 2,274 | 0.551 | 2,618 | 0.700 | 2,654 | 0.719 | 2,742 | 0.777 |
| 8.5 | 3,312 | 0.787 | 2,350 | 0.453 | 2,510 | 0.492 | 3,005 | 0.642 | 3,064 | 0.664 | 3,227 | 0.735 |
| 9 | 3,868 | 0.750 | 2,525 | 0.401 | 2,724 | 0.439 | 3,372 | 0.586 | 3,457 | 0.608 | 3,708 | 0.685 |
| 9.5 | 4,421 | 0.704 | 2,673 | 0.355 | 2,916 | 0.392 | 3,715 | 0.532 | 3,826 | 0.554 | 4,171 | 0.632 |
| 10 | 4,948 | 0.653 | 2,787 | 0.313 | 3,085 | 0.350 | 4,028 | 0.483 | 4,162 | 0.504 | 4,606 | 0.581 |

| Vitesse du vent | Mode AM 0 105.0 dB(A) | | Mode N8 97.0 dB(A) | | Mode N7 98.0 dB(A) | | Mode N4 101.0 dB(A) | | Mode N3 102.0 dB(A) | | Mode N2 103.5 dB(A) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC |
| 10.5 | 5,421 | 0.600 | 2,867 | 0.276 | 3,223 | 0.312 | 4,308 | 0.437 | 4,457 | 0.456 | 4,998 | 0.531 |
| 11 | 5,812 | 0.545 | 2,917 | 0.242 | 3,328 | 0.278 | 4,545 | 0.394 | 4,701 | 0.411 | 5,331 | 0.482 |
| 11.5 | 6,106 | 0.489 | 2,946 | 0.213 | 3,400 | 0.247 | 4,736 | 0.355 | 4,890 | 0.369 | 5,593 | 0.434 |
| 12 | 6,309 | 0.436 | 2,962 | 0.187 | 3,445 | 0.219 | 4,877 | 0.318 | 5,024 | 0.330 | 5,784 | 0.389 |
| 12.5 | 6,438 | 0.386 | 2,969 | 0.165 | 3,471 | 0.194 | 4,974 | 0.284 | 5,113 | 0.294 | 5,913 | 0.347 |
| 13 | 6,513 | 0.342 | 2,973 | 0.147 | 3,485 | 0.173 | 5,036 | 0.254 | 5,169 | 0.261 | 5,994 | 0.309 |
| 13.5 | 6,555 | 0.303 | 2,975 | 0.131 | 3,493 | 0.154 | 5,074 | 0.227 | 5,202 | 0.233 | 6,043 | 0.275 |
| 14 | 6,578 | 0.269 | 2,975 | 0.118 | 3,497 | 0.138 | 5,095 | 0.203 | 5,220 | 0.209 | 6,070 | 0.246 |
| 14.5 | 6,589 | 0.240 | 2,976 | 0.106 | 3,498 | 0.124 | 5,107 | 0.183 | 5,230 | 0.187 | 6,084 | 0.220 |
| 15 | 6,595 | 0.216 | 2,976 | 0.096 | 3,499 | 0.113 | 5,113 | 0.165 | 5,235 | 0.169 | 6,092 | 0.198 |
| 15.5 | 6,597 | 0.195 | 2,976 | 0.087 | 3,500 | 0.102 | 5,117 | 0.149 | 5,237 | 0.153 | 6,096 | 0.179 |
| 16 | 6,599 | 0.176 | 2,976 | 0.080 | 3,500 | 0.093 | 5,118 | 0.135 | 5,239 | 0.139 | 6,098 | 0.162 |
| 16.5 | 6,599 | 0.161 | 2,976 | 0.073 | 3,500 | 0.085 | 5,119 | 0.123 | 5,239 | 0.126 | 6,099 | 0.148 |
| 17 | 6,600 | 0.147 | 2,976 | 0.067 | 3,500 | 0.079 | 5,119 | 0.113 | 5,240 | 0.116 | 6,100 | 0.135 |
| 17.5 | 6,600 | 0.134 | 2,976 | 0.062 | 3,500 | 0.073 | 5,120 | 0.104 | 5,240 | 0.106 | 6,100 | 0.124 |
| 18 | 6,599 | 0.123 | 2,976 | 0.058 | 3,500 | 0.067 | 5,120 | 0.096 | 5,240 | 0.098 | 6,099 | 0.114 |
| 18.5 | 6,597 | 0.114 | 2,976 | 0.054 | 3,500 | 0.063 | 5,120 | 0.088 | 5,240 | 0.090 | 6,098 | 0.105 |
| 19 | 6,592 | 0.105 | 2,976 | 0.051 | 3,500 | 0.059 | 5,119 | 0.082 | 5,239 | 0.084 | 6,096 | 0.097 |
| 19.5 | 6,581 | 0.097 | | | | | 5,118 | 0.076 | 5,238 | 0.078 | 6,090 | 0.090 |





| Vitesse du vent | Mode AM 0 105.0 dB(A) | | Mode N8 97.0 dB(A) | | Mode N7 98.0 dB(A) | | Mode N4 101.0 dB(A) | | Mode N3 102.0 dB(A) | | Mode N2 103.5 dB(A) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC |
| 20 | 6,562 | 0.090 | | | | | 5,116 | 0.071 | 5,235 | 0.072 | 6,080 | 0.084 |
| 20.5 | 6,531 | 0.084 | | | | | 5,113 | 0.066 | 5,230 | 0.067 | 6,063 | 0.078 |
| 21 | 6,486 | 0.078 | | | | | 5,109 | 0.062 | 5,223 | 0.063 | 6,036 | 0.072 |
| 21.5 | 6,423 | 0.072 | | | | | 5,102 | 0.058 | 5,213 | 0.059 | 5,999 | 0.067 |
| 22.0 | 6,342 | 0.067 | | | | | 5,093 | 0.054 | 5,200 | 0.055 | 5,950 | 0.063 |
| 22.5 | 6,246 | 0.062 | | | | | 5,081 | 0.051 | 5,183 | 0.052 | 5,890 | 0.058 |
| 23.0 | 6,137 | 0.058 | | | | | 5,067 | 0.048 | 5,162 | 0.048 | 5,820 | 0.054 |
| 23.5 | 6,018 | 0.053 | | | | | 5,052 | 0.045 | 5,139 | 0.046 | 5,742 | 0.051 |
| 24.0 | 5,894 | 0.049 | | | | | 5,035 | 0.042 | 5,115 | 0.043 | 5,659 | 0.047 |
| 24.5 | 5,770 | 0.046 | | | | | 5,018 | 0.040 | 5,089 | 0.040 | 5,575 | 0.044 |
| 25.0 | 5,652 | 0.043 | | | | | 5,000 | 0.038 | 5,064 | 0.038 | 5,493 | 0.041 |
| 25.5 | 5,537 | 0.040 | | | | | 4,983 | 0.036 | 5,038 | 0.036 | 5,414 | 0.039 |
| 26.0 | 5,434 | 0.037 | | | | | 4,967 | 0.034 | 5,015 | 0.034 | 5,341 | 0.036 |
| 26.5 | 5,342 | 0.035 | | | | | 4,953 | 0.032 | 4,993 | 0.033 | 5,276 | 0.034 |
| 27 | 5,262 | 0.033 | | | | | 4,940 | 0.031 | 4,974 | 0.031 | 5,219 | 0.033 |

Tableau 39 : Courbes de puissance (PC) et traînée (TC) d'air = 1.225 kg/m³.
Configuration : V150, 4 MW @ 108 m [22]

| Vitesse du vent | Mode 0 104.9 dB(A) | | Mode SO13 97 dB(A | | Mode SO11 99.2 dB( | | Mode SO3 99.5 dB(A) | | Mode SO2 102.0 dB(A) | | Mode SO1 103.4 dB(A) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC |
| [m/s] | [kW] | [-] | [kW] | [-] | [kW] | [-] | [kW] | [-] | [kW] | [-] | [kW] | [-] |
| 3 | 81 | 0.886 | 81 | 0.888 | 81 | 0.888 | 81 | 0.888 | 81 | 0.886 | 81 | 0.885 |
| 3.5 | 172 | 0.845 | 172 | 0.846 | 172 | 0.846 | 172 | 0.846 | 172 | 0.845 | 172 | 0.845 |
| 4 | 285 | 0.828 | 277 | 0.774 | 277 | 0.774 | 285 | 0.830 | 285 | 0.828 | 284 | 0.827 |
| 4.5 | 424 | 0.825 | 378 | 0.642 | 403 | 0.723 | 424 | 0.828 | 424 | 0.825 | 423 | 0.823 |
| 5 | 596 | 0.820 | 440 | 0.49 | 579 | 0.755 | 597 | 0.823 | 596 | 0.820 | 595 | 0.818 |
| 5.5 | 808 | 0.817 | 465 | 0.369 | 740 | 0.669 | 809 | 0.820 | 808 | 0.817 | 806 | 0.815 |
| 6 | 1,061 | 0.813 | 506 | 0.298 | 861 | 0.549 | 1,062 | 0.814 | 1,061 | 0.813 | 1,059 | 0.809 |
| 6.5 | 1,360 | 0.808 | 597 | 0.27 | 982 | 0.468 | 1,338 | 0.778 | 1,360 | 0.809 | 1,358 | 0.805 |
| 7 | 1,711 | 0.807 | 705 | 0.251 | 1,103 | 0.406 | 1,517 | 0.633 | 1,711 | 0.806 | 1,708 | 0.801 |
| 7.5 | 2,102 | 0.799 | 804 | 0.230 | 1,218 | 0.356 | 1,546 | 0.476 | 2,106 | 0.802 | 2,103 | 0.794 |
| 8 | 2,548 | 0.791 | 923 | 0.215 | 1,334 | 0.316 | 1,546 | 0.373 | 2,549 | 0.794 | 2,548 | 0.787 |
| 8.5 | 3,021 | 0.764 | 1,069 | 0.206 | 1,458 | 0.285 | 1,546 | 0.303 | 2,911 | 0.717 | 3,021 | 0.760 |
| 9 | 3,471 | 0.703 | 1,200 | 0.194 | 1,584 | 0.258 | 1,546 | 0.252 | 2,844 | 0.526 | 3,454 | 0.694 |
| 9.5 | 3,788 | 0.617 | 1,290 | 0.178 | 1,690 | 0.234 | 1,546 | 0.213 | 2,719 | 0.401 | 3,698 | 0.595 |
| 10 | 3,937 | 0.523 | 1,355 | 0.160 | 1,769 | 0.209 | 1,546 | 0.182 | 2,642 | 0.322 | 3,814 | 0.498 |
| 10.5 | 3,982 | 0.439 | 1,409 | 0.144 | 1,811 | 0.185 | 1,546 | 0.157 | 2,574 | 0.266 | 3,853 | 0.418 |
| 11 | 3,999 | 0.372 | 1,455 | 0.129 | 1,841 | 0.163 | 1,546 | 0.137 | 2,513 | 0.223 | 3,869 | 0.354 |





| Vitesse du vent | Mode 0 104.9 dB(A) | | Mode SO13 97 dB(A | | Mode SO11 99.2 dB( | | Mode SO3 99.5 dB(A) | | Mode SO2 102.0 dB(A) | | Mode SO1 103.4 dB(A) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC |
| 11.5 | 4,000 | 0.319 | 1,480 | 0.115 | 1,873 | 0.145 | 1,546 | 0.120 | 2,462 | 0.190 | 3,864 | 0.304 |
| 12 | 4,000 | 0.277 | 1,492 | 0.103 | 1,902 | 0.130 | 1,546 | 0.106 | 2,419 | 0.164 | 3,849 | 0.263 |
| 12.5 | 4,000 | 0.242 | 1,499 | 0.092 | 1,921 | 0.116 | 1,546 | 0.094 | 2,387 | 0.143 | 3,832 | 0.230 |
| 13 | 4,000 | 0.214 | 1,505 | 0.082 | 1,933 | 0.104 | 1,546 | 0.084 | 2,362 | 0.126 | 3,816 | 0.202 |
| 13.5 | 4,000 | 0.191 | 1,512 | 0.074 | 1,944 | 0.094 | 1,546 | 0.076 | 2,341 | 0.112 | 3,804 | 0.180 |
| 14 | 4,000 | 0.171 | 1,522 | 0.068 | 1,952 | 0.085 | 1,546 | 0.068 | 2,321 | 0.100 | 3,794 | 0.160 |
| 14.5 | 4,000 | 0.153 | 1,535 | 0.062 | 1,960 | 0.078 | 1,546 | 0.062 | 2,301 | 0.089 | 3,783 | 0.144 |
| 15 | 4,000 | 0.139 | 1,547 | 0.057 | 1,972 | 0.071 | 1,546 | 0.057 | 2,282 | 0.081 | 3,768 | 0.130 |
| 15.5 | 4,000 | 0.126 | 1,555 | 0.052 | 1,984 | 0.065 | 1,546 | 0.052 | 2,264 | 0.073 | 3,749 | 0.117 |
| 16 | 4,000 | 0.115 | 1,560 | 0.048 | 1,995 | 0.060 | 1,546 | 0.048 | 2,248 | 0.066 | 3,725 | 0.106 |
| 16.5 | 4,000 | 0.105 | 1,568 | 0.045 | 2,005 | 0.056 | 1,546 | 0.044 | 2,233 | 0.061 | 3,699 | 0.096 |
| 17 | 4,000 | 0.096 | 1,577 | 0.042 | 2,013 | 0.052 | 1,546 | 0.041 | 2,219 | 0.056 | 3,670 | 0.088 |
| 17.5 | 4,000 | 0.089 | 1,587 | 0.039 | 2,022 | 0.048 | 1,546 | 0.038 | 2,208 | 0.052 | 3,639 | 0.081 |
| 18 | 4,000 | 0.082 | 1,595 | 0.037 | 2,031 | 0.045 | 1,546 | 0.036 | 2,199 | 0.048 | 3,608 | 0.074 |
| 18.5 | 3,996 | 0.076 | 1,599 | 0.034 | 2,039 | 0.042 | 1,546 | 0.033 | 2,194 | 0.045 | 3,577 | 0.068 |
| 19 | 3,971 | 0.070 | 1,603 | 0.032 | 2,047 | 0.040 | 1,546 | 0.031 | 2,191 | 0.041 | 3,552 | 0.062 |
| 19.5 | 3,896 | 0.064 | 1,610 | 0.030 | 2,054 | 0.037 | 1,546 | 0.029 | 2,190 | 0.039 | 3,528 | 0.058 |
| 20 | 3,773 | 0.058 | 1,618 | 0.029 | 2,061 | 0.035 | 1,546 | 0.028 | 2,189 | 0.037 | 3,509 | 0.054 |
| 20.5 | 3,613 | 0.052 | 1,629 | 0.027 | 2,068 | 0.033 | 1,546 | 0.026 | 2,189 | 0.034 | 3,464 | 0.050 |

| Vitesse du vent | Mode 0 104.9 dB(A) | | Mode SO13 97 dB(A | | Mode SO11 99.2 dB( | | Mode SO3 99.5 dB(A) | | Mode SO2 102.0 dB(A) | | Mode SO1 103.4 dB(A) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC |
| 21 | 3,416 | 0.046 | 1,636 | 0.026 | 2,049 | 0.031 | 1,546 | 0.025 | 2,190 | 0.032 | 3,352 | 0.045 |
| 21.5 | 3,191 | 0.041 | 1,550 | 0.024 | 1,853 | 0.027 | 1,546 | 0.023 | 2,189 | 0.030 | 3,170 | 0.041 |
| 22.0 | 2,929 | 0.036 | 1,276 | 0.019 | 1,421 | 0.021 | 1,546 | 0.022 | 2,190 | 0.028 | 2,917 | 0.035 |
| 22.5 | 2,657 | 0.031 | 941 | 0.015 | 950 | 0.015 | 1,545 | 0.020 | 2,187 | 0.027 | 2,645 | 0.031 |
| 23.0 | 2,377 | 0.027 | 816 | 0.013 | 816 | 0.013 | 1,511 | 0.018 | 2,133 | 0.025 | 2,363 | 0.027 |
| 23.5 | 2,085 | 0.023 | 758 | 0.012 | 758 | 0.012 | 1,414 | 0.017 | 1,989 | 0.022 | 2,070 | 0.023 |
| 24.0 | 1,795 | 0.019 | 683 | 0.011 | 683 | 0.011 | 1,264 | 0.015 | 1,771 | 0.019 | 1,782 | 0.019 |
| 24.5 | 1,570 | 0.017 | 614 | 0.009 | 614 | 0.009 | 1,115 | 0.013 | 1,561 | 0.017 | 1,561 | 0.017 |





Tableau 40 : Courbes de puissance (PC) et traînée (TC) d'air = 1.225 kg/m³. Configuration : SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m [23]

| Vitesse du vent | Mode AM 0 109.3 dB(A) | | Mode N8 98.0 dB(A) | | Mode N7 99.0 dB(A) | | Mode N6 99.9 dB(A) | | Mode N5 101.7 dB(A) | | Mode N4 102.7 dB(A) | | Mode N3 103.7dB(A) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC |
| [m/s] | [kW] | [-] | [kW] | [-] | [kW] | [-] | [kW] | [-] | [kW] | [-] | [kW] | [-] | [kW] | [-] |
| 3 | 56 | 0.895 | 56 | 0.895 | 56 | 0.895 | 56 | 0.895 | 56 | 0.895 | 56 | 0.895 | 56 | 0.895 |
| 3.5 | 130 | 0.867 | 130 | 0.867 | 130 | 0.867 | 130 | 0.867 | 130 | 0.867 | 130 | 0.867 | 130 | 0.867 |
| 4 | 241 | 0.844 | 241 | 0.844 | 241 | 0.844 | 241 | 0.844 | 241 | 0.844 | 241 | 0.844 | 241 | 0.844 |
| 4.5 | 383 | 0.829 | 383 | 0.829 | 383 | 0.829 | 383 | 0.829 | 383 | 0.829 | 383 | 0.829 | 383 | 0.829 |
| 5 | 555 | 0.821 | 554 | 0.821 | 555 | 0.821 | 555 | 0.821 | 555 | 0.821 | 555 | 0.821 | 555 | 0.821 |
| 5.5 | 762 | 0.818 | 755 | 0.818 | 759 | 0.818 | 761 | 0.818 | 762 | 0.818 | 762 | 0.818 | 762 | 0.818 |
| 6 | 1,009 | 0.819 | 974 | 0.819 | 990 | 0.819 | 1,000 | 0.819 | 1,007 | 0.819 | 1,008 | 0.819 | 1,009 | 0.819 |
| 6.5 | 1,300 | 0.819 | 1,195 | 0.819 | 1,231 | 0.819 | 1,259 | 0.819 | 1,289 | 0.819 | 1,296 | 0.819 | 1,298 | 0.819 |
| 7 | 1,638 | 0.819 | 1,410 | 0.819 | 1,470 | 0.819 | 1,521 | 0.819 | 1,592 | 0.819 | 1,615 | 0.819 | 1,629 | 0.819 |
| 7.5 | 2,026 | 0.817 | 1,618 | 0.817 | 1,701 | 0.817 | 1,778 | 0.817 | 1,901 | 0.817 | 1,951 | 0.817 | 1,988 | 0.817 |
| 8 | 2,462 | 0.808 | 1,819 | 0.808 | 1,925 | 0.808 | 2,027 | 0.808 | 2,203 | 0.808 | 2,286 | 0.808 | 2,355 | 0.808 |
| 8.5 | 2,934 | 0.786 | 2,009 | 0.786 | 2,141 | 0.786 | 2,265 | 0.786 | 2,490 | 0.786 | 2,604 | 0.786 | 2,708 | 0.786 |
| 9 | 3,421 | 0.749 | 2,183 | 0.749 | 2,344 | 0.749 | 2,484 | 0.749 | 2,747 | 0.749 | 2,884 | 0.749 | 3,016 | 0.749 |
| 9.5 | 3,887 | 0.698 | 2,332 | 0.698 | 2,526 | 0.698 | 2,667 | 0.698 | 2,954 | 0.698 | 3,104 | 0.698 | 3,254 | 0.698 |
| 10 | 4,294 | 0.636 | 2,449 | 0.636 | 2,677 | 0.636 | 2,803 | 0.636 | 3,101 | 0.636 | 3,257 | 0.636 | 3,416 | 0.636 |
| 10.5 | 4,611 | 0.568 | 2,531 | 0.568 | 2,791 | 0.568 | 2,893 | 0.568 | 3,194 | 0.568 | 3,350 | 0.568 | 3,514 | 0.568 |

| Vitesse du vent | Mode AM 0 109.3 dB(A) | | Mode N8 98.0 dB(A) | | Mode N7 99.0 dB(A) | | Mode N6 99.9 dB(A) | | Mode N5 101.7 dB(A) | | Mode N4 102.7 dB(A) | | Mode N3 103.7dB(A) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC |
| 11 | 4,829 | 0.499 | 2,583 | 0.499 | 2,869 | 0.499 | 2,946 | 0.499 | 3,246 | 0.499 | 3,402 | 0.499 | 3,567 | 0.499 |
| 11.5 | 4,942 | 0.436 | 2,613 | 0.436 | 2,917 | 0.436 | 2,974 | 0.436 | 3,273 | 0.436 | 3,428 | 0.436 | 3,593 | 0.436 |
| 12 | 4,978 | 0.379 | 2,630 | 0.379 | 2,945 | 0.379 | 2,988 | 0.379 | 3,286 | 0.379 | 3,440 | 0.379 | 3,605 | 0.379 |
| 12.5 | 4,990 | 0.331 | 2,638 | 0.331 | 2,960 | 0.331 | 2,995 | 0.331 | 3,292 | 0.331 | 3,446 | 0.331 | 3,611 | 0.331 |
| 13 | 4,995 | 0.291 | 2,642 | 0.291 | 2,967 | 0.291 | 2,998 | 0.291 | 3,294 | 0.291 | 3,448 | 0.291 | 3,613 | 0.291 |
| 13.5 | 4,998 | 0.257 | 2,644 | 0.257 | 2,971 | 0.257 | 2,999 | 0.257 | 3,295 | 0.257 | 3,449 | 0.257 | 3,614 | 0.257 |
| 14 | 4,999 | 0.228 | 2,644 | 0.228 | 2,973 | 0.228 | 3,000 | 0.228 | 3,296 | 0.228 | 3,450 | 0.228 | 3,615 | 0.228 |
| 14.5 | 4,999 | 0.204 | 2,645 | 0.204 | 2,973 | 0.204 | 3,000 | 0.204 | 3,296 | 0.204 | 3,450 | 0.204 | 3,615 | 0.204 |
| 15 | 5,000 | 0.183 | 2,645 | 0.183 | 2,974 | 0.183 | 3,000 | 0.183 | 3,296 | 0.183 | 3,450 | 0.183 | 3,615 | 0.183 |
| 15.5 | 5,000 | 0.166 | 2,645 | 0.166 | 2,974 | 0.166 | 3,000 | 0.166 | 3,296 | 0.166 | 3,450 | 0.166 | 3,615 | 0.166 |
| 16 | 5,000 | 0.15 | 2,645 | 0.150 | 2,974 | 0.150 | 3,000 | 0.150 | 3,296 | 0.150 | 3,450 | 0.150 | 3,615 | 0.150 |
| 16.5 | 5,000 | 0.137 | 2,645 | 0.137 | 2,974 | 0.137 | 3,000 | 0.137 | 3,296 | 0.137 | 3,450 | 0.137 | 3,615 | 0.137 |
| 17 | 5,000 | 0.125 | 2,645 | 0.125 | 2,974 | 0.125 | 3,000 | 0.125 | 3,296 | 0.125 | 3,450 | 0.125 | 3,615 | 0.125 |
| 17.5 | 5,000 | 0.115 | 2,645 | 0.115 | 2,974 | 0.115 | 3,000 | 0.115 | 3,296 | 0.115 | 3,450 | 0.115 | 3,615 | 0.115 |
| 18 | 4,999 | 0.105 | 2,645 | 0.105 | 2,974 | 0.105 | 3,000 | 0.105 | 3,296 | 0.105 | 3,450 | 0.105 | 3,615 | 0.105 |
| 18.5 | 4,996 | 0.097 | 2,645 | 0.097 | 2,974 | 0.097 | 3,000 | 0.097 | 3,296 | 0.097 | 3,450 | 0.097 | 3,615 | 0.097 |
| 19 | 4,990 | 0.09 | 2,645 | 0.090 | 2,974 | 0.090 | 3,000 | 0.090 | 3,296 | 0.090 | 3,450 | 0.090 | 3,615 | 0.090 |
| 19.5 | 4,978 | 0.083 | 2,645 | 0.083 | 2,974 | 0.083 | 3,000 | 0.083 | 3,296 | 0.083 | 3,450 | 0.083 | 3,615 | 0.083 |
| 20 | 4,956 | 0.077 | 2,645 | 0.077 | 2,974 | 0.077 | 3,000 | 0.077 | 3,296 | 0.077 | 3,450 | 0.077 | 3,615 | 0.077 |





| Vitesse du vent | Mode AM 0 109.3 dB(A) | | Mode N8 98.0 dB(A) | | Mode N7 99.0 dB(A) | | Mode N6 99.9 dB(A) | | Mode N5 101.7 dB(A) | | Mode N4 102.7 dB(A) | | Mode N3 103.7dB(A) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC | PC | TC |
| 20.5 | 4,920 | 0.071 | 2,645 | 0.071 | 2,974 | 0.071 | 3,000 | 0.071 | 3,296 | 0.071 | 3,450 | 0.071 | 3,615 | 0.071 |
| 21 | 4,869 | 0.066 | 2,645 | 0.066 | 2,974 | 0.066 | 3,000 | 0.066 | 3,296 | 0.066 | 3,450 | 0.066 | 3,614 | 0.066 |
| 21.5 | 4,802 | 0.061 | 2,645 | 0.061 | 2,974 | 0.061 | 3,000 | 0.061 | 3,296 | 0.061 | 3,450 | 0.061 | 3,613 | 0.061 |
| 22.0 | 4,720 | 0.056 | 2,645 | 0.056 | 2,974 | 0.056 | 3,000 | 0.056 | 3,296 | 0.056 | 3,450 | 0.056 | 3,612 | 0.056 |
| 22.5 | 4,628 | 0.052 | 2,645 | 0.052 | 2,974 | 0.052 | 3,000 | 0.052 | 3,296 | 0.052 | 3,450 | 0.052 | 3,610 | 0.052 |
| 23.0 | 4,531 | 0.048 | 2,645 | 0.048 | 2,974 | 0.048 | 3,000 | 0.048 | 3,296 | 0.048 | 3,449 | 0.048 | 3,607 | 0.048 |
| 23.5 | 4,432 | 0.045 | 2,645 | 0.045 | 2,974 | 0.045 | 3,000 | 0.045 | 3,296 | 0.045 | 3,449 | 0.045 | 3,603 | 0.045 |
| 24.0 | 4,338 | 0.042 | 2,645 | 0.042 | 2,974 | 0.042 | 3,000 | 0.042 | 3,296 | 0.042 | 3,449 | 0.042 | 3,599 | 0.042 |
| 24.5 | 4,247 | 0.039 | 2,645 | 0.039 | 2,974 | 0.039 | 3,000 | 0.039 | 3,296 | 0.039 | 3,448 | 0.039 | 3,594 | 0.039 |
| 25.0 | 4,169 | 0.036 | 2,645 | 0.036 | 2,974 | 0.036 | 3,000 | 0.036 | 3,296 | 0.036 | 3,448 | 0.036 | 3,590 | 0.036 |
| 25.5 | 4,096 | 0.034 | 2,645 | 0.034 | 2,974 | 0.034 | 3,000 | 0.034 | 3,296 | 0.034 | 3,447 | 0.034 | 3,585 | 0.034 |
| 26.0 | 4,031 | 0.032 | 2,645 | 0.032 | 2,974 | 0.032 | 3,000 | 0.032 | 3,296 | 0.032 | 3,446 | 0.032 | 3,580 | 0.032 |
| 26.5 | 3,978 | 0.03 | 2,645 | 0.030 | 2,974 | 0.030 | 3,000 | 0.030 | 3,296 | 0.030 | 3,446 | 0.030 | 3,576 | 0.030 |
| 27 | 3,930 | 0.029 | 2,645 | 0.029 | 2,974 | 0.029 | 3,000 | 0.029 | 3,296 | 0.029 | 3,445 | 0.029 | 3,571 | 0.029 |

# ANNEXE F Résultats de Productible Détaillés

Tableau 41 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m et le scénario 1 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines incluses)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **98,042** | 16,139 | 16,420 | 16,345 | 16,377 | 16,409 | 16,351 |
| Pertes de sillage | [%] | **8.6** | 8.7 | 11.8 | 9.6 | 6.9 | 8.6 | 5.9 |
| Pertes de bridage | [%] | **9.5** | 6.2 | 7.8 | 12.1 | 5.9 | 13.1 | 11.7 |
| Autres pertes | [%] | **6.8** | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | **22.9** | 20.2 | 24.2 | 26.0 | 18.4 | 26.0 | 22.6 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **75,581** | 12,882 | 12,444 | 12,094 | 13,366 | 12,145 | 12,649 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **1,909** | 1,952 | 1,886 | 1,832 | 2,025 | 1,840 | 1,916 |
| Facteur de capacité | [%] | **21.8** | 22.3 | 21.5 | 20.9 | 23.1 | 21.0 | 21.9 |





Tableau 42 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m et le scénario 1 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **98,042** | 16,139 | 16,420 | 16,345 | 16,377 | 16,409 | 16,351 |
| Pertes de sillage | [%] | **8.6** | 8.7 | 11.8 | 9.6 | 6.9 | 8.6 | 5.9 |
| Pertes de bridage | [%] | **9.5** | 6.2 | 7.8 | 12.1 | 5.9 | 13.1 | 11.7 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **18.9** | 16.0 | 20.3 | 22.2 | 14.1 | 22.1 | 18.6 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **79,521** | 13,554 | 13,093 | 12,725 | 14,063 | 12,778 | 13,308 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,008** | 2,054 | 1,984 | 1,928 | 2,131 | 1,936 | 2,016 |
| Facteur de capacité | [%] | **22.9** | 23.4 | 22.6 | 22.0 | 24.3 | 22.1 | 23.0 |

Tableau 43 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m et le scénario 1 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines incluses)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **98,042** | 16,139 | 16,420 | 16,345 | 16,377 | 16,409 | 16,351 |
| Pertes de sillage | [%] | **8.6** | 8.7 | 11.8 | 9.6 | 6.9 | 8.6 | 5.9 |
| Pertes de bridage | [%] | **7.6** | 3.3 | 11.1 | 5.4 | 5.4 | 12.5 | 7.9 |
| Autres pertes | [%] | **6.8** | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | **21.3** | 17.7 | 26.9 | 20.4 | 17.9 | 25.5 | 19.3 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **77,172** | 13,279 | 12,001 | 13,016 | 13,441 | 12,233 | 13,202 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **1,949** | 2,012 | 1,818 | 1,972 | 2,036 | 1,853 | 2,000 |
| Facteur de capacité | [%] | **22.2** | 23.0 | 20.7 | 22.5 | 23.2 | 21.1 | 22.8 |





Tableau 33 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m et le scénario 1 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **98,042** | 16,139 | 16,420 | 16,345 | 16,377 | 16,409 | 16,351 |
| Pertes de sillage | [%] | **8.6** | 8.7 | 11.8 | 9.6 | 6.9 | 8.6 | 5.9 |
| Pertes de bridage | [%] | **7.6** | 3.3 | 11.1 | 5.4 | 5.4 | 12.5 | 7.9 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **17.2** | 13.4 | 23.1 | 16.2 | 13.7 | 21.6 | 15.0 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **81,195** | 13,972 | 12,627 | 13,695 | 14,141 | 12,870 | 13,891 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,050** | 2,117 | 1,913 | 2,075 | 2,143 | 1,950 | 2,105 |
| Facteur de capacité | [%] | **23.4** | 24.1 | 21.8 | 23.7 | 24.4 | 22.2 | 24.0 |

Tableau 44 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m et le scénario 1 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines incluses)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.4** | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| Production brute | [MWh/an] | **82,211** | 13,551 | 13,750 | 13,704 | 13,721 | 13,754 | 13,731 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.4** | 7.3 | 9.7 | 7.8 | 6.2 | 7.8 | 5.5 |
| Pertes de bridage | [%] | **18.9** | 11.0 | 17.2 | 22.8 | 9.7 | 24.5 | 28.1 |
| Autres pertes | [%] | **6.9** | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 |
| Pertes totales | [%] | **30.1** | 23.2 | 30.4 | 33.7 | 21.2 | 35.2 | 36.7 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **57,486** | 10,405 | 9,571 | 9,082 | 10,819 | 8,919 | 8,689 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,395** | 2,601 | 2,393 | 2,271 | 2,705 | 2,230 | 2,172 |
| Facteur de capacité | [%] | **27.3** | 29.7 | 27.3 | 25.9 | 30.9 | 25.4 | 24.8 |





Tableau 45 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m et le scénario 1 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.4** | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| Production brute | [MWh/an] | **82,211** | 13,551 | 13,750 | 13,704 | 13,721 | 13,754 | 13,731 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.4** | 7.3 | 9.7 | 7.8 | 6.2 | 7.8 | 5.5 |
| Pertes de bridage | [%] | **18.9** | 11.0 | 17.2 | 22.8 | 9.7 | 24.5 | 28.1 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **26.4** | 19.2 | 26.8 | 30.3 | 17.0 | 31.8 | 33.4 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **60,483** | 10,948 | 10,070 | 9,556 | 11,383 | 9,384 | 9,142 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,520** | 2,737 | 2,518 | 2,389 | 2,846 | 2,346 | 2,285 |
| Facteur de capacité | [%] | **28.7** | 31.2 | 28.7 | 27.3 | 32.5 | 26.8 | 26.1 |

Tableau 46 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m et le scénario 1 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines incluses)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.4** | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| Production brute | [MWh/an] | **82,211** | 13,551 | 13,750 | 13,704 | 13,721 | 13,754 | 13,731 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.4** | 7.3 | 9.7 | 7.8 | 6.2 | 7.8 | 5.5 |
| Pertes de bridage | [%] | **13.9** | 4.7 | 5.5 | 18.4 | 3.3 | 20.1 | 31.1 |
| Autres pertes | [%] | **6.9** | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 |
| Pertes totales | [%] | **25.8** | 17.7 | 20.6 | 29.9 | 15.5 | 31.4 | 39.4 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **61,032** | 11,150 | 10,921 | 9,603 | 11,590 | 9,441 | 8,327 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,543** | 2,788 | 2,730 | 2,401 | 2,898 | 2,360 | 2,082 |
| Facteur de capacité | [%] | **29.0** | 31.8 | 31.1 | 27.4 | 33.1 | 26.9 | 23.7 |





Tableau 47 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m et le scénario 1 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.4** | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| Production brute | [MWh/an] | **82,211** | 13,551 | 13,750 | 13,704 | 13,721 | 13,754 | 13,731 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.4** | 7.3 | 9.7 | 7.8 | 6.2 | 7.8 | 5.5 |
| Pertes de bridage | [%] | **13.9** | 4.7 | 5.5 | 18.4 | 3.3 | 20.1 | 31.1 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **21.9** | 13.4 | 16.4 | 26.3 | 11.1 | 27.8 | 36.2 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **64,214** | 11,732 | 11,490 | 10,103 | 12,195 | 9,933 | 8,761 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,676** | 2,933 | 2,873 | 2,526 | 3,049 | 2,483 | 2,190 |
| Facteur de capacité | [%] | **30.5** | 33.5 | 32.8 | 28.8 | 34.8 | 28.3 | 25.0 |

Tableau 48 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m et le scénario 1 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines inclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **83,899** | 13,813 | 14,045 | 13,987 | 14,011 | 14,044 | 13,999 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.7** | 7.8 | 10.5 | 8.5 | 6.4 | 7.9 | 5.4 |
| Pertes de bridage | [%] | **14.7** | 9.4 | 12.6 | 17.4 | 11.0 | 19.0 | 18.5 |
| Autres pertes | [%] | **6.8** | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | **26.7** | 22.2 | 27.1 | 29.6 | 22.3 | 30.5 | 28.2 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **61,530** | 10,749 | 10,241 | 9,845 | 10,882 | 9,767 | 10,048 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,051** | 2,150 | 2,048 | 1,969 | 2,176 | 1,953 | 2,010 |
| Facteur de capacité | [%] | **23.4** | 24.5 | 23.4 | 22.5 | 24.8 | 22.3 | 22.9 |





Tableau 49 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m et le scénario 1 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **83,899** | 13,813 | 14,045 | 13,987 | 14,011 | 14,044 | 13,999 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.7** | 7.8 | 10.5 | 8.5 | 6.4 | 7.9 | 5.4 |
| Pertes de bridage | [%] | **14.7** | 9.4 | 12.6 | 17.4 | 11.0 | 19.0 | 18.5 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **22.8** | 18.1 | 23.3 | 25.9 | 18.3 | 26.8 | 24.5 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **64,738** | 11,309 | 10,774 | 10,358 | 11,449 | 10,276 | 10,572 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,158** | 2,262 | 2,155 | 2,072 | 2,290 | 2,055 | 2,114 |
| Facteur de capacité | [%] | **24.6** | 25.8 | 24.6 | 23.6 | 26.1 | 23.4 | 24.1 |

Tableau 50 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m et le scénario 1 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines inclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **83,899** | 13,813 | 14,045 | 13,987 | 14,011 | 14,044 | 13,999 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.7** | 7.8 | 10.5 | 8.5 | 6.4 | 7.9 | 5.4 |
| Pertes de bridage | [%] | **15.6** | 6.9 | 9.2 | 22.9 | 6.7 | 23.4 | 24.1 |
| Autres pertes | [%] | **6.8** | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | **27.4** | 20.0 | 24.2 | 34.3 | 18.6 | 34.3 | 33.1 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **60,875** | 11,049 | 10,640 | 9,184 | 11,407 | 9,232 | 9,364 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,029** | 2,210 | 2,128 | 1,837 | 2,281 | 1,846 | 1,873 |
| Facteur de capacité | [%] | **23.1** | 25.2 | 24.3 | 21.0 | 26.0 | 21.1 | 21.4 |





Tableau 51 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m et le scénario 1 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **83,899** | 13,813 | 14,045 | 13,987 | 14,011 | 14,044 | 13,999 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.7** | 7.8 | 10.5 | 8.5 | 6.4 | 7.9 | 5.4 |
| Pertes de bridage | [%] | **15.6** | 6.9 | 9.2 | 22.9 | 6.7 | 23.4 | 24.1 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **23.7** | 15.8 | 20.3 | 30.9 | 14.3 | 30.8 | 29.6 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **64,048** | 11,625 | 11,195 | 9,662 | 12,002 | 9,713 | 9,852 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,135** | 2,325 | 2,239 | 1,932 | 2,400 | 1,943 | 1,970 |
| Facteur de capacité | [%] | **24.4** | 26.5 | 25.5 | 22.0 | 27.4 | 22.2 | 22.5 |

Tableau 52 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m et le scénario 2 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines inclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **98,042** | 16,139 | 16,420 | 16,345 | 16,377 | 16,409 | 16,351 |
| Pertes de sillage | [%] | **8.5** | 8.6 | 11.7 | 9.5 | 6.8 | 8.5 | 5.9 |
| Pertes de bridage | [%] | **9.5** | 6.2 | 7.8 | 12.1 | 5.9 | 13.1 | 11.7 |
| Autres pertes | [%] | **6.8** | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | **22.8** | 20.1 | 24.1 | 25.9 | 18.3 | 25.9 | 22.6 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **75,643** | 12,897 | 12,457 | 12,104 | 13,377 | 12,153 | 12,655 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **1,910** | 1,954 | 1,887 | 1,834 | 2,027 | 1,841 | 1,917 |
| Facteur de capacité | [%] | **21.8** | 22.3 | 21.5 | 20.9 | 23.1 | 21.0 | 21.9 |





Tableau 53 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m et le scénario 2 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **98,042** | 16,139 | 16,420 | 16,345 | 16,377 | 16,409 | 16,351 |
| Pertes de sillage | [%] | **8.5** | 8.6 | 11.7 | 9.5 | 6.8 | 8.5 | 5.9 |
| Pertes de bridage | [%] | **9.5** | 6.2 | 7.8 | 12.1 | 5.9 | 13.1 | 11.7 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **18.8** | 15.9 | 20.2 | 22.1 | 14.1 | 22.1 | 18.6 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **79,587** | 13,569 | 13,106 | 12,736 | 14,074 | 12,786 | 13,315 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,010** | 2,056 | 1,986 | 1,930 | 2,132 | 1,937 | 2,017 |
| Facteur de capacité | [%] | **22.9** | 23.5 | 22.7 | 22.0 | 24.3 | 22.1 | 23.0 |

Tableau 54 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m et le scénario 2 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines inclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **98,042** | 16,139 | 16,420 | 16,345 | 16,377 | 16,409 | 16,351 |
| Pertes de sillage | [%] | **8.5** | 8.6 | 11.7 | 9.5 | 6.8 | 8.5 | 5.9 |
| Pertes de bridage | [%] | **7.6** | 3.3 | 11.1 | 5.4 | 5.4 | 12.5 | 7.9 |
| Autres pertes | [%] | **6.8** | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | **21.2** | 17.6 | 26.8 | 20.3 | 17.9 | 25.4 | 19.2 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **77,236** | 13,294 | 12,013 | 13,027 | 13,452 | 12,240 | 13,209 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **1,950** | 2,014 | 1,820 | 1,974 | 2,038 | 1,855 | 2,001 |
| Facteur de capacité | [%] | **22.2** | 23.0 | 20.8 | 22.5 | 23.3 | 21.2 | 22.8 |





Tableau 55 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m et le scénario 2 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **98,042** | 16,139 | 16,420 | 16,345 | 16,377 | 16,409 | 16,351 |
| Pertes de sillage | [%] | **8.5** | 8.6 | 11.7 | 9.5 | 6.8 | 8.5 | 5.9 |
| Pertes de bridage | [%] | **7.6** | 3.3 | 11.1 | 5.4 | 5.4 | 12.5 | 7.9 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **17.1** | 13.3 | 23.0 | 16.1 | 13.6 | 21.5 | 15.0 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **81,262** | 13,988 | 12,639 | 13,706 | 14,153 | 12,879 | 13,898 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,052** | 2,119 | 1,915 | 2,077 | 2,144 | 1,951 | 2,106 |
| Facteur de capacité | [%] | **23.4** | 24.2 | 21.8 | 23.7 | 24.5 | 22.3 | 24.0 |

Tableau 56 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m et le scénario 2 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines inclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.4** | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| Production brute | [MWh/an] | **82,211** | 13,551 | 13,750 | 13,704 | 13,721 | 13,754 | 13,731 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.3** | 7.2 | 9.7 | 7.7 | 6.1 | 7.7 | 5.4 |
| Pertes de bridage | [%] | **18.9** | 11.0 | 17.2 | 22.8 | 9.7 | 24.5 | 28.1 |
| Autres pertes | [%] | **6.9** | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 |
| Pertes totales | [%] | **30.0** | 23.1 | 30.3 | 33.7 | 21.1 | 35.1 | 36.7 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **57,536** | 10,417 | 9,581 | 9,090 | 10,828 | 8,925 | 8,694 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,397** | 2,604 | 2,395 | 2,273 | 2,707 | 2,231 | 2,173 |
| Facteur de capacité | [%] | **27.3** | 29.7 | 27.3 | 25.9 | 30.9 | 25.5 | 24.8 |





Tableau 57 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m et le scénario 2 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.4** | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| Production brute | [MWh/an] | **82,211** | 13,551 | 13,750 | 13,704 | 13,721 | 13,754 | 13,731 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.3** | 7.2 | 9.7 | 7.7 | 6.1 | 7.7 | 5.4 |
| Pertes de bridage | [%] | **18.9** | 11.0 | 17.2 | 22.8 | 9.7 | 24.5 | 28.1 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **26.4** | 19.1 | 26.7 | 30.2 | 17.0 | 31.7 | 33.4 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **60,535** | 10,961 | 10,080 | 9,564 | 11,393 | 9,391 | 9,147 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,522** | 2,740 | 2,520 | 2,391 | 2,848 | 2,348 | 2,287 |
| Facteur de capacité | [%] | **28.8** | 31.3 | 28.7 | 27.3 | 32.5 | 26.8 | 26.1 |

Tableau 58 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m et le scénario 2 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines inclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.4** | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| Production brute | [MWh/an] | **82,211** | 13,551 | 13,750 | 13,704 | 13,721 | 13,754 | 13,731 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.3** | 7.2 | 9.7 | 7.7 | 6.1 | 7.7 | 5.4 |
| Pertes de bridage | [%] | **13.9** | 4.7 | 5.5 | 18.4 | 3.3 | 20.1 | 31.1 |
| Autres pertes | [%] | **6.9** | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 |
| Pertes totales | [%] | **25.7** | 17.6 | 20.5 | 29.9 | 15.5 | 31.3 | 39.3 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **61,086** | 11,163 | 10,932 | 9,611 | 11,600 | 9,447 | 8,332 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,545** | 2,791 | 2,733 | 2,403 | 2,900 | 2,362 | 2,083 |
| Facteur de capacité | [%] | **29.0** | 31.8 | 31.2 | 27.4 | 33.1 | 26.9 | 23.8 |





Tableau 59 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m et le scénario 2 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.4** | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| Production brute | [MWh/an] | **82,211** | 13,551 | 13,750 | 13,704 | 13,721 | 13,754 | 13,731 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.3** | 7.2 | 9.7 | 7.7 | 6.1 | 7.7 | 5.4 |
| Pertes de bridage | [%] | **13.9** | 4.7 | 5.5 | 18.4 | 3.3 | 20.1 | 31.1 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **21.8** | 13.3 | 16.3 | 26.2 | 11.0 | 27.7 | 36.2 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **64,270** | 11,745 | 11,502 | 10,112 | 12,205 | 9,940 | 8,766 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,678** | 2,936 | 2,875 | 2,528 | 3,051 | 2,485 | 2,192 |
| Facteur de capacité | [%] | **30.5** | 33.5 | 32.8 | 28.8 | 34.8 | 28.3 | 25.0 |

Tableau 60 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m et le scénario 2 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines inclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **83,899** | 13,813 | 14,045 | 13,987 | 14,011 | 14,044 | 13,999 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.7** | 7.7 | 10.4 | 8.5 | 6.3 | 7.8 | 5.4 |
| Pertes de bridage | [%] | **14.7** | 9.4 | 12.6 | 17.4 | 11.0 | 19.0 | 18.5 |
| Autres pertes | [%] | **6.8** | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | **26.6** | 22.1 | 27.0 | 29.6 | 22.3 | 30.4 | 28.2 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **61,583** | 10,761 | 10,251 | 9,853 | 10,891 | 9,774 | 10,053 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,053** | 2,152 | 2,050 | 1,971 | 2,178 | 1,955 | 2,011 |
| Facteur de capacité | [%] | **23.4** | 24.6 | 23.4 | 22.5 | 24.8 | 22.3 | 22.9 |





Tableau 61 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m et le scénario 2 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **83,899** | 13,813 | 14,045 | 13,987 | 14,011 | 14,044 | 13,999 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.7** | 7.7 | 10.4 | 8.5 | 6.3 | 7.8 | 5.4 |
| Pertes de bridage | [%] | **14.7** | 9.4 | 12.6 | 17.4 | 11.0 | 19.0 | 18.5 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **22.8** | 18.0 | 23.2 | 25.9 | 18.2 | 26.8 | 24.4 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **64,793** | 11,322 | 10,785 | 10,367 | 11,459 | 10,283 | 10,577 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,160** | 2,264 | 2,157 | 2,073 | 2,292 | 2,057 | 2,115 |
| Facteur de capacité | [%] | **24.6** | 25.8 | 24.6 | 23.7 | 26.1 | 23.5 | 24.1 |

Tableau 62 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m et le scénario 2 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines inclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **83,899** | 13,813 | 14,045 | 13,987 | 14,011 | 14,044 | 13,999 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.7** | 7.7 | 10.4 | 8.5 | 6.3 | 7.8 | 5.4 |
| Pertes de bridage | [%] | **15.6** | 6.9 | 9.2 | 22.9 | 6.7 | 23.4 | 24.1 |
| Autres pertes | [%] | **6.8** | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | **27.4** | 19.9 | 24.2 | 34.3 | 18.5 | 34.2 | 33.1 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **60,927** | 11,061 | 10,651 | 9,192 | 11,417 | 9,238 | 9,369 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,031** | 2,212 | 2,130 | 1,838 | 2,283 | 1,848 | 1,874 |
| Facteur de capacité | [%] | **23.2** | 25.2 | 24.3 | 21.0 | 26.0 | 21.1 | 21.4 |





Tableau 63 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m et le scénario 2 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **83,899** | 13,813 | 14,045 | 13,987 | 14,011 | 14,044 | 13,999 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.7** | 7.7 | 10.4 | 8.5 | 6.3 | 7.8 | 5.4 |
| Pertes de bridage | [%] | **15.6** | 6.9 | 9.2 | 22.9 | 6.7 | 23.4 | 24.1 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **23.6** | 15.7 | 20.2 | 30.9 | 14.3 | 30.8 | 29.6 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **64,103** | 11,638 | 11,206 | 9,671 | 12,012 | 9,719 | 9,857 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,137** | 2,328 | 2,241 | 1,934 | 2,402 | 1,944 | 1,971 |
| Facteur de capacité | [%] | **24.4** | 26.6 | 25.6 | 22.1 | 27.4 | 22.2 | 22.5 |

Tableau 64 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m et le scénario 3 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines inclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **98,042** | 16,139 | 16,420 | 16,345 | 16,377 | 16,409 | 16,351 |
| Pertes de sillage | [%] | **8.1** | 8.1 | 11.1 | 9.0 | 6.4 | 8.2 | 5.5 |
| Pertes de bridage | [%] | **9.5** | 6.2 | 7.8 | 12.1 | 5.9 | 13.1 | 11.7 |
| Autres pertes | [%] | **6.8** | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | **22.5** | 19.6 | 23.7 | 25.5 | 18.0 | 25.7 | 22.3 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **76,007** | 12,970 | 12,533 | 12,179 | 13,425 | 12,195 | 12,705 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **1,919** | 1,965 | 1,899 | 1,845 | 2,034 | 1,848 | 1,925 |
| Facteur de capacité | [%] | **21.9** | 22.4 | 21.7 | 21.0 | 23.2 | 21.1 | 22.0 |





Tableau 65 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m et le scénario 3 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **98,042** | 16,139 | 16,420 | 16,345 | 16,377 | 16,409 | 16,351 |
| Pertes de sillage | [%] | **8.1** | 8.1 | 11.1 | 9.0 | 6.4 | 8.2 | 5.5 |
| Pertes de bridage | [%] | **9.5** | 6.2 | 7.8 | 12.1 | 5.9 | 13.1 | 11.7 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **18.4** | 15.4 | 19.7 | 21.6 | 13.8 | 21.8 | 18.2 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **79,969** | 13,646 | 13,187 | 12,813 | 14,125 | 12,831 | 13,368 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,019** | 2,068 | 1,998 | 1,941 | 2,140 | 1,944 | 2,025 |
| Facteur de capacité | [%] | **23.0** | 23.6 | 22.8 | 22.1 | 24.4 | 22.2 | 23.1 |

Tableau 66 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m et le scénario 3 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines inclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **98,042** | 16,139 | 16,420 | 16,345 | 16,377 | 16,409 | 16,351 |
| Pertes de sillage | [%] | **8.1** | 8.1 | 11.1 | 9.0 | 6.4 | 8.2 | 5.5 |
| Pertes de bridage | [%] | **7.6** | 3.3 | 11.1 | 5.4 | 5.4 | 12.5 | 7.9 |
| Autres pertes | [%] | **6.8** | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | **20.8** | 17.2 | 26.4 | 19.8 | 17.6 | 25.1 | 18.9 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **77,608** | 13,370 | 12,087 | 13,107 | 13,500 | 12,283 | 13,261 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **1,960** | 2,026 | 1,831 | 1,986 | 2,045 | 1,861 | 2,009 |
| Facteur de capacité | [%] | **22.4** | 23.1 | 20.9 | 22.7 | 23.3 | 21.2 | 22.9 |





Tableau 67 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5 m et le scénario 3 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **98,042** | 16,139 | 16,420 | 16,345 | 16,377 | 16,409 | 16,351 |
| Pertes de sillage | [%] | **8.1** | 8.1 | 11.1 | 9.0 | 6.4 | 8.2 | 5.5 |
| Pertes de bridage | [%] | **7.6** | 3.3 | 11.1 | 5.4 | 5.4 | 12.5 | 7.9 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **16.7** | 12.8 | 22.6 | 15.6 | 13.3 | 21.2 | 14.7 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **81,653** | 14,067 | 12,717 | 13,790 | 14,203 | 12,923 | 13,953 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,062** | 2,131 | 1,927 | 2,089 | 2,152 | 1,958 | 2,114 |
| Facteur de capacité | [%] | **23.5** | 24.3 | 22.0 | 23.8 | 24.5 | 22.3 | 24.1 |

Tableau 68 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m et le scénario 3 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines inclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.4** | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| Production brute | [MWh/an] | **82,211** | 13,551 | 13,750 | 13,704 | 13,721 | 13,754 | 13,731 |
| Pertes de sillage | [%] | **6.9** | 6.7 | 9.1 | 7.2 | 5.8 | 7.4 | 5.0 |
| Pertes de bridage | [%] | **18.9** | 11.0 | 17.2 | 22.8 | 9.7 | 24.5 | 28.1 |
| Autres pertes | [%] | **6.9** | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 |
| Pertes totales | [%] | **29.7** | 22.7 | 29.9 | 33.3 | 20.8 | 34.9 | 36.4 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **57,808** | 10,474 | 9,637 | 9,144 | 10,868 | 8,958 | 8,727 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,409** | 2,619 | 2,409 | 2,286 | 2,717 | 2,239 | 2,182 |
| Facteur de capacité | [%] | **27.5** | 29.9 | 27.5 | 26.1 | 31.0 | 25.5 | 24.9 |





Tableau 69 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m et le scénario 3 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.4** | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| Production brute | [MWh/an] | **82,211** | 13,551 | 13,750 | 13,704 | 13,721 | 13,754 | 13,731 |
| Pertes de sillage | [%] | **6.9** | 6.7 | 9.1 | 7.2 | 5.8 | 7.4 | 5.0 |
| Pertes de bridage | [%] | **18.9** | 11.0 | 17.2 | 22.8 | 9.7 | 24.5 | 28.1 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **26.0** | 18.7 | 26.3 | 29.8 | 16.7 | 31.5 | 33.1 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **60,822** | 11,020 | 10,140 | 9,621 | 11,434 | 9,425 | 9,182 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,534** | 2,755 | 2,535 | 2,405 | 2,859 | 2,356 | 2,296 |
| Facteur de capacité | [%] | **28.9** | 31.4 | 28.9 | 27.4 | 32.6 | 26.9 | 26.2 |

Tableau 70 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m et le scénario 3 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines inclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.4** | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| Production brute | [MWh/an] | **82,211** | 13,551 | 13,750 | 13,704 | 13,721 | 13,754 | 13,731 |
| Pertes de sillage | [%] | **6.9** | 6.7 | 9.1 | 7.2 | 5.8 | 7.4 | 5.0 |
| Pertes de bridage | [%] | **13.9** | 4.7 | 5.5 | 18.4 | 3.3 | 20.1 | 31.1 |
| Autres pertes | [%] | **6.9** | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 |
| Pertes totales | [%] | **25.3** | 17.2 | 20.0 | 29.5 | 15.1 | 31.1 | 39.1 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **61,377** | 11,224 | 10,997 | 9,668 | 11,643 | 9,481 | 8,364 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,557** | 2,806 | 2,749 | 2,417 | 2,911 | 2,370 | 2,091 |
| Facteur de capacité | [%] | **29.2** | 32.0 | 31.4 | 27.6 | 33.2 | 27.0 | 23.9 |





Tableau 71 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration V150, 4 MW @ 108 m et le scénario 3 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.4** | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| Production brute | [MWh/an] | **82,211** | 13,551 | 13,750 | 13,704 | 13,721 | 13,754 | 13,731 |
| Pertes de sillage | [%] | **6.9** | 6.7 | 9.1 | 7.2 | 5.8 | 7.4 | 5.0 |
| Pertes de bridage | [%] | **13.9** | 4.7 | 5.5 | 18.4 | 3.3 | 20.1 | 31.1 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **21.5** | 12.9 | 15.9 | 25.8 | 10.7 | 27.5 | 35.9 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **64,576** | 11,809 | 11,570 | 10,172 | 12,250 | 9,975 | 8,800 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,691** | 2,952 | 2,892 | 2,543 | 3,062 | 2,494 | 2,200 |
| Facteur de capacité | [%] | **30.7** | 33.7 | 33.0 | 29.0 | 34.9 | 28.4 | 25.1 |

Tableau 72 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m et le scénario 3 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines inclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **83,899** | 13,813 | 14,045 | 13,987 | 14,011 | 14,044 | 13,999 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.2** | 7.2 | 9.8 | 7.9 | 5.9 | 7.5 | 5.0 |
| Pertes de bridage | [%] | **14.7** | 9.4 | 12.6 | 17.4 | 11.0 | 19.0 | 18.5 |
| Autres pertes | [%] | **6.8** | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | **26.2** | 21.7 | 26.6 | 29.1 | 22.0 | 30.2 | 27.9 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **61,880** | 10,822 | 10,313 | 9,913 | 10,931 | 9,808 | 10,093 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,063** | 2,164 | 2,063 | 1,983 | 2,186 | 1,962 | 2,019 |
| Facteur de capacité | [%] | **23.5** | 24.7 | 23.5 | 22.6 | 24.9 | 22.4 | 23.0 |





Tableau 73 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m et le scénario 3 (conditions générales - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **83,899** | 13,813 | 14,045 | 13,987 | 14,011 | 14,044 | 13,999 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.2** | 7.2 | 9.8 | 7.9 | 5.9 | 7.5 | 5.0 |
| Pertes de bridage | [%] | **14.7** | 9.4 | 12.6 | 17.4 | 11.0 | 19.0 | 18.5 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **22.4** | 17.6 | 22.7 | 25.4 | 17.9 | 26.5 | 24.1 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **65,106** | 11,386 | 10,851 | 10,430 | 11,500 | 10,320 | 10,619 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,170** | 2,277 | 2,170 | 2,086 | 2,300 | 2,064 | 2,124 |
| Facteur de capacité | [%] | **24.8** | 26.0 | 24.8 | 23.8 | 26.2 | 23.5 | 24.2 |

Tableau 74 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m et le scénario 3 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines inclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **83,899** | 13,813 | 14,045 | 13,987 | 14,011 | 14,044 | 13,999 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.2** | 7.2 | 9.8 | 7.9 | 5.9 | 7.5 | 5.0 |
| Pertes de bridage | [%] | **15.6** | 6.9 | 9.2 | 22.9 | 6.7 | 23.4 | 24.1 |
| Autres pertes | [%] | **6.8** | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| Pertes totales | [%] | **27.0** | 19.5 | 23.7 | 33.9 | 18.2 | 34.0 | 32.8 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **61,222** | 11,124 | 10,716 | 9,247 | 11,458 | 9,271 | 9,406 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,041** | 2,225 | 2,143 | 1,849 | 2,292 | 1,854 | 1,881 |
| Facteur de capacité | [%] | **23.3** | 25.4 | 24.4 | 21.1 | 26.1 | 21.2 | 21.5 |





Tableau 75 : Résultats de production électrique par éolienne pour la configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m et le scénario 3 (conditions sectorielles - pertes électriques et les pertes de d'indisponibilité liées aux turbines exclues)

| Label | | Total | WTG1 | WTG2 | WTG3 | WTG4 | WTG5 | WTG6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse moyenne de vent | [m/s] | **6.3** | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| Production brute | [MWh/an] | **83,899** | 13,813 | 14,045 | 13,987 | 14,011 | 14,044 | 13,999 |
| Pertes de sillage | [%] | **7.2** | 7.2 | 9.8 | 7.9 | 5.9 | 7.5 | 5.0 |
| Pertes de bridage | [%] | **15.6** | 6.9 | 9.2 | 22.9 | 6.7 | 23.4 | 24.1 |
| Autres pertes | [%] | **2.0** | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pertes totales | [%] | **23.2** | 15.3 | 19.7 | 30.4 | 14.0 | 30.5 | 29.3 |
| Production nette (AEP, productible) | [MWh/an] | **64,414** | 11,704 | 11,274 | 9,730 | 12,056 | 9,754 | 9,896 |
| Heures équivalentes pleine charge | [h/an] | **2,147** | 2,341 | 2,255 | 1,946 | 2,411 | 1,951 | 1,979 |
| Facteur de capacité | [%] | **24.5** | 26.7 | 25.7 | 22.2 | 27.5 | 22.3 | 22.6 |

# ANNEXE G Intensité de Turbulence

***Remarques générales***

Les éoliennes sont conçues et certifiées selon la norme IEC61400-1, qui définit des classes de vent selon des paramètres liés aux caractéristiques du vent. Avant d'installer une éolienne sur un site, il convient de vérifier que les conditions de vent locales n'excèdent pas les conditions pour lesquelles le modèle d'éolienne est certifié.

La norme IEC61400-1 décrit plus de 25 paramètres de conception, essentiellement électriques, géotechniques et relatifs aux conditions météorologiques. Les paramètres couramment évalués sont les suivants : vitesse de vent extrême, intensité de turbulence, distribution des vitesses de vent, inclinaison et cisaillement du vent. Sur demande du Client, la présente étude évalue uniquement l'intensité de turbulence.

***Critères évalués***

L'intensité de turbulence (TI) caractérise la variabilité du vent et est définie comme le rapport entre écart-type et moyenne de la vitesse du vent sur 10 min. La turbulence entraîne la fatigue des composants mécaniques d'une éolienne. L'intensité de turbulence sur un parc éolien est une combinaison de l'intensité de turbulence ambiante résultant des conditions de vent et des effets du terrain, ainsi que de la turbulence générée par les éoliennes elles-mêmes.

La distribution de l'intensité de turbulence ambiante sur l'étendue du site est simulée par WasP Engineering. L'intensité de turbulence ambiante à l'emplacement et la hauteur d'axe de chaque éolienne est extrapolée à partir des mesures sur site. La turbulence créée par les éoliennes est quant à elle modélisée par le modèle de turbulence de sillage Stenn Frandsen, implémenté dans Windfarm Assessment Tool.

Le critère d'évaluation défini dans la 3ème édition de la norme IEC61400-1 est que la valeur du quantile à 90% estimée de l'écart-type de la turbulence soit inférieure à la valeur « représentative » de l'écart-type de la turbulence σ1 sur la tranche de vitesse 0.6Vr-Vcut, où Vr et Vcut sont respectivement la vitesse à laquelle l'éolienne atteint sa puissance nominale et sa vitesse de coupure :

$$\sigma_1 \geq \hat{\sigma} + 1.28\,\widehat{\sigma_\sigma}$$





Dans le « modèle de turbulence normal » (NTM) défini dans la norme, la valeur « représentative » de la turbulence (σ1) est fonction de la vitesse du vent à hauteur d'axe et est calculée comme suit, où Iref est la valeur « représentative » de l'intensité de turbulence à 15m/s et est définie pour chaque classe (cf.Tableau 1) :

$$\sigma_1 = I_{ref}(0.75\,V_{hub} + b); b = 5.6\,m/s$$

Tableau 1 : Valeurs Iref

| Classe | Iref [%] |
|---|---|
| A | 16 |
| B | 14 |
| C | 12 |

***Résultats d'intensité de turbulence avant wind sector management***

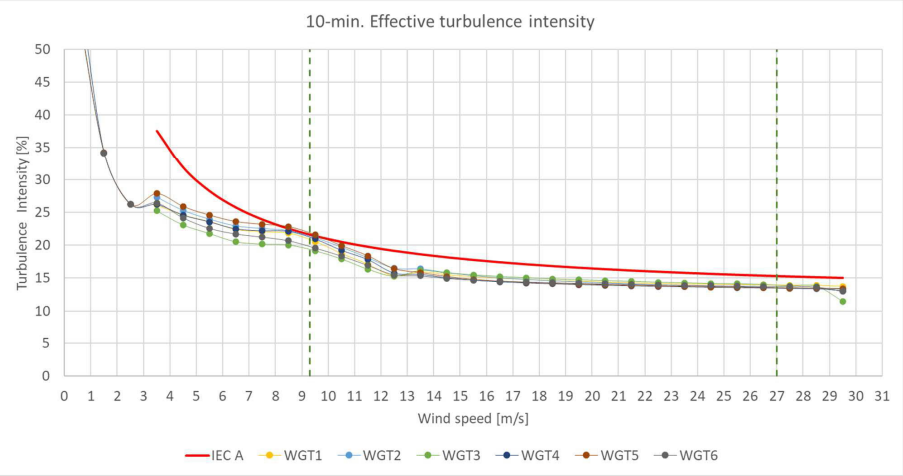



Figure 12 : Configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5m

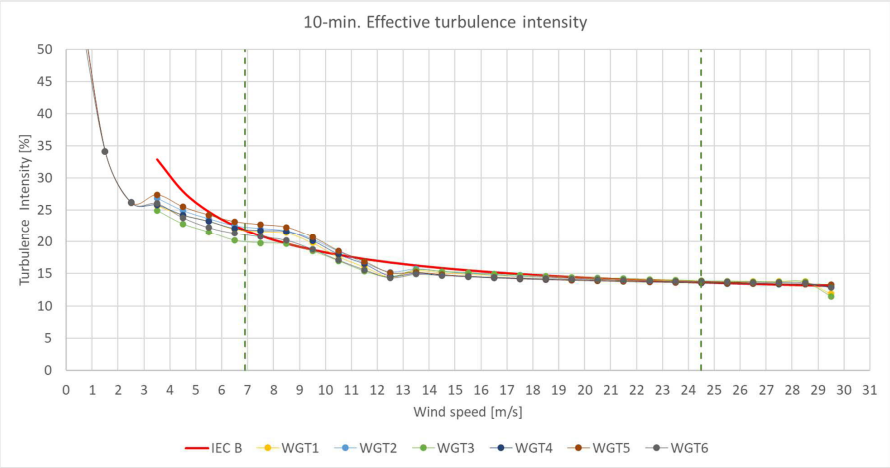



Figure 13 : Configuration V150, 4 MW @ 108m

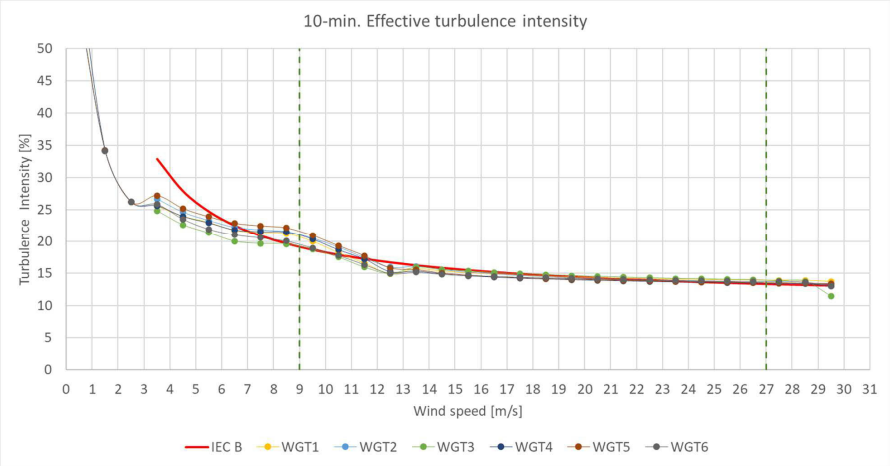



Figure 14 : Configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m





***Résultats d'intensité de turbulence après wind sector management***

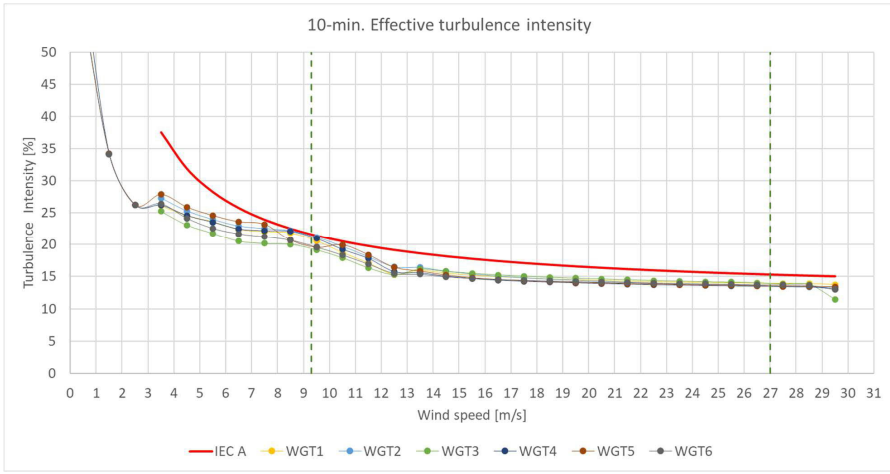



Figure 15 : Configuration SG 6.0-155, 6.6 MW @ 102.5m

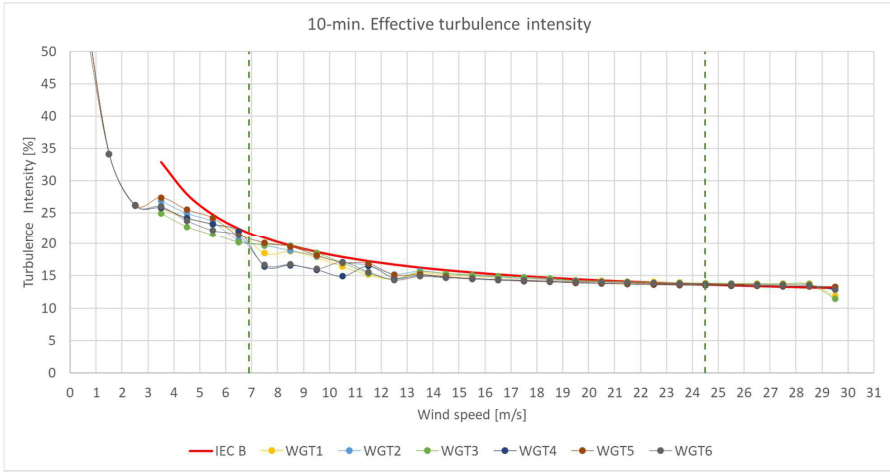



Figure 16 : Configuration V150, 4 MW @ 108m

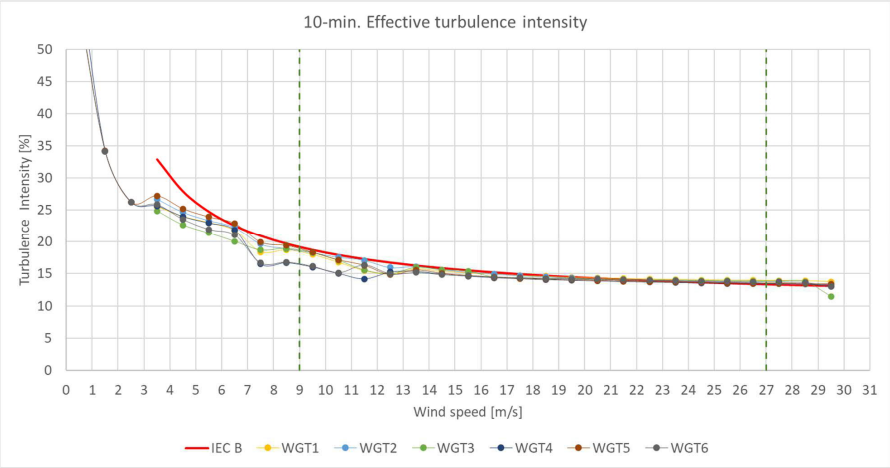



Figure 17 : Configuration SG 5.0-145, 5 MW @ 102.5 m



Estimation de productible

**Personne de contact:**
Marie Angot

**3E NV/SA**
Kalkkaai 6 – Quai à la Chaux
B-1000 Brussels – Belgium
T +32 2 217 58 68
F +32 2 219 79 89
BNP Paribas Fortis
IBAN: BE14 2300 0282 9083
SWIFT/BIC: GEBABEBB
RPR Brussels VAT BE 0465 755 594

# ANNEXE G LISTE DES ESPÈCES DE PLANTES RECENSÉES AU SEIN DU SITE DU PROJET

## Liste des espèces de plantes recensées au sein du site du projet

| Nom latin | Année | Nom latin | Année |
|---|---|---|---|
| *Acer pseudoplatanus* | 2008 | *Lysimachia nummularia* | 2011 |
| *Achillea millefolium* | 2009 | *Lythrum salicaria* | 2011 |
| *Achillea ptarmica* | 2011 | *Malva neglecta* | 2009 |
| *Aegopodium podagraria* | 2011 | *Matricaria maritima* | 2013 |
| *Aethusa cynapium* | 2009 | *Matricaria maritima subsp.inodora* | 2009 |
| *Ajuga reptans* | 2009 | *Matricaria recutita* | 2013 |
| *Alnus glutinosa* | 2013 | *Medicago lupulina* | 2013 |
| *Alopecurus myosuroides* | 2013 | *Medicago sativa* | 2013 |
| *Alopecurus pratensis* | 2011 | *Mentha aquatica* | 2011 |
| *Amaranthus retroflexus* | 2009 | *Mentha arvensis* | 2011 |
| *Anagallis arvensis subsp.arvensis* | 2009 | *Mercurialis annua* | 2009 |
| *Angelica sylvestris* | 2013 | *Myosotis arvensis* | 2009 |
| *Anthriscus sylvestris* | 2008 | *Myosoton aquaticum* | 2009 |
| *Arrhenatherum elatius* | 2013 | *Papaver rhoeas* | 2009 |
| *Artemisia vulgaris* | 2009 | *Persicaria amphibia* | 2013 |
| *Atriplex patula* | 2013 | *Persicaria maculosa* | 2011 |
| *Atriplex prostrata* | 2009 | *Phalaris arundinacea* | 2011 |
| *Auricularia auricula-judae* | 2014 | *Phragmites australis* | 2013 |
| *Bellis perennis* | 2009 | *Picris hieracioides* | 2009 |
| *Betula pendula* | 2013 | *Pimpinella major* | 2009 |
| *Brassica oleracea* | 2020 | *Plantago lanceolata* | 2009 |
| *Bromus sterilis* | 2020 | *Plantago major* | 2011 |
| *Bryonia dioica* | 2008 | *Poa annua* | 2013 |
| *Calystegia sepium* | 2013 | *Poa pratensis* | 2011 |
| *Capsella bursa-pastoris* | 2020 | *Poa trivialis* | 2011 |
| *Cardamine hirsuta* | 2020 | *Polygonum aviculare* | 2013 |
| *Carex acutiformis* | 2013 | *Potentilla anserina* | 2011 |
| *Carex disticha* | 2011 | *Potentilla reptans* | 2009 |
| *Carex hirta* | 2013 | *Prunella vulgaris* | 2008 |
| *Centaurea jacea* | 2013 | *Prunus avium* | 2013 |
| *Cerastium fontanum subsp.vulgare* | 2008 | *Prunus padus* | 2013 |
| *Cerastium glomeratum* | 2020 | *Puccinia poarum* | 2008 |
| *Chenopodium album* | 2013 | *Pulicaria dysenterica* | 2009 |
| *Chenopodium ficifolium* | 2013 | *Quercus robur* | 2013 |
| *Chenopodium polyspermum* | 2009 | *Ranunculus acris* | 2009 |
| *Cirsium arvense* | 2011 | *Ranunculus repens* | 2011 |
| *Cirsium oleraceum* | 2008 | *Raphanus raphanistrum* | 2009 |
| *Convolvulus arvensis* | 2009 | *Rorippa palustris* | 2011 |
| *Corylus avellana* | 2008 | *Rosa spinosissima* | 2011 |
| *Crataegus monogyna* | 2013 | *Rubus caesius* | 2011 |
| *Crepis biennis* | 2013 | *Rumex acetosa* | 2020 |
| *Crepis capillaris* | 2009 | *Rumex crispus* | 2011 |
| *Cruciata laevipes* | 2011 | *Rumex obtusifolius* | 2020 |
| *Dactylis glomerata* | 2011 | *Salix alba* | 2013 |
| *Deschampsia cespitosa* | 2013 | *Salix caprea* | 2013 |
| *Elymus repens* | 2013 | *Salix cinerea* | 2008 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Epilobium hirsutum* | 2011 | *Salix pentandra* | 2011 |
| *Epilobium parviflorum* | 2011 | *Salix triandra* | 2013 |
| *Equisetum arvense* | 2020 | *Salix x rubens* | 2008 |
| *Equisetum palustre* | 2011 | *Sambucus nigra* | 2013 |
| *Euphorbia helioscopia* | 2009 | *Scrophularia auriculata* | 2011 |
| *Fallopia convolvulus* | 2009 | *Scrophularia nodosa* | 2008 |
| *Festuca arundinacea* | 2009 | *Senecio jacobaea* | 2013 |
| *Festuca pratensis* | 2011 | *Senecio ovatus* | 2013 |
| *Festuca rubra* | 2009 | *Senecio vulgaris* | 2009 |
| *Filipendula ulmaria* | 2011 | *Silene dioica* | 2013 |
| *Fraxinus excelsior* | 2013 | *Silene latifolia subsp.alba* | 2009 |
| *Galeopsis tetrahit* | 2013 | *Sinapis arvensis* | 2020 |
| *Galinsoga parviflora* | 2013 | *Solanum dulcamara* | 2013 |
| *Galinsoga quadriradiata* | 2009 | *Solanum nigrum* | 2020 |
| *Galium aparine* | 2013 | *Sonchus arvensis* | 2013 |
| *Galium mollugo* | 2009 | *Sonchus oleraceus* | 2013 |
| *Galium palustre* | 2013 | *Stachys palustris* | 2013 |
| *Geranium molle* | 2013 | *Stachys sylvatica* | 2013 |
| *Geranium pyrenaicum* | 2009 | *Stellaria graminea* | 2013 |
| *Geranium robertianum* | 2013 | *Stellaria media* | 2020 |
| *Glechoma hederacea* | 2009 | *Symphytum officinale* | 2011 |
| *Glyceria fluitans* | 2011 | *Tanacetum vulgare* | 2011 |
| *Gnaphalium uliginosum* | 2011 | *Torilis japonica* | 2009 |
| *Heracleum sphondylium* | 2013 | *Trifolium pratense* | 2013 |
| *Holcus lanatus* | 2009 | *Trifolium repens* | 2013 |
| *Humulus lupulus* | 2013 | *Tussilago farfara* | 2011 |
| *Hypericum perforatum* | 2009 | *Ulmus minor* | 2013 |
| *Iris pseudacorus* | 2009 | *Urtica dioica* | 2020 |
| *Juncus bufonius* | 2011 | *Urtica urens* | 2020 |
| *Juncus effusus* | 2011 | *Valerianella locusta* | 2009 |
| *Juncus inflexus* | 2011 | *Veronica agrestis* | 2020 |
| *Lactuca serriola* | 2009 | *Veronica arvensis* | 2009 |
| *Lamium album* | 2011 | *Veronica hederifolia* | 2009 |
| *Lamium purpureum* | 2020 | *Veronica persica* | 2020 |
| *Lathyrus pratensis* | 2011 | *Viburnum opulus* | 2013 |
| *Leucanthemum vulgare* | 2009 | *Vicia cracca* | 2009 |
| *Linum usitatissimum* | 2020 | *Viola arvensis* | 2013 |
| *Lychnis flos-cuculi* | 2009 | | |

# ANNEXE H COURRIEL DU DNF- SPW AGRICULTURE, RESSOURCES NATURELLES ET ENVIRONNEMENT DU 3 NOVEMBRE 2020

BEAUJEAN Jean

De: VAN DRIESSCHE Isabelle <isabelle.vandriessche@spw.wallonie.be>
Envoyé: mardi 3 novembre 2020 15:09
À: TINEL Charlotte
Cc: BEAUJEAN Jean
Objet: RE: Demande d'avis de protocole pour relevés biologiques

Bonjour Madame Tinel,

Nous ne sommes malheureusement plus en mesure de répondre actuellement aux très nombreuses demandes d'avis préalables sur protocole que nous recevons des bureaux d'études. A priori, si vous suivez les directives de la note de référence, il ne devrait pas y avoir de souci.

Belle journée,

Isabelle Van Driessche

---

De : TINEL Charlotte
Envoyé : lundi 2 novembre 2020 14:49
À : VAN DRIESSCHE Isabelle
Cc : BEAUJEAN Jean
Objet : RE: Demande d'avis de protocole pour relevés biologiques

Bonjour Madame Van Driessche,

J'ai essayé de vous joindre sur votre gsm, je vous ai laissé un message vocal et je me permets de vous remettre ma demande par mail également.
Avez-vous déjà eu le temps de prendre connaissance du protocole ? Nous n'avons pas prévu de batmonitoring en altitude pour ce projet et nous aimerions connaitre votre avis à ce propos, en particulier concernant les éoliennes 4 et 6.

Merci d'avance.

Je vous souhaite une belle journée,

CSDINGENIEURS+
INGÉNIEUX PAR NATURE

50+ Conseils et solutions depuis 1970

Charlotte Tinel
Biologiste
Chargée d'étude

CSD INGENIEURS CONSEILS SA
Namur Office Park
Avenue des Dessus-de-Lives 2, bte 4
5101 Namur (Loyers)
t +32 81 43 40 76
f +32 81 43 47 92

e c.tinel@csdingenieurs.be
www.csdingenieurs.be
CSD est sur

CSD s'engage pour l'environnement. Avez-vous vraiment besoin d'imprimer cet e-mail?

---

De : TINEL Charlotte
Envoyé : lundi, 7 septembre 2020 17:30
À : 'mons.dnf.dgarne@spw.wallonie.be' <mons.dnf.dgarne@spw.wallonie.be>
Cc : 'VAN DRIESSCHE Isabelle' <isabelle.vandriessche@spw.wallonie.be>; BEAUJEAN Jean <j.beaujean@csdingenieurs.be>
Objet : RE: Demande d'avis de protocole pour relevés biologiques

À l'attention de Monsieur Damien BAUWENS, directeur du DNF – direction de Mons

Bonjour,

Je me permets de vous recontacter concernant la demande d'avis sur les relevés biologiques pour le projet éolien sur la commune de Quévy.

Pourriez-vous me dire quand vous pensez pouvoir nous communiquer l'avis ?

Je vous remercie d'avance.

Cordialement,

CSDINGENIEURS+
INGÉNIEUX PAR NATURE

Charlotte Tinel
Biologiste
Chargée d'étude

CSD INGENIEURS CONSEILS SA
Namur Office Park
Avenue des Dessus-de-Lives 2, bte 4
5101 Namur (Loyers)
t +32 81 43 40 76
f +32 81 43 47 92
e c.tinel@csdingenieurs.be
www.csdingenieurs.be
CSD est sur

CSD s'engage pour l'environnement. Avez-vous vraiment besoin d'imprimer cet e-mail?

De : TINEL Charlotte
Envoyé : mercredi, 5 février 2020 10:56
À : 'mons.dnf.dgarne@spw.wallonie.be' <mons.dnf.dgarne@spw.wallonie.be>
Cc : VAN DRIESSCHE Isabelle <isabelle.vandriessche@spw.wallonie.be>; FROMENT Céline <c.froment@csdingenieurs.be>
Objet : Demande d'avis de protocole pour relevés biologiques

À l'attention de Monsieur Damien Bauwens, directeur du DNF – direction de MONS.

Bonjour Monsieur,

Veuillez trouver ci-joint une demande d'avis sur un protocole d'inventaire de terrain pour une étude d'incidences environnementales d'un projet éolien sur la commune de Quévy. Ce protocole vise à évaluer l'incidence de ce projet sur l'avifaune et les chiroptères.
Vous recevrez également ce courrier par voie postale.

Je vous remercie d'avance.

Cordialement,

Charlotte Tinel
Biologiste
Chargée d'étude

CSD INGENIEURS
INGÉNIEUX PAR NATURE

CSD INGENIEURS CONSEILS SA
Namur Office Park
Avenue des Dessus-de-Lives 2, bte 4
5101 Namur (Loyers)
t +32 81 43 40 76
f +32 81 43 47 92
e c.tinel@csdingenieurs.be
www.csdingenieurs.be
*COFIBRI SPRL
CSD est sur

CSD s'engage pour l'environnement. Avez-vous vraiment besoin d'imprimer cet e-mail?

# ANNEXE I INVENTAIRES ET BASES DE DONNÉES OISEAUX ET CHAUVES-SOURIS

**Oiseaux recensés durant la période de nidification 2020**
**(Périmètre de 500 m autour des éoliennes – points d'écoute)**

| Espèces | LRW | 22/04/2020 | 12/05/2020 | 02/06/2020 |
|---|---|---|---|---|
| Accenteur mouchet *(Prunella modularis)* | LC | 2 | 1 | 1 |
| Alouette des champs *(Alauda arvensis)* | NT | 18 | 17 | 22 |
| Bergeronnette grise *(Motacilla alba)* | LC | 1 | | |
| Bergeronnette printanière *(Motacilla flava)* | LC | 3 | 6 | 5 |
| Bruant jaune *(Emberiza citrinella)* | NT | 1 | 3 | 2 |
| Buse variable *(Buteo buteo)* | LC | 1 | 1 | 1 |
| Canard colvert *(Anas platyrhynchos)* | LC | 3 | | 1 |
| Choucas des tours *(Corvus monedula)* | LC | 4 | 1 | |
| Corbeau freux *(Corvus frugilegus)* | LC | 33 | 4 | |
| Corneille noire *(Corvus corone)* | LC | 17 | 7 | 8 |
| Coucou gris *(Cuculus canorus)* | EN | | 2 | 2 |
| Epervier d'Europe *(Accipiter nisus)* | NT | 1 | | |
| Étourneau sansonnet *(Sturnus vulgaris)* | LC | | 2 | 3 |
| Faisan de Colchide *(Phasianus colchicus)* | NE | 4 | 4 | 5 |
| Fauvette à tête noire *(Sylvia atricapilla)* | LC | 12 | 11 | 18 |
| Fauvette grisette *(Curruca communis)* | LC | 7 | 12 | 10 |
| Gallinule poule d'eau *(Gallinula chloropus)* | LC | | 1 | |
| Goéland argenté *(Larus argentatus)* | NE | | 2 | |
| Goéland brun *(Larus fuscus)* | NE | 7 | 1 | |
| Gorgebleue à miroir *(Luscinia svecica)** | LC | | | 2 |
| Grive musicienne *(Turdus philomelos)* | LC | | 5 | 2 |
| Héron cendré *(Ardea cinerea)* | LC | | | 2 |
| Hirondelle rustique *(Hirundo rustica)* | LC | | 2 | 4 |
| Linotte mélodieuse *(Linaria cannabina)* | LC | 3 | 12 | 3 |
| Merle noir *(Turdus merula)* | LC | 10 | 4 | 8 |
| Moineau domestique *(Passer domesticus)* | LC | | 8 | 12 |
| Perdrix grise *(Perdix perdix)* | EN | | 2 | 1 |
| Pic épeiche *(Dendrocopos major)* | LC | | 1 | 1 |
| Pic vert *(Picus viridis)* | LC | | 2 | 1 |
| Pie bavarde *(Pica pica)* | LC | 1 | | |
| Pigeon ramier *(Columba palumbus)* | LC | 9 | 26 | 14 |
| Pinson des arbres *(Fringilla coelebs)* | LC | 4 | 1 | 2 |
| Pouillot véloce *(Phylloscopus collybita)* | LC | 2 | 2 | 1 |
| Rossignol philomèle *(Luscinia megarhynchos)* | LC | 1 | | |
| Rousserolle verderolle *(Acrocephalus palustris)* | NT | | | 5 |
| Tarier pâtre *(Saxicola rubicola)* | LC | 4 | 5 | 4 |
| Tarier pâtre *(Saxicola rubicola)* | LC | | | 3 |
| Tourterelle des bois *(Streptopelia turtur)* | EN | | 1 | |
| Tourterelle turque *(Streptopelia decaocto)* | LC | 1 | | |
| Traquet motteux *(Oenanthe oenanthe)** | RE | 3 | | |
| Troglodyte mignon *(Troglodytes troglodytes)* | LC | 8 | 6 | 8 |
| Vanneau huppé *(Vanellus vanellus)* | EN | 3 | | |

**Légende** :
Liste rouge de Wallonie : LC : non menacé ; NT : à la limite d'être menacé ; VU : vulnérable ; EN : en danger ; CR : en danger critique ; RE : régionalement éteint ; NE : non évalué.



Inventaires et bases de données oiseaux et chauves-souris - Projet de Parc éolien à Quévy

**Oiseaux recensés durant la période de nidification 2020**
**(Périmètre de 500 m autour des éoliennes – poste fixe)**

| Espèces | LRW | 18/05/2020 | 09/06/2020 | 07/07/2020 |
|---|---|---|---|---|
| Alouette des champs *(Alauda arvensis)* | NT | | | 3 |
| Bernache du Canada *(Branta canadensis)* | NE | 2 | | |
| Bruant jaune *(Emberiza citrinella)* | NT | | | 2 |
| Buse variable *(Buteo buteo)* | LC | 3 | 5 | 9 |
| Corbeau freux *(Corvus frugilegus)* | LC | 2 | | |
| Étourneau sansonnet *(Sturnus vulgaris)* | LC | | | 60 |
| Faucon crécerelle *(Falco tinnunculus)* | LC | 1 | 2 | 4 |
| Goéland argenté *(Larus argentatus)* | NE | 3 | 1 | 9 |
| Goéland brun *(Larus fuscus)* | NE | | | 5 |
| Goéland cendré *(Larus canus)* | VU | | 1 | |
| Gorgebleue à miroir *(Luscinia svecica)** | LC | | 1 | |
| Héron cendré *(Ardea cinerea)* | LC | 2 | | 2 |
| Hirondelle de fenêtre *(Delichon urbicum)* | LC | | 14 | 10 |
| Hirondelle rustique *(Hirundo rustica)* | LC | 4 | | 32 |
| Linotte mélodieuse *(Linaria cannabina)* | LC | | 12 | 5 |
| Martinet noir *(Apus apus)* | NT | | 5 | |
| Pigeon ramier *(Columba palumbus)* | LC | 20 | | 32 |
| Tarier pâtre *(Saxicola rubicola)* | LC | | | 4 |
| Vanneau huppé *(Vanellus vanellus)* | EN | | | 4 |

**Légende** :
Liste rouge de Wallonie : LC : non menacé ; NT : à la limite d'être menacé ; VU : vulnérable ; EN : en danger ; CR : en danger critique ; NE : non évalué.

**Oiseaux recensés en passage actif durant la migration postnuptiale 2020 (Postes fixes)**

| Espèces | 20/08/2020 | 24/08/2020 | 03/09/2020 | 11/09/2020 | 24/09/2020 | 29/09/2020 | 09/10/2020 | 12/10/2020 | 26/10/2020 | 09/11/2020 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alouette des champs *(Alauda arvensis)* | | | | | | | 54 | 349 | 188 | 132 |
| Alouette lulu *(Lullula arborea)** | | | | | | | 4 | 4 | 9 | |
| Autour des palombes *(Accipiter gentilis)* | | | | | 1 | | | | | |
| Balbuzard pêcheur *(Pandion haliaetus)** | | 2 | | | | | | | | |
| Bergeronnette grise *(Motacilla alba)* | | | | | 3 | 5 | 50 | 53 | 32 | |
| Bergeronnette printanière *(Motacilla flava)* | | 6 | 48 | 2 | 1 | | | | | |
| Bondrée apivore *(Pernis apivorus)** | 1 | 3 | | | | | | | | |
| Busard des roseaux *(Circus aeruginosus)** | 3 | 2 | | | | | | 1 | | |
| Busard Saint-Martin *(Circus cyaneus)** | | | | | | | | | 1 | |
| Buse variable *(Buteo buteo)* | | | | | | | | 2 | 3 | |
| Chardonneret élégant *(Carduelis carduelis)* | | | | | | | 29 | 15 | 2 | |
| Corbeau freux *(Corvus frugilegus)* | | | | | | | | | | 16 |
| Courlis corlieu *(Numenius phaeopus)* | | | | | | | | 2 | | |
| Epervier d'Europe *(Accipiter nisus)* | 1 | | | | | | | 1 | 1 | |
| Etourneau sansonnet *(Sturnus vulgaris)* | | | | | 19 | | 157 | 467 | 304 | 604 |
| Faucon émerillon *(Falco columbarius)** | | | | | | | 1 | | | |
| Faucon pèlerin *(Falco peregrinus)** | | | 1 | | | | | | | |
| Goéland argenté *(Larus argentatus)* | | | 1 | | | | | | | 5 |
| Goéland brun *(Larus fuscus)* | 174 | 74 | 40 | 40 | 63 | | 51 | 80 | 129 | 133 |
| Grand Cormoran *(Phalacrocorax carbo)* | | | | | | | 7 | 24 | | 39 |
| Grande Aigrette *(Ardea alba)** | | | | | | | | | 1 | |
| Grive draine *(Turdus viscivorus)* | | | | | | | | | 2 | |
| Grive indéterminée | | | | | | 2 | | 304 | 3 | 6 |
| Grive litorne *(Turdus pilaris)* | | | | | | | | 132 | | |
| Héron cendré *(Ardea cinerea)* | 1 | | 2 | 2 | | | | | | |
| Hirondelle de rivage *(Riparia riparia)** | | | 1 | | | | | | | |
| Hirondelle rustique *(Hirundo rustica)* | | | 91 | 10 | 3 | 3 | 9 | 23 | | |
| Limicole indéterminé | | | | | | | | 1 | | 3 |
| Linotte mélodieuse *(Linaria cannabina)* | | | | 5 | | 2 | 10 | | | |
| Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus)* | | 202 | 26 | | 86 | | | | 49 | 182 |
| Passereau indéterminé | | | | | 6 | 53 | 179 | 23 | 436 | 263 |
| Pigeon colombin *(Columba oenas)* | | | | | 4 | | 9 | 14 | 1 | 1 |
| Pigeon ramier *(Columba palumbus)* | | | | | | | | 18 | 191 | 2388 |
| Pinson des arbres *(Fringilla coelebs)* | | | | | | 57 | 478 | 966 | 347 | 30 |
| Pinson du Nord *(Fringilla montifringilla)* | | | | | | | 5 | 6 | | |
| Pipit des arbres *(Anthus trivialis)* | | | 2 | | | | | | | |
| Pipit farlouse *(Anthus pratensis)* | | | | | 11 | 27 | 79 | 118 | 75 | 7 |
| Pluvier doré *(Pluvialis apricaria)** | | | | | | | | | | 8 |
| Vanneau huppé *(Vanellus vanellus)* | | | | | | | 101 | 20 | | 273 |
| Verdier d'Europe *(Chloris chloris)* | | | | 10 | | | | 4 | | |





**Oiseaux recensés en halte en migration postnuptiale 2020 (Périmètre de 500 m autour des éoliennes – transect)**

| Espèces | 20/08/2020 | 24/08/2020 | 03/09/2020 | 11/09/2020 | 24/09/2020 | 29/09/2020 | 09/10/2020 | 12/10/2020 | 26/10/2020 | 09/11/2020 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Accenteur mouchet *(Prunella modularis)* | | | | | | 1 | | | | |
| Alouette des champs *(Alauda arvensis)* | | | | | | 17 | 16 | 5 | 135 | 41 |
| Bergeronnette grise *(Motacilla alba)* | 4 | 6 | 3 | | 3 | 4 | 4 | | | 2 |
| Bergeronnette printanière *(Motacilla flava)* | | 2 | | | | | | | | |
| Bruant jaune *(Emberiza citrinella)* | | | | | 1 | 3 | | | | |
| Buse variable *(Buteo buteo)* | | 2 | 2 | 2 | | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Canard colvert *(Anas platyrhynchos)* | | | | | | | | | | 9 |
| Chardonneret élégant *(Carduelis carduelis)* | | 60 | | | | | | 6 | | 1 |
| Choucas des tours *(Corvus monedula)* | 34 | | 31 | 26 | 45 | | 22 | | | |
| Corbeau freux *(Corvus frugilegus)* | 22 | | 23 | | 80 | | | | 40 | |
| Corneille noire *(Corvus corone)* | | | 4 | 6 | 3 | | | 4 | | |
| Epervier d'Europe *(Accipiter nisus)* | | | | 1 | | | | | 1 | |
| Etourneau sansonnet *(Sturnus vulgaris)* | 120 | 190 | 45 | 30 | 70 | 40 | 63 | 50 | 53 | 110 |
| Faucon crécerelle *(Falco tinnunculus)* | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | | | 1 | 2 | 3 |
| Fauvette grisette *(Curruca communis)* | | | | 1 | | | | | | |
| Geai des chênes *(Garrulus glandarius)* | | | | 5 | | | | | | |
| Goéland argenté *(Larus argentatus)* | | | | | | | | 1 | | |
| Goéland brun *(Larus fuscus)* | | 15 | | | | 119 | 72 | 16 | 4 | 87 |
| Grande Aigrette *(Ardea alba)** | | | | | | 1 | | | | |
| Héron cendré *(Ardea cinerea)* | 1 | 3 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Hirondelle de fenêtre *(Delichon urbicum)* | | 3 | | | | | | | | |
| Hirondelle rustique *(Hirundo rustica)* | | 11 | 18 | | | | | | | |
| Linotte mélodieuse *(Carduelis cannabina)* | | 40 | 9 | 8 | | 51 | 11 | 26 | | |
| Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus)* | 31 | | | | | 107 | | | 45 | 70 |
| Perdrix grise *(Perdix perdix)* | | | | | | | | | | 10 |
| Pic vert *(Picus viridis)* | | 1 | | 1 | | | | | | 1 |
| Pigeon colombin *(Columba oenas)* | | 1 | | 4 | 1 | | | 12 | | |
| Pigeon ramier *(Columba palumbus)* | 25 | 87 | 53 | 17 | | | 34 | 23 | | |
| Pinson des arbres *(Fringilla coelebs)* | | | | | | | | | | 8 |
| Pipit farlouse *(Anthus pratensis)* | | | | | 1 | | | | 41 | |
| Rougequeue noir *(Phoenicurus ochruros)* | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | | 1 | |
| Tarier des prés *(Saxicola rubetra)** | | | | 2 | | | 1 | | | |
| Tarier pâtre *(Saxicola rubicola)* | | | | 1 | | | 3 | 2 | 1 | |
| Tourterelle des bois *(Streptopelia turtur)* | 1 | | | | | | | | | |
| Traquet motteux *(Oenanthe oenanthe)** | | | | 2 | | | | | | |
| Vanneau huppé *(Vanellus vanellus)* | | 1 | | | | | | | | |
| Verdier d'Europe *(Carduelis chloris)* | | | | | | | 3 | | | |
| Corvidé indéterminé | | 140 | | | | | | 80 | 135 | |

**Oiseaux recensés en hivernage (hiver 2020-2021)**
**(Périmètre de 500 m autour des éoliennes – transect)**

| Espèces | Nombre d'individus | | |
|---|---|---|---|
| | 18/12/2020 | 15/01/2021 | 11/02/2021 |
| Accenteur mouchet *(Prunella modularis)* | | 5 | 1 |
| Alouette des champs *(Alauda arvensis)* | 24 | 170 | 137 |
| Bécassine des marais *(Gallinago gallinago)** | | | 9 |
| Bergeronnette des ruisseaux *(Motacilla cinerea)* | | | 1 |
| Bruant des roseaux *(Emberiza schoeniclus)* | | 2 | |
| Busard Saint-Martin *(Circus cyaneus)** | 2 | | 1 |
| Buse variable *(Buteo buteo)* | 2 | 2 | 1 |
| Choucas des tours *(Corvus monedula)* | 125 | | 31 |
| Corbeau freux *(Corvus frugilegus)* | 60 | | 18 |
| Corneille noire *(Corvus corone)* | | 4 | |
| Étourneau sansonnet *(Sturnus vulgaris)* | 50 | 240 | 45 |
| Faisan de Colchide *(Phasianus colchicus)* | | 1 | |
| Faucon crécerelle *(Falco tinnunculus)* | | 1 | |
| Faucon pèlerin *(Falco peregrinus)** | | 1 | |
| Goéland cendré *(Larus canus)* | | | 2 |
| Grive litorne *(Turdus pilaris)* | 246 | 3 | 6 |
| Grive mauvis *(Turdus iliacus)* | | 5 | |
| Grive musicienne *(Turdus philomelos)* | | 2 | 1 |
| Héron cendré *(Ardea cinerea)* | | 1 | 2 |
| Merle noir *(Turdus merula)* | | 3 | 4 |
| Mésange charbonnière *(Parus major)* | | 1 | |
| Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus)* | | | 37 |
| Perdrix grise *(Perdix perdix)* | | 9 | 1 |
| Pie bavarde *(Pica pica)* | | 1 | |
| Pigeon ramier *(Columba palumbus)* | | 1500 | |
| Pinson des arbres *(Fringilla coelebs)* | 100 | 5 | |
| Pipit farlouse *(Anthus pratensis)* | 12 | 6 | 4 |
| Rougegorge familier *(Erithacus rubecula)* | | | 1 |
| Tarier pâtre *(Saxicola rubicola)* | 1 | 1 | |
| Troglodyte mignon *(Troglodytes troglodytes)* | | | 1 |
| Corvidé indéterminé | 220 | 250 | |





**Oiseaux et chauves-souris d'intérêt communautaire signalés dans les sites Natura 2000**
**présents à moins de 10 km du projet (source : site web biodiversité wallonie.be)**

| | BE32019 | BE32018 |
|---|---|---|
| Distance minimale au projet (km) | 1.5 | 3,8 |
| Oiseaux | | |
| Bécassine des marais *(Gallinago gallinago)** | X | |
| Bondrée apivore *(Pernis apivorus)** | X | |
| Busard cendré *(Circus pygargus)** | X | |
| Busard des roseaux *(Circus aeruginosus)** | X | |
| Busard Saint-Martin *(Circus cyaneus)** | X | |
| Martin-pêcheur d'Europe *(Alcedo atthis)** | X | X |
| Pic mar *(Dendrocoptes medius)** | | X |
| Pic noir *(Dryocopus martius)** | X | X |
| Sarcelle d'hiver *(Anas crecca)** | X | |
| Chiroptères | | |
| Grand Rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)* | X | |
| Grand Murin (*Myotis myotis*)* | X | |
| Murin des marais (*Myotis dasycneme*)* | X | |
| Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)* | X | |
| Murin de Bechstein (*Myotis bechsteini*)* | X | |

## Oiseaux signalés dans la base de donnée du DEMNA (source : DEMNA, DGO3-SPW, 2020)

Pour chaque espèce signalée par le Demna dans un périmètre de 10 km autour du projet, une analyse croisée est effectuée de manière à connaitre de manière indépendante l'effectif maximal observé dans le périmètre des 10 km, ensuite l'année la plus récente ou l'espèce a été détectée dans le périmètre des 10 km et la distance la plus faible entre une espèce et le projet éolien. Ainsi, les colonnes fournissent des informations qui ne sont pas corrélées entre elles.

Exemple : pour l'espèce Accenteur mouchet, le groupe le plus conséquent observé sur le périmètre des 10 km autour du projet est de 2 individus. Les observations les plus récentes inscrites dans la base du DEMNA datent de 2016 pour cette espèce. La plus faible distance à laquelle est renseignée l'Accenteur mouchet est de 4709 mètres d'une des éoliennes du projet. Ainsi, la lecture des colonnes NE DOIT PAS se comprendre comme suit : 2 Accenteurs mouchet observés en 2016 à 4709 mètres du projet.

| Espèce | Effectif maximal | Observation la plus récente | Distance minimale au projet (m) |
|---|---|---|---|
| Accenteur mouchet *(Prunella modularis)* | 2 | 2019 | 1575 |
| Alouette des champs *(Alauda arvensis)* | 36 | 2019 | 43 |
| Autour des palombes *(Accipiter gentilis)* | 1 | 2013 | 3627 |
| Balbuzard pêcheur *(Pandion haliaetus)** | 2 | 2016 | 4533 |
| Bécasse des bois *(Scolopax rusticola)* | 4 | 2018 | 1200 |
| Bécassine des marais *(Gallinago gallinago)** | 1 | 2015 | 1368 |
| Bécassine sourde *(Lymnocryptes minimus)** | 1 | 2013 | 7840 |
| Bergeronnette des ruisseaux *(Motacilla cinerea)* | 2 | 2010 | 1695 |
| Bergeronnette grise *(Motacilla alba)* | 6 | 2019 | 828 |
| Bergeronnette printanière *(Motacilla flava)* | 5 | 2019 | 1600 |
| Bernache du Canada *(Branta canadensis)* | 7 | 2019 | 1671 |
| Bondrée apivore *(Pernis apivorus)** | 2 | 2019 | 1322 |
| Bouscarle de Cetti *(Cettia cetti)* | 1 | 2015 | 9652 |
| Bouvreuil pivoine *(Pyrrhula pyrrhula)* | 2 | 2014 | 1321 |
| Bruant des roseaux *(Emberiza schoeniclus)* | 84 | 2019 | 4650 |
| Bruant jaune *(Emberiza citrinella)* | 14 | 2019 | 376 |
| Bruant proyer *(Emberiza calandra)* | 5 | 2014 | 1587 |
| Busard cendré *(Circus pygargus)** | 1 | 2015 | 3979 |
| Busard des roseaux *(Circus aeruginosus)** | 5 | 2019 | 2288 |
| Busard Saint-Martin *(Circus cyaneus)** | 2 | 2019 | 1138 |
| Buse variable *(Buteo buteo)* | 5 | 2020 | 376 |
| Caille des blés *(Coturnix coturnix)* | 3 | 2013 | 1322 |
| Canard chipeau *(Mareca strepera)* | 7 | 2012 | 6742 |
| Canard colvert *(Anas platyrhynchos)* | 21 | 2019 | 949 |
| Canard masqué *(Cairina moschata)* | 1 | 2015 | 229 |
| Canard souchet *(Spatula clypeata)* | 3 | 2006 | 7467 |
| Chardonneret élégant *(Carduelis carduelis)* | 20 | 2019 | 1322 |
| Chevalier aboyeur *(Tringa nebularia)* | 1 | 2019 | 9758 |
| Chevalier culblanc *(Tringa ochropus)* | 1 | 2013 | 9170 |
| Chevêche d'Athéna *(Athene noctua)* | 1 | 2014 | 1138 |
| Choucas des tours *(Corvus monedula)* | 120 | 2020 | 477 |
| Chouette hulotte *(Strix aluco)* | 1 | 2014 | 1321 |
| Cigogne blanche *(Ciconia ciconia)** | 16 | 2017 | 1322 |
| Cigogne noire *(Ciconia nigra)** | 3 | 2017 | 1431 |
| Corbeau freux *(Corvus frugilegus)* | 400 | 2020 | 229 |
| Corneille noire *(Corvus corone)* | 65 | 2020 | 1340 |
| Coucou gris *(Cuculus canorus)* | 2 | 2019 | 949 |
| Cygne chanteur *(Cygnus cygnus)** | 5 | 2009 | 9132 |





| | | | |
|---|---|---|---|
| Cygne tuberculé *(Cygnus olor)* | 3 | 2015 | 1113 |
| Effraie des clochers *(Tyto alba)* | 1 | 2014 | 1200 |
| Epervier d'Europe *(Accipiter nisus)* | 1 | 2020 | 1128 |
| Étourneau sansonnet *(Sturnus vulgaris)* | 1000 | 2019 | 1604 |
| Faisan de Colchide *(Phasianus colchicus)* | 3 | 2020 | 1322 |
| Faucon crécerelle *(Falco tinnunculus)* | 4 | 2019 | 1340 |
| Faucon émerillon *(Falco columbarius)** | 1 | 2015 | 3979 |
| Faucon hobereau *(Falco subbuteo)* | 10 | 2018 | 376 |
| Faucon pèlerin *(Falco peregrinus)** | 1 | 2015 | 3979 |
| Fauvette à tête noire *(Sylvia atricapilla)* | 4 | 2020 | 2714 |
| Fauvette babillarde *(Curruca curruca)* | 1 | 2020 | 6172 |
| Fauvette des jardins *(Sylvia borin)* | 2 | 2019 | 3068 |
| Fauvette grisette *(Curruca communis)* | 3 | 2019 | 4228 |
| Foulque macroule *(Fulica atra)* | 15 | 2019 | 6742 |
| Fuligule milouin *(Aythya ferina)* | 11 | 2019 | 3979 |
| Fuligule morillon *(Aythya fuligula)* | 2 | 2019 | 6742 |
| Gallinule poule d'eau *(Gallinula chloropus)* | 3 | 2018 | 1238 |
| Geai des chênes *(Garrulus glandarius)* | 2 | 2020 | 1544 |
| Goéland argenté *(Larus argentatus)* | 62 | 2019 | 229 |
| Goéland brun *(Larus fuscus)* | 51 | 2019 | 3003 |
| Goéland cendré *(Larus canus)* | 30 | 2019 | 948 |
| Gorgebleue à miroir *(Luscinia svecica)** | 1 | 2019 | 9758 |
| Grand Cormoran *(Phalacrocorax carbo)* | 20 | 2019 | 1322 |
| Grand-duc d'Europe *(Bubo bubo)** | 1 | 2019 | 8569 |
| Grande Aigrette *(Ardea alba)** | 3 | 2017 | 1124 |
| Grèbe castagneux *(Tachybaptus ruficollis)* | 6 | 2016 | 6742 |
| Grimpereau des jardins *(Certhia brachydactyla)* | 2 | 2018 | 4228 |
| Grive draine *(Turdus viscivorus)* | 9 | 2012 | 4083 |
| Grive litorne *(Turdus pilaris)* | 100 | 2015 | 1368 |
| Grive mauvis *(Turdus iliacus)* | 21 | 2019 | 9170 |
| Grive musicienne *(Turdus philomelos)* | 26 | 2020 | 1322 |
| Grosbec casse-noyaux *(Coccothraustes coccothraustes)* | 2 | 2013 | 2750 |
| Grue cendrée *(Grus grus)** | 10 | 2014 | 7311 |
| Héron cendré *(Ardea cinerea)* | 2 | 2019 | 828 |
| Hibou des marais *(Asio flammeus)** | 1 | 2012 | 6742 |
| Hibou moyen-duc *(Asio otus)* | 1 | 2014 | 1431 |
| Hirondelle de fenêtre *(Delichon urbicum)* | 20 | 2013 | 1703 |
| Hirondelle de rivage *(Riparia riparia)** | 50 | 2019 | 9528 |
| Hirondelle rustique *(Hirundo rustica)* | 21 | 2019 | 949 |
| Hypolaïs ictérine *(Hippolais icterina)* | 1 | 2019 | 9365 |
| Hypolaïs polyglotte *(Hippolais polyglotta)* | 1 | 2013 | 7897 |
| Linotte mélodieuse *(Linaria cannabina)* | 92 | 2020 | 859 |
| Locustelle tachetée *(Locustella naevia)* | 1 | 2011 | 7755 |
| Loriot d'Europe *(Oriolus oriolus)* | 3 | 2016 | 2145 |
| Martinet noir *(Apus apus)* | 50 | 2019 | 4228 |
| Martin-pêcheur d'Europe *(Alcedo atthis)** | 1 | 2019 | 1549 |
| Merle noir *(Turdus merula)* | 4 | 2020 | 1434 |
| Mésange à longue queue *(Aegithalos caudatus)* | 15 | 2017 | 1200 |
| Mésange bleue *(Cyanistes caeruleus)* | 10 | 2020 | 1575 |
| Mésange charbonnière *(Parus major)* | 10 | 2020 | 1200 |
| Mésange huppée *(Parus cristatus)* | 1 | 2017 | 5626 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Mésange nonnette *(Poecile palustris*) | 1 | 2017 | 4083 |
| Milan noir *(Milvus migrans)** | 1 | 2019 | 2288 |
| Milan royal *(Milvus milvus)** | 2 | 2018 | 1500 |
| Moineau domestique *(Passer domesticus*) | 33 | 2019 | 1340 |
| Moineau friquet *(Passer montanus*) | 30 | 2009 | 4666 |
| Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus*) | 200 | 2020 | 457 |
| Oedicnème criard *(Burhinus oedicnemus)** | 1 | 2014 | 9170 |
| Oie cendrée *(Anser anser*) | 29 | 2015 | 1113 |
| Ouette d´Égypte *(Alopochen aegyptiaca*) | 18 | 2019 | 1113 |
| Perdrix grise *(Perdix perdix*) | 20 | 2019 | 1211 |
| Perdrix rouge *(Alectoris rufa*) | 1 | 2019 | 8445 |
| Perruche à collier *(Psittacula krameri*) | 10 | 2018 | 5803 |
| Perruche ondulée *(Melopsittacus undulatus*) | 1 | 2012 | 1325 |
| Pic épeiche *(Dendrocopos major*) | 2 | 2019 | 1322 |
| Pic épeichette *(Dryobates minor*) | 1 | 2006 | 2354 |
| Pic mar *(Dendrocoptes medius)** | 1 | 2013 | 3627 |
| Pic noir *(Dryocopus martius)** | 1 | 2014 | 949 |
| Pic vert *(Picus viridis*) | 2 | 2019 | 1064 |
| Pie bavarde *(Pica pica*) | 4 | 2019 | 296 |
| Pigeon biset *(Columba livia*) | 40 | 2017 | 4228 |
| Pigeon colombin *(Columba oenas*) | 3 | 2019 | 1655 |
| Pigeon ramier *(Columba palumbus*) | 160 | 2020 | 1508 |
| Pinson des arbres *(Fringilla coelebs*) | 199 | 2020 | 296 |
| Pinson du Nord *(Fringilla montifringilla*) | 2 | 2013 | 9170 |
| Pipit farlouse *(Anthus pratensis*) | 7 | 2019 | 6742 |
| Pipit spioncelle *(Anthus spinoletta*) | 1 | 2012 | 6742 |
| Pouillot fitis *(Phylloscopus trochilus*) | 2 | 2017 | 5234 |
| Pouillot siffleur *(Phylloscopus sibilatrix*) | 1 | 2006 | 3101 |
| Pouillot véloce *(Phylloscopus collybita*) | 10 | 2020 | 2333 |
| Râle d'eau *(Rallus aquaticus*) | 1 | 2010 | 7786 |
| Roitelet huppé *(Regulus regulus*) | 1 | 2013 | 3627 |
| Roitelet triple-bandeau *(Regulus ignicapilla*) | 3 | 2011 | 6787 |
| Rossignol philomèle *(Luscinia megarhynchos*) | 1 | 2020 | 1797 |
| Rougegorge familier *(Erithacus rubecula*) | 6 | 2020 | 1376 |
| Rougequeue noir *(Phoenicurus ochruros*) | 5 | 2019 | 859 |
| Rousserolle effarvatte *(Acrocephalus scirpaceus*) | 5 | 2013 | 162 |
| Rousserolle verderolle *(Acrocephalus palustris*) | 3 | 2019 | 7410 |
| Sarcelle d'hiver *(Anas crecca)** | 18 | 2012 | 6742 |
| Sittelle torchepot *(Sitta europaea*) | 3 | 2019 | 2868 |
| Sizerin flammé *(Acanthis flammea*) | 2 | 2012 | 6742 |
| Tadorne casarca *(Tadorna ferruginea)** | 1 | 2012 | 1600 |
| Tadorne de Belon *(Tadorna tadorna*) | 11 | 2019 | 3979 |
| Tarier pâtre *(Saxicola rubicola*) | 2 | 2018 | 3478 |
| Tarin des aulnes *(Spinus spinus*) | 20 | 2014 | 296 |
| Tourterelle des bois *(Streptopelia turtur*) | 1 | 2019 | 1743 |
| Tourterelle turque *(Streptopelia decaocto*) | 3 | 2020 | 1559 |
| Traquet motteux *(Oenanthe oenanthe)** | 1 | 2019 | 9170 |
| Troglodyte mignon *(Troglodytes troglodytes*) | 4 | 2020 | 1322 |
| Vanneau huppé *(Vanellus vanellus*) | 120 | 2019 | 828 |
| Verdier d'Europe *(Chloris chloris*) | 34 | 2019 | 1322 |





**Oiseaux signalés dans la base de donnée d'AVES (Natagora) (source : AVES, Natagora, 2020)**

Pour chaque espèce signalée par la base de données AVES dans un périmètre de 10 km autour du projet, une analyse croisée est effectuée de manière à connaitre de manière indépendante l'effectif maximal observé dans le périmètre des 10 km, ensuite l'année la plus récente ou l'espèce a été détectée dans le périmètre des 10 km et la distance la plus faible entre une espèce et le projet éolien. Ainsi, les colonnes fournissent des informations qui ne sont pas corrélées entre elles.

Exemple : pour l'espèce Accenteur mouchet ci-dessous, le groupe le plus conséquent observé sur le périmètre des 10 km autour du projet est de 70 individus. Les observations les plus récentes inscrites dans la base d'Aves datent de 2018 pour cette espèce. La plus faible distance à laquelle est renseignée l'Accenteur mouchet est de 667 mètres d'une des éoliennes du projet. Ainsi, la lecture des colonnes NE DOIT PAS se comprendre comme suit : 70 Accenteurs mouchet observés en 2018 à 667 mètres du projet.

| Espèce | Effectif maximal | Observation la plus récente | Distance minimale au projet (m) |
|---|---|---|---|
| Accenteur mouchet *(Prunella modularis*) | 22 | 2020 | 367 |
| Aigle botté *(Hieraaetus pennatus)** | 1 | 2020 | 1542 |
| Aigle de Bonelli *(Aquila fasciata)** | 1 | 2009 | 8940 |
| Aigrette garzette *(Egretta garzetta)** | 1 | 2013 | 7104 |
| Alouette des champs *(Alauda arvensis*) | 3440 | 2020 | 368 |
| Alouette lulu *(Lullula arborea)** | 178 | 2019 | 3490 |
| Autour des palombes *(Accipiter gentilis*) | 2 | 2020 | 1025 |
| Avocette élégante *(Recurvirostra avosetta)** | 7 | 1992 | 4375 |
| Balbuzard pêcheur *(Pandion haliaetus)** | 2 | 2020 | 4220 |
| Barge à queue noire *(Limosa limosa*) | 16 | 2013 | 4212 |
| Barge rousse *(Limosa lapponica)** | 1 | 1993 | 4829 |
| Bécasse des bois *(Scolopax rusticola*) | 2 | 2018 | 4687 |
| Bécasseau cocorli *(Calidris ferruginea*) | 1 | 1987 | 4334 |
| Bécasseau de Themmick *(Calidris temminckii*) | 2 | 1987 | 4326 |
| Bécasseau maubèche *(Calidris canutus*) | 2 | 1987 | 4212 |
| Bécasseau minute *(Calidris minuta*) | 1 | 1992 | 4375 |
| Bécasseau sanderling *(Calidris alba*) | 1 | 1987 | 4340 |
| Bécasseau variable *(Calidris alpina*) | 5 | 2016 | 4440 |
| Bécassine des marais *(Gallinago gallinago)** | 9 | 2020 | 4336 |
| Bécassine sourde *(Lymnocryptes minimus)** | 1 | 2011 | 5410 |
| Bec-croisé des sapins *(Loxia curvirostra*) | 10 | 2017 | 6337 |
| Bergeronnette de Yarrell *(Motacilla alba yarrellii*) | 1 | 2013 | 8281 |
| Bergeronnette des ruisseaux *(Motacilla cinerea*) | 8 | 2020 | 1427 |
| Bergeronnette flavéole *(Motacilla flava flavissima*) | 1 | 2019 | 2777 |
| Bergeronnette grise *(Motacilla alba*) | 177 | 2020 | 1782 |
| Bergeronnette printanière *(Motacilla flava*) | 35 | 2020 | 163 |
| Bergeronnette printanière nordique *(Motacilla flava thunbergi*) | 1 | 2015 | 8959 |
| Bernache du Canada *(Branta canadensis*) | 80 | 2020 | 480 |
| Bernache nonnette *(Branta leucopsis)** | 1 | 1998 | 7492 |
| Bondrée apivore *(Pernis apivorus)** | 33 | 2020 | 126 |
| Bouscarle de Cetti *(Cettia cetti*) | 1 | 2015 | 9563 |
| Bouvreuil pivoine *(Pyrrhula pyrrhula*) | 5 | 2020 | 1227 |
| Bruant des roseaux *(Emberiza schoeniclus*) | 84 | 2020 | 533 |
| Bruant jaune *(Emberiza citrinella*) | 120 | 2020 | 330 |
| Bruant lapon *(Calcarius lapponicus*) | 2 | 2016 | 4256 |
| Bruant ortolan *(Emberiza hortulana)** | 3 | 2016 | 4567 |
| Bruant proyer *(Emberiza calandra*) | 62 | 2020 | 2442 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Busard cendré *(Circus pygargus)** | 4 | 2018 | 2081 |
| Busard des roseaux *(Circus aeruginosus)** | 27 | 2020 | 125 |
| Busard Saint-Martin *(Circus cyaneus)** | 6 | 2020 | 298 |
| Buse pattue *(Buteo lagopus)* | 1 | 2014 | 3827 |
| Buse variable *(Buteo buteo)* | 36 | 2020 | 334 |
| Caille des blés *(Coturnix coturnix)* | 18 | 2020 | 322 |
| Calopsitte élégante *(Nymphicus hollandicus)* | 1 | 2009 | 7429 |
| Canard chipeau *(Mareca strepera)* | 34 | 2020 | 3240 |
| Canard colvert *(Anas platyrhynchos)* | 220 | 2020 | 1358 |
| Canard pilet *(Anas acuta)* | 70 | 2014 | 4327 |
| Canard siffleur *(Mareca penelope)* | 13 | 2011 | 4212 |
| Canard souchet *(Spatula clypeata)* | 20 | 2020 | 3037 |
| Chardonneret élégant *(Carduelis carduelis)* | 54 | 2020 | 480 |
| Chevalier aboyeur *(Tringa nebularia)* | 11 | 2020 | 3437 |
| Chevalier arlequin *(Tringa erythropus)* | 2 | 1993 | 4154 |
| Chevalier culblanc *(Tringa ochropus)* | 16 | 2020 | 2741 |
| Chevalier gambette *(Tringa totanus)* | 4 | 2019 | 3437 |
| Chevalier guignette *(Actitis hypoleucos)* | 7 | 2017 | 3252 |
| Chevalier stagnatile *(Tringa stagnatilis)* | 1 | 1992 | 4392 |
| Chevalier sylvain *(Tringa glareola)** | 20 | 2016 | 4154 |
| Chevêche d'Athéna *(Athene noctua)* | 3 | 2020 | 439 |
| Choucas des tours *(Coloeus monedula)* | 4800 | 2020 | 1022 |
| Chouette hulotte *(Strix aluco)* | 2 | 2020 | 1104 |
| Cigogne blanche *(Ciconia ciconia)** | 116 | 2020 | 345 |
| Cigogne noire *(Ciconia nigra)** | 4 | 2020 | 718 |
| Cincle plongeur *(Cinclus cinclus)* | 1 | 2020 | 7040 |
| Cochevis huppé *(Galerida cristata)* | 1 | 2006 | 8987 |
| Combattant varié *(Calidris pugnax)** | 14 | 2015 | 4154 |
| Corbeau freux *(Corvus frugilegus)* | 2000 | 2020 | 1021 |
| Corneille noire *(Corvus corone)* | 120 | 2020 | 480 |
| Coucou gris *(Cuculus canorus)* | 2 | 2020 | 480 |
| Courlis cendré *(Numenius arquata)* | 2 | 2020 | 2355 |
| Courlis corlieu *(Numenius phaeopus)* | 1 | 2015 | 9017 |
| Cygne chanteur *(Cygnus cygnus)** | 7 | 2011 | 9973 |
| Cygne tuberculé *(Cygnus olor)* | 9 | 2020 | 3037 |
| Echasse blanche *(Himantopus himantopus)** | 1 | 1999 | 3239 |
| Effraie des clochers *(Tyto alba)* | 2 | 2019 | 576 |
| Epervier d'Europe *(Accipiter nisus)* | 7 | 2020 | 1351 |
| Étourneau sansonnet *(Sturnus vulgaris)* | 12000 | 2020 | 480 |
| Faisan de Colchide *(Phasianus colchicus)* | 40 | 2020 | 480 |
| Faisan vénéré *(Syrmaticus reevesii)* | 1 | 2020 | 3495 |
| Faucon crécerelle *(Falco tinnunculus)* | 21 | 2020 | 232 |
| Faucon émerillon *(Falco columbarius)** | 3 | 2020 | 1183 |
| Faucon hobereau *(Falco subbuteo)* | 3 | 2020 | 430 |
| Faucon kobez *(Falco vespertinus)** | 1 | 1992 | 4338 |
| Faucon pèlerin *(Falco peregrinus)** | 2 | 2020 | 475 |
| Fauvette à tête noire *(Sylvia atricapilla)* | 15 | 2020 | 480 |
| Fauvette babillarde *(Curruca curruca)* | 3 | 2020 | 1392 |
| Fauvette des jardins *(Sylvia borin)* | 5 | 2020 | 480 |
| Fauvette grisette *(Curruca communis)* | 8 | 2020 | 442 |
| Foulque macroule *(Fulica atra)* | 57 | 2020 | 2269 |





| | | | |
|---|---|---|---|
| Fuligule milouin *(Aythya ferina)* | 57 | 2020 | 2545 |
| Fuligule morillon *(Aythya fuligula)* | 6 | 2020 | 3037 |
| Gallinule poule d'eau *(Gallinula chloropus)* | 30 | 2020 | 1692 |
| Geai des chênes *(Garrulus glandarius)* | 212 | 2020 | 1392 |
| Gobemouche gris *(Muscicapa striata)* | 3 | 2020 | 1385 |
| Gobemouche noir *(Ficedula hypoleuca)* | 1 | 2020 | 5871 |
| Goéland à ailes blanches *(Larus glaucoides)* | 1 | 2009 | 4718 |
| Goéland argenté *(Larus argentatus)* | 600 | 2020 | 1342 |
| Goéland argenté de Scandinavie *(Larus argentatus argentatus)* | 1 | 2015 | 3346 |
| Goéland bourgmestre *(Larus hyperboreus)* | 2 | 2017 | 8184 |
| Goéland brun *(Larus fuscus)* | 1000 | 2020 | 756 |
| Goéland brun occidental *(Larus fuscus graellsii)* | 1 | 2016 | 8212 |
| Goéland cendré *(Larus canus)* | 150 | 2019 | 2995 |
| Goéland leucophée *(Larus michahellis)* | 5 | 2018 | 5263 |
| Goéland pontique *(Larus cachinnans)* | 2 | 2019 | 6298 |
| Goéland spéc. *(Larus spec.)* | 300 | 2017 | 5242 |
| Gorgebleue à miroir blanc *(Luscinia svecica cyanecula)** | 1 | 2019 | 9397 |
| Grand corbeau *(Corvus corax)* | 1 | 2010 | 8559 |
| Grand Cormoran *(Phalacrocorax carbo)* | 457 | 2020 | 1059 |
| Grand Gravelot *(Charadrius hiaticula)* | 11 | 2016 | 4357 |
| Grand-duc d'Europe *(Bubo bubo)** | 5 | 2019 | 1845 |
| Grande Aigrette *(Ardea alba)** | 20 | 2020 | 1337 |
| Grèbe à cou noir *(Podiceps nigricollis)* | 1 | 2013 | 3260 |
| Grèbe castagneux *(Tachybaptus ruficollis)* | 14 | 2020 | 3075 |
| Grèbe huppé *(Podiceps cristatus)* | 1 | 2011 | 9385 |
| Grimpereau des jardins *(Certhia brachydactyla)* | 9 | 2020 | 1574 |
| Grive draine *(Turdus viscivorus)* | 42 | 2020 | 1350 |
| Grive litorne *(Turdus pilaris)* | 500 | 2020 | 321 |
| Grive mauvis *(Turdus iliacus)* | 283 | 2020 | 3998 |
| Grive musicienne *(Turdus philomelos)* | 203 | 2020 | 480 |
| Grosbec casse-noyaux *(Coccothraustes coccothraustes)* | 64 | 2020 | 1223 |
| Grue cendrée *(Grus grus)** | 483 | 2020 | 1564 |
| Guêpier d'Europe *(Merops apiaster)* | 18 | 2019 | 5954 |
| Guifette noire *(Chlidonias niger)** | 18 | 1992 | 4212 |
| Héron cendré *(Ardea cinerea)* | 24 | 2020 | 1013 |
| Héron garde-bœuf *(Bubulcus ibis)* | 1 | 2017 | 5546 |
| Hibou des marais *(Asio flammeus)** | 3 | 2020 | 5271 |
| Hibou moyen-duc *(Asio otus)* | 5 | 2020 | 801 |
| Hirondelle de fenêtre *(Delichon urbicum)* | 200 | 2020 | 1372 |
| Hirondelle de rivage *(Riparia riparia)** | 200 | 2020 | 3267 |
| Hirondelle rousseline *(Cecropis daurica)* | 1 | 2017 | 6014 |
| Hirondelle rustique *(Hirundo rustica)* | 168 | 2020 | 480 |
| Huppe fasciée *(Upupa epops)* | 1 | 2020 | 5501 |
| Hypolaïs ictérine *(Hippolais icterina)* | 1 | 2020 | 154 |
| Hypolaïs polyglotte *(Hippolais polyglotta)* | 2 | 2020 | 503 |
| Jaseur boréal *(Bombycilla garrulus)* | 12 | 2016 | 3986 |
| Linotte mélodieuse *(Linaria cannabina)* | 500 | 2020 | 363 |
| Locustelle tachetée *(Locustella naevia)* | 1 | 2016 | 5146 |
| Loriot d'Europe *(Oriolus oriolus)* | 2 | 2020 | 4061 |
| Martinet noir *(Apus apus)* | 200 | 2020 | 790 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Martin-pêcheur d'Europe *(Alcedo atthis)** | 1 | 2020 | 1396 |
| Merle à plastron *(Turdus torquatus)* | 7 | 2020 | 1297 |
| Merle noir *(Turdus merula)* | 40 | 2020 | 480 |
| Mésange à longue queue *(Aegithalos caudatus)* | 16 | 2020 | 1499 |
| Mésange à longue-queue *(Aegithalos caudatus caudatus)* | 1 | 2011 | 3944 |
| Mésange bleue *(Cyanistes caeruleus)* | 30 | 2020 | 854 |
| Mésange boréale *(Poecile montanus)* | 2 | 2020 | 4690 |
| Mésange charbonnière *(Parus major)* | 25 | 2020 | 854 |
| Mésange huppée *(Parus cristatus)* | 2 | 2020 | 3406 |
| Mésange noire *(Periparus ater)* | 50 | 2020 | 1670 |
| Mésange nonnette *(Poecile palustris)* | 8 | 2020 | 1786 |
| Milan noir *(Milvus migrans)** | 3 | 2020 | 1040 |
| Milan royal *(Milvus milvus)** | 2 | 2020 | 1024 |
| Moineau domestique *(Passer domesticus)* | 100 | 2020 | 480 |
| Moineau friquet *(Passer montanus)* | 22 | 2016 | 1562 |
| Mouette mélanocéphale *(Ichthyaetus melanocephalus)** | 1 | 2020 | 1025 |
| Mouette pygmée *(Hydrocoloeus minutus)* | 2 | 2018 | 3251 |
| Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus)* | 3000 | 2020 | 1133 |
| Oedicnème criard *(Burhinus oedicnemus)** | 1 | 2014 | 9354 |
| Oie cendrée *(Anser anser)* | 67 | 2019 | 1621 |
| Oie des moissons *(Anser serrirostris)* | 47 | 2013 | 7492 |
| Oie rieuse *(Anser albifrons)* | 25 | 2016 | 5307 |
| Ouette d´Égypte *(Alopochen aegyptiaca)* | 18 | 2020 | 1171 |
| Perdrix grise *(Perdix perdix)* | 50 | 2020 | 163 |
| Perdrix rouge *(Alectoris rufa)* | 4 | 2018 | 504 |
| Perruche à collier *(Psittacula krameri)* | 8 | 2020 | 6155 |
| Petit Gravelot *(Charadrius dubius)* | 9 | 2020 | 3156 |
| Phragmite des joncs *(Acrocephalus schoenobaenus)** | 1 | 2019 | 1619 |
| Pic épeiche *(Dendrocopos major)* | 16 | 2020 | 1344 |
| Pic épeichette *(Dryobates minor)* | 1 | 2020 | 3265 |
| Pic mar *(Dendrocoptes medius)** | 5 | 2020 | 4534 |
| Pic noir *(Dryocopus martius)** | 2 | 2020 | 1562 |
| Pic vert *(Picus viridis)* | 4 | 2020 | 163 |
| Pie bavarde *(Pica pica)* | 73 | 2020 | 1264 |
| Pie-grièche à tête rousse *(Lanius senator)** | 1 | 2016 | 102 |
| Pie-grièche écorcheur *(Lanius collurio)** | 1 | 1990 | 7786 |
| Pie-grièche grise *(Lanius excubitor)** | 1 | 2015 | 7581 |
| Pigeon biset *(Columba livia)* | 4 | 2020 | 7952 |
| Pigeon colombin *(Columba oenas)* | 150 | 2020 | 2791 |
| Pigeon ramier *(Columba palumbus)* | 14280 | 2020 | 480 |
| Pinson des arbres *(Fringilla coelebs)* | 4400 | 2020 | 373 |
| Pinson du Nord *(Fringilla montifringilla)* | 456 | 2020 | 1581 |
| Pipit à gorge rousse *(Anthus cervinus)* | 1 | 2013 | 7531 |
| Pipit des arbres *(Anthus trivialis)* | 3 | 2018 | 4285 |
| Pipit farlouse *(Anthus pratensis)* | 619 | 2020 | 364 |
| Pipit rousseline *(Anthus campestris)** | 8 | 2018 | 5299 |
| Pipit spioncelle *(Anthus spinoletta)* | 2 | 2019 | 4882 |
| Pluvier argenté *(Pluvialis squatarola)* | 1 | 2014 | 4894 |
| Pluvier doré *(Pluvialis apricaria)** | 500 | 2020 | 937 |
| Pluvier guignard *(Charadrius morinellus)** | 17 | 2019 | 4108 |
| Pouillot fitis *(Phylloscopus trochilus)* | 3 | 2020 | 1850 |





| | | | |
|---|---|---|---|
| Pouillot siffleur *(Phylloscopus sibilatrix)* | 1 | 2016 | 5418 |
| Pouillot véloce *(Phylloscopus collybita)* | 40 | 2020 | 480 |
| Pygargue à queue blanche *(Haliaeetus albicilla)** | 1 | 2012 | 7921 |
| Râle d'eau *(Rallus aquaticus)* | 2 | 2020 | 7760 |
| Roitelet huppé *(Regulus regulus)* | 5 | 2019 | 2083 |
| Roitelet triple-bandeau *(Regulus ignicapilla)* | 5 | 2020 | 4338 |
| Rossignol philomèle *(Luscinia megarhynchos)* | 2 | 2020 | 4967 |
| Rougegorge familier *(Erithacus rubecula)* | 18 | 2020 | 1373 |
| Rougequeue à front blanc *(Phoenicurus phoenicurus)* | 1 | 2020 | 3604 |
| Rougequeue noir *(Phoenicurus ochruros)* | 8 | 2020 | 302 |
| Rousserolle effarvatte *(Acrocephalus scirpaceus)* | 6 | 2020 | 4309 |
| Rousserolle verderolle *(Acrocephalus palustris)* | 7 | 2020 | 589 |
| Sarcelle d'été *(Spatula querquedula)** | 3 | 2020 | 3259 |
| Sarcelle d'hiver *(Anas crecca)** | 46 | 2020 | 3253 |
| Serin cini *(Serinus serinus)* | 1 | 2015 | 7549 |
| Sittelle torchepot *(Sitta europaea)* | 35 | 2020 | 1670 |
| Sizerin flammé *(Acanthis flammea)* | 15 | 2018 | 7240 |
| Sterne pierregarin *(Sterna hirundo)** | 1 | 1993 | 4154 |
| Tadorne de Belon *(Tadorna tadorna)* | 19 | 2020 | 1818 |
| Tarier des prés *(Saxicola rubetra)** | 14 | 2020 | 529 |
| Tarier pâtre *(Saxicola rubicola)* | 5 | 2020 | 381 |
| Tarin des aulnes *(Spinus spinus)* | 150 | 2019 | 1590 |
| Torcol fourmilier *(Jynx torquilla)** | 1 | 2017 | 3188 |
| Tourterelle des bois *(Streptopelia turtur)* | 5 | 2020 | 385 |
| Tourterelle turque *(Streptopelia decaocto)* | 42 | 2020 | 480 |
| Traquet motteux *(Oenanthe oenanthe)** | 25 | 2020 | 244 |
| Troglodyte mignon *(Troglodytes troglodytes)* | 30 | 2020 | 480 |
| Vanneau huppé *(Vanellus vanellus)* | 2761 | 2020 | 323 |
| Verdier d'Europe *(Chloris chloris)* | 600 | 2020 | 854 |

**Gîtes de chauves-souris et espèces prioritaires concernées inventoriés dans le périmètre de 10 km du projet (source : SPW-DGO3, DEMNA, 2000-2020)**

| Espèce | Localisation | Date d'observation la plus récente |
|---|---|---|
| *Myotis bechsteinii* | Carrières souterraines de la Malogne | 2018 |
| *Myotis bechsteinii* | Carrière souterraine de Ciply | 2018 |
| *Myotis bechsteinii* | Carrière souterraine de Mesvin | 2017 |
| *Myotis dasycneme* | Carrières souterraines de la Malogne | 2018 |
| *Myotis dasycneme* | Terril et Rieu | 2004 |
| *Myotis emarginatus* | Carrières souterraines de la Malogne | 2018 |
| *Myotis emarginatus* | Carrière souterraine de Ciply | 2018 |
| *Myotis emarginatus* | Carrière souterraine de Mesvin | 2018 |
| *Myotis emarginatus* | Terril et Rieu | 2004 |
| *Myotis myotis* | Carrières souterraines de la Malogne | 2017 |
| *Myotis myotis* | Carrière souterraine de Ciply | 2017 |
| *Myotis myotis* | Terril et Rieu | 2004 |
| *Rhinolophus ferrumequinum* | Carrières souterraines de la Malogne | 2018 |
| *Rhinolophus ferrumequinum* | Terril et Rieu | 2004 |

# ANNEXE J SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES DE L'IMPACT DES ÉOLIENNES SUR LES OISEAUX

# *L'éolien et l'avifaune*

# *Synthèse des connaissances scientifiques actuelles*

La construction anarchique d'un parc éolien peut être à l'origine de catastrophes écologiques. Un exemple malheureux est celui de l'impact du parc éolien d'Altamont Pass en Californie sur les rapaces. Ce parc fut construit aux Etats-Unis en 1982 en l'absence de toute étude d'impact. Il s'agit d'un parc très dense de 7.000 turbines qui sont à l'origine de la mort de nombreux rapaces chaque année (Orloff & Flannery 1992 ; Hunt et al. 1997). La taille de ce genre de parc est sans comparaison avec les parcs de maximum 15 éoliennes qui sont construits dans nos régions.

Lors de l'évaluation de l'impact de l'installation d'un parc éolien sur l'avifaune, de nombreux facteurs doivent être pris en compte, comme la configuration spatiale des éoliennes, la topographie, l'aérologie, les zones de nidifications, les axes de migration et de façon générale, la façon dont les oiseaux utilisent le site (Albouy et al. 1997, André et al. 2006 ; Kingsley & Whittam 2001).

Les impacts d'un parc éolien en phase d'exploitation sur l'avifaune varient fortement d'une espèce à l'autre. Les incidences principales sont une dépense énergétique supplémentaire en raison de la trajectoire de vol à l'approche du parc éolien, le risque de collision avec le rotor en mouvement, la désertion des espèces due au dérangement et à la perte d'habitat et l'effet barrière (Albouy et al. 1997 ; Janss 2000 ; Albouy et al. 2001 ; Barrios & Rodriguez 2004 ; André 2004 ; André et al 2006 ; Drewitt & Langston 2006).

*Impacts potentiels*

1°) Modification du comportement de vol

Globalement, lorsqu'on compare le nombre de passages d'oiseaux entre un site éolien et un site témoin équivalent, le nombre d'oiseaux survolant la zone est moindre pour les parcs éoliens. Les oiseaux qui traversent le site éolien modifient et ajustent leurs comportements de vol lorsque les rotors sont en marche. Lors d'une étude, Osborn et al. (1998) ont constaté que la majorité des oiseaux (70 à 75 %) ont modifié leur altitude de vol et ont traversé le parc en volant en-dessous des pales des rotors (à plus ou moins 20 mètres du sol), alors que 16 à 17,5 % des oiseaux ont traversé le parc à des altitudes dangereuses (20 à 50 mètres). La plupart des oiseaux observés (74,5 à 80 %) ne se sont pas approchés à plus de 30 mètres des éoliennes lors de leurs passages. Seul 5 à 14 % se sont approchés à moins de 16 mètres des rotors.

Albouy et al. (2001) ont observé que dans près de 90 % des cas, les oiseaux en approche des éoliennes ont réagi en modifiant leur trajectoire de vol.

Ces modifications de comportement de vol s'illustrent par (Albouy et al. 1997 ; Albouy et al. 2001) :

- un demi-tour pur et simple de certaines espèces en migration (réaction rare) ;
- des modifications de trajectoire et/ou d'altitude de vol principalement pour les espèces en migration.

Ces modifications du comportement de vol ont pour principale conséquence une dépense énergétique supplémentaire pour les oiseaux (Albouy et al. 1997). Dans certains cas, des oiseaux ont été observés faisant des détours de plusieurs kilomètres avant de trouver un endroit propice au franchissement de l'obstacle (lignes électrique par exemple ; Tombal, communication personnelle, 2007).

2°) Risque de collision

Le risque de collision entre éoliennes et oiseaux varie fortement d'une espèce à l'autre et d'une saison à l'autre (Barrios et Rodriguez 2004 ; Dürr 2005).

Le nombre moyen de décès d'oiseaux par éolienne varie fortement d'un parc à l'autre, et même d'une turbine à l'autre au sein d'un même parc, allant de 1 à 64 décès par turbine par an dans le cas des turbines les moins bien placées des parcs les plus problématique, comme à Alamont Pass (Etats-Unis). Le choix du site joue clairement un rôle capital dans la limitation du nombre de collisions fatales (Orloff & Flannery 1992 ; Hunt et al. 1997 ; Albouy et al. 1997 ; Albouy et al. 2001 ; Everaert & Kuijken 2007).

Deux phénomènes sont à l'origine du risque de collision pour l'avifaune : la migration et les déplacements locaux. De façon générale, le taux de mortalité dû aux collisions est faible pour les espèces nicheuses, mais réparti sur toute l'année, alors que dans le cas des oiseaux migrateurs, les études s'accordent pour dire que le taux de décès est plus élevé, mais se concentre sur des périodes limitées de l'année (Tombal, communications personnelles).

De nombreux facteurs sont responsables des collisions et la complexité de leurs interactions rend difficile la compréhension des évènements de collisions. Ainsi, des facteurs spécifiques à l'espèce (la morphologie, le comportement, la vision, l'ouïe, l'abondance, la migration etc), les caractéristiques des éoliennes (le modèle, la configuration, l'éclairage) ainsi que la topographie du terrain sont tous des facteurs pouvant être importants (Perrow et al. 2017). En conséquence, les estimations des taux de collisions avec les éoliennes varient beaucoup. Néanmoins, les variations entre modèles d'éoliennes au sein d'un même site peuvent être plus importantes à prendre en compte que la variation entre les sites, et il est clair que certains modèles d'éoliennes sont particulièrement dommageables à l'avifaune (Perrow et al. 2017).

Les espèces les plus concernées par la collision sont celles qui ont une moins bonne aptitude à réagir en vol, les « grands voiliers », qui pratiquent le vol à voile ou plané, ainsi que les rapaces.

D'après Osborn et al. (1998) et Mabay et Paul (2007), les espèces les plus concernées par le risque de collision sont également les rapaces et les oiseaux d'eau, car ces groupes volent à des altitudes et à des distances des éoliennes qui les mettent en danger. Cependant, des études récentes ont montré que dans certaines conditions même les passereaux peuvent être sensibles aux collisions (Perrow et al. 2017). Par ailleurs, Smallwood K.S (2013) a montré que l'affirmation que les rapaces étaient plus sensibles que les autres groupes pouvait être plus une perception plutôt qu'une réalité, du fait de la difficulté de détecterles cadavres des petites espèces, y compris les pigeons et passereaux. En général, les informations liées à la mortalité éolienne des passereaux a pu être biaisée du fait du peu d'étude réalisées, du fait des taux faibles de détection, à la rapidité de disparition par prédation des cadavres aussi bien que par le fait d'un taux faible de collision, même si cela est difficile à établir (Drewitt et Langston, 2008).

Les rapaces se révèlent être particulièrement sensibles au problème des collisions, malgré le fait qu'ils ne montrent pas de difficulté à détecter et à franchir les parcs éoliens lorsqu'ils sont simplement en déplacement (Howell 1990 ; Orloff 1992 ; Orloff & Flannery 1992 ; Kingsley & Whittam 2001). Ces conclusions sont typiquement basées sur le nombre de cadavre découverts au pied des éoliennes. Pour exemple, une des victimes le plus fréquente recensée dans la base de donnée nationale allemande, est la Buse variable *Buteo buteo,* le Milan royal *Milvus milvus* et le Pygargue à queue blanche. Cependant, si la taille de la population est prise en compte, il apparait que c'est le Pygargue à queue blanche qui est le plus sensible (Perrow et al. 2017). Le problème des collisions entre rapaces et turbines semble se poser lorsqu'ils sont en chasse, et que leur attention est focalisée sur leur proie. Dans le cas des rapaces en chasse, Hodos et. al (2001) ont émis l'hypothèse que le nombre de décès de ces oiseaux à la vue spécialement bien développée s'explique par le fait qu'ils sont incapables de partager leur attention entre la recherche de proies et les obstacles sur l'horizon. Cependant, il semblerait que la raison du taux de collision entre les rapaces et les pales des turbines soient la même

que dans le cas d'autres espèces d'oiseaux, à savoir qu'ils ont des difficultés à détecter les pales en mouvement, dont la vitesse à l'extrémité peut atteindre des vitesses de l'ordre de 200 km/h (Hodos et al. 2001, MacIsaak 2001).

3°) Désertion du milieu due au dérangement et destruction d'habitat

Dans certains cas, l'implantation d'un parc éolien peut mener à la désertion d'une zone plus ou moins importante autour des éoliennes par des espèces d'oiseaux. L'abandon de la zone peut être dû soit à l'occupation physique de l'habitat d'une espèce par les éoliennes (par exemple : abandon d'une zone par les vanneaux du fait de l'extension d'un site éolien en Allemagne (Bergen 2001)), soit le délaissement est lié aux perturbations générées par la construction et/ou l'exploitation du parc, qui a un effet dissuasif sur les espèces présentes.

En général, les éoliennes ont un effet dissuasif sur les zones de repos et de nourrissage pour les hivernants (Bateloup et al. 2004), tandis que les espèces résidentes s'y adaptent mieux (Meek et al. 1993 ; Percival 1998 ; Albouy et al. 1997 ; Guyonne & Clave 2000 ; Kingsley & Whittam 2001 ; James & Coady 2003 ; André et al. 2006). Même si l'érection d'un parc éolien n'entraine pas systématiquement la désertion de la zone, on a souvent pu observer significativement moins d'oiseaux et moins d'espèces d'oiseaux à proximité immédiate des éoliennes par rapport à une zone contrôle (Osborn et al. 1998 ; Leddy et al. 1999).

Ainsi, l'effarouchement est une des menaces principales induites par les parcs éoliens onshore pour les oiseaux. Les groupes taxonomiques les plus touchés sont les Ansériformes (Cygnes, Canards, Oies) et les Charadriiformes (en particulier les espèces côtières). Tous les autres groupes semblent moins affectés, bien qu'il existe des exceptions (Perrow et al. 2017). Les groupes taxonomiques et écologiques qui semblent souffrir de l'effet d'effarouchement (donc résultant en une perte d'habitat) ne souffrent habituellement pas fortement du risque de collision (Perrow et al. 2017). Les espèces démontrant un fort effet d'effarouchement, sont habituellement les espèces liées aux grands types de paysages ouverts (comme les Pluviers) (Perrow et al. 2017).

Pour la majorité des espèces, il y a une plus forte tendance à l'effarouchement en dehors de la période de nidification par rapport à la période de nidification. Par ailleurs, pour la plupart des espèces, l'effet d'effarouchement à lieu à une échelle assez faible, habituellement de l'ordre de 200 m autour des éoliennes, mais les espèces les plus sensibles peuvent subir un effarouchement sur plus de 800 mètres autour des éoliennes (Perrow et al. 2017).

Quelques espèces montrent un effet d'habituation envers les parcs éoliens, de sorte que la distance d'effarouchement diminue au fil du temps après la construction d'un parc (Perrow et al. 2017).

4°) Effet de barrière

La construction de ce type de très hautes structures peut morceler le milieu et restreindre le déplacement des différentes espèces au sein d'une zone. Cependant, l'effet « barrière » est fortement modulé par l'agencement spatial des turbines et de leurs positions par rapport aux axes de migration et de déplacement (Albouy et al. 2001 ; André et al 2006). La figure suivante illustre schématiquement la différence de dérangement générée par un parc éolien hypothétique en fonction de son orientation spatiale. Des turbines placées parallèlement à l'axe de déplacement des oiseaux sont ainsi source de moins de perturbations.

Lors de l'implantation d'un parc éolien, il est donc important de laisser libre des couloirs, des portes entre les turbines, afin que les oiseaux puissent « échapper » aux éoliennes (Albouy et al. 1997). Ceci est surtout important dans le cas de grands parcs éoliens construits dans des zones présentant des contraintes topologiques pour les déplacements des oiseaux.

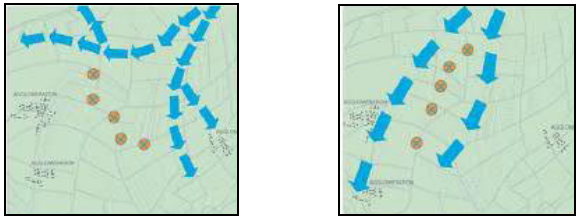


**Figure 1 : Représentation de l'impact différent de deux configurations d'un hypothétique parc éolien sur le déplacement des oiseaux (source : André et al. 2006).**

L'effet de barrière pour les oiseaux se situe à deux niveaux spatiaux différents :

1. Barrière aux déplacements locaux, ce qui entraine le morcellement des habitats ;
2. Barrière à la migration, ce qui pourrait interférer et dévier localement une voie de migration préférentielle.

Un parc éolien ne risque de constituer une barrière aux déplacements locaux que s'il est de grande taille, ce qui est rarement le cas dans nos régions (parcs de 5 à 15 éoliennnes), si les turbines sont disposées en lignes serrées, ne laissant pas de couloirs de traversées libres, ou qu'il se situe perpendiculairement à une voie de déplacement entre deux habitats particuliers du paysage, comme par exemple entre deux pièces d'eau ou bois relativement proches.

Pour qu'un parc constitue une barrière à la migration pour une ou plusieurs espèces, celui-ci doit être maladroitement placé sur une voie de migration convergente, en un lieu dont la topographie est contraignante. En Belgique, à cause de la topographie peu accidenté et du relief relativement bas, les voies de migration des oiseaux sont diffuses, et ne font pas l'objet de convergence de flux, à l'exception de certaines structures topographiques, comme la vallée de la Meuse ou la dépression de la Famenne par exemple. Les seuls éléments engendrant des concentrations d'oiseaux migrateurs sont les habitats jouant le rôle de haltes migratoires, comme les plans d'eau pour la migration des oiseaux d'eau par exemple. Un soin tout particulier doit donc être apporté à la détermination et au recensement des zones de haltes migratoires aux alentours d'un projet, afin d'éviter la création d'obstacle à la migration.

*Conséquences pour l'avifaune*

Les conséquences des impacts potentiels décrits ci-dessus sont variables d'une espèce à l'autre. Les paragraphes ci-après résument les principales conséquences pour les nicheurs locaux qui restent toute l'année ou une partie de l'année à proximité du parc éolien, les migrateurs qui survolent le parc éolien lors des déplacements migratoires et les hivernants qui ne fréquentent le site que durant la mauvaise saison.

1°) Les nicheurs locaux

Pour ces espèces qui sont présentes toute l'année ou seulement lors de la période de nidification, le risque se présente principalement dans deux cas. Premièrement lors de déplacements locaux entre sites de nourrissage et site de nidification pour des espèces dont le territoire s'étend sur plusieurs habitats, par exemple les rapaces qui utilisent une zone ouverte comme territoire de chasse et nichent au sein des zones boisées proches. Deuxièmement lors de mouvements locaux entre les habitats isolés (par exemple entre zones humides, ou entre massifs forestier). Ce dernier type de mouvement local joue un rôle important dans la dynamique des populations (flux génétiques, recolonisation en cas d'extinction de populations…). Quoi qu'il en soit, la plupart des oiseaux nicheurs s'adaptent généralement rapidement à la présence des turbines et les taux de collision sont assez faibles (Albouy et al. 1997 ; James & Coady 2003). Cette constatation ne s'applique cependant pas à toutes les espèces.

Au niveau des dérangements, des études récentes (Meek et al. 1993 ; Percival 1998 ; Albouy et al. 1997 ; Guyonne & Clave 2000 ; Kingsley & Whittam 2001 ; James & Coady 2003 ; André et al. 2006) montrent que les espèces d'oiseaux nicheuses locales s'adaptent rapidement à la présence des turbines. Par exemple, sept années de suivi (pré et post implantation) à Dumfries et Galloway (Royaume-Uni) consacrées à l'avifaune nicheuse n'ont mis en évidence aucun impact important sur les populations d'Alouette des champs (*Alauda arvensis*) et de Pipit farlouse (*Anthus pratensis*) (Bouteloup et al. 2004). Cependant, Leddy et al. (1999) ont mis en évidence que la densité d'oiseaux nicheurs est significativement inférieure dans un habitat sur lequel sont présentes des éoliennes que dans un habitat du même type sans turbines. La densité d'oiseaux nicheurs est nettement inférieur jusqu'à une distance de 180 mètres des éoliennes. O'Connell et Piorkowski (2006) ont montré que sur 22 espèces pour lesquelles ils ont effectué des comptages, 9 espèces présentaient une diminution significative de densité aux alentours des turbines. Dans le cas de la Sturnelle de l'ouest (*Sturnella neglecta*) et du Grand géocoucou (*Geococcyx californianus*), l'abondance maximale se situe à une distance de entre 5 et 10 kilomètres des turbines.

2°) Les migrateurs

En ce qui concerne les oiseaux en migration, deux types de questions se posent : Les éoliennes vont-elles couper une route de migration, en jouant le rôle de barrière infranchissable et les oiseaux vont-ils entrer en collision avec les turbines faute d'avoir pu détecter les pales ?

Les oiseaux migrateurs utilisent des stratégies migratoires différentes : certaines espèces migrent en effectuant un « vol direct ». Ces espèces se déplacent de jour ou de nuit, par grandes étapes. Ainsi, les rapaces et les cigognes dépendent des courants thermiques pour effectuer des alternances d'ascendance et de glissements passifs. Dans ce cas, l'altitude de vol est très variable. D'autres espèces, dont les passereaux et les limicoles par exemple parcourent de grandes distances de nuit. Ils se nourrissent la journée et, dans le cas des passereaux insectivores, effectuent de petits déplacements de buissons en buissons dans la direction de leur migration. Cette stratégie se nome « migration rampante ».

Lors des migrations, les oiseaux se déplacent sur des grandes distances à travers des zones qu'ils ne connaissent pas. Un parc éolien sur leur route constitue un facteur de risque supplémentaire. Un certain nombre de critères sont à prendre en compte, comme l'espèce, son altitude de vol, si sa migration a lieu de nuit… (Richardson 2000). Néanmoins, Albouy et al. (2001) ont observé que dans près de 90 % des cas, les oiseaux en approche des éoliennes ont réagi. Les oiseaux sont donc « dérangés » par les éoliennes, ce qui indique qu'ils détectent et prennent en compte l'obstacle éolien. D'autres facteurs jouent également un rôle dans le taux de décès par éolienne, comme par exemple les conditions météorologiques qui influencent considérablement la hauteur de vol[1] (Kingsley & Whittam 2001 ; Albouy et al. 1997, André et al. 2006), ainsi que la hauteur des éoliennes et la configuration du parc (Rogers et al. 1977).

Le danger de collision est plus grand pour les passereaux volant à basse altitude (Moorehead & Epstein 1985) et pour les migrateurs nocturnes (Richardson 2000), comme les limicoles et les passereaux insectivores notamment. En effet, les migrateurs diurnes voient les turbines et les évitent. Cependant, les oiseaux qui effectuent leur migration de nuit volent en général à des altitudes plus élevées que les migrateurs diurnes, ce qui réduit le risque d'impact (Richardson 2000 ; Yung et al. 2003).

3°) Les hivernants

Des études ont montré que les espèces d'oiseaux hivernantes, s'habituent à la présence des éoliennes (Dirksen et al. 2000) même si les éoliennes ont un effet dissuasif sur les zones de repos et de nourrissage pour les hivernants (Bateloup et al. 2004). Ross & Ross (1999) ont mis en évidence une baisse de la fréquentation des oiseaux en halte migratoire sur une distance de 500 mètres autour des éoliennes.

[1] Lorsque les conditions de visibilité sont médiocres où que les migrateurs sont exposés à un vent de face, ils abaissent leur hauteur de vol.

*Mesures de réduction des impacts*

L'expérience montre que le choix d'une localisation judicieuse pour tout projet de parc éolien constitue la principale mesure de réduction des impacts. **A titre d'exemple, l'implantation d'éoliennes à l'intérieur d'un couloir de migration important, à proximité d'une halte migratoire, du site de nidification ou d'une zone de gagnage d'une espèce rare doit ainsi être évitée.**

De la même manière, une distance de garde d'environ 200 mètres devrait être respectée par rapport aux structures intéressantes du paysage comme les haies vives et les lisières forestières lors de la création d'un parc. En effet, ces zones sont des milieux biologiquement plus riches et constituent des refuges pour un grand nombre d'espèces. L'implantation d'éoliennes trop près de ces éléments risque d'entrainer la désertion partielle de ceux-ci. Dans le cas d'étendues d'eau fortement fréquentées par les oiseaux d'eau, la distance de sécurité devrait être encore plus grande, afin de permettre aux oiseaux d'atterrir et de décoller sans risque.

En deuxième lieu, le choix de la configuration spatiale du parc a également une importance fondamentale. Il est ainsi important de veiller à ce que les éoliennes ne constituent pas une barrière perpendiculaire à l'axe de migration et qu'elles ne soient pas situées sur l'axe de déplacement entre deux habitats d'une espèce rare (deux massifs forestiers ou deux plans d'eau par exemple).

Le respect de ces simples mesures de précautions peut suffire à modérer significativement les impacts d'un projet éolien sur l'avifaune.

Enfin, dans certains cas, des mesures d'exploitation ont été prises, par exemple en arrêtant les éoliennes lors des journées caractérisées par des flux migratoires importants. En ce qui concerne d'autres mesures visant notamment à augmenter la visibilité des pales pour les migrateurs nocturnes par l'application de couleurs fluorescents, elles ne se sont pas avérées concluantes jusqu'à présent.

# ANNEXE K SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES DE L'IMPACT DES ÉOLIENNES SUR LES CHAUVES-SOURIS

# *L'éolien et la chiroptérofaune*

# *Synthèse des connaissances scientifiques actuelles*

Jusqu'il y a peu, la littérature scientifique s'attachait principalement à l'impact des éoliennes sur les oiseaux. La découverture de quelques cas de mortalités élevées de chauves-souris à proximité d'éoliennes, notamment au lors d'études au Canada et en Espagne, a mis en évidence la nécessité de recherches complémentaires relatives à ce taxon qui semble pouvoir, dans certains cas, être davantage touché par la présence des éoliennes que les oiseaux.

De nombreux travaux de recherche ont été menés dans ce domaine depuis le début des années 2000 (la plupart des études sont postérieures à 2003), afin de mieux comprendre les causes des cas de mortalité constatés.

Il convient toutefois d'être conscient que les connaissances sur la biologie des chiroptères sont, à ce jour, imparfaites. Ces inconnues ainsi que le caractère relativement récent des recherches sur le comportement des chiroptères face aux éoliennes impliquent des incertitudes quant à la prévision réelle de l'impact d'un projet précis sur ces mammifères.

## *Causes de mortalité*

Les chiroptères utilisent leur système d'écholocation pour s'orienter et détecter des obstacles et leurs proies. Chaque famille d'espèces émet dans une bande de fréquences (ultrasons) plus ou moins large. La bande de fréquence caractéristique de la Pipistrelle commune, espèce la plus souvent rencontrée en Belgique, est ainsi comprise entre 42 et 49 kHz, tandis que la Sérotine commune, émet plutôt dans la bande de 22 à 27 kHz.

En principe, les chiroptères sont donc en mesure de détecter et d'éviter des obstacles, même ceux en mouvement, grâce à leur système d'écholocation. Par ailleurs, la densité de chiroptères est faible et de l'ordre de quelques individus par kilomètre carré.

Face à ces constats, il convient de se poser la question de savoir quelles sont les raisons qui expliquent le nombre parfois élevé de chiroptères morts trouvés au pied d'éoliennes.

Plusieurs hypothèses sont avancées dans la littérature scientifique récente pour expliquer les cas de mortalité constatés aux abords de certains parcs éoliens.

### 1°) Les éoliennes attireraient les chiroptères

Plusieurs auteurs émettent l'hypothèse que les chauves-souris tuées par les éoliennes ont été attirées vers les turbines par les insectes, eux-mêmes attirés vers les turbines par le dégagement de chaleur de la génératrice (notamment : Ahlén 2003). Cette théorie pourrait éclaircir une partie du problème, mais pas sa totalité : toutes les espèces de chauves-souris européennes utilisent le sonar pour percevoir leur environnement (Alhén 2003). On pourrait donc légitimement s'attendre à ce qu'elles soient en mesure de détecter l'obstacle que sont les pales, même lorsque celles-ci sont en mouvement.

D'après des travaux récents (Pierson 1998 ; Kunz & Lumsden 2003 ; Barclay & Kurta 2007 ; Barclay et al. 2007), les espèces les plus touchées seraient les espèces migratrices. Lors de leur migration, ces espèces recherchent de grands arbres à l'approche du lever du soleil pour passer la journée. Elles pourraient donc se rapprocher des aérogénérateurs, les confondants avec de grands arbres, dans l'espoir d'y trouver un abri pour la journée, et essayer de rentrer dans les nacelles des turbines, ce qui leur fait courir un grand danger (Alhén 2003).

### 2°) Les chiroptères n'utiliseraient pas leur système d'écholocation lors de la migration

Keeley et al (2001) émettent l'hypothèse que les chiroptères n'utiliseraient l'écholocation que de façon très réduite lorsqu'ils se déplacent sur de longues distances, à savoir notamment en migration, dans le but d'économiser leur énergie. Lors de ces déplacements, les chiroptères utiliseraient leur vision optique pour s'orienter, et seraient donc moins aptes à détecter des pales en mouvement rapide.

### 3°) Les éoliennes seraient désorientées par les ondes sonores émises par les éoliennes

Une théorie avancée pour expliquer la mortalité des chiroptères par les éoliennes serait que les ondes sonores formées par le brassage de l'air par les pales (tourbillons) brouillent les ultrasons émis par les chauves-souris, ce qui a pour conséquence de désorienter les chiroptères, qui risquent alors de rentrer en collision avec les éoliennes (Bach 2003 ; Ahlén 2003 ; Horn et al. 2007). Cependant, suite à une étude des émissions d'ultrasons, Szewczak et Arnett (2006) n'ont pas mis en évidence d'émission d'ultrasons par les éoliennes dans des fréquences susceptibles d'attirer ou de dérouter les chauves-souris.

D'autre part, des études ont montré que les turbines en mouvement génèrent un léger champ électromagnétique. Or, certaines espèces de chauves-souris sont sensibles à ce type de champ. Une des causes de mortalité serait donc que les chauves-souris déroutées se rapprocheraient des pales par accident (Buchler & Wasilewski 1985 ; Holland et al. 2006).

### 4°) Les turbulences atmosphériques induites par les pales

Une autre cause de décès des chauves-souris pourrait être liée aux turbulences engendrées par le brassage de l'air par les pales. En effet, le mouvement des pales dans l'air crée des vortex dans lesquels la pression atmosphérique est moindre. Les chiroptères, même lorsqu'ils ont détecté la présence des pales, pourraient être aspirés par la dépression générée par les pales en mouvement. Prises dans la turbulence, les chauves-souris entreraient alors en collision avec les pales (Dürr & Bach 2004).

Mais récemment, Beerwaald et al (2008) ont proposé une autre cause de mortalité : après analyse de cadavres de chauves-souris découverts au pied d'éoliennes, ils se sont rendus compte que la plupart des chauves-souris mortes ne présentaient pas de blessures externes. Par contre, un grand nombre d'entre elles présentaient des hémorragies et dommages internes importants. De cela, Baerwald et al. ont déduit que les chauves-souris meurent dans un grand nombre de cas suite à un « barotrauma », c'est-à-dire suite à une décompression rapide. Les turbines en mouvement engendrent des perturbations atmosphériques localisées, au sein desquelles la pression atmosphérique baisse rapidement. Les chiroptères qui se rapprochent des éoliennes sans pour autant s'exposer au risque de collision subissent une rapide dépressurisation qui engendre l'éclatement de certains vaisseaux et l'animal meurt d'hémorragie interne. Ce phénomène ne concerne pas les oiseaux car ceux-ci présentent un système circulatoire plus résistant aux variations de pression. De toute évidence, la cause principale de mortalité de chauves-souris à proximité d'éoliennes ne serait pas la collision directe, mais bien les dégâts causés par des traumatismes barométriques dus aux perturbations atmosphériques locales du sillage des pales.

### 5°) Difficultés de détection des pales en mouvement

Parmi l'ensemble des facteurs pouvant expliquer les cas de mortalité constatés au niveau de certains parcs éoliens existants, l'une des plus probables reste, comme dans le cas des oiseaux, celle d'une détection insuffisante d'objets en mouvement rapide. En effet, la vitesse de la pale peut atteindre à son extrémité jusqu'à plus de 350 km/h. Les chiroptères pourraient donc rencontrer des difficultés de détecter à temps des objets se déplaçant aussi rapidement, d'autant plus que la portée de l'écholocation est limitée à quelques mètres.

*Conséquences pour les chiroptères*

Contrairement aux oiseaux, l'impact des éoliennes sur les chiroptères se limite au risque de collision, un éventuel effet d'effarouchement impliquant la désertion d'une zone située à proximité d'une éolienne n'ayant pas été observé jusqu'à présent.

D'après le rapport d'une étude menée par le Wisconsin Public Service Corporation, le problème des collisions pourraient cependant être plus important pour le taxon des chiroptères que pour les oiseaux (Keeley et al. 2001).

D'après Jonhson et al. (2003) et Hötker (2006), les espèces de chauves-souris les plus menacées sont celles à vol rapide et les espèces migratrices. Autour des turbines, les pics de mortalité ont été observés en fin d'été et en automne (Hötker 2006 ; Sterner et al. 2007). Les espèces locales résidentes semblent cependant présenter peu ou pas de mortalité (Jonhson et al. 2004).

En plus d'être spécifique à l'espèce, le nombre de chauves-souris tuées par les turbines varie fort d'un parc éolien à l'autre. Dans le cas de figure où des chauves-souris sont présentes au niveau d'un site, il a été recensé le décès de 3,4 chauves-souris par turbine, et jusqu'à 46 individus par machine dans certain cas extrême (Côté, 2006). Comme pour les oiseaux, il est fortement influencé par la configuration du parc et par les caractéristiques intrinsèques de l'espèce présente (comportement et hauteurs de vol, etc.).

De manière générale, les chauves-souris sont des mammifères qui se reproduisent relativement lentement (un seul petit par couple par an en général). Un nouveau facteur de mortalité n'est donc pas facile à compenser compte tenu de la fragilité de certaines populations. La prise de conscience de ce risque s'illustre par l'Accord relatif à la conservation des chauves-souris en Europe (Eurobats / Convention de Bonn), et particulièrement la résolution 4.7, adoptée en septembre 2003, spécialement consacrée aux risques liés aux éoliennes.

A la suite d'une étude étalée sur deux ans, Brinkmann (2006) a pu observer que les différentes espèces de chauves-souris ne sont pas soumises de la même manière aux effets des éoliennes (*voir tableau suivant*). Des critères comme l'habitat au sein duquel est construit le parc, la distance des éoliennes par rapport aux sites occupés par des chiroptères ou si les sites en question sont des lieux de reproduction ou d'hivernage ont une influence importante sur les impacts qu'aura un parc éolien.

**Tableau 1 : Impacts attendus de l'érection d'un parc à proximité d'une parcelle boisée en fonction de l'espèce (d'après Brinkmann, 2006).**

| Espèce | Impact de la construction des éoliennes à proximité des différentes zones | | Impact de l'exploitation des éoliennes sur les types de mouvements | |
|---|---|---|---|---|
| | Site de repos | Zone de chasse | Déplacement | Chasse |
| Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*) | - | + | - | - |
| Grand murin (*Myotis myotis*) | + | + | + | - |
| Vespertilion de Bechstein (*Myotis bechsteini*) | ++ | + | - | - |
| Vespertilion à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*) | + | + | - | - |
| Vespertilion de Natterer (*Myotis nattereri*) | ++ | + | - | - |
| Vespertilion à moustaches (*Myotis mystacinus*) | ++ | + | - | - |
| Vespertilion de Brandt (*Myotis brandti*) | + | + | - | - |
| Vespertilion de Daubenton (*Myotis daubentonii*) | ++ | + | - | - |
| Noctule commune (*Nyctalus noctula*) | ++ | - | ++ | ++ |
| Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) | ++ | - | +++ | +++ |
| Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) | - | - | ++ | ++ |
| Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) | + | - | +++ | +++ |
| Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) | ++ | - | ++ | ++ |
| Barbastelle (*Barbastella barbastellus*) | ++ | + | + | + |
| Oreillard roux ou commun (*Plecotus auritus*) | ++ | + | - | - |
| Oreillard gris ou méridional (*Plecotus austriacus*) | - | + | + | - |

Plus récemment, Roemer et al. (2017) ont estimé la sensibilité des différentes espèces présentes en France et en Belgique en normalisant le nombre de cas de collision connus avec une estimation de la densité de population de chaque espèce. Ils calculent ainsi un indice de sensibilité qui varie selon les différentes espèces entre 3 et 81 000. Selon leur estimation, les espèces les plus sensibles sont les Noctules et la Sérotine bicolore (indices de sensibilité à la collision entre 2700 et 81 000). Viennent ensuite la Sérotine de Nilson (2500) et la Pipistrelle de Nathusius (1991), puis les autres pipistrelles et la Sérotine commune (entre 270 et 532). Les petits murins, la Barbastelle et les Rhinolophes présentent sans surprise un indice très faible, entre 3 et 19. Un résultat plus surprenant, qui diffère des résultats des études antérieures, est la sensibilité du Grand Murin (indice de 204), qui est du même ordre de grandeur que celle de la Pipistrelle commune (273), espèce la plus souvent retrouvée lors des recherches systématiques de cadavres sous les éoliennes.

**Tableau 2 : Résultat de l'étude de Roemer et al. (2017) concernant la sensibilité au risque de collision/barotraumatisme des différentes espèces de chauves-souris présentes en France et en Belgique.**

| Species | Mean activity (Positive minutes of activity /night); Haquart (2013) | Detection distance (m); Barataud (2015) | Number of carcasses FR; EUROBATS, Rodrigues et al. (2015) | Collision susceptibility index | Mean activity at ground | Mean activity at height |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Small *Myotis* | 19.59 | 15 | 3 | 3 | 2.32 | 0.02 |
| *R. hipposideros* | 0.66 | 5 | 0 | 8 | 0 | 0 |
| *Plecotus* sp. | 1.52 | 23 | 0 | 14 | 0.8 | 0.01 |
| *R. ferrumequinum* | 0.52 | 10 | 0 | 19 | 0.04 | 0 |
| *B. barbastellus* | 3.21 | 15 | 3 | 19 | 0.35 | 0 |
| *M. schreibersii* | 1.44 | 30 | 5 | 125 | 0.11 | 0.02 |
| Large *Myotis* | 0.49 | 20 | 4 | 204 | 0.11 | 0.01 |
| *P. pipistrellus* | 79.85 | 35 | 622 | 273 | 27.08 | 5.86 |
| *E. serotinus* | 3.34 | 40 | 23 | 287 | 1.28 | 0.36 |
| *P. kuhlii* | 9.55 | 30 | 130 | 411 | 3.48 | 1.97 |
| *P. pygmaeus* | 5.93 | 25 | 125 | 532 | 2.61 | 0.33 |
| *T. teniotis* | 0.18 | 150 | 1 | 815 | 0.02 | 0.01 |
| *H. savii* | 1.78 | 40 | 36 | 833 | 0.2 | 0.11 |
| *P. nathusii* | 3.15 | 35 | 178 | 1991 | 1.36 | 0.89 |
| *E. nilsonii* | 0.02 | 50 | 0 | 2500 | 0 | 0 |
| *N. noctula* | 1.15 | 100 | 31 | 2783 | 0.07 | 0.14 |
| *N. leisleri* | 0.87 | 70 | 63 | 5155 | 0.6 | 0.7 |
| *N. lasiopterus* | 0.08 | 150 | 6 | 12,755 | 0 | 0.02 |
| *V. murinus* | 0.01 | 50 | 8 | 81,678 | 0 | 0.01 |

*Mesures de réduction des impacts*

Comme dans le cas des oiseaux, le choix d'une localisation adéquate constitue la principale mesure pouvant être prise pour limiter l'impact d'un projet sur les chauves-souris. L'implantation d'un parc éolien à proximité de gîtes de reproduction ou d'hivernage connus est à ce titre à éviter.

De même, le choix de la configuration du parc peut avoir une influence directe sur les risques de collision. On évitera ainsi l'implantation trop près d'habitat connus pour être des terrains de chasse privilégiés des chiroptères (lisières forestières, haies, plans d'eau,…).

Afin de éviter/réduire la mortalité par collision, l'arrêt des éoliennes pendant les périodes d'activité de colonies de chauves-souris particulièrement rares a été suggéré par différents auteurs. Il est ainsi théoriquement envisageable de programmer les éoliennes de façon à ce quelle soient arrêtées automatiquement pendant certaines périodes de l'année et lorsque les conditions météorologiques (température, vent) sont favorables à l'envol des chiroptères.

Un tel module d'arrêt est a présent systématiquement recommandé dans les études d'incidences sur l'environnement pour des projets de parcs éoliens en Wallonie.

Par ailleurs, des systèmes d'effarouchement par émission d'ultrasons sont en cours de développement, et pourraient potentiellement permettre une nette réduction de la mortalité.

# ANNEXE L POSITION DE LA FÉDÉRATION DES PARCS NATURELS DE WALLONIE POUR UN ÉOLIEN RESPECTUEUX DES VALEURS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, 2020

FÉDÉRATION
Parcs naturels
de Wallonie

# Le développement des parcs éoliens sur le territoire des Parcs naturels de Wallonie

Position de la Fédération des Parcs naturels de Wallonie pour un éolien respectueux des valeurs du développement durable

Octobre 2020

# Table des matières


1. INTRODUCTION ..... 3

1.1 Objectif de la démarche ..... 3

1.2 Le défi énergétique ..... 3

1.3 La Déclaration de Politique Régionale 2019-2024 ..... 4

1.4 Plans de gestion et enjeux des territoires des Parcs naturels ..... 5

1.5 Code du Développement Territorial (CoDT), Cadre de référence (CDR) et Schéma de Développement Territorial (SDT) ..... 5

1.6 La Charte paysagère des Parcs naturels ..... 6

1.7 Potentiel vent ..... 6

1.8 La perception du citoyen ..... 7

2. POSITION DES PARCS NATURELS DE WALLONIE ..... 8

2.1 Précisions d'interprétation du cadre de référence pour le territoire ..... 9

2.2 Accompagnement et suivi continu des projets éoliens ..... 9

2.3 Lignes de force du paysage ..... 9

2.4 Photomontage ..... 10

2.5 Implantation du parc éolien ..... 11

2.6 Configuration du parc éolien ..... 12

2.7 Co-visibilité et inter-distance ..... 14

2.8 Effet d'encerclement ..... 15

2.9 Participation citoyenne ..... 15

2.10 Biodiversité ..... 16

3. COMPLEMENTS POUR LES ASPECTS LIES A LA BIODIVERSITE ..... 21

4. ABREVIATIONS ..... 23

5. GLOSSAIRE ..... 24

6. REFERENCE ..... 26

# 1. INTRODUCTION

## 1.1 Objectif de la démarche

Les Parcs naturels sont des territoires reconnus pour leur ruralité et leur cadre de vie. Les Parcs naturels soutiennent pleinement la politique de développement de l'éolien en Wallonie, ils souhaitent que celui-ci ne se fasse pas au détriment de la qualité de leur cadre de vie. Il est donc important d'accompagner la mise en œuvre des parcs éoliens afin d'optimiser leur implantation et d'aborder l'ensemble des contraintes liées à leur développement, et cela, en **concertation en amont du projet** avec le Parc naturel, les communes, le développeur et son bureau d'étude en charge de l'étude d'incidence.

Par rapport à une certaine pression sur les territoires des Parcs naturels et la multiplication débridée de projets, il est nous est apparu opportun de proposer des positions communes pour une implantation cohérente des éoliennes dans le paysage.

## 1.2 Le défi énergétique

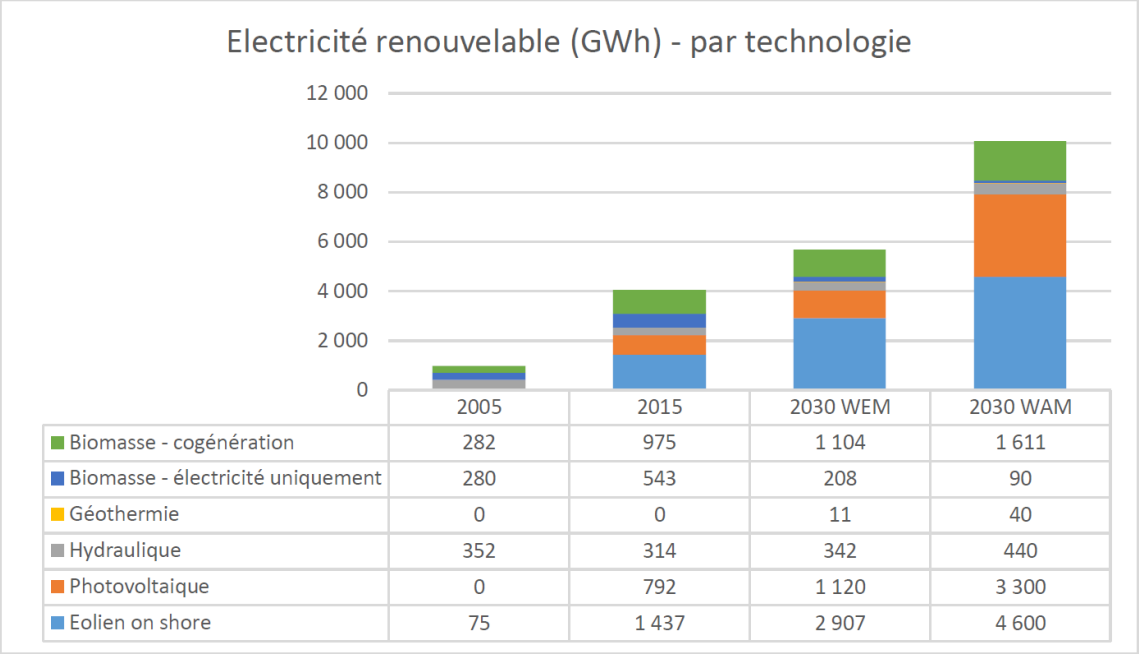
Le défi énergétique est une vraie problématique actuelle. Ce sujet est devenu un des sujets de préoccupation principale des politiques mondiales. Plusieurs accords et réglementations sont apparus depuis quelques années afin de parvenir à une transition énergétique dans un futur proche.

Au niveau européen, le Green Deal indique « *Les consommateurs devraient participer à la transition vers une énergie propre et en tirer parti. Les sources d'énergie renouvelables joueront un rôle capital. Il sera essentiel d'augmenter la production d'énergie éolienne en mer, en se fondant sur la coopération régionale entre les États membres. L'intégration intelligente des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique et des autres solutions durables dans tous les secteurs permettra de réaliser la décarbonation au coût le plus bas possible.* ».

Dans le Plan National intégré Energie Climat belge 2021-2030, la Wallonie prévoit que la production en énergie renouvelable sera couverte en grande majorité par l'éolien et ensuite le photovoltaïque.

Dans ce cadre, la Contribution de la Wallonie au Plan National Énergie Climat approuvée le 28 novembre 2019 par le Gouvernement wallon prévoit, à l'horizon 2030, la production de 2.907 GWh d'électricité d'origine éolien à mesures constantes et 4.600 GWh avec la prise de mesures additionnelles. Soit, par rapport à la situation de 2015, un doublement de la production à mesures constantes et un triplement dans le cas où des mesures additionnelles sont adoptées.

Le Plan prévoit aussi de lever les freins au développement éolien : *« Afin de lever les freins au développement de l'éolien en Wallonie, le Gouvernement wallon a identifié 15 mesures pour favoriser le développement de la filière éolienne. En vue de la mise en œuvre de ces mesures, plusieurs engagements des parties prenantes figureront par ailleurs dans la Convention de Transition Ecologique. Ce mécanisme de Conventions de Transition écologique pourrait être prévu dans le Décret-Programme (en vigueur depuis le 18/10/2018). S'apparentant à un Green Deal, la Convention de Transition écologique devrait permettre la mobilisation des différents acteurs (privés, publics, associatifs, citoyens, …) dans un processus dynamique et collaboratif visant à stimuler la transition énergétique dans les projets de développement éolien. »* (PWEC, p.250).




| | 2005 | 2015 | 2030 WEM | 2030 WAM |
|---|---|---|---|---|
| Biomasse - cogénération | 282 | 975 | 1 104 | 1 611 |
| Biomasse - électricité uniquement | 280 | 543 | 208 | 90 |
| Géothermie | 0 | 0 | 11 | 40 |
| Hydraulique | 352 | 314 | 342 | 440 |
| Photovoltaique | 0 | 792 | 1 120 | 3 300 |
| Eolien on shore | 75 | 1 437 | 2 907 | 4 600 |

*Figure 1 : Objectif de la production d'énergie renouvelable pour la Wallonie (PWEC, 2019).*
*WEM = With existing measure / WAM = With additional measure*

## 1.3 La Déclaration de Politique Régionale 2019-2024

La Déclaration de Politique Régionale indique que : *« Le Gouvernement soutiendra, notamment en adaptant la Pax Eolienica, le déploiement concerté des éoliennes sur terre, à l'échelle régionale, en impliquant les pouvoirs locaux et les riverains, en particulier au travers de la participation citoyenne dans les projets, en veillant à la qualité de vie des riverains, en améliorant la sécurité juridique, en accélérant les procédures, en utilisant les technologies les plus performantes,* ***en préservant la biodiversité et en veillant à l'intégration paysagère****. Des discussions seront relancées avec les autorités fédérales pour limiter au maximum les contraintes d'implantation liées aux activités militaires. ».*

*« La Pax Eolienica vise à simplifier les démarches administratives des promoteurs éoliens et à améliorer les outils existants afin de remédier au « taux de mortalité » des projets actuels, elle traduit la volonté du Gouvernement wallon d'associer pleinement tous les acteurs concernés autour des enjeux liés à la poursuite du développement de la production d'énergie renouvelable par l'implantation d'éoliennes sur le territoire wallon et elle scelle les engagements des parties en présence.*

*Les mesures de la Pax Eolienica portent sur les conditions sectorielles, le suivi acoustique, les adaptations juridiques nécessaires dans le code de l'Aménagement du territoire, notamment en matière de permis, les adaptations du décret électricité permettant le déploiement de micro-réseaux, la simplification administrative, les critères aéronautiques, l'accès aux données cadastrales, l'acceptation sociale, la taxation. En contrepartie, le Gouvernement a créé un Fonds Biodiversité, qui sera alimenté par les promoteurs éoliens à l'occasion de la mise en œuvre des compensations environnementales, et dont les recettes seront affectées à des projets de restauration de la biodiversité. »* (PWEC, p.250).

## 1.4 Plans de gestion et enjeux des territoires des Parcs naturels

Les plans de gestion de chaque Parc naturel proposent un projet de territoire durable intégrant des principes de préservation, restauration et gestion de la qualité du cadre de vie et son patrimoine naturel. Les enjeux locaux de biodiversité sont détaillés à travers les objectifs stratégiques et opérationnels définis dans le Plan de gestion de chaque Parc naturel.

Les Plans de gestion identifient des enjeux territoriaux propre à chaque Parc naturel que les projets d'implantation de parcs éoliens doivent impérativement prendre en compte. Les Plans de gestion sont régis par le Décret relatif aux Parcs naturels du 16 juillet 1985.

## 1.5 Code du Développement Territorial (CoDT), Cadre de référence (CDR) et Schéma de Développement Territorial (SDT)

Concernant l'encadrement de l'étude d'implantation d'éoliennes, trois textes sont à prendre en considération. Il s'agit du Code du Développement Territorial (CoDT), du cadre de référence (CDR) et du Schéma de Développement Territorial (SDT).

Le Code du Développement Territorial (CoDT) prévoit une implantation d'éoliennes possible en zone agricole, en zone forestière et en zone d'activité économique du plan de secteur (Service public de Wallonie, 2014). Les articles concernés par l'implantation de parc éolien sont :

- Pour les zones agricoles : Art. D.II.36, §2 alinéa 2 et R.II.36 2 ;
- Pour les zones forestières : Art. D.II.37, §1 alinéa 6 et R.II.37 2 ;
- Pour les zones d'activité économique : Art. D.II.28, alinéa 2 ;

En 2013, le gouvernement wallon a établi un CDR fixant les normes à respecter pour l'implantation du grand éolien (plus de 100 kW) sur le territoire wallon. Les normes décrites dans le CDR concernent principalement la distance vis-à-vis de l'habitat, la protection de la biodiversité et une bonne intégration des éoliennes dans le paysage afin de préserver une qualité de vie aux riverains. Les projets de participation sont également encouragés par le CDR en ouvrant les projets éoliens aux citoyens et aux communes.

Enfin, adopté par le Gouvernement wallon le 16 mai 2019 et publié au Moniteur belge du 12 décembre 2019, le Schéma de Développement du Territoire (SDT) entrera en vigueur à une date à déterminer par le Gouvernement. Le Schéma de Développement de l'Espace Régional en vigueur avant le 1er juin 2017 est devenu le schéma de développement du territoire en application de l'Art. D.II.58 du CoDT. Il reste donc en vigueur tant que le Gouvernement n'aura pas déterminé la date de l'entrée en vigueur de son arrêté du 16 mai 2019.

Dans cette nouvelle version, un des objectifs du mode d'action « *Anticiper et muter - Assurer l'accès à l'énergie à tous en s'inscrivant dans la transition énergétique* » est d'exécuter les projets du plan « Pax eolienica » (SDT, p.67).

Un second objectif du mode d'action « *Préserver et Valoriser - Valoriser les patrimoines naturels, culturels et paysagers et les préserver des pressions directes et indirectes de l'urbanisation* » prévoit que « *Les incidences paysagères des équipements et des infrastructures de communication et de*

*transport (parcs éoliens, châteaux d'eau, stations d'épuration, lignes et postes électriques, antennes GSM, canalisations, routes, parcs d'activités, etc.) sont minimisées en privilégiant le regroupement des infrastructures.* » (SDT, p. 93).

## 1.6 La Charte paysagère des Parcs naturels

La Charte paysagère des Parcs naturels s'inscrit totalement dans le cadre de la Convention européenne du Paysage qui a été ratifiée par la Belgique le 28 octobre 2004. Celle-ci a pour objectif de : *« promouvoir la protection, la gestion et l'aménagement des paysages, et d'organiser la coopération européenne dans ce domaine (art.3)* ». C'est dans cette philosophie que la Charte paysagère des Parcs naturels de Wallonie a été imaginée, qu'elle doit être réalisée et mise en œuvre.

La Charte paysagère est établie en vertu du décret relatif aux Parcs naturels de 1985, tel que modifié en 2008, qui stipule dans son article 9 : « *Dans un délai de trois ans à dater de la création du parc naturel en vertu de l'article 6, le pouvoir organisateur adopte une charte paysagère dont le contenu et les modalités d'élaboration sont fixés par le Gouvernement. Dès son entrée en vigueur, la charte paysagère fait partie intégrante du plan de gestion.* ».

La Charte paysagère est un document qui établit des recommandations sur base d'une analyse contextuelle des paysages du Parc naturel. Ces recommandations débouchent sur un programme d'actions à mettre en œuvre sur le territoire avec comme objectif la préservation, la gestion et l'aménagement des paysages. Ce programme d'actions est mis au point en concertation avec les acteurs locaux et régionaux.

## 1.7 Potentiel vent

D'après l'Institut Royal Météorologique (IRM) de Belgique, les vents dominants proviennent du SO. La vitesse du vent est plus importante à la côte, de 6 à 7 m/s, et diminue de 2 à 4 m/s en direction de l'Ardenne. Cette diminution est due au frottement avec le sol qui entraine une augmentation de la turbulence.

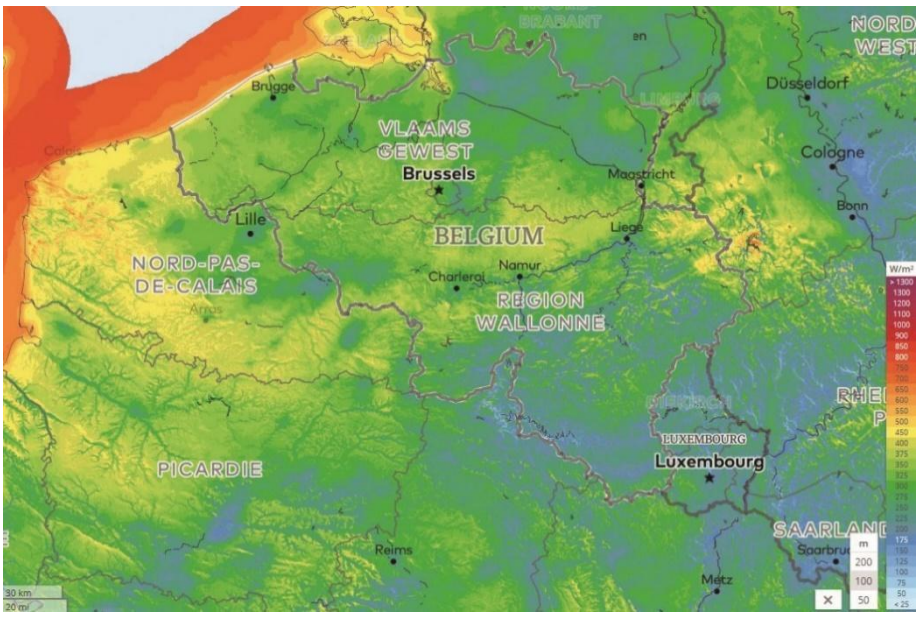



*Figure 2 : Représentation de la densité de puissance du vent en W/m² (UTD, 2017).*

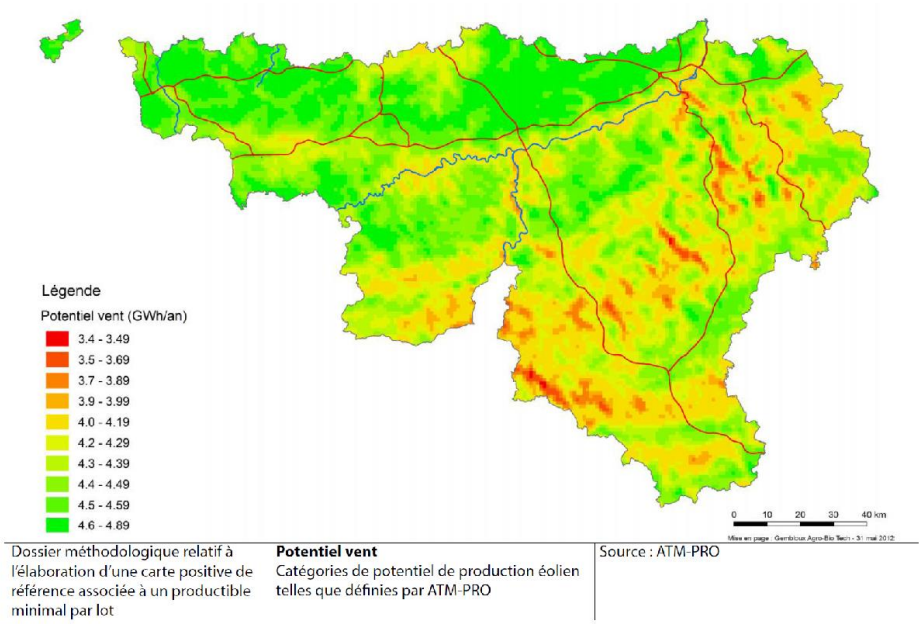



*Figure 3 : Carte représentant le potentiel vent sur le territoire wallon (Lejeune & al., 2013).*

## 1.8 La perception du citoyen

La multiplication de parcs éoliens et de développeurs privés différents a tendance à crisper les citoyens peu au courant des différents projets dans leur région. Le citoyen n'est informé qu'à partir d'une réunion d'information préalable (RIP) et uniquement sur un parc éolien à proximité de son quartier. L'implantation d'un parc éolien est ressentie (à tort ou à raison) comme une seule volonté de retour sur investissement du développeur, sans réelles réponses à leurs préoccupations.

# 2. POSITION DES PARCS NATURELS DE WALLONIE

Dans la conception d'un parc éolien, si le volet technique peut avoir une place prépondérante, la réalité de terrain (dans ses composantes de biodiversité, paysagères, patrimoniales, …) est également essentielle pour proposer des parcs éoliens qui s'inscrivent aux sites retenus. Les citoyens doivent pouvoir reconnaître leur territoire après l'implantation d'un parc éolien et ne pas ressentir qu'on leur a confisqué leur cadre de vie ou leur paysage.

Il est indispensable de lancer une réflexion globale à l'échelle du territoire. Il s'agit là d'un gain d'énergie, d'argent et de temps pour tous les acteurs concernés par un projet éolien.

La plupart des Parcs naturels étant situés en zone frontalière, il est important de prendre en compte le territoire voisin en intégrant les contraintes au-delà de la frontière dans un esprit de coopération européenne cher aux Parcs naturels.

Un « bon » projet est un projet qui :

- Aspect écologique et environnemental : **comporte des recommandations fortes, cohérentes et réalistes dans l'EIE et respecte la biodiversité ;**
- Aspect social : **est soutenu à la fois par les élus locaux et les riverains du projet ;**
- Aspect économique : **offre une rentabilité intéressante pour les promoteurs.**

Il s'agit là des bases d'un développement durable de l'éolien dans les Parcs naturels.

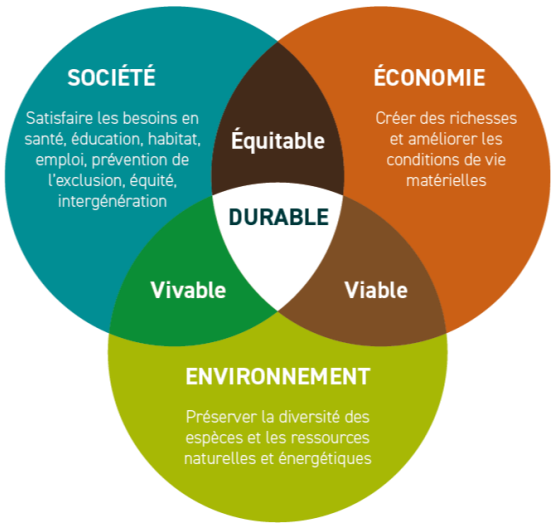



*Figure 4 : Représentation du développement durable.*

## 2.1 Précisions d'interprétation du cadre de référence pour le territoire

Certaines notions du Cadre De Référence (CDR) sont relativement abstraites pour l'échelle locale. En effet, étant donné la taille de la Wallonie et les caractéristiques spécifiques à chaque territoire, seules des pistes de réflexion générales y sont exprimées. Il est donc nécessaire de préciser et d'adapter la vision aux caractéristiques locales du territoire.

Si de nombreuses données existent au niveau régional, des études au niveau local permettent d'affiner la connaissance et de rencontrer des contraintes complémentaires à dépasser. Le projet éolien n'en sera que plus efficace.

Au vu de la qualité paysagère des territoires des Parcs naturels et l'importance d'inscrire au mieux les parcs éoliens (qui ne peuvent jamais s'intégrer par définition), différents aspects de l'analyse paysagère des projets d'implantation des parcs éoliens méritent un développement ou une argumentation plus poussée.

En se basant sur ses données locales, le Parc naturel peut mettre en lumière différentes recommandations permettant d'améliorer la qualité des parcs éoliens sur son territoire à travers sa Charte paysagère.

## 2.2 Accompagnement et suivi continu des projets éoliens

Afin de mener au mieux une bonne collaboration entre les développeurs éoliens, les bureaux d'études, les communes et le Parc naturel, ce dernier propose différentes requêtes lors de l'élaboration du projet.

À l'amont du projet, il est demandé au promoteur éolien et/ou au bureau d'étude impliqué d'**organiser une visite de terrain,** accompagné par la(les) commune(s) concernée(s) et le Parc naturel. En effet, étant donné leurs meilleures connaissances des contraintes locales, il est préférable pour les développeurs de rencontrer plusieurs intervenants au début du projet afin de l'orienter au mieux. De plus, cela garantirait une meilleure acceptation et compréhension du projet par les riverains lors de la réunion d'information publique (RIP).

De plus, toute compensation demandée doit être discutée collégialement et tous les **engagements** pris par le développeur dans l'EIE doivent être **tenus** (modèles d'éoliennes, transport étudié dans l'EIE, phasage, …).

## 2.3 Lignes de force du paysage

À l'échelle du territoire wallon, le CDR définit majoritairement les « *lignes de force du paysage* » principales comme des éléments liés au relief. Toutefois, celui-ci précise que « *tous les territoires paysagers ne présentent cependant pas de relief induisant des lignes de force évidentes* ».

Ce texte, établi par le gouvernement, délimite également la notion de lignes de force d'un second ordre. À l'échelle de la Wallonie, il s'agit principalement de structures secondaires du relief. Ou dans certains cas, « *une infrastructure structurante (autoroute, canal, ligne à haute tension, etc.), dès lors*

*qu'elle est fortement présente dans le paysage, peut également constituer une ligne d'appui pour l'implantation d'éoliennes.* »

***Position pour l'amélioration du contenu de l'EIE***

Pour optimiser la lecture paysagère à travers l'identification des lignes de force sur le territoire du Parc naturel, il est important de réaliser des croquis paysagers de la zone d'implantation du parc éolien afin de mieux percevoir l'effet visuel dans le paysage.

Tout en respectant les perspectives, ce type de croquis paysager doit suivre le canevas suivant :

- Cadrer le paysage ;
- Faire apparaître les lignes de force du paysage ;
- Mettre en évidence les masses et volumes ;
- Habiller le croquis.

## 2.4 Photomontage

Dans le CDR, le photomontage n'est pas repris en tant que tel malgré son grand intérêt.

La vision humaine est caractérisée par plusieurs stades de perception. Pour l'œil humain, l'angle de vue le plus large est d'environ 120° en vision binoculaire. Afin de percevoir les couleurs et de pouvoir reconnaître des symboles, l'angle de vue nécessaire pour la vision humaine se situe entre 40° et 60°.

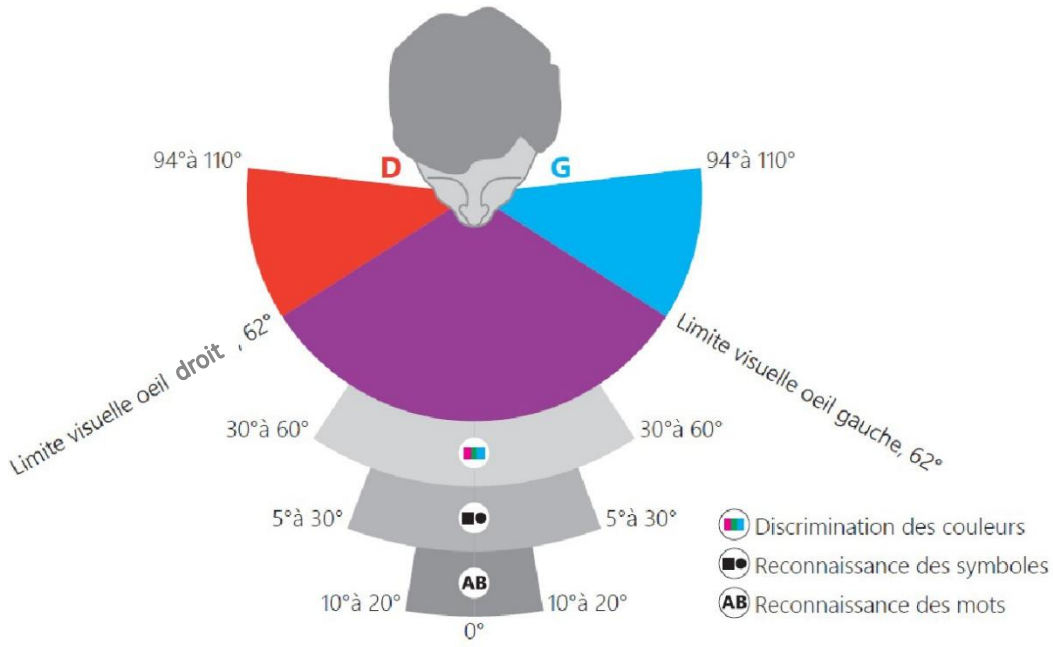



*Figure 5 : Description du champ visuel horizontal humain (Ciné3D, n.d.).*

Lorsque l'on compare cet angle de vue à la focale d'un appareil photographique, le format dit "standard", c'est-à-dire le plus proche de la vision humaine, se trouve autour de 50 mm de focale. La

focale plus importante induit une déformation de l'image par rapport à la réalité du champ de vision humain (Genis J-C., 2002 ; Lycée Jean-Pierre Vernant de Sèvres., n.d.).

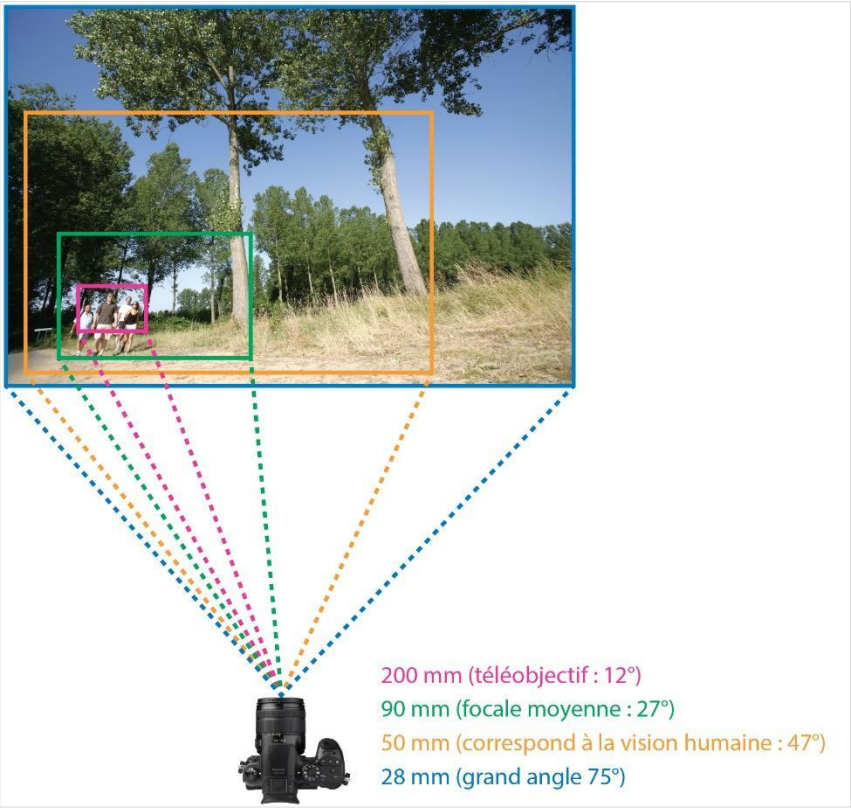



*Figure 6 : Illustration des différents types de focales d'un appareil photo (Lycée Jean-Pierre Vernant de Sèvres., n.d.).*

***Position pour l'amélioration de l'EIE***

Une **focale de 50 mm** doit être utilisée lors de la réalisation des photomontages pour approcher au mieux la réalité.

## 2.5 Implantation du parc éolien

***Position des Parcs naturels de Wallonie***

Aucune dérogation ne sera acceptée dans les zones d'exclusion prévues dans le cadre de référence éolien.

Pour le raccordement au réseau électrique, le poste de transformation doit se trouver à moins de 12 km du site. Concernant la constructibilité, la pente sera de maximum 10 % pour éviter des modifications de relief du sol trop importantes ainsi que l'implantation d'éolienne à des altitudes très variables peu favorable sur le plan visuel.

Si la mise en place du parc éolien entraine un renforcement du réseau, il doit être mentionné dans l'Etude d'Incidence Environnementale et ces impacts, notamment paysagers renseignés.

Les implantations de parcs éoliens doivent avoir lieu prioritairement sur le domaine public pour assurer une retombée économique locale.

Les zones d'exclusion seront de minimum 5x la hauteur totale des éoliennes (hauteur du mât + pales) par rapport aux zones d'habitat et à une habitation isolée. Si les zones d'habitat ou l'habitation isolée sont orientées dans le sens des vents dominants par rapport aux éoliennes, la distance sera de minimum 6,5x la hauteur totale des éoliennes.

Cette distance, supérieure à celle inscrite dans le cadre de référence éolien, contribue à garantir la qualité de vie sur le territoire du Parc naturel. Elle vise également à limiter un effet de surplomb visuel et à garantir le respect des valeurs limites de bruit (43 dbA de nuit à l'extérieur des habitations) et d'ombrage.

## 2.6 Configuration du parc éolien

Concernant la composition d'un parc éolien, le CDR distingue deux catégories de sites : les zones bombées et les zones planes.

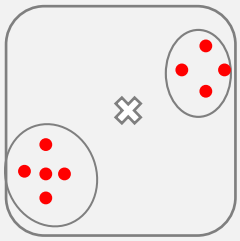
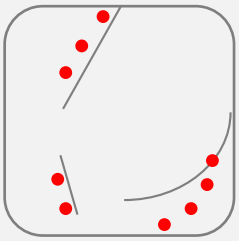
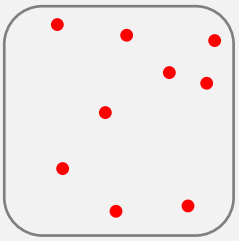
Dans le cas des zones planes, la configuration proposée par le CDR est géométrique, voire orthogonale ou plus simplement groupée. L'objectif d'une telle composition est de créer une structure en elle-même dans le paysage. Toutefois, le CDR précise que cette configuration est plus adaptée aux parcs éoliens de grande taille, c'est-à-dire de plus de 10 mâts.

Dans le cas des zones bombées, l'implantation linéaire est privilégiée dans l'allongement de la ligne de partage des eaux. Pour ce type d'implantation, le CDR considère que la configuration va structurer le paysage en renforçant sa structure topographique.

***Position pour la configuration du parc éolien***

Trois principes d'implantation de projets éoliens peuvent être mis en avant à travers le CDR, deux d'entre eux sont à privilégier (voir tableau 1).

Tableau 1 : Description et analyse de la potentialité de chaque méthode d'implantation d'éoliennes (DREAL Hauts-de-France, 2012).

| | ***Pôles de densification*** | ***Axes de structuration*** | ***Développement en ponctuation*** |
|---|---|---|---|
| *Schéma* |  |  |  |
| *Implantation* | En pôles de densification | Accompagnement d'une infrastructure ou une ligne de force naturelle/artificielle | Aléatoire et ponctuelle |
| *Précautions* | Respecter les distances de respiration entre chaque entité<br>☒ Structurer les parcs du territoire dans une vision commune | Respecter les distances de respiration entre chaque entité<br>☒ Eviter un effet de barrière visuelle sur le territoire | Respecter les distances de respiration entre chaque entité<br>☒ Garantir la lisibilité des autres parcs ou projets éoliens |
| *Dans les Parcs naturels* | ☑ À préconiser car :<br>▪ Limite le nombre de parcs<br>▪ Favorise les grands parcs<br>▪ Evite le mitage du territoire | ☑ À préconiser quand :<br>▪ Un minimum de 3 éoliennes est envisagé<br>▪ Aucun pôle de densification n'est possible à proximité. | ☒ À éviter car :<br>▪ Engendre le mitage du paysage |

***Position pour l'amélioration du contenu de l'EIE***

Afin d'éviter le mitage du territoire et de regrouper les nouvelles structures dans le paysage, il s'agit de favoriser les parcs éoliens de taille relativement importante avec une composition groupée d'au moins 5 à 10 turbines. De plus, cela permettra de garantir des espaces visuels sans éolienne et consolider des paysages autres que des paysages énergétiques.

C'est pourquoi, il faut **analyser directement les parcs éoliens à leur capacité maximum**. L'objectif est d'éviter une quelconque extension d'un projet qui pourrait venir déséquilibrer la structure paysagère recomposée. Au demeurant, favoriser les grands parcs éoliens permet d'éviter un trop grand sentiment d'oppression et de frénésie incontrôlée auprès des riverains vis-à-vis du développement éolien.

Pour ce faire, il est important de clarifier la notion d'extension. L'arrêté du Gouvernement wallon du 13 février 2014 (concernant les conditions sectorielles d'exploitation) exprime de manière claire et précise la définition d'une extension d'un parc éolien (article 2, 1°) : « *Extension d'un parc d'éoliennes : tout parc d'éoliennes implanté à proximité d'un parc existant, de telle sorte que la distance entre le centre des mâts des éoliennes les plus proches, appartenant respectivement à chacun de ces groupes nouveau et existant, est inférieure ou égale à 14 fois le diamètre de giratoire moyen des éoliennes ;* ».

## 2.7 Co-visibilité et inter-distance

Selon le CDR, une éolienne forme un point d'appel dans un paysage comme d'autres éléments ponctuels tels qu'un château d'eau, un silo ou encore un clocher. Concernant la perception, l'impact visuel d'une éolienne n'est pas proportionnel à la distance d'éloignement. Le CDR distingue deux limites à 2 km et à 4 km de distance. En dessous de 2 km, l'impact visuel est considéré comme important du fait de la dimension de l'infrastructure par rapport au paysage. À partir de 4 km, l'influence visuelle est estimée comme toujours visible, mais dont la prédominance est atténuée.

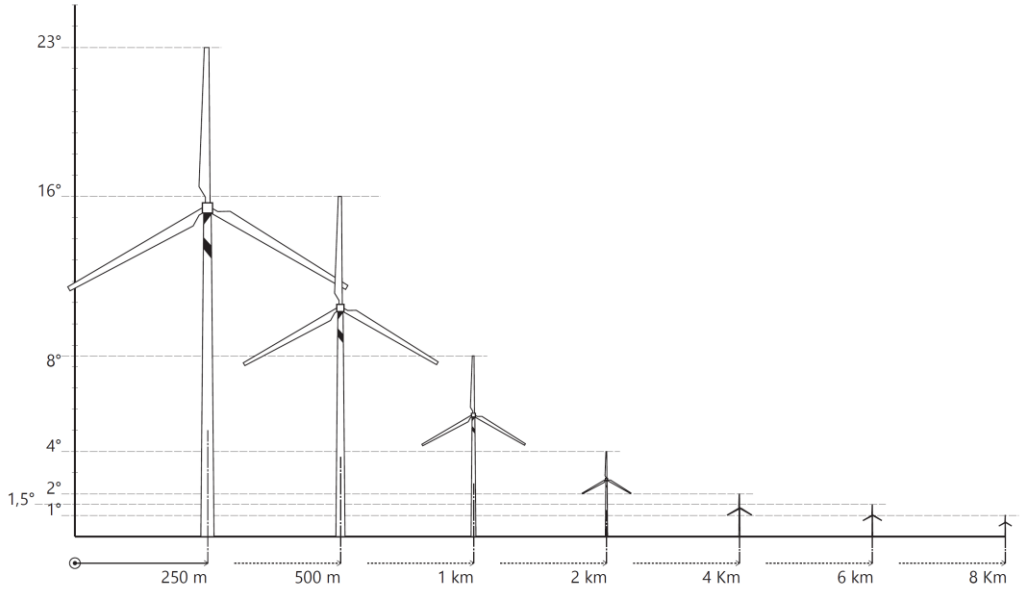



*Figure 7 : Prégnance des éoliennes dans le paysage avec une éolienne de 150 m (Gouvernement wallon, 2013).*

Concernant la co-visibilité de deux parcs éoliens, le CDR précise qu'une distance de plus de 4 km doit être respectée entre les parcs éoliens ainsi qu'une implantation dans deux plans différents (avant-plan et arrière-plan). Ceci dans un but d'atténuer fortement la perception du parc éolien le plus éloigné de l'observateur.

***Position pour l'amélioration du contenu de l'EIE***

Il est impératif que la distance de minimum 4 km soit respectée sur le territoire du Parc naturel.

Dans le cadre des longues vues définies sur la carte des territoires paysagers (Droeven, Feltz & Kummert, 2004) la distance est portée à minimum 6 km pour éviter une co-visibilité trop importante.

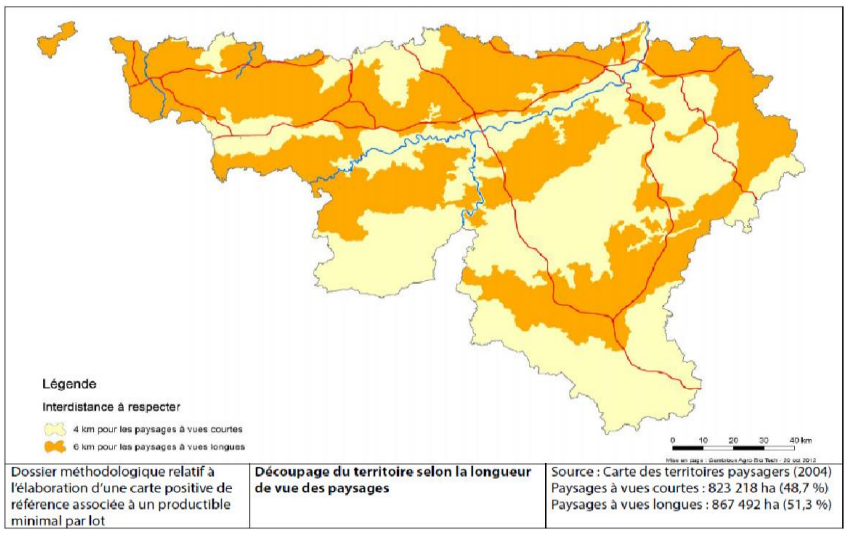



*Figure 8 : Découpage du territoire selon la longueur de vue des paysages (Lejeune, Feltz, & Fourneau, 2013)*

## 2.8 Effet d'encerclement

Le CDR définit la notion d'encerclement par rapport au risque de saturation visuelle. L'impact visuel et la perception des éoliennes sont influencés principalement par le degré de fermeture et d'ouverture d'un paysage. Cependant, la présence de plans successifs ou autres points d'appel dans le paysage vont également engendrer un éventuel encerclement.

De façon à préserver chaque village, le CDR préconise le calcul d'un azimut minimal d'au moins 130° sans éolienne sur une distance de 4 km. L'étude d'encerclement doit être effectuée sur une distance de 9 km autour du projet éolien.

***Position pour l'amélioration de l'EIE***

Afin de préserver au maximum les villages du Parc naturel d'un sentiment d'encerclement, il est recommandé que, dans le cadre de l'étude d'incidences sur l'environnement, le calcul du champ visuel libre de toute implantation d'éolienne, l'azimut (angle horizontal de 130° sur une longueur de vue de 4 km), soit réalisé sur tous les points pertinents le long de la limite de la zone d'habitat (à caractère rural ou non) au plan de secteur accompagné de photomontage (voir point 2.3). Ces points pertinents sont à définir en concertation avec, au minimum, le Parc naturel.

## 2.9 Participation citoyenne

D'après le CDR, la participation citoyenne est nécessaire pour que les habitants se sentent concernés par un parc éolien. Cela permet de créer un sentiment d'appropriation du territoire chez les habitants plutôt qu'un sentiment de confiscation du territoire lors d'une arrivée de projet éolien ou d'extension de parc éolien. Il s'agit donc d'un élément déterminant dans la réussite d'un projet éolien.

Le CDR met en avant trois types d'acteurs pour garantir le développement éolien : les développeurs, les pouvoirs locaux et les coopératives citoyennes (agréées par le CNC ou à finalité sociale).

Lorsque la demande lui est faite, le premier acteur doit permettre aux deux autres de participer financièrement à son projet, chacun jusqu'à un seuil maximum de 24,99 % du projet. Un principe de non-concurrence entre les acteurs est également recommandé par le cadre.

***Position des Parcs naturels***

Il est absolument nécessaire d'ouvrir les projets d'implantation d'éoliennes à la participation citoyenne notamment à la participation financière, et cela, en amont du projet sans se limiter au strict minimum légal. L'appropriation par les citoyens, voire leur adhésion à des projets de parcs éoliens, dont l'impact est indéniablement collectif, doit être un enjeu majeur à rencontrer.

Dans le cas où le parc éolien est implanté totalement sur des terrains publics, il est évident que toutes les retombées économiques reviendront aux citoyens ainsi qu'à la commune. De plus, la commune pourrait affecter ses retombées économiques à des projets à caractère environnemental.

Les Parcs naturels sont des organismes qui travaillent notamment avec les citoyens et les communes. Il est donc logique que les projets publics soutenus par des collectivités publiques et des coopératives citoyennes soient privilégiés par les Parcs naturels.

Toutefois, il est plus intéressant de garantir des projets exclusivement voire majoritairement publics étant donné que les retombées économiques iront directement à l'ensemble des citoyens.

## 2.10 Biodiversité

Concernant le volet "biodiversité", le Cadre de référence (CDR) énonce les premiers aspects à analyser dans l'Etude des Incidences Environnementales.

Au niveau de l'avifaune, le CDR considère plusieurs espèces d'oiseaux comme « à risque » vis-à-vis de la présence d'éoliennes. En Wallonie, il s'agit des deux espèces de Milans, mais également de la Cigogne noire, de charadriidés (Vanneau huppé, Pluvier doré, Pluvier guignard) ainsi que certains oiseaux d'eau (anatidés principalement).

Au niveau des chiroptères, l'impact est plus complexe à déterminer que pour l'avifaune. Les influences sur les chiroptères dépendent des conditions météorologiques, des espèces présentes, du site d'implantation, du type d'éoliennes… De manière générale, le CDR demande de faire fortement attention aux chauves-souris lorsque le site éolien est proche ou dans une lisière de zone boisée.

Le CDR prévoit des mesures d'atténuation des impacts quand le projet a un impact « probable » sur des espèces et habitats protégés au sens des Directives européennes. Quand l'impact est « significatif », les mesures d'atténuation ne suffisent pas pour répondre aux Directives européennes. Dans ce cas de figure, des alternatives de localisation du projet doivent être étudiées. S'il n'y aucune alternative valable, des mesures de compensation doivent alors être mise en œuvre afin d'atténuer les dégâts occasionnés. Toutes ces mesures doivent apparaître dans la demande de permis et être effectives avant l'implantation des éoliennes.

En 2012, deux Départements du SPW-ARNE établissent une note permettant d'évaluer les impacts d'un projet éolien sur les différentes espèces de chauve-souris et d'oiseaux présentes en Wallonie. Le DNF et le DEMNA y précisent aussi qu'ils sont généralement contre l'implantation d'éoliennes à une distance inférieure à 200 m d'une lisière forestière ou en forêt. Ce document rassemble toutes les études concernant les espèces connues sensibles à l'éolien, les impacts induits et les mesures à mettre en place en cas d'implantation de projet éolien. Cette note indique également les méthodologies à suivre pour calculer les mesures d'atténuation et les mesures de compensation en fonction des espèces et des impacts relevés (Simar et al., 2012).

***Position concernant l'amélioration du EIE***

Toutes les recommandations techniques, les protocoles et relevés à effectuer, la récolte de données existantes (habitats et espèces), procédure d'évaluation des impacts, détaillées dans la note de référence pour la prise en compte de la biodiversité des projets éoliens (Simar et al., 2012) devront être soigneusement étudiées et appliquées par le bureau d'étude en charge de l'Étude des Incidences Environnementales. Par ailleurs, un contact préalable devra être pris avec le Parc naturel pour échanger sur les enjeux des zones étudiés.

Les connaissances évoluant rapidement dans ce domaine et les publications devenant très vite obsolètes, il est primordial que le concepteur de projet prenne contact en amont avec le DNF, le DEMNA et le Parc naturel concerné pour :

- S'assurer d'avoir à disposition les documents de références et les données les plus récents et prendre connaissance d'éventuelles nouvelles mesures non encore parues dans une publication ;
- Éviter de rentrer un projet dans un périmètre d'implantation non approprié ou d'exclusion (habitat ou présence d'espèces protégées rares et particulièrement sensibles) ;
- Obtenir l'approbation du DEMNA sur la méthodologie préconisée. L'objectif étant de standardiser les protocoles afin de donner des résultats comparables entre les différents parcs éoliens et d'évaluer les effets cumulatifs de ceux-ci dans une même région et au-delà des frontières nationales.

Les espèces très rares ne sont pas compatibles avec une quelconque installation d'éoliennes sur leur territoire (Butor étoilé, Blongios nain, Tétras lyre, Gélinotte des bois...etc.). Leur seule présence sur un site est de nature rédhibitoire pour tout projet éolien.

Les impacts potentiels sur les habitats et la faune concernent principalement les phases de construction et de démantèlement (terrassement, décaissement, réalisation de fondations, création de voiries et des plateformes de montage, renforcement / élargissement de chemins, abattage d'arbres, défrichement, passage d'engins, enfouissement des câbles, stockage des éléments d'éoliennes avant érection, montage des grues, etc.) et peuvent se traduire par les destructions d'habitats ou des atteintes à des stations d'espèces patrimoniales. La mortalité peut aussi être indirecte. Par exemple, dans les grandes plaines agricoles occupées par des busards, le chantier d'installation du projet et les nouvelles voies d'accès aux différents mâts génèrent des couloirs potentiellement empruntés par des prédateurs (renard, sanglier) qui peuvent générer un impact indirect important sur les oiseaux nichant au sol (busards notamment). Le parc éolien constitue alors un élément de fragmentation du territoire non seulement dans l'espace aérien mais aussi terrestre.

Ces incidences éventuelles et potentielles doivent être étudiées de même que la modification de la matrice paysagère générée notamment par la création de voiries qui facilitent l'intrusion de prédateurs potentiels d'espèces nichant au sol (busards notamment).

**Avifaune**

La taille des éoliennes a doublé en 15 ans pour atteindre, en moyenne, 139 m en bout de pale pour les éoliennes érigées en 2015 (maximum 160 m). La hauteur du bas des pales est, quant à elle, restée stable depuis 2006. Des projets en cours de développement annoncent l'arrivée d'éoliennes de 180 m, voire 200 m en bout de pale d'ici quelques années.

Comme le propose la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO)[1], nous préconisons un certain nombre de recommandations :

- Élaborer sans plus tarder un protocole de suivi robuste applicable à tous les parcs éoliens afin de conforter dans le temps le suivi de l'impact des parcs en fonctionnement ;
- Mieux prendre en compte les migrateurs nocturnes lors du développement des projets éoliens ;
- Préserver les espaces vitaux des rapaces diurnes, premières victimes des éoliennes au regard de leurs effectifs de population ;
- Rejeter l'implantation d'éoliennes à l'intérieur et à proximité des sites Natura2000.

La prise en compte des espèces est à relativiser par rapport à leur statut. L'impact sur des espèces encore en bon état de conservation ou sur des espèces en déclin ou menacées occupant des milieux devenus rares et spécifiques n'est pas similaire.

A l'instar des chauves-souris, beaucoup d'oiseaux strictement insectivores non forestiers sont pour la plupart en déclin (forte diminution globale de la ressource alimentaire) et sont migrateurs ; ce sont les oiseaux les plus impactés par la présence des parcs éoliens. Parmi eux, une des espèces les plus vulnérables est le Martinet noir[2].

L'implantation des éoliennes dans ou à proximité des sites Natura2000 génère la plus grande mortalité. La mortalité directe due aux éoliennes est au moins deux fois plus importante dans les parcs éoliens situés à moins de 1 000 m des Zones de Protection Spéciale (sites Natura2000 au titre de la Directive Oiseaux) et elle y affecte bien plus qu'ailleurs les espèces patrimoniales.

**Chiroptères**

L'impact des éoliennes sur les chauves-souris est une réalité comme l'illustre l'étude menée par la Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFPEM)[3] : « *La mortalité est le principal impact des parcs éoliens sur les chauves-souris. La mortalité peut avoir lieu soit directement*

[1] https://www.lpo.fr/actualites/impact-de-l-eolien-sur-l-avifaune-en-france-la-lpo-dresse-l-etat-des-lieux-dp1

[2] Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015, LN 1216-54 Juin 2017 – Actualisé en septembre 2017, LPO France.

[3] Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016. - Diagnostic chiroptérologique des projets éoliens terrestres. Actualisation 2016 des recommandations SFEPM, Version 2 (février 2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 33 pages.

*par collision avec les pales, soit par barotraumatisme (implosion interne des tissus, par modification brutale de la pression de l'air provoquée par les pales en mouvement).* ».

Le principe de précaution exige au minimum que l'ensemble des mâts éoliens soient dotés d'un équipement permettant de les brider.

Comme dans le cas des oiseaux, le choix d'une localisation adéquate constitue la principale mesure pouvant être prise pour limiter l'impact d'un projet sur les chauves-souris. L'implantation d'un parc éolien à proximité de gîtes de reproduction ou d'hivernage connus est à ce titre à proscrire.

De même, le choix de la configuration du parc éolien peut avoir une influence directe sur les risques de collision. On évitera ainsi l'implantation trop près d'habitat connus pour être des terrains de chasse privilégiés des chiroptères (lisières forestières, haies, plans d'eau, …). Afin d'éviter la mortalité par collision, l'arrêt des éoliennes pendant les périodes d'activité de colonies de chauves-souris particulièrement rares a été suggéré par différents auteurs. Il est ainsi théoriquement envisageable de programmer les éoliennes de façon à ce qu'elles soient arrêtées automatiquement pendant certaines périodes de l'année et lorsque les conditions météorologiques (température, vent) sont favorables à l'envol des chiroptères.

### Dans les zones humides

L'implantation de parc éolien à proximité de zone humide implique une diminution de celle-ci comme site de reproduction par les anatidés (de 10% à 18% dans une étude[4] américaine réalisée sur 5 espèces de canards en Californie).

L'installation d'éoliennes peut déplacer les couloirs migratoires ainsi que les zones de reproduction des oiseaux d'eau[5]. Parfois les oiseaux font des détours pour les éviter augmentant le coût des déplacements.

Il est donc exclu d'installer des éoliennes à proximité des zones humides tels que les zones RAMSAR et les ZHIB. D'autres zones humides reconnues localement peuvent également faire partie de ces zones d'exclusion.

### En zone forestière

En règle générale, les éoliennes ne doivent pas être installées en forêt, quel qu'en soit le type, ni à moins de 200 mètres, en raison du risque de mortalité élevé et du sérieux impact sur l'habitat qu'un tel emplacement peut produire pour toutes les espèces de chauves-souris (Eurobats, publication séries n°6, Rodrigues, L. & al), de la difficulté de détecter la présence des espèces susceptibles d'être les plus impactées (espèces particulièrement discrètes) et enfin du fait que les mesures de compensations écologiques favorables aux chauves-souris sont difficiles, voir délicates à établir et sans aucune

[4] Loesch, C. R., Walker, J. A., Reynolds, R. E., Gleason, J. S., Niemuth, N. D., Stephens, S. E., & Erickson, M. A. (2012). Effect of wind energy development on breeding duck densities in the Prairie Pothole Region. The Journal of Wildlife Management, 77(3), 587–598.

[5] Kuvlesky, W. P., Brennan, L. A., Morrison, M. L., Boydston, K. K., Ballard, B. M., & Bryant, F. C. (2007). Wind Energy Development and Wildlife Conservation: Challenges and Opportunities. Journal of Wildlife Management, 71(8), 2487–2498.

garantie de résultat. Les conditions pour déroger à cette règle générale sont très strictes (Note de référence, Eurobats n°6 et avis SRFB). Les Parcs naturels seront particulièrement vigilants sur ce point.

Au niveau du choix de l'emplacement, sont à éviter :

- Les Zones de Protection Spéciales (ZPS), Réserves naturelles, SGIB, ZHIB, Natura 2000 ;
- Les routes de migration principales ;
- Les habitats des espèces particulièrement sensibles nichant en forêt ou en lisière (ex cigogne noire et milan royal) ;
- Les forêts feuillues en bon état écologique ou les forêts résineuses sur sol non adéquat avec un haut potentiel de restauration.

Par ailleurs, il est recommandé :

- Pour diminuer l'effet barrière de regrouper les éoliennes en parallèle d'éventuelles routes de migration ;
- De garder l'espace déboisé le plus petit possible autour des éoliennes pour ne pas attirer les proies autour des éoliennes ;
- Pour réduire le risque de collision avec le mât des éoliennes, le peindre en dégradé de vert ;
- Eviter les pylônes à treillis qui fournissent un affût pour les rapaces ;
- De privilégier un raccordement au réseau électrique souterrain.

En phase de construction. Il est prévu de réduire le dérangement par les mesures suivantes :

- Eviter les travaux de déboisement et de construction du parc en période de nidification (avril à fin juillet) ;

Une étude de suivi des chiroptères et de l'avifaune est vivement recommandée pendant les différentes phases du projet (construction, fonctionnement et démantèlement) sur une durée minimale de 3 ans pendant la phase de fonctionnement. Cette étude permettra d'identifier les espèces les plus impactées, de mieux comprendre les problèmes posés et de trouver comment y remédier. La méthodologie devra être standardisée (protocoles du DEMNA) afin de donner des résultats comparables entre les différents parcs éoliens.

# 3. COMPLEMENTS POUR LES ASPECTS LIES A LA BIODIVERSITE

*Pour les chiroptères*

En Belgique, les périodes de forte mortalité (80 à 90%) ont lieu entre juillet et fin septembre (Brinkmann et al., 2006, Rydell et al., 2010a). Un pic de mortalité moins important est observé lors de la migration printanière, alors que le pic le plus élevé est observé à la mi-août (Kunz et al., 2007, Arnett et al., 2008). Ce pic estival peut être expliqué par la présence d'espèces migratrices et de juvéniles et à une hausse d'activité due aux accouplements, et à la chasse afin d'effectuer des réserves de graisse avant la période d'hibernation (Cornut et al., 2010).

Une compilation des données réalisée en Europe du nord (Rydell et al., 2010a) conclut qu'une moindre mortalité est généralement observée en milieu ouvert, dans des grandes cultures (0 à 3 chauves-souris par éolienne et par an). Dans un milieu ouvert plus hétérogène (bocages), une mortalité de 2 à 5 chauves-souris/éolienne/an est remarquée. L'étude effectuée en 2013 sur le parc éolien de Perwez a mis en évidence une mortalité estimée à 8,5 individus/éolienne/an. Ce parc éolien se situe dans un milieu ouvert hétérogène, type « agricole », pouvant être comparé à l'éolienne E4 de Frasnes-lez-Anvaing et à l'éolienne E6 de Beaumont Froidchapelle. La mortalité estimée induite par l'éolienne de Frasnes-lez-Anvaing (9 individus impactés/éolienne/3 mois) est supérieure à la mortalité due aux éoliennes de Perwez. La mortalité estimée en moyenne induite par l'éolienne E6 de Beaumont-Froidchapelle (3 individus impactés/éolienne/3 mois) reste inférieure à la mortalité due aux éoliennes de Perwez. Les cadavres impactés n'appartiennent qu'à des espèces de haut vol sur les 3 sites étudiés (Pipistrelle commune, Sérotine commune et Noctule de Leisler). Les espèces impactées sur le parc éolien de Perwez en 2013 sont principalement des Pipistrelles communes. Plus le bas de pale des machines passe près du sol, plus le fonctionnement de l'éolienne risque d'induire une mortalité sur les animaux volant à basse altitude.

La présence d'espèces de haut vol sur les sites augmente le risque d'interactions entre les éoliennes et les chauves-souris. Ce comportement ne génère pas pour autant un lien direct entre les altitudes de vol observées et la mortalité constatée. L'abondance des espèces, leurs comportements et les performances de chacune (vitesse de vol, capacité de détection d'objets éloignés…) pondèrent ces résultats. En Europe, les noctules communes, les pipistrelles de Nathusius et les noctules de Leisler sont également très fréquemment retrouvées mortes au pied des éoliennes.

Il est difficile d'assurer que les impacts négatifs peuvent être évités puisque qu'à l'heure actuelle, les couloirs de migration sont difficilement modélisables. Les forêts feuillues et mixtes doivent être exclues ainsi que les couloirs de migration des principales espèces impactées (Noctule commune, Noctule de Leistler et Pipistrelle de Nathusius).

Dans l'optique de la protection des habitats des chiroptères, les zones d'implantation qui sont à éviter :

- Les massifs forestiers répertoriés pour leur historicité et/ou leur sol hydromorphe ;
- Les vallées alluviales ;
- Les cols ;
- Les zones à fort enjeux écologiques (exemple colonie de noctules).

Les espèces impactées étant très discrètes et difficiles à étudier, les études d'incidences devront suivre un protocole précis :

- Prise des mesures en altitude (hauteur des nacelles) sur un long terme (une année) avec un matériel performant et un protocole homogénéisé (test micros identiques) ;

• Suivi des mortalités : travail très lourd et difficile, très compliqué et coûteux, résultats difficiles à interpréter ;
• En outre l'étude devrait également prendre en compte l'effet cumulatif des parcs éoliens à l'échelle européenne (état des populations, mortalités cumulatives, homogénéisation des protocoles, partage et disponibilité des données, conservation des données acoustiques.

*Pour les zones forestières*

En plus des éléments repris dans la Note de référence pour la prise en compte de la biodiversité (Simar et al., 2012), en suivant l'avis émis par la Société Royale Forestière de Belgique, il faut soustraire automatiquement des surfaces disponibles pour l'implantation d'éoliennes : les surfaces forestières protégées par leur historicité et les sols hydromorphes.

De même, dans le cas d'une implantation en zone boisée, il faut prévoir obligatoirement une configuration d'éolienne permettant une hauteur libre entre la canopée et le bas de la pale de minimum 35 m afin de réduire significativement l'impact sur l'avifaune et les chauves-souris.

Enfin, à l'échelle du projet éolien en zone boisée, il faut maintenir un état boisé et réduire significativement tout espace ouvert dans le périmètre rapproché des éoliennes afin de diminuer l'attraction du milieu ouvert créé sur l'avifaune et les chauves-souris. Plus spécifiquement, les mises à blanc à proximité des éoliennes seront à éviter. Le reboisement autour de l'éolienne après sa construction devra être réalisé le plus rapidement possible.

# 4. ABREVIATIONS

| Abréviation | Définition du terme |
|---|---|
| APERe | Association pour la Promotion des Énergies Renouvelables |
| CDR | Cadre De Référence éolien |
| CNC | Conseil National de la Coopération |
| CoDT | Code du Développement Territorial |
| CWaPE | Commission Wallonne pour l'Energie |
| EIE | Etude des Incidences sur l'Environnement |
| RIP | Réunion d'information préalable |
| PdS | Plan de secteur |
| PNEC | Plan National Energie Climat |
| PWEC | Plan Wallon Energie Climat |
| SDT | Schéma de Développement du Territoire |
| SRFB | Société Royale Forestière de Belgique |
| SSC | Schéma de Structure Communal |

# 5. GLOSSAIRE

Azimut : Angle horizontal entre la direction d'un objet et une direction de référence.

Anthropisation : Processus par lequel les populations humaines modifient ou transforment l'environnement naturel. Les principaux facteurs d'anthropisation sont la déforestation, l'élevage, l'urbanisation et l'activité industrielle.

Bassin visuel : Etendue visible à partir d'un certain point à la surface de la Terre où se situe un observateur. De tous les points du bassin visuel, la ligne de mire est dégagée d'obstacle visuel jusqu'au point de vue.

Co-visibilité : Désigne deux éléments mis en relation par un même regard l'un étant visible à partir de l'autre, ou les deux pouvant être embrassés par un même regard.

Distance de respiration : Distance entre les parcs éoliens permettant d'éviter une co-visibilité trop importante entre ceux-ci et une saturation visuelle du paysage.

Distance focale : Distance du foyer principal d'un système optique centré au plan principal du système.

Electricité verte : Electricité produite à partir d'une source d'énergie renouvelable c'est-à-dire : l'énergie solaire (photovoltaïque et thermique), l'énergie éolienne, l'énergie marémotrice, l'énergie houlomotrice, l'énergie hydroélectrique, la géothermie et la biomasse.

Eolien onshore : Par opposition à l'Éolien offshore, l'éolien onshore (à l'intérieur des côtes) ou éolien terrestre désigne toutes les éoliennes installées sur la terre ferme.

Ligne de force du paysage : Lignes d'origine naturelle ou artificielle mettant en évidence la structure générale du paysage et servant de guide pour le regard. Elles forment un dessin simplifié du paysage. Tout aménagement qui vient interférer avec un de ces axes importants se trouve amplifié naturellement par la rupture qu'il crée sur cette ligne de force.

Lisibilité : Qualité de ce qui est lisible.

Mitage : Multiplication d'infrastructures dans un espace rural.

Périmètre d'intérêt paysager (Pip) : Zone délimitant un espace au sein duquel les éléments du paysage se disposent harmonieusement. Les actes et travaux peuvent y être accomplis pour autant qu'ils s'intègrent parfaitement au site (bâti et non bâti) et qu'ils ne mettent pas en péril la valeur esthétique du paysage.

Point d'appel (ou point de repère) : Un point vers lequel le regard se fixe pendant un temps plus ou moins long, temps nécessaire à la discrimination des informations portées par ce point (exemple : un clocher, un château d'eau, un arbre isolé, des taches de couleurs contrastées ou dysharmoniques ou encore des points à l'intersection de lignes de force).

Réseau écologique : Le réseau écologique est l'ensemble des habitats naturels et des milieux de vie (temporaires ou permanents) qui permettent d'assurer la conservation à long terme des espèces sauvages sur un territoire. Il correspond à un ensemble d'écosystèmes naturels et semi-naturels, mais aussi d'habitats de substitution, tous en interconnexion, susceptibles de rencontrer les exigences vitales des espèces et de leurs populations. (Schéma de Développement du Territoire adopté par le gouvernement wallon en mai 2019).

Sol hydromorphe : Sont considérés comme zones hydromorphes : les sources et des zones de suintement, à proximité des puits de captage, les sols tourbeux, paratourbeux et hydromorphes à nappe permanente, tels que déterminés par la carte des sols de Belgique.

Surfaces forestières protégées par leur historicité : Elles correspondent aux surfaces de forêts feuillues continues depuis plus de 250 ans (carte de Ferraris). Ce sont des forêts qui peuvent avoir été exploitées (coupe d'éclaircie, taillis…) mais jamais défrichées. Elles ont une biodiversité spécifique plus élevée que les forêts replantées après défrichement.

# 6. REFERENCE


*Arrêté du Gouvernement wallon du 13 février 2014 portant sur les conditions sectorielles relatives aux parcs d'éoliennes d'une puissance totale supérieure ou égale à 0,5 MW, modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 relatif à la procédure et à diverses mesures d'exécution du décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement et modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 arrêtant la liste des projets soumis à étude d'incidences et des installations et activités classées.* (2014). Moniteur belge, 7 mars, p. 20263

Association pour la Promotion des Energies Renouvelables [APERe], (2017). *Situation de l'éolien en Région wallonne au 31/12/2017.* En ligne : http://www.apere.org

Ciné3D, (n.d.). *Champ visuel Binoculaire*. En ligne. http://blog.cine3d.ch/theorie/31-vision-humaine-et-relief/312-champ-visuel-binoculaire/

Commission européenne (2020). Le pacte vert pour l'Europe. En ligne : https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_fr.pdf

Commission européenne, (2008). *Le Paquet sur le climat et l'énergie à l'horizon 2020*. En ligne : https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en#tab-0-0

Commission européenne, (2014). *Le Paquet sur le climat et l'énergie à l'horizon 2030*. En ligne : https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en

Contribution de la Wallonie au Plan National Energie Climat 2030 (PWEC) approuvé par le Gouvernement wallon le 28 novembre 2019. http://www.awac.be/index.php/thematiques/politiques-actions/plan-pace

Direction Régionale Environnement Aménagement Logement [DREAL] Hauts-de-France, (2012). *Schéma Régional Air Energie Climat Nord-Pas-de-Calais.* En ligne : http://www.pas-de-calais.gouv.fr

Droeven, E., Feltz, C., & Kummert, M., (2004). *Les territoires paysagers de Wallonie*. Namur. En ligne. https://cpdt.wallonie.be

Furlan, P., (2015). *Les enveloppes et quotas en matière de production d'électricité verte en Wallonie*. En ligne : http://gouvernement.cfwb.be

Genis, J-C., (2002). *Evaluation environnementale de l'impact paysager des parcs éoliens. Etude du cas wallon.* (Master's thesis). Université libre de Bruxelles, Bruxelles.

Gouvernement wallon, (2013). *Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en région wallonne*. Namur. En ligne : https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/cdr.pdf?ID=28134

Lejeune, P., Feltz, C., & Fourneau, F., (2013). *Elaboration d'une carte positive de référence traduisant le cadre actualisé, associée à un productible minimal par lot permettant de développer le grand éolien en Wallonie à concurrence de 3.800 GWh à l'horizon 2000 : Dossier Méthodologique*. Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech. En ligne : http://gouvernement.cfwb.be

L'éolien en forêts belges, Position de la Société Royale Forestière de Belgique (SRFB), 11 juin 2019. https://www.srfb.be/wp-content/uploads/2019/07/SRFB_Position_Eolien_En_Foret_11juin2019.pdf

Lycée Jean-Pierre Vernant de Sèvres, (n.d.) *La photographie argentique, numérique et scientifique : La mise au point.* En ligne : http://geniephoto.doomby.com

Parc naturel des Plaines de l'Escaut [PNPE], (2010). *Atlas des paysages du Parc naturel des Plaines de l'Escaut : Livre 3 – Fiche de recommandations urbanistiques et paysagères*. Bon-Secours. En ligne : http://plainesdelescaut.be

Schéma de Développement du Territoire, Une stratégie territoriale pour la Wallonie, 14 mai 2019. http://lampspw.wallonie.be/dgo4/site_amenagement/amenagement/sdt

Service public de Wallonie, (2014). *Code du Développement territorial*. Namur. En ligne : http://codt.wallonie.be

Simar, J., Kervyn, T., Lamotte, S., Liegeois, S., Bizouw, J.P., Note de référence pour la prise en compte de la biodiversité, DEMNA, DNF, septembre 2012. biodiversite.wallonie.be/servlet/Repository/28103.pdf?ID=28103

Université Technique du Danemark [UTD] (2017). *Global Wind Atlas 2.0*. https://globalwindatlas.info/h

# ANNEXE M INVENTAIRE DES PIP ET PLVR DE L'ADESA

# RÉSULTATS D'ANALYSE DE LA CARTE I.G.N. 45/7

## COMMUNE DE COLFONTAINE

Il n'y a rien à signaler pour cette partie de la commune située sur la carte 45/7.

## COMMUNE DE FRAMERIES

***Bassin de la Haine***
***Sous-bassin du By (Unités 1 N –1 M)***

**Vallée du Rogneaux et de ses affluents (Unités 1 N)**

### Unités 1 $N_1$ - 1 $N_3$ : Vallées du Ruisseau du Temple et du Rieu à Cavins

**Supprimer le PIP existant sur la zone d'espaces verts qui entoure le parc de la ferme du Temple et la zone forestière qui la jouxte.** Bien que ces zones soient longées par un itinéraire de promenade balisé, le paysage fort fermé et les vues limitées par des murs ou de la végétation, ne justifient pas le maintien en PIP.

### PIP XLII - PIP des Terrils de Genly

**Étendre le PIP existant des terrils de Genly**, à cheval sur les communes de Frameries et Quévy jusqu'aux **PV 1, 2'**(WP 299 N50°23.755' E03°54.200') **et 3.** Cette vaste zone agricole met en valeur ces terrils boisés et constitue avec eux un ensemble paysager suffisamment vaste et varié que pour justifier le maintien et l'extension du PIP existant.

**LVR 1**
WP 298
N 50°23.311'
E 03°53.684'

**Inscrire une LVR.** Très belle vue panoramique englobant une grande partie de la vallée de la Haine. On découvre les deux terrils de Genly, le Beffroi de Mons, le Mont Héribu, les cimenteries d'Obourg, la région de Binche-Péronnes avec les terrils et le séchoir et les hauteurs d'Estinnes avec le pylône blanc de Rouveroy

**PVR 3**
WP 297
N 50°23.432'
E 03°54.510'

**Inscrire un PVR.** Ce PV situé dans la commune de Quévy, offre une très belle perspective sur les terrils boisés et la zone agricole de La Panneterie, avec une percée vers le Beffroi de Mons à travers le cordon boisé qui masque la voie ferrée.

### PIP XLIII - PIP du terril de Noirchain

**Étendre au nord le PIP existant du terril de Noirchain** sur la vallée du Rieu à Cavins jusqu'au R 5. La zone agricole de Belle Couple qui occupe cette vallée complète naturellement l'ensemble paysager dont fait partie le terril.
**Ce paysage très harmonieux est illustré par les photos prises des PV 4 et 5** (WP 294 : N50°24.383'-E03° 55.263' - WP 295 : N50° 24.513'-E03° 55.358').

### Unités 1 $N_4$ - 1 $N_5$ - 1 $N_6$ : Vallées du ruisseau des Rogneaux et de ses affluents les ruisseaux de Waya et de la Fontaine Foreuse

(se poursuit sur la commune de Quévy)

### PIP XLIV - PIP de Genly et de l'Enclos du château à Noirchain

**Maintenir et agrandir le PIP de l'Enclos du château** sur le très bel ensemble paysager séparant les villages de Noirchain, Genly et Bougnies. Ce paysage très harmonieux se découvre à la fois du **PVR 6** situé le long de la Rue de Pâturages (N 546), et des PV situés à Genly (**PV 61, 62, 63, 64, 65).** Il est composé d'une vaste zone rurale drainée par 3 ruisseaux soulignés par des alignements d'arbres et arbustes.





Ces couloirs de végétation convergent vers le mur de briques de l'Enclos du Château où ils viennent rejoindre des alignements de peupliers
Seuls les hangars de la ferme de la Tourette, à Genly, perturbent un peu le paysage.

**PVR 6**
WP 289
N 50°23.311'
E 03°53.684'

**Inscrire un PVR.** Ce PV, situé le long de la N 546, offre une superbe vue panoramique dominante englobant au sud, Genly et le paysage très harmonieux faisant partie du PIP existant de Genly et de l'Enclos du Château et au nord, le village de Noirchain, son château d'eau, son terril et la vallée du ruisseau des Rogneaux avec le Haras du Petit Bigard **(**actuellement inscrits en PIP**).**

**Supprimer le PIP existant à Noirchain au nord de la N 546,** le fond de la vallée du ruisseau des Rogneaux est moins harmonieux et moins ouvert qu'au sud de la N 546, comme l'illustre le **PV 7.** Du point de vue panoramique aménagé au **point 8**, on ne voit que les arbres qui longent le cours d'eau.
Il semble que le PIP avait pour objectif de préserver la très belle vue, à proximité du cimetière, vers le Haras du Petit Bigard et le village. Il serait donc plus judicieux de remplacer le PIP par une LVR à cet endroit et de protéger le couloir écologique du fond de la vallée par l'inscription d'une zone d'espaces verts.

**PV 7**
WP 290
N 50°23.985'
E 03°56.071'

**PV** sur le fond de la vallée du ruisseau des Rogneaux au nord de la N 546. On repère aisément le haras blanc et l'église du village. Cette partie de la vallée est également inscrite actuellement en PIP au plan de secteur, alors qu'elle ne constitue pas un paysage très harmonieux. Elle est notamment fort perturbée par la présence de pylônes.
**Il faudrait inscrire une zone d'espaces verts** au fond de la vallée.

**PVR 8**
WP 291
N 50°24.158'
E 03°56.339'

**Inscrire un PVR.** Ce PV superbe est déjà aménagé avec une table de pique-nique et un panneau didactique. Il offre une vue à 180° permettant de voir Genly, Noirchain, la vallée du ruisseau des Rogneaux, le terril boisé des Noirchain, le châssis à molette du PASS.

**LVR 9**
WP 293
N 50°24.236'
E 03°55.798'

**Inscrire un LVR.**
À hauteur du cimetière de Noirchain, on jouit d'une très belle vue sur le Haras du Petit Bigard situé au fond de la vallée du Ruisseau des Rogneaux et sur l'église de Noirchain. Le Haras et la prairie sont actuellement inscrits en PIP au plan de secteur. Ce qui ne se justifie pas à l'échelon du plan de secteur, car c'est surtout la LVR qu'il faut protéger.

**PV 10**
WP 292
N 50°24.226'
E 03°55.768'

PV sur le terril de la Fosse inscrit en PIP au plan de secteur.
Un banc est installé à cet endroit.

**Inscrire un PICHE sur l'église et le centre de Noirchain qui constitue un bel ensemble architectural à préserver.**

### Unités 1 $M_4$ - 1 $N_6$ - 1 $N_7$ - 1 $N_8$

### PIP XLV - PIP des Neuf Bonniers (se poursuit sur la carte 51/3)

**Inscrire en PIP la zone agricole entre le parc du château et le Bois du Tilleul.** Ce PIP s'étend sur les cartes 51/3 et 45/7 et déborde un peu dans la commune de Quévy. Il s'agit d'une vaste zone cultivée légèrement vallonnée, heureusement agrémentée par le bosquet qui encadre le ruisseau du château et par les lisières boisées du parc du Château de la Roche et du bois du Tilleul qui le limitent et apportent un peu de diversité à l'ensemble. Ce paysage n'est pas aussi beau que celui du Coron de l'Amour, mais il est important à l'échelon communal et supra communal car il jouxte le parc du château et est traversé par un chemin de Grande Randonnée et longé par la N 543. Il est illustré par les **PV 11 et 12** (WP 278 : N50° 22.575'-E03° 53.690') et les **PV 5, 6 et 7** de la carte 51/3.

**Supprimer le PIP existant sur la zone de parc du château de la Roche.** Ce parc est entouré d'un mur d'enceinte assez haut complété par une bande boisée qui empêche de découvrir, à proximité, le château et son parc. Seul le **PV 13** offre une vue partielle sur l'arrière du château et une petite partie du parc. Les autres vues sont lointaines et ne permettent que des vues partielles ou ponctuelles (**PV 15 et 7 de la carte 51/3**)

**PV 11**
WP 282
N 50°22.425'
E 03°52.932'

**PV d'intérêt communal.** Situé sur le GR, ce PV offre une belle découverte de la zone agricole des Neuf Bonniers, proposée en PIP avec la lisière du Bois du Tilleul qui ferme la vue.

**PV 13**
WP 281
N 50°22.438'
E 03°52.824'

**PV d'intérêt communal.** Ce PV, situé à proximité du GR, offre la seule vue proche sur la façade arrière du Château de la Roche, grâce à un abaissement du mur d'enceinte qui entoure le parc.

**LV 14**
WP 283
N 50°22.452'
E03°52.717'

**Ligne de vue d'intérêt communal.** Jolie vue sur la vallée du Ruisseau du Pont Troué avec la lisière du bois de Colfontaine à l'horizon qui ferme la vue

**LVR 15 -16**
WP 334
N 50°22.550'
E 03°52.220'
WP 335
N 50°24.946'
E 03°54.099'

**Ligne de vue remarquable.** Le Sentier de la Motte offre à l'est du hameau de très jolies vues sur la vallée du ruisseau du Pont Troué et sur le château de la Roche et son parc. (**PV 15**)
À l'ouest, on découvre l'amont de la vallée du ruisseau des Rogneaux et la lisière du bois de Colfontaine. Les boisements qui encadrent le ruisseau masquent heureusement le **grand réservoir blanc de la SWDE très mal intégré dans le paysage.**

**LV 17**
WP 336
N 50°22.560'
E 03°51.740'

Vue longue vers le sud, mais le paysage n'est pas particulièrement harmonieux : lisière du bois de Colfontaine, champs et quelques habitations. Relief plat.

**PV 18**
WP 284
N 50°22.774'
E 03°51.868'

**PV d'intérêt communal.** Vue panoramique permettant de découvrir la lisière du Bois de Colfontaine, le champ du Moulin où prend naissance le ruisseau du Cœur, la ferme du Moulin, le pylône relais de Tout Vent et les boisements qui encadrent le ruisseau des Rogneaux.

## Unité 2 A

**Supprimer le PIP existant sur le terril du Grand Trait.**
Ce terril boisé constitue un élément verdoyant à protéger au sein de l'habitat qui l'entoure. Il constitue un élément paysager mais ne fait pas partie d'un ensemble paysager remarquable. Il est protégé par son affectation en zone forestière et par la zone d'espaces verts qui couvre les prairies qui le séparent de la zone d'habitat. Il n'y a donc pas lieu d'inscrire ce terril et cette zone d'espaces verts en PIP, d'autant que le développement de l'habitat tout autour a réduit considérablement les possibilités de le voir de la base jusqu'au sommet.





## COMMUNE DE MONS

***Bassin de la TROUILLE***

**Vallée de la Trouille, de la Wampe et aval du By : Unités 1 L- 1L1- 1 M**

Un vaste ensemble paysager, à cheval sur les cartes 45/7 et 45/8, entre Harmignies, Saint-Symphorien, Nouvelles, Ciply, Mesvin et Hyon, est repris sur les cartes du schéma de structure comme « ensemble paysager protégé » (carte 7.1.1.) et comme zone de « demande de périmètre de protection paysagère » (carte 7.3.2.).
Nous l'avons repris en modifiant un peu ses contours et l'avons baptisé : ***PIP des Vallées de la Trouille et de la Wampe.***

**Inscrire une zone d'espaces verts** le long des deux cours d'eau pour matérialiser et protéger les deux couloirs écologiques qu'ils constituent.

### Unités 1 L - 1 L1 : Vallée de la Wampe et de ses affluents

(se poursuit sur la carte 45/8)

**PIP XLVI - PIP des Vallées de la Trouille et de la Wampe**
**Étendre le PIP qui existe actuellement** sur la vallée de la Wampe à Nouvelles, conformément au périmètre de la zone paysagère à protéger du schéma de structure, en y incluant le petit village de Nouvelles qui participe à la qualité de cet ensemble paysager.
Cette très belle vallée en U, partiellement inscrite en zone NATURA 2000, peut se découvrir de nombreux endroits situés aussi bien au fond de la vallée **(PV 19, 20, 21)** que sur ses versants **(PV 22).** Elle constitue un ensemble rural très harmonieux, valorisé par les deux versants ornés sur leurs hauteurs d'arbustes variés. Ils encadrent une plaine alluviale assez large ou se trouve la très belle ferme Le Haras et un alignement de petites maisons situées au pied du versant est. Cet ensemble valorise beaucoup l'entrée dans le village de Nouvelles **(LV 19).**
**Seule la ligne haute tension passant entre Nouvelles et Harveng perturbe le paysage.**

**LV 19**
WP 914
N 50°24.778'
E 03°58.236'

**LV d'intérêt communal.** Jolie vue sur la vallée de la Wampe et la ferme le Haras qui valorisent l'entrée dans le village de Nouvelles.

**PV 20 et 21**
WP 915
N 50°24.953'
E 03°58.200'
WP 916
N 50°25.108'
E 03°58.201'

**Ces deux PV** illustrent le paysage de la vallée de la Wampe entre le village de Nouvelles et l'ancienne voie ferrée. On se trouve dans la zone Natura 2000.

**PV 22**
WP 936
N 50°24.869'
E 03°57.977'

**PV** dominant depuis le cimetière sur la vallée de la Wampe et son versant opposé. Dans l'axe de la vallée, on voit à arrière-plan, le Mont Panisel.

**LV 23**
WP 937
N 50°24.932'
E 03°57.785'

**LV** dominante, offrant à la fois une vue sur la vallée de la Wampe où se trouve le village de Nouvelles et une vue vers le beffroi de Mons avec le Mont de l'Héribu au nord-ouest et le Mont Panisel au nord-est.

**PV 24**
WP 938
N 50°24.551'
E 03°58.181'

**PV** sur le PIP existant au sud du Bois de Nouvelles. La plaine alluviale de la Wampe est ici agrémentée par un vieux verger et fait partie de la zone Natura 2000.

**PV 25**
WP 951
N 50°25.771'
E 03°58.042'

**Ce PV** qui risque de disparaître, illustre le paysage bocager qui subsiste au nord de Point du Jour. Il fait partie du PIP proposé et est repris dans la zone Natura 2000.

**PV 26**
WP 954
N 50°26.104'
E 03°58.291'

**Ce PV** illustre le paysage de la plaine alluviale de la Trouille et la Wampe au sud du Mont Panisel. Ce vaste ensemble de prairies humides garnies d'arbustes, d'alignements d'arbres, de bosquets,… fait partie du PIP et de la zone Natura 2000. Actuellement cette zone est inscrite en zone agricole. **Il faudrait l'inscrire en zone d'espaces verts étant donné son intérêt écologique.**

**Vallée du By (Unités 1 M, 1 M1)**

## Unité 1 M : Aval de la vallée du By à Mesvin

L'aval de la vallée du By au nord de Mesvin, illustré par les **PV 27-28**, fait partie du périmètre de la zone paysagère à protéger du schéma de structure et fait également partie de la zone Natura 2000.
Par comparaison avec les autres parties de cet ensemble paysager proposé en PIP, cette partie de la vallée du By est moins intéressante, **c'est pourquoi nous ne la retenons pas comme PIP à l'échelon du plan de secteur.**

**Étant donné qu'elle fait partie de la zone Natura 2000, cette zone devrait être inscrite en zone d'espaces verts plutôt qu'en zone agricole.**

**PV 27-28**
WP 949
N 50°25.864'
E 03°57.907'
WP 950
N 50°25.924'
E 03°57.970'

Ces deux PV offrent des jolies vues vers l'église de Mesvin, le Mont de l'Héribu, le beffroi, le Mont Panisel et la zone agricole qui occupe la plaine alluviale de la vallée du By entre Point du Jour et Hyon.
Ces 2 PV sont menacés de disparition, l'avant-plan étant inscrit en zone d'habitat à caractère rural.

**PV 29**
WP 947
N 50°25.736'
E 03°57.029'

**Ce PV d'intérêt communal** offre une belle perspective sur l'église de Mesvin, située de l'autre côté de la vallée du By. Il est menacé de disparition puisqu'il se trouve entre deux parcelles récemment urbanisées.

**PV 30**
WP 948
N 50°25.956'
E 03°57.441'

**PV** sur la vallée du By entre Mesvin et Chasse Royale.

## Unité 1 M1 : Vallée du By à Ciply

**PV 31**
WP 939
N 50°25.001'
E 03°56.657'

**PV d'intérêt communal**
Belle découverte du village de Ciply accroché sur le versant ouest du By, tandis que le versant opposé est boisé.
Le long de la route, une zone d'habitat de 50 m s'étale sur le By et sa plaine alluviale. Il faudrait absolument stopper son urbanisation étant donné l'impact paysager négatif et les risques d'inondations. Au-delà de cette zone d'habitat, la **plaine alluviale et le versant boisé sont inscrits en zone naturelle.**

**PIP XLVII : PIP au sud de Ciply** (Unités 1 M1, 1N)

**Maintenir le PIP existant sur "Les Rogneaux".** Il s'agit d'un paysage rural, champêtre, très harmonieux, traversé par un sentier offrant de très belles perspectives vers la ferme aux Anettes et le versant boisé du By à "La Garenne" et au "Trou des Sarrasins" **(PV 32).** Les Rogneaux sont en zone Natura 2000.





**Étendre le PIP sur la ferme aux Anettes et sur la vallée du By** jusqu'au R 5 ou jusqu'à la rue de Goispenne, car ce paysage est de toute beauté et peut s'apprécier à la fois d'une route très fréquentée ( le Ring 5) et de l'ancienne voirie pavée qu'est la rue de Goispenne (**PVR 33).**

**Étendre le PIP sur le confluent des vallées des ruisseaux des Rogneaux et du Temple (Unité 1 N) situé au nord du R5.** Ce paysage rural, également varié et très harmonieux, prolonge la découverte paysagère qu'on fait depuis le R 5. Il est illustré par les **PV 34, 35, 36.** La zone Natura 2000 s'étend également sur cette partie de la vallée

**PV 32**
WP 364
N 50°24.870'
E 03°56.440'

**Ce PV,** situé sur un sentier traversant "Les Rogneaux", offre une découverte du paysage inscrit en PIP de la butte de "Les Rogneaux" avec une perspective vers la ferme aux Anettes et sur le versant opposé de la vallée du By, boisé.
Ce paysage risque d'être dégradé si on urbanise le talus situé en face de la ferme et les prairies de part et d'autre de celle-ci
**Il conviendrait donc de supprimer la zone d'habitat de part et d'autre de la route aux environs de la ferme afin de conserver l'isolement de celle-ci dans un paysage de qualité.**

**LVR 33**
WP 942
N 50°24.527'
E 03°56.949'

**Inscrire une LVR**
Très jolies vues sur la vallée du By entre le R5 et les Rogneaux, avec en face, le versant à moitié boisé du Trou des Sarasins. On découvre également les toitures de la ferme de Montreu, les habitations et la ferme située le long de la N6 et au S.E le village d'Asquillies au-delà du R5.
Le seul élément perturbant est la ligne Haute Tension.

**PV 34**
WP 941
N 50°24.734'
E 03°56.276'

**PV** illustrant le paysage proposé en PIP au confluent des vallées des ruisseaux des Rogneaux et du Temple.
Le chemin, sur lequel est situé le PV, traverse le PIP pour remonter sur la N 543, de l'autre côté de la vallée, par un superbe chemin creux où affleure la roche (**Point 37**). Ce chemin doit être protégé. Il marque la limite actuelle du PIP existant sur la vallée du ruisseau du Temple en amont de Ciply.

**PV 35**
WP 365
N 50°24.810'
E 03°55.830'

**PV** depuis la sortie du R5 sur le confluent des ruisseaux des Rogneaux et du Temple avec à l'arrière-plan le site boisé des Rogneaux.

**PV 36**
WP 946
N 50°25.014'
E 03°56.330'

**PV** depuis le pont qui enjambe la vallée du ruisseau du Temple, sur la vallée au sud du Pont.

**PV 38**
WP 944
N 50°25.028'
E 03°56.306'

**PV** vers le fond de la vallée du ruisseau du Temple (inscrit actuellement en PIP et zone Natura 2000) et vers l'église de Ciply située sur le versant opposé.

**Supprimer le PIP existant sur la partie nord de la vallée du ruisseau du Temple à Ciply**
Du pont (**PV 38**) on a une vue plongeante sur le fond de la vallée, mais les peupliers plantés au fond masquent en partie celle-ci. Pour voir la vallée, il faut emprunter le sentier qui la traverse, car elle est dissimulée par les maisons et par ses talus boisés.
Cette vallée encaissée peu visible ne doit pas être inscrite en PIP. Elle est déjà reprise comme site Natura 2000, et comme zone naturelle au plan de secteur.

**Inscrire un PICHE** sur le centre ancien de Ciply.

***Bassin de la HAINE***

## Unité 6 P

**Supprimer le PIP existant** sur le terril du Dix-Sept.
On se trouve dans l'unité paysagère 3 délimitée dans l'étude paysagère du PCDN. Elle a été baptisée la zone "houillère" et concerne Jemappes-Flénu-Cuesmes.

C'est dans cette zone que se trouve l'ensemble des 3 terrils classés, Terril Ste-Henriette, Terril St-Joseph et le Terril du Dix-Sept. Ce dernier est repris actuellement au plan de secteur en zone d'espaces verts d'intérêt paysager, tandis que les deux autres sont en zones forestières.Ces trois anciens terrils constituent des éléments paysagers importants qu'il convient de protéger et de mettre en valeur, ce qui est d'ailleurs prévu dans le schéma de structure de la commune.
Au sommet du Terril du Dix-Sept se trouve une aire d'envol pour deltaplanes. L'aire d'atterrissage se trouve en bas dans le terrain en friche inscrit en zone d'activité économique mixte.

**PV 39**
WP 980
N 50°26.055'
E 03°53.674'

Jolie vue vers le terril Ste-Henriette couvert d'arbustes en fleurs.
Ce PV se trouve dans la zone entre les trois terrils où le schéma de structure à prévu de limiter l'habitat pour protéger le paysage.

## Unité 6 P1 : Vallée de la Vieille Haine

**Supprimer le PIP existant sur le parc communal de Jemappes**
Ce vaste parc public est repris comme PIP au plan de secteur. Il est partagé en trois affectations: une vaste zone de parc, une zone d'espaces verts et une petite zone forestière. On peut constater en entrant dans le site (**PV 40** :WP 977 N50°27.345' E03°52.733') que les aménagements: parkings, terrains de sports…, pour faciliter son accès et diversifier son utilisation, ont amoindri son intérêt paysager. Il n'y a donc pas lieu de maintenir le PIP sur cet ensemble dont la vocation est plutôt d'ordre récréatif et social.

**PVR 41**
WP 978
N 50°27.447'
E 03°53.575'

**Inscrire un PVR.** Très jolies vues, bien cadrées, vers l'église de Ghlin et sur la plaine alluviale de la Haine depuis le chemin qui longe le parc du château des Frères.
Seuls les pylônes de la ligne Haute Tension perturbent cette vue.

**Supprimer le PIP existant sur la zone de parc du château des Frères.** Cet ensemble est masqué par des boisements ou une haie épaisse. Là où on arrive à voir quelque chose, c'est un terrain de sport qu'on découvre!

**PVR 42**
WP 227
N 50°27.210'
E 03°53.911'

**Ce PVR** repris au schéma de structure, est une des belles perspectives vers le beffroi à préserver absolument.
Il faut regretter que d'autres perspectives vers le Beffroi à partir de la E 19, aient été anéanties par l'urbanisation des Grands Prés. L'implantation de vastes bâtiments de type "grandes boîtes à chaussures" le long de la E 19, n'améliore certainement pas l'approche et la découverte de Mons. Il faudrait les rendre plus discrets pour que ces visions négatives n'anéantissent pas les rares belles perspectives qui subsistent vers le beffroi par-dessus les Grands Prés.

## Unités 6 Q - 6 Q1

**Supprimer le PIP existant sur le Mont de l'Héribu.** Cet ancien terril en partie boisé est inscrit en zone de parc d'intérêt paysager au plan de secteur. Cet élément paysager ne constitue pas un paysage en tant que tel.





**PVR 43**
WP 955
N 50°26.665'
E 03°58.439'

**Ce PVR,** situé sur le chemin de l'Ermitage qui mène au sommet du Mont Panisel, offre une belle perspective vers le centre de Mons où on reconnaît plusieurs édifices importants dont le beffroi. En contrebas du mont, on voit le bel alignement des petites maisons de la rue M. Flament et sur la droite, beaucoup moins bien intégrées dans le paysage, les nouvelles maisons construites au début de la rue de l'Ermitage.

**Supprimer le PIP existant sur le versant ouest du Mont Panisel**
Le Mont Panisel est un site classé. Le côté O. du Mont Panisel est actuellement repris en zones d'espaces verts et forestières d'intérêt paysager sur la carte de la version coordonnée du plan de secteur. Ce vaste ensemble paysager constitue le fond du paysage de nombreuses vues, mais il ne fait pas partie d'un ensemble paysager particulièrement harmonieux comme c'est le cas de son versant Est. Il ne fait d'ailleurs pas partie de la zone paysagère à protéger reprise au schéma de structure.

# COMMUNE DE QUAREGNON

Le nouveau Collège communal a marqué son désaccord sur les propositions du groupe local estimant que "la détermination d'une zone d'intérêt paysager figerait en grande partie des terrains destinés à l'urbanisation et engendrerait une moins value sur des parcelles privées d'une manière discriminatoire".

***Bassin de la HAINE***

## Unités 2 - 2 A

**PV 44**
WP 301
N 50°24.806'
E 03°52.336'

Cette jolie vue sur le terril du Tranoy et sur l'extrémité sud du Fief de Lambrechies est menacée de disparition puisque les prairies situées à l'avant-plan font partie d'une ZACC. L'urbanisation de cette ZACC risque fort de la faire disparaître.

**PVR 45**
WP 380
N 50° 25.490'
E 03° 52.160'

**Inscrire un PVR au sommet du terril de la Croix.** Un sentier balisé permet de l'escalader pour atteindre la croix, située à son sommet, d'où l'on jouit d'une vue panoramique dominante. Ce terril boisé, inscrit en zone de parc au plan de secteur, constitue un élément verdoyant à préserver.

**Point 46**
WP 381
N 50°26.100'
E 03° 52.690'

Cet ancien terril boisé est inscrit en zone d'espaces verts au plan de secteur. Il constitue, comme le terril de la Croix, un élément verdoyant dans le paysage fort urbanisé de la commune de Quaregnon. Son inscription en PIP ne se justifie pas, puisqu'il ne constitue pas un paysage remarquable en tant que tel mais bien un élément paysager déjà protégé par son affectation.

**PVR 47**
WP 979
N 50°26.205'
E 03°52.514'

**Inscrire un PVR avec une zone non aedificandi.**
Depuis le haut du versant, on jouit d'une splendide vue dominante vers les terrils de la Croix, St-Félix, les deux clochers de l'église de la paroisse de Quaregnon Lourdes, le versant de Bas Flénu…
Ce PVR est menacé par la présence de la ZACC (zone d'aménagement communal concerté) qui tapisse le versant à l'avant-plan. Si cette ZACC est affectée à de l'urbanisation jusqu'à hauteur du PVR, il disparaîtra!
Ce PV n'avait pas été renseigné par le groupe local étant donné les projets d'urbanisation qui existent depuis plusieurs années. En cas d'urbanisation de la ZACC, il faudrait préserver une perspective à cet endroit.

**PV 48**
WP 302
N 50°25.626'
E 03°52.693'

Le PV de Six Chemins offre une jolie vue sur la Tour de la Maison communale, l'église de Flénu, les terrils Ste Henriette, St Joseph et du Dix Sept et sur le cordon boisé qui suit l'ancienne voie ferrée. Il est malheureusement menacé de disparition puisque son avant-plan est en zone d'habitat.

**PV 49**
WP 303
N 50°25.269'
E 03°52.957'

**PV d'intérêt communal.**
Cette vue vers l'église de Flénu est située en zone agricole. Elle n'est donc pas menacée, mais elle est moins belle que celle que l'on a depuis le **PV 48** car elle est perturbée par la présence du Ring 5.

## COMMUNE DE QUEVY

La commune possède de nombreux fonds de vallée où les ruisseaux sont encore bordés d'arbres. Actuellement certains tronçons de ces vallées sont inscrits en zones d'espaces verts et parfois en zones naturelles. C'est le cas pour la vallée du By entre Quévy et Bougnies et entre Bougnies et Noirchain. C'est également le cas pour la vallée de la Trouille.
Etant donné l'importance de la protection de ces couloirs écologiques, il faudrait inscrire systématiquement tous les fonds de vallées qui sont non urbanisés, en zone d'espaces verts comme c'est déjà le cas pour les talus de la voie ferrée. Il faudrait faire de même avec les chemins creux qui ont gardé un intérêt écologique et méritent, de ce fait, la même attention.

L'analyse de terrain a été réalisée en collaboration avec l'équipe du parc naturel.

***Bassin de la TROUILLE***

***Vallée de la Wampe (Unités 1 L)***

### Unités 1 $L_1$ - 1 $L_2$ : Vallée de la Wampe

(se poursuit sur les cartes 45/8, 51/3, 51/4)

**Supprimer le PIP existant sur Pont de Pierre, au nord de l'Enclos de Warelles et sur la zone de parc de l'Enclos de Warelles.**
Le chemin de Grande Randonnée passant entre l'Enclos de Warelles et Pont de Pierre, permet de constater aux **PV 50** (WP 860 : N50° 22.387'- E03° 58.041') **et 51** (WP 382 : N 50°22.400'-E 03°57.980') que le paysage est perturbé, au nord, par l'implantation de bungalows blancs placés près de la maison de repos du château de Warelles et au sud, par des hangars agricoles.

**LVR 52**
WP 383
N 50°22.450'
E 03°57.850'

**Inscrire une LVR.** Très jolies vues sur le parc de l'Enclos de Warelles qui constitue dans cette partie un paysage encore très harmonieux valorisé par des arbres remarquables, un joli petit pont qui enjambe la Wampe et plusieurs bâtiments intéressants.

**PV 53**
WP 862
N 50°22.498'
E 03°57.718'

**Ce PV** illustre le paysage du PIP existant actuellement sur la zone agricole à l'ouest de la Wampe.

**PV 54**
WP 865
N 50°23.456'
E 03°58.001'

Vue longue qui porte jusque sur les hauteurs de la commune d'Estinnes. Au moyen plan on découvre une partie de la vallée de la Wampe. On repère les boisements qui accompagnent le château de Bousies situé au fond de la vallée à Harveng.





**Sous-bassin du By (Unités 1 M – 1 N)**

### Unité 1 $M_1$ : Vallée du By à Bougnies

**Supprimer le PIP existant sur le fond de la vallée du By en amont et en aval de Bougnies.**
Ces parties encaissées de la vallée sont déjà inscrites en zones naturelles. Il s'agit de paysages fermés en grande partie boisés qu'on ne voit pas depuis les voiries. Ce sont des zones d'intérêt écologique à protéger en tant que telles. Elles sont reprises en zone Natura 2000

**PV 55**
WP 908
N 50°23.303'
E 03°56.708'

Vue depuis le pont enjambant la Wampe au nord de Bougnies. La zone naturelle d'intérêt paysager inscrite au plan de secteur commence au pont. La vue est très limitée par les arbres et les boisements qui se trouvent au fond de la vallée.

**PV 56**
WP 909
N 50°23.280'
E 03°56.634'

Jolie vue vers l 'église de Bougnies qui surplombe le fond de la vallée.
Ce PV comme l'ensemble du fond de la vallée, est inscrit dans le village en zone d'habitat à caractère rural. Il est donc menacé de disparition.

**LVR 57**
WP 910
N 50°23.191'
E 03° 56.491'

**Inscrire une LVR.** Très belle ligne de vue vers l'église de Bougnies située en contre-haut. Cette vue est valorisée par le fond de la vallée où un étang a été aménagé.

**Il faudrait étendre le PICHE** (Périmètre d'intérêt culturel historique et esthétique ) jusqu'à la LVR 57 et **inscrire le fond de la vallée en zone d'espaces verts.** Il conviendrait de ne pas l'urbaniser.

**PV 58**
WP 907
N 50°23.336'
E 03°56.166'

**PV d'intérêt communal.**
Ce PV situé sur le GR, illustre le PIP existant sur la zone de parc du château Cardinal. Cet ensemble n'a rien d'exceptionnel, mais on ne peut bien le voir que depuis ce côté.
On peut remarquer que les arbres de la drève d'accès au château, ont été coupés et que des jeunes arbres remplacent ceux qui ceinturaient le parc.

**Supprimer le PIP sur la zone de parc du château Cardinal;** Le château est fort délabré et ce qu'on peut voir du parc ne justifie pas l'inscription en PIP.

**PVR 59**
WP 287
N50°23.563'
E03°57.882'

**Inscrire un PVR.** Très belle longue vue avec au moyen plan le village d'Asquillies situé au fond de la vallée du By. En arrière-plan on découvre le PASS, les terrils du Borinage et le versant boisé de la Haine à l'horizon.

### Unités 1 $M_2$ - 1 $M_4$

**Supprimer le PIP existant sur le Bois du Tilleul, les zones agricoles et d'espaces verts contiguës et la zone de parc du château de Cambrai.**
Cet ensemble qui se poursuit sur la carte 51/3, est en très grande partie repris en zone Natura 2000.
Comme l'illustre le **PV 60** (WP 384 : N 50°22.430' – E 03°55.130') situé au nord du château du Petit Cambrai, le paysage n'a rien d'exceptionnel. Le bois lui-même a fait l'objet d'importantes coupes et replantations de peupliers. Dans le parc, une partie du bâtiment annexe du château est déjà transformé en plusieurs habitations. La propriétaire envisage également d'aménager des appartements dans son château.

## Unité 1 $N_3$ : Vallée du Rieu à Cavin.

### PIP XLII - PIP des Terrils de Genly

**Étendre le PIP existant des terrils de Genly**, à cheval sur les communes de Frameries et Quévy, sur la zone agricole illustrée par le **PVR 3** et les **PV 1 , 2** de Frameries.. Cette vaste zone agricole met en valeur ces terrils boisés et constitue avec eux un ensemble paysager suffisamment vaste et varié que pour justifier l'inscription en PIP.

**PVR 3**
WP 297
N 50°23.432'
E 03°54.501'

**Inscrire un PVR.** À cet endroit on jouit à la fois d'une très belle perspective sur les terrils boisés et la zone agricole de La Panneterie, et d'une vue vers le Beffroi de Mons grâce à une percée dans le cordon boisé qui masque la voie ferrée.

## Unités 1 $N_4$ - 1 $N_5$ - 1 $N_6$ : Vallées du ruisseau des Rogneaux et de ses affluents les ruisseaux de Waya et de la Fontaine Foreuse

### PIP XLIV - PIP de Genly et de l'Enclos du Château à Noirchain

**Maintenir et agrandir le PIP de Genly** (qui se poursuit dans la commune de Frameries)
Le très bel ensemble paysager qu'on découvre à la fois de la chaussée Brunehaut (**PV 61, 62**) et de la route reliant Genly et Bougnies (**PV 63, 64, 65**), sépare les villages de Genly, Bougnies et Noirchain. Il est composé d'une vaste zone rurale drainée par 3 ruisseaux soulignés par des alignements d'arbres et arbustes. Ces couloirs de végétation convergent vers le mur de briques de l'Enclos du Château où ils viennent rejoindre des alignements de peupliers.
Seuls les hangars de la ferme de la Tourette perturbent un peu le paysage.

**LVR 61**
WP 904
N 50°23.690'
E 03°55.116'

**Inscrire une LVR.** À l'entrée de Genly, sur la chaussée Brunehaut, subsiste une prairie qui plonge vers le Ruisseau des Rogneaux. Elle permet d'encore bénéficier d'une vue remarquable vers le cœur du village. Cette LVR risque, toutefois, de disparaître puisqu'une zone d'habitat de 50 m est inscrite le long de la route. Il est donc important de la préserver et d'inscrire une zone non aedificandi.

**LV 62**
WP 905
N 50°23.810'
E 03°55.264'

**LV d'intérêt communal.** Jolies vues sur la zone paysagère inscrite actuellement en partie en PIP. On voit les 3 alignements d'arbres qui soulignent les ruisseaux de la Fontaine Foreuse, de Waya et des Rogneaux et se rejoignent à proximité du mur de briques de l'Enclos du château. Il est essentiel d'étendre le PIP jusqu'à la voirie pour protéger l'ensemble de ce très beau paysage.

**PV 63**
WP 901
N 50°23.533'
E 03°55.149'

**PV d'intérêt communal.** Vue sur le PIP existant à l'arrière de l'église de Genly. Ce PV **risque de disparaître** car une zone d'habitat de 50 m borde la route jusqu'à la ferme de la Tourette. Il serait assez dommageable de construire à cet endroit.

**PV 64**
WP 902
N 50°23.331'
E 03°55.547'

**PV d'intérêt communal.** PV illustrant le paysage du PIP de Genly. La vue est ouverte et va du village jusqu'à la ferme située sur la crête au Champ du Moulin. On se trouve à proximité du cimetière face au château d'eau et au terril de Noirchain. Le ruisseau de Waya, souligné par des saules têtards, marque la limite du PIP existant. Le long mur de briques rouges de l'Enclos du château, faisant partie du PIP, est également visible.

**PV 65**
WP 903
N 50°23.342'
E 03°55.790'

**PV d'intérêt communal.** Situé à proximité de la ferme, en position dominante, ce PV offre une belle vue sur le PIP. On découvre la vallée du ruisseau de Waya, Genly, Noirchain, son château d'eau et son terril, les terrils et le châssis à molette du PASS de Frameries et au nord, on reconnaît bien le Mont Héribu et le beffroi de Mons.





**PVR 66**
WP 900
N 50°22.821'
E 03°55.403'

Ce PV situé sur la ligne de crête séparant les vallées du By et celle du Ruisseau des Rogneaux, offre une vue panoramique dominante (+ 125 m) sans éléments perturbants.
On découvre les terrils de la région de Mons-Borinage, une partie du village de Genly, le terril et le château d'eau de Noirchain, les Rogneaux, le Mont de l'Héribu sur lequel semble venir s'appuyer le Beffroi de Mons, Harmignies et ses carrières, le versant est de la vallée de la Trouille dominé par le pylône de Rouveroy et les clochers des deux Quévy.

**PV 67**
WP 906
N 50°23.078'
E 03°54.331'

**PV d'intérêt communal.** Jolie vue sur la vallée du ruisseau des Rogneaux en amont du village de Genly. Une partie de cette vallée est inscrite ici en zone de parc qui remonte jusqu'au PV.

**Supprimer la zone de parc et la remplacer par une zone d'espaces verts** qui doit être prolongée le long du cours d'eau afin de préserver ce couloir écologique.

## COMMUNE DE SAINT-GHISLAIN

Il n'y a rien à signaler pour cette partie de la commune.

# RÉSULTATS D'ANALYSE DE LA CARTE I.G.N. 51/2

## COMMUNE DE DOUR

***Bassin de la HAINE***

### Unité 3 B : Amont de la vallée du ruisseau d'Elwasmes

(se poursuit sur la carte 45/6 et dans la commune de Frameries)

**Supprimer le PIP existant sur la vaste zone forestière** qui se prolonge sur la commune de Frameries. Elle est composée d'un ensemble de bois repris en zone Natura 2000. Depuis les voiries et hameaux situés à proximité du bois, on ne voit que la lisière ondulante de cette vaste zone forestière qui ferme le paysage.

**Supprimer le PIP existant sur la zone agricole** en bordure du bois de Sars-la Bruyère, illustrée par la **LV 1**. Cette zone agricole ne constitue pas un paysage particulièrement harmonieux et ne justifie pas l'inscription en PIP. Elle a sans doute été inscrite en PIP pour éviter une urbanisation trop proche des lisières et pour préserver l 'ouverture de vue vers les bois.

**Remarque : à l'opposé de la LV 108** une porcherie industrielle a été construite de l'autre côté de la voirie. Si la zone agricole n'avait pas été inscrite en PIP en bordure de la lisière, aurait-on autorisé cette construction de l'autre côté de la voirie?

**LV 1**
WP 108
N 50°21.692'
E 03°50.451'

**LV d'intérêt communal.** Jolie vue sur la lisière ondulante du bois Sars-la-Bruyère.

***Sous-bassin de la PETITE HONNELLE (UNITÉS 7)***

### Unité 7 F : Amont de la vallée du ruisseau de Fonteni

(se poursuit dans la commune de Honnelles

### PIP LVI - PIP de Coron de Blaugies

**Inscrire un nouveau PIP et une zone d'espaces verts** sur la très jolie zone de sources du ruisseau de Fonteni à Coron de Blougies et Ruinsette.
Le ruisseau, souligné par des arbres et arbustes sur une grande partie de sa longueur, constitue un couloir écologique à préserver. Il prend sa source à Ruinsette dans une zone agricole qui a conservé un caractère bocager que l'on peut apprécier depuis Ruinsette **(LV 3-4)** à cheval sur la limite communale.

**LV 3-4**
WP 106
N 50°21.416'
E 03°50.041'
WP 107
N 50°21.351'
E 03°50.218'

**LV d'intérêt communal.** Jolies vues sur la zone de prairies humides de Ruinsette où prend naissance le Ruisseau de Fonteni. Le paysage a conservé un caractère bocager avec ses alignements de saules têtards.

**PV 5**
WP 109
N 50°22.082'
E 03°49.560'

Cette vue sur la vallée du ruisseau de Fonteni est menacée de disparition, l'avant-plan étant inscrit en zone d'habitat à caractère rural.
**Étendre la zone d'espaces verts tout le long du ruisseau.**

**PV 6**
WP 111
N 50°21.562'
E 03°49.366'

Vue sur l'amont du ruisseau d'Hardré avec le boisement qui se trouve à la zone de sources.

**PV 7**
WP 113
N 50°21.936'
E 03°48.933'

Vue sur le couloir verdoyant qui souligne le ruisseau d'Hardré.
**Inscrire une zone d'espaces verts le long du ruisseau.**





## COMMUNE DE FRAMERIES

***Bassin de la HAINE***

**Vallées du ruisseau du By et de ses affluents ( Unité 1 M) , du ruisseau d'Elwasmes et ses affluents (Unités 3) et de la Petite Honnelle et de ses affluents (Unités 7)**

### Unité 1M5

### PIP LVII - PIP du Coron de l'Amour.

**Étendre le PIP** sur le paysage rural très harmonieux qui sépare le Bois de Sars-la-Bruyère de la zone urbanisée du "Coron de l'Amour" et de "Les Communes". Ce paysage qui se poursuit sur la carte 51/3 est varié (prairies, vergers, haies...) et présente un relief légèrement vallonné avec une succession de plans. Il est traversé par un chemin de Grande Randonnée (GR) et mérite certainement l'inscription en PIP. Il se découvre des **PV 8-9-10"** mais aussi depuis "Les Communes" : **carte 51/3 PV 1 et 2**

**PV 8-9-10**
WP 272
N 50°21.983'
E 03°51.639'
WP 273
N 50°22.052'
E 03°51.617'
WP 274
N 50°22.112'
E 03°51.682'

**PV d'intérêt communal.** Ces trois PV situés sur le chemin de Grande Randonnée en bordure du bois de Sars-la-Bruyère, offrent de belles découvertes du paysage rural situé entre la lisière du bois et les extensions de Sars-la-Bruyère : Coron de l'Amour et Les Communes. .

### Unités 1 M5 - 1 M6 - 3 B - 7 D

**Supprimer le PIP sur les zones forestières.**
Ces zones forestières se prolongent dans les communes de Dour et Quévy et sur les cartes 45/6 et 51/3. Elles sont composées d'un ensemble de bois, repris en zone Natura 2000, dont on ne voit essentiellement que les lisières depuis les voiries qui les entourent.

### PIP LVIII - PIP Bois d'Audenarde -La Noire Bouteille

**Étendre le PIP existant au sud jusqu'à la Frontière.** Ce vaste paysage agricole est harmonieux et non perturbé. Il valorise l'entrée dans la commune et la Wallonie où il occupe l'interfluve entre les vallées de la Petite Honnelle et le ruisseau d'Elwasmes et l'amont du ruisseau de Court, affluent du By qui se prolonge sur la carte 51/3. Ce paysage peut s'apprécier notamment depuis les **PV 11, 12, 13, 14 et du PV 3 (carte 51/3).**

**PVR 11**
WP 266
N 50°21.350'
E 03°50.699'

**Inscrire un PVR**
Ce PV permet d'apprécier le paysage rural entre les bois de Sars-la-Bruyère , du Temple et la frontière française. On découvre le bâtiment blanc de la ferme du Temple.

**PV 12**
WP 405
N 50°21.260'
E 03°51.470'

Ce PV , situé sur le chemin rural qui limite le PIP existant, offre une vue sur la ferme du Temple; Ce beau bâtiment est malheureusement gâché par ses annexes (hangars…).

**PV 13-14**
WP 227
N 50°27.210'
E 03°53.911'

**PV d'intérêt communal.** À l'ouest, vue sur la zone agricole sur laquelle il est proposé d'étendre le PIP existant.
À l'est, vue sur la zone agricole de "la Noire Bouteille" actuellement inscrite en PIP au plan de secteur, avec la lisière du bois de Blaregnies (zone Natura 2000) qui limite la vue.

## COMMUNE DE HONNELLES

***Bassin de la HAINE***
***Sous-Bassin de* la Petite *Honnelle (Unités 7)***

### Unités 7 B - 7 E : Vallées de la Petite Honnelle et du ruisseau de Braquemart en aval de Fayt-le-Franc (se poursuit sur la carte 51/1)

### PIP LIX - PIP de Rampemont

**Maintenir le PIP existant sur les zones agricoles** qui entourent la très belle ferme de Rampemont (**PVR 15**) et se poursuit le long de la N 555 (**LV 16 et 17**). Cette vaste zone agricole met en valeur la très belle ferme de Rampemont isolée sur l'interfluve entre la Petite Honnelle et le ruisseau de Braquemart et participe à la qualité des paysages qu'on découvre en approchant de Fayt-le-Franc. Ce PIP déborde un peu dans l'unité 7 C.

**Supprimer le PIP existant sur les zones forestières, d'espaces verts et naturelles qui couvre les versants et les fonds des deux vallées.** En effet, les paysages qu'on découvre s'arrêtent aux boisements qui tapissent les versants abrupts de ces cours d'eau.

**Inscrire en zone d'espaces verts le fond de la vallée du Ruisseau de Braquemart** qui se trouve en zone agricole. Il faut maintenir un couloir écologique le long du ruisseau.

Les alignements d'arbres qui borde la N 555 sont également à préserver car ils constituent un élément paysager important

**PVR 15**
WP 93
N 50°21.539'
E 03°45.570'

**PVR panoramique.** Découverte de la très belle ferme de Rampemont et du plateau agricole qui l'entoure, avec de part et d'autres les boisements des fonds des vallées des ruisseaux de Braquemart et de la Petite Honnelle qui limitent la vue. Une percée permet de découvrir le clocher de l'église de Fayt-le-Franc.
On se trouve au sein du PIP existant. Il recouvre également les deux fonds de vallées inscrit en zone forestière ou zones naturelles.
**Inscrire en ZEV** le fond de la vallée du Ruisseau de Braquemart en amont de la zone naturelle afin de prolonger le couloir écologique à protéger.

**LV 16**
WP 92
N 50°21.245'
E 03°45.341'

**LV d'intérêt communal.** Jolies vue sur une partie de la vallée du Ruisseau de Braquemart, petit affluent de la Petite Honnelle à partir de la N 555. Le paysage qu'on découvre est essentiellement rural. Suivant les saisons, on peut découvrir la ferme de Rampemont.

**LV 17**
WP 101
N 50°21.275'
E 03°45.730'

**LV d'intérêt communal.** La N 555 offre également ici des vues sur la vallée du ruisseau de Braquemart. La jolie ferme de Rampemont, située sur le versant opposé, n'est visible qu'à la chute des feuilles car elle est masquée par un alignement d'arbres.

**PV 18**
WP 162
N 50°21.330'
E 03°45.410'

Le chemin creux qui conduit à la ferme de Rampemont est très beau. **Il faut le protéger et inscrire ces talus boisés en zone d'espaces verts.** Il fait partie du PIP

**LVR 19**
WP 261
N 50°21.420'
E 03°46.110'

**Inscrire une petite LVR avec zone non aedificandi.** À cet endroit, au début du sentier, subsiste une vue sur la belle ferme de Rampemont. Ce PV, situé en zone d'habitat, est menacé de disparition. Il est donc impératif d'inscrire une petite LVR avec zone non aedificandi pour conserver cette vue depuis la N 555.

**PV 20**
WP 95
N 50°21.714'
E 03°45.769'

**PV d'intérêt communal** vers le moulin situé au fond de la vallée de la Petite Honnelle. Le chemin d'accès est en mauvais état.





**PV 21**
WP 96
N 50°22.133'
E 03°45.731'

Vue panoramique dominante (127m) depuis le plateau agricole qui domine la vallée de la Petite Honnelle. Le paysage, très vaste et non perturbé, n'a rien d'exceptionnel.

**PV 22**
WP 102
N 50°21.165'
E 03°47.502'

Au sud de Grosse Croix à Erquennes, on jouit d'une très jolie vue sur le ruisseau de Braquemart qui marque ici la frontière avec la France.
**Inscrire une zone d'espaces verts en bordure du cours d'eau.**

### Unité 7 C : Vallée de la Petite Honnelle en amont de Rampemont

**Inscrire une zone d'espaces verts sur le fond de la vallée de la Petite Honnelle.**
Le cours d'eau souligné par des arbres et arbustes constitue un couloir écologique à préserver.

**Supprimer le PIP existant** sur la zone agricole de "Croquet"qui se prolonge dans l'unité 7 F. Elle est masquée en partie par l'habitat du Grand Coron et celui de Fayt-le-Franc. Elle a donc moins d'intérêt celle qui entoure la Ferme de Rampemont.

**LV 23**
PV 103
N 50°21.452'
E 03°48.119'

**LV d'intérêt communal.** Belle découverte du fond de la vallée de la Petite Honnelle entre Erquennes et la Chapelle Saint-Ghislain. Le cours d'eau est souligné par un alignement d'arbres.

**LV 24**
WP 105
N 50°21.391'
E 03°48.940'

**LV d'intérêt communal.** À hauteur de Rinchon, au sud on jouit de jolies vues sur l'amont de la vallée de la Petite Honnelle et au nord, vers les boisements situés dans la zone de sources des ruisseaux de la Ramée et d'Hadré, avec une percée vers le clocher de Blaugies. À l'ouest, vue sur Erquennes dominé par son château d'eau.

### Unité 7 F : Vallée du ruisseau de Fonteni (se poursuit dans la commune de Dour)

**Inscrire une zone d'espaces verts tout le long du ruisseau.**
Ce ruisseau, souligné par des arbres et arbustes sur une grande partie de sa longueur, prend sa source à Ruinsette dans une belle zone humide **(LV 3-4)** qui se poursuit dans la commune de Dour. Il constitue un couloir écologique à préserver.

**LV 3-4**
WP 106
N 50°21.416'
E 03°50.041'
WP 107
N 50°21.351'
E 03°50.218'

**LV d'intérêt communal à cheval sur la limite communale.** Jolies vues sur la zone de prairies humides de Ruinsette où prend naissance le Ruisseau de Fonteni. Le paysage très harmonieux a conservé un caractère bocager avec ses alignements de saules têtards.
Il se trouve dans la commune de Dour où il est proposé d'inscrire un nouveau PIP.

**Supprimer le PIP existant** sur la zone agricole de "le Petit Champs" qui se prolonge dans l'unité 7 C. Elle est aussi masquée en partie par l'habitat du Grand Coron et celui de Fayt-le-Franc. Elle a donc moins d'intérêt celle qui entoure la Ferme de Rampemont.

**LVR 25**
WP 97
N 50°21.815'
E 03°46.220'

**Inscrire une LVR avec une zone non aedificandi.** Il s'agit de la dernière ouverture de vue sur le fond de la vallée du ruisseau de Fonteni qu'on a depuis la rue du Grand Coron. Elle est menacée de disparition puisqu'elle se trouve en zone d'habitat à caractère rural.

**PV 26**
WP 98
N 50°21.835'
E 03°46.342'

Vue ponctuelle vers l'église de Fayt-le-Franc.

**LVR 27**
WP 100
N 50°21.937'
E 03°46.684'

**Inscrire un LVR avec zone non aedificandi.**
En bordure de la N 549 subsiste entre le ruisseau de Fonteni et la première maison au nord, un belle vue dominante sur le fond de la vallée. Malheureusement, une zone d'habitat menace cette ouverture de vue. Il est donc nécessaire pour la préserver de prévoir une LVR.
**Remarque** : le désordre de l'arrière de la ferme qui se trouve de l'autre côté du ruisseau, en bordure de la N 549, perturbe un peu le paysage qu'on découvre de la **LVR 27.** Il faudrait planter des arbres et remettre un peu d'ordre autour de la ferme.

**Il faudrait déplacer la partie sud de la ZACC d'Athis** qui couvre les prairies qui bordent le ruisseau de Fonteni pour l'inscrire de l'autre côté du village au point **28.** Ceci permettrait de conserver la qualité du paysage qu'on découvre de la **LVR 27.**

**Inscrire une zone d'espaces verts le long du cours d'eau** pour conserver le couloir écologique.

## COMMUNE DE QUÉVY

### Unités 1 M5 - 1 M6

**Supprimer le PIP sur une partie de la zone forestière. Ne le maintenir que sur l'extrémité du Bois de Blaugies qui fait partie du PIP de la vallée du Ruisseau de la Roulerie (carte 51/3).**
Ces zones forestières se prolongent dans les communes de Frameries et sur la carte 51/3. Elles sont composées d'un ensemble de bois, repris en zone Natura 2000, dont on ne voit essentiellement que les lisières depuis les voiries qui les entourent.





# RÉSULTATS D'ANALYSE DE LA CARTE I.G.N. 51/3

## COMMUNE DE FRAMERIES

***Bassin de la HAINE***

**Vallée du ruisseau du By et de ses affluents (Unités 1 M)**

### Unités 1 M4 - 1 M5 : Vallées des ruisseaux de Court et du Château

(se poursuit sur la carte 45/7)

### PIP LVII - PIP du Coron de l'Amour.

**Étendre le PIP** sur le paysage rural très harmonieux qui sépare le Bois de Sars-la-Bruyère de la zone urbanisée du "Coron de l'Amour" et de "Les Communes". Ce paysage qui se poursuit sur la carte 51/2 est varié (prairies, vergers, haies...) et présente un relief légèrement vallonné avec une succession de plans. Il est traversé par un chemin de Grande Randonnée et mérite certainement l'inscription en PIP. Il se découvre depuis "Les Communes" **PV 1 et 2** et du chemin de Grande Randonnée qui longe le bois (**carte 51/2- PV 8, 9, 10**).

**PV 1**
WP 275
N 50°21.886'
E 03°51.946'
WP 276
N 50°21.896'
E 03°51.958'

**PV d'intérêt communal.** Ce PV, situés sur le GR, offre de belles découvertes du paysage rural semi-bocager qui subsiste entre "Coron de l'Amour" et "Les communes" Ils illustrent le paysage proposé en PIP.

**PV 2**
WP 271
N 50°21.757'
E 03°51.959'

**PV** illustrant le PIP existant sur la zone agricole au S.O. de "Les Communes". Le nouveau hangar situé sur la droite perturbe un peu la vue.

Remarque. Cette partie située dans la partie basse du PIP, en limite de la zone d'habitat, est moins intéressante que le paysage qu'on peut découvrir un peu plus haut sur le versant et notamment des **PV 8, 9, 10 (carte 51/2**).

### PIP LVIII - PIP du Bois d'Audenarde-La Noire Bouteille (se poursuit sur la carte 51/2)

**Maintenir le PIP existant** sur la zone agricole qui entoure la ferme du Temple et la met en valeur. Il s'agit de l'extrémité du PIP Bois d'Audenarde-La Noire Bouteille qu'on découvre des PV 11 et 12 de la carte 51/2.

**LV 3 et 4**
WP 268
N 50°21.499'
E 03°51.987'
WP 269
N 50°21.642'
E 03°52.300'

**LV d'intérêt communal.** On découvre la lisière du Bois du Temple (zone Natura 2000) et le versant cultivé de la vallée du ruisseau de Court qui suit la lisière. Actuellement cette zone agricole est inscrite en PIP de même que le Bois du Temple, ce qui ne se justifie pas.

**Supprimer le PIP sur la zone agricole étroite qui borde la zone forestière du Bois du Temple (zone Natura 2000) et celle qui couvre le bois.** Le maintien du PIP ne se justifie pas. Il s'agit d'une longue bande étroite cultivée (**LV 3 et 4**) qui ne constitue pas un paysage particulièrement intéressant. On dirait qu'elle a été inscrite en PIP pour protéger la lisière du bois et préserver les vues vers cette lisière. Le PIP sur le Bois du Temple ne se justifie pas non plus puisqu'on n'en voit que sa lisière.

### PIP XLV - PIP des Neuf Bonniers (se poursuit sur la carte 45/7)

**Inscrire en PIP la zone agricole entre le parc du château et le Bois du Tilleul.** Ce PIP s'étend sur les cartes 51/3 et 45/7. Il s'agit d'une vaste zone cultivée légèrement vallonnée, heureusement agrémentée par le bosquet qui encadre le ruisseau du château et par les lisières boisées du parc du Château de la Roche et du bois du Tilleul qui le limite et apportent un peu de diversité à l'ensemble.

Ce paysage n'est pas aussi beau que celui du Coron de l'Amour, mais il est important à l'échelon communal et supra communal car il jouxte le parc du château et est traversé par un chemin de Grande Randonnée (GR) et longé par la N 543. Il est illustré par la **LVR 5, les PV 6 et 7** et les **PV 11 et 12** de la carte 45/7.

**LVR 5**
WP 270
N 50°21.770'
E 03°52.935'

**Inscrire une LVR.** Vue très longue qui porte jusque sur le versant opposé de la Haine. Au moyen plan, on découvre la zone agricole qui sépare le bois du Tilleul et le village de Sars-la-Bruyère avec un habitat qui pourrait être mieux intégré dans le paysage, de même que l'exploitation agricole qui le jouxte. Cette vue n'est pas menacée dans la commune mais dès qu'on entre dans la commune de Quévy, on se trouve en zone urbanisée le long de la route.

**PV 6**
WP 277
N 50°22.099'
E 03°53.057'

**PV d'intérêt communal** permettant d'apprécier le paysage rural proposé comme nouveau PIP entre le Bois du Tilleul et le parc du Château de la Roche.

**PV 7**
WP 279
N 50°22.312'
E 03°53.727'

**PV d'intérêt communal.** Seule vue depuis la nationale sur le Château de la Roche.





## COMMUNE DE QUÉVY

***Bassin de la TROUILLE***
**Vallée de la Wampe et de ses affluents (unités 1 L)**

**Unités 1L2 - 1L3 - 1L4 -1L5 -1L6 -1L9**

**Supprimer le PIP existant sur la zone de parc de l'Enclos de Warelles** (qui se poursuit sur la carte 45/7)
Comme précisé dans le commentaire de la carte 45/7, cette zone de parc est en partie perturbée par des hangars agricoles. De plus, elle n'est visible que depuis le chemin de Grande Randonnée qui passe entre elle et celle du Pont de Pierre située au nord du chemin.

### PIP LX - PIP de la vallée de la Wampe à l'est de Quévy-le-Grand

**Maintenir le PIP existant sur la vallée encaissée de la Wampe à l'est de Quévy-le-Grand.**
Cette vallée encaissée, illustrée par les **PV 8 et 9**, constitue un très bel ensemble bucolique qui valorise l'entrée dans le village lorsqu'on arrive de la N6 par l'ancienne sucrerie.
**Étendre le PIP sur le versant Est** jusqu'à la ligne de crête. Il serait en effet très dommageable pour ce paysage de ne pas faire attention à l'intégration paysagère d'un projet qui s'établirait sur les champs qui dominent le fond de la vallée car ils font partie du paysage découvert depuis la route.

### PIP LXI - PIP de la Ferme de la Ferrière

**Maintenir le PIP existant entre les deux Quévy.** Il recouvre une petite zone de prairies qui subsiste entre les deux villages. Ce petit ensemble paysager est valorisé par la présence de la grosse ferme de la Ferrière, ferme en carré qui domine deux têtes de vallées et par une prairie présentant une dépression dont le talus est orné d'arbres. Cette zone est coincée entre la route et le sentier qui relient les deux villages.

**PV 8 et 9**
WP 877
N 50°21.899'
E 03°57.523'
WP 878
N 50°21.780'
E 03°57.353'

Jolies vues sur la vallée de la Wampe entre Quévy-le-Grand et l'ancienne sucrerie. Cette partie est inscrite actuellement en PIP au plan de secteur.

**PV 10**
WP 859
N 50°21.860'
E 03°56.777'

**PV d'intérêt communal.** Jolie vue vers le village de Quévy-le-Grand, la ferme de la Ferrière et le PIP existant.

**PV 11**
WP 858
N 50°21.829'
E 03°56.663'

**PV d'intérêt communal.** Jolie vue vers l'église et le village depuis le sentier qui longe le PIP.

**LVR 12**
WP 885
N 50°21.153'
E 03°56.168'

**Inscrire une LVR.** Le chemin qui longe la ligne de crête séparant les bassins hydrographiques de la Wampe (unités 1 L) et du By (unités 1 M), offre des vues panoramiques très longues. Au moyen plan, on peut voir, vers le nord, les clochers des deux Quévy, au sud, celui de Goegnies-Chaussée et le monastère et vers l'ouest, le clocher d'Aulnois. À l'arrière plan on voit, notamment, les terrils de Mons-Borinage.

**PV 13**
WP 884
N 50°20.593'
E 03°55.828'

**PV d'intérêt communal.** Jolie vue vers Goegnies-Chaussée.

**PV 14**
WP 883
N 50°20.488'
E 03°56.322'

Cette vue, à proximité du cimetière de Goegnies-Chaussée, permet d'apprécier la vallée de l'affluent de la Wampe : le ruisseau du Barbet. Actuellement la partie gauche du chemin est inscrite en zone d'espaces verts tandis que la partie droite est inscrite en zone agricole.
Ce ruisseau bordé, sur une grande partie de sa longueur, d'arbres et arbustes, constitue un couloir écologique à préserver. Il relie la zone d'espaces verts située en amont du cimetière à celle de la vallée de la Wampe, au sud de Quévy-le-Grand ; Il conviendrait donc **d'inscrire une zone d'espaces verts le long du ruisseau** pour relier les deux zones d'espaces verts existantes.

**PV 15**
WP 882
N 50°21.605'
E 03°58.032'

**PV d'intérêt communal.** À cet endroit de la N 6, route fort fréquentée, subsiste l'unique jolie vue vers le village et le clocher d'Havay. Cette vue est cadrée par les deux murets d'accès à une prairie.

**Vallée du By et ses affluents (Unités 1 M)**

**Unités 1 $M_2$ - 1 $M_3$ - 1 $M_4$ - 1 $M_6$**

**Supprimer le PIP existant sur le Bois du Tilleul, Les Vignerons, la zone de parc du Château du Petit Cambrai et les zones agricoles en bordure au nord et au sud.** Cette grande zone essentiellement boisée qui se poursuit sur la carte 45/7, est reprise presque entièrement en zone Natura 2000. Elle ne constitue pas un paysage particulièrement harmonieux comme le confirment le **PV 16** et le PV 2 situé au nord du château du Petit Cambrai (carte 45/7). Une bonne partie du bois et du fond de la vallée a été transformé en peupleraies.

**PV 16**
WP 893
N 50°21.933'
E 03°53.676'

Ce PV illustre le PIP existant à l'est de la Ferme de la Crassoulette. La vue se termine sur le versant boisé du bois du Tilleul qui est également repris en PIP au plan de secteur. Le bois du Tilleul et une partie de la zone agricole sont repris en zone Natura 2000.
**Ce PV est menacé par la zone d'habitat de 50 m située le long de la voirie.**

**PV 17**
WP 898
N 50°22.160'
E 03°55.181'

Ce PV, situé à la limite du PIP existant sur la vallée du By à "Le Choquy", illustre le paysage qu'on peut découvrir depuis le chemin de Grande Randonnée qui passe sous la voie ferrée. Les vues sont limitées par l'alignement d'arbres qui longe le ruisseau de l'Aube, affluent du By.

**Supprimer le PIP à Bommeteau sur le paysage illustré par le PV 18.** Cette zone est composée de deux parties, au nord-ouest, elle est constituée d'un ensemble de prairies en pente, ornées d'arbres. Cette partie, qu'on voit à peine, est plutôt d'intérêt écologique et mériterait d'être inscrite en zone d'espaces verts. Quant au reste de la zone reprise en PIP, comme l'illustre le **PV 18** (WP 899), il s'agit de terres cultivées entourant une ferme blanche un peu gâchée par les nouveaux hangars de briques rouges. Ce qui ne constitue pas un paysage particulièrement harmonieux.

## PIP LXII - PIP de la Ferme du Moulin

**Maintenir le PIP existant** sur la vallée du By entre la Ferme du Moulin à Eau et Trou Gordon.
Cette partie de la vallée, bien que de petite taille, constitue une bel ensemble paysager qui valorise beaucoup la découverte du village de Blaregnies. Le paysage, illustré par les PV 19, 20 et 21, ne présente aucun élément perturbant et la vallée encaissée, ornée d'arbres, peut encore s'apprécier depuis la route d'accès au village.





Le fond de cette vallée, inscrit en zone agricole, **devrait être inscrit en zone d'espaces verts.** Il faut préserver la plaine alluviale et éviter le labour des terres jusqu'au ruisseau

**PV 19-21**
WP 403
N 50°21.850'
E 03°53.900'
WP 897
N 50°21.689'
E 03°53.958'

Ces deux PV illustrent le paysage de la vallée du By entre la Fme du Moulin à Eau et Trou Gordon. Le **PV 19** est situé au fond de la vallée sur le chemin d'accès de la ferme, tandis que **le PV 21** offre une vue dominante sur ce même paysage depuis le chemin rural, à l'extrémité de la zone d'habitat de Trou Gordon.

**LVR 20**
WP 895
N 50°21.793'
E 03°53.842'

**Inscrire une petite LVR avec zone non aedificandi.** Cette partie de la voirie, heureusement non encore urbanisée, permet une très belle découverte de la vallée du By et offre une vue ponctuelle du clocher de l'église du village de Blaregnies. La zone d'habitat linéaire, inscrite à l'avant-plan le long de la voirie, menace la pérennité de ces jolies vues. Il faudrait donc **prévoir une zone non aedificandi** pour les conserver, faute de quoi, on ne pourra plus découvrir la vallée que depuis le chemin rural situé sur l'autre versant (**PV 21**)

## PIP LXIII - PIP de la vallée du ruisseau de la Roulerie

**Modifier le PIP qui existe actuellement sur le bois de Blaregnies et la vallée du ruisseau de la Roulerie à l'ouest de Blaregnies.**
Le paysage de très haute qualité qu'on découvre depuis la N 543 est illustré par les **PV 22-23-24 et 25.** L'ensemble paysager composé des zones agricoles de Bonhomme, Bosquemiaux, Trieu du Bois et des fonds des vallées des ruisseaux du Bois de Blaregnies et de la Roulerie, avec le Bois de Blaregnies en fond de paysage, valorise beaucoup cette entrée en Wallonie. Il est donc important **d'agrandir le PIP jusqu'à la nationale** afin de protéger la totalité de cet ensemble. Par contre, le Bois de Blaregnies entièrement repris en zone Natura 2000, ne participe qu'en partie à la qualité de cet ensemble paysager. C'est pourquoi **le PIP est réduit sur la zone forestière.**
À l'est de la nationale, la vallée du ruisseau de Tiau, avec l'alignement d'arbres variés et quelques étangs, agrémente le paysage.
**Ici aussi, les fonds des vallées devraient tous être repris en zones d'espaces verts.**

**LV 22**
WP 404
N 50°20.500'
E 03°52.610'

Jolie vue vers le Bois de Blaregnies actuellement en PIP et la zone agricole de « Bonhomme »

**LV 23**
WP 888
N 50°20.576'
E 03°52.672'

Jolie vue à la fois vers le Bois de Blaregnies actuellement en PIP et la zone agricole de Bosquemiaux et, à l'opposé, vers la vallée du ruisseau de Tiau

**PV 24**
WP 889
N 50°21.076'
E 03°53.219'

**PV d'intérêt communal.** Au croisement on a une très jolie vue vers l'église d'Aulnois qui apparaît entre deux alignements de peupliers (le château d'eau étant masqué par ces peupliers). Le paysage est valorisé par la vallée, joliment arborée, du Ruisseau de Tiau, située au moyen plan.

**LVR 25**
WP 891
N 50°21.234'
E 03°53.328'

C'est dans cette partie de la nationale, à la limite de la zone urbanisée, qu'on jouit de la plus belle vue sur le confluent des ruisseaux de la Roulerie et du Bois de Blaregnies avec en fond de paysage, les bois. Une grosse partie du paysage est inscrite en PIP.
Si on veut préserver la totalité de la LVR, il faut prévoir une zone non aedificandi sur les derniers terrains bâtissables.

## Carte 51/3

**PV 26**
WP 892
N 50°21.509'
E 03°52.948'

PV illustrant le paysage découvert depuis l'intérieur du PIP existant.

## Unité 1 M9

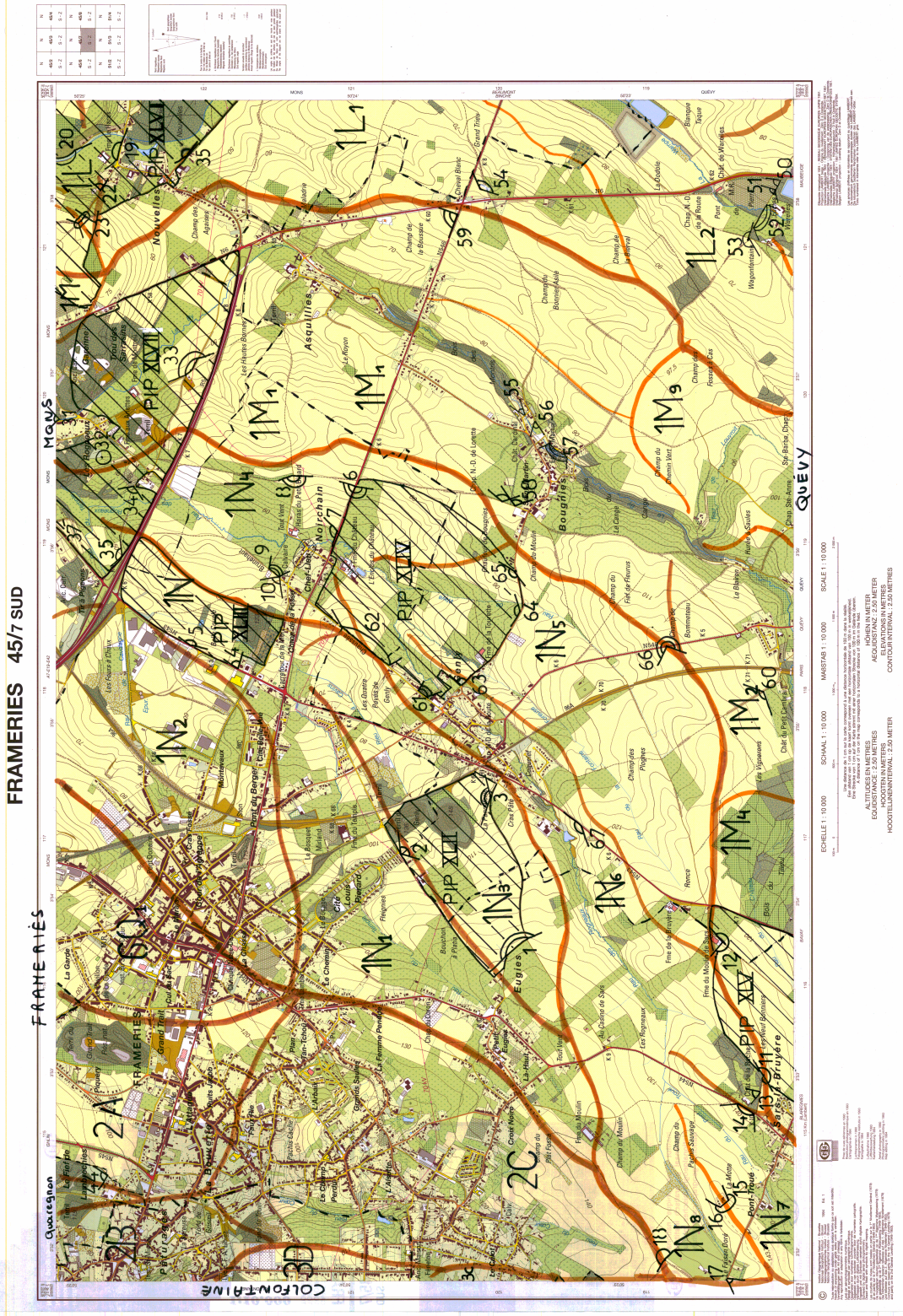
**LV 27**
WP 879
N 50°21.688'
E 03°55.027'

**LV d'intérêt communal.** Jolies vues sur la vallée du Ruisseau de Louvroi et vers les deux Quévy apparaissant de part et d'autre d'un bosquet.

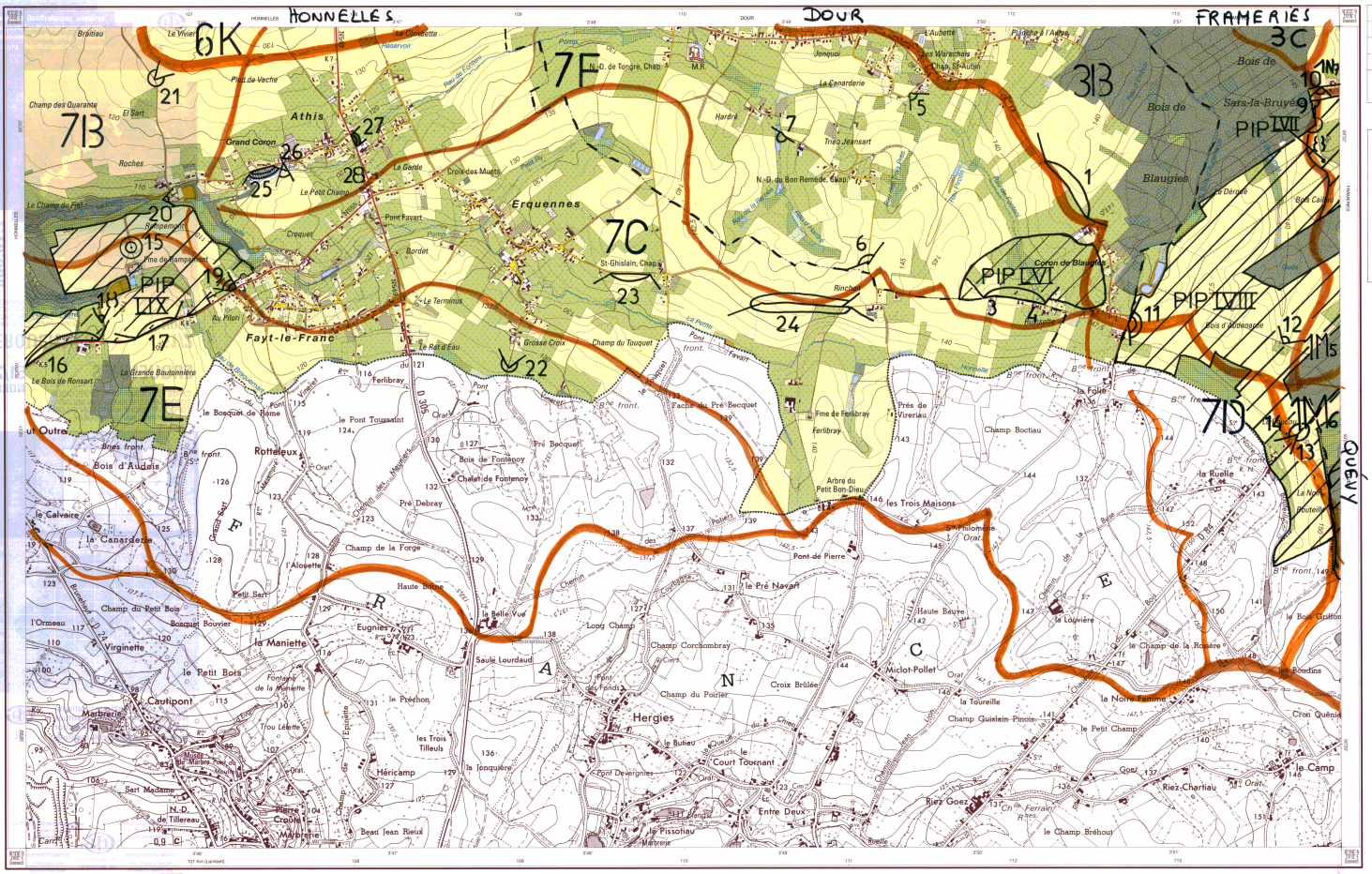
**PV 28**
WP 886
N 50°20.329'
E 03°54.783'

**Supprimer le PIP existant sur la zone de parc d'Aulnois.** Ce Parc est entouré d'un haut mur qui empêche toute vue. Il n'y a donc aucune raison de maintenir ce PIP





# ERQUENNES 51/2 NORD


HONNELLES
DOUR
FRAMERIES
Erquennes
Athis
Fayt-le-Franc
Hergies
Blaugies
Quévy
Bois de Sars-la-Bruyère
Bois d'Audois
Bois de Fontenoy
Bois d'Audenarde
Coron de Blaugies
Grand Coron
Champ des Quarante
Roches
Le Champ du Pré
Fme de Rampemont
Le Bois de Ronsart
La Grande Baudonnière
Le Calvaire
la Canardière
l'Ormeau
Virginette
la Maniette
Cautipont
Marbrerie
Sart Madame
Croix de Tilleau
Héricamp
le Préchon
Trou Lécrte
Champ du Petit Bois
Bosquet Bourlet
le Petit Bois
Champ de la Forge
Pré Debray
Pré Becquet
Rottelleux
le Bosquet de Rome
le Pont Toussaint
Ferlibray
Fme de Ferlibray
Près de Vireriau
Champ Boctiau
la Folie
la Ruelle
la Noue
Pouteau
les Trois Maisons
St-Philomène
Arbre du Petit Bon Dieu
Pont de Pierre
le Pré Navart
Haute Bauve
la Louvière
le Champ de la Rosière
le Boudins
Miclot-Pollet
la Toureille
la Noire Femme
Champ Guislain Pincin
le Petit Champ
Croix Brûlée
Champ du Poirier
Long Champ
Champ Corchombray
Saule Lourdaud
la Belle Vue
Eugnies
le Buhau
le Court Tournant
Pont Devergnies
Entre Deux
Riez Goez
Riez Chariau
le Camp
Croix Quénie
le Champ Bréhout
le Pissoleu
Beau Jean Rieux
Marbrerie
Trois Tilleuls
la Longuerie
Fme de Tongre, Chap.
N.-D. du Bon Remède, Chap.
St-Ghislain, Chap.
Chap. St-Aubin
Chap. Ste-Anne
Fme de Coury
Fme du Moulin à Eau
Fme du Gros Buisson
Fme de Blaregnies
Fme de Lombray
Fme de Névergies
Fme du Moulin
Fme de Malplaquet
Fme de Monbenson
Fme de Verseheid
Fme Laloux
Fme Bionlat
Fme des Prés à Saules
Fme de la Ferrière
Chap. St-Roch
Chap. Ste-Marguerite
Chap. N.-D. de Lourdes
Chap. Les Bouchiers
Sars-la-Bruyère
Coron de l'Amour
Coron de l'Arbre
Blaregnies
Aulnois
Gœgnies-Chaussée
Quévy-le-Petit
Quévy-le-Grand
Bois du Tilleul
Bois Bourdon
Bois de Blaregnies
Bois de Trieu du Bois
Bois de Bettignies
Bois du Gard
Cité des Lanières
Monastère St-Jean
Champ de l'Aube
Champ de la Ferrière
Champ du Gosez
Champ du Barbet
Champ de Raspaille
Champ des Jalousies
Champ de Lombray
Champ Rainier
Champ des Petits Prés
Champ des Champs Bonniers
Champ des Champs de Nivelle
Champ des Champs du Bois
Champ des Champs Blancs
Champ des Champs Bonniers
Champ des Champs Bonniers
Champ des Champs Bonniers

# ANNEXE N AVIS PRÉALABLE DE L'AGENCE WALLONNE DU PATRIMOINE

Wallonie patrimoine AWaP

Mons, 04 AOUT 2021

Agence wallonne du Patrimoine

Direction Opérationnelle
Zone Ouest
Place du Béguinage, 16
B-7000 MONS

Tél. : +32 (0) 065/32.80.11
Fax : +32 (0) 065/32.80.22

CSD INGÉNIEURS CONSEILS SA
Boulevard Paepsem 11A
B-1070 Anderlecht

Nos réf. : AWaP/DZO/JP/CA/IM21-0878

**Objet : Demande d'information archéologique**
Localité : Quévy
Adresse : Projet éolien situé au sein de la commune de Quévy
Réf. Urbanistique(s) : /

Agent traitant : ANSIEAU Cécile □ 065/32.80.32 □ cecile.ansieau@awap.be

Madame, Monsieur,

En réponse à votre demande d'information dans le cadre projet éolien en province de Hainaut sur la commune de Quévy (Goegnies-Chaussée), et sur base des informations transmises dans votre mail, je peux vous informer que deux sites archéologiques sont en effet répertoriés sur la carte archéologique mais également que le contexte général de la position de celles-ci est favorable aux occupations humaines de manière plus générale.

Le premier site se trouve entre l'éolienne 3 et 6

- SAW Ht/6887 : Ferme ancienne répertoriée sur les cartes du 18e siècle appelée « Ferme Nevergies »

Le second se situe au sud de l'éolienne 6

- SAW Ht/6889 : Ferme ancienne répertoriée sur les cartes du 18e siècle appelée « Ferme de Lombray »

Les éoliennes 2 et 5 sont placées à proximité immédiate ou sur un ancien chemin creux reliant les villages d'Aulnois et Quévy le Petit, dont l'origine est ancienne.

Enfin, la zone sur laquelle se situent les 6 éoliennes se trouve en plein milieu de deux chaussées romaines, Bavay-Cologne au sud et Bavay- Asse au nord ; l'emplacement est favorable à l'installation d'une occupation gallo-romaine encore inconnue aujourd'hui.

Ces éléments indiquent un contexte probable à la mise au jour de vestiges et aménagements couvrant une période allant de l'Antiquité aux Temps modernes. Il est vraisemblable que des sites archéologiques soient présents et que leur existence ne soit pas encore portée à notre connaissance.

En raison de l'impact archéologique potentiel sur les parcelles concernées, et en vertu du Code du Patrimoine qui permet à l'AWaP d'émettre un avis lors de toute demande de permis de travaux, nos services requerront la réalisation d'une surveillance archéologique lors des terrassements sur les parcelles concernées par la demande.

www.wallonie.be
N° vert : 1718 (informations générales)

Concernant les actes et travaux sur biens patrimoniaux non classés, vous retrouverez toutes les conditions de requête d'avis au Titre VII, art. 31 du Code du Patrimoine (https://agencewallonnedupatrimoine.be/wp-content/uploads/2019/06/copat-consolide-2.pdf

Vous remerciant pour l'attention que vous voudrez bien porter à la présente, je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de nos salutations distinguées.

Par délégation, 03-08-21

Ingrid Dolcy
1re attachée a.i.

La Directrice,
Josiane PIMPURNIAUX.

# ANNEXE O AVIS DE LA SOCIÉTÉ DES EAUX SWDE

Bonjour,

Votre demande a été traitée.
Vous trouverez ci-dessous et en « attaché » le plan et nos conditions générales

Salutations

Le service «  Impétrants »
CICCELD@swde.be

**De :** Klim_cicc [mailto:KLIM_CICC@swde.be]
**Envoyé :** mardi 17 décembre 2019 15:08
**À :** CICC ELD
**Objet :** Réponse à l'annonce du CICC ( b89e3002-1fdf-4d72-a

Société wallonne des eaux

Rue de la concorde, 41

4800 Verviers

**Référence annonce Klim-CICC :** b89e3002-1fdf-4d72-a99b-5b27341e1ea7 ( image)

**Société demanderesse:** Storm
wies.vanstockem@storm.be

**Vos références :** Quevy

**Plans de repérage des installations SWDE à** Quevy, Belgium
(centré en  118609  115729 )

Madame, Monsieur,

Veuillez trouver ci-joint le(s) plan(s) ou extrait(s) de plan(s) dont les références sont reprises ci-dessus.

Un plan papier peut vous être envoyé sur demande. Tous les plans supérieurs au format A3, vous seront automatiquement envoyés par courrier postal.

Vu l'importance de nos canalisations, il est nécessaire, avant le début de vos travaux, de vous mettre en rapport avec notre centre de contact clientèle au 087/87.87.87 de 8h00 à 16h00, afin d'obtenir un rendez-vous sur place avec un responsable de secteur.

Nous insistons particulièrement sur le fait que, lorsque des engins mécaniques sont utilisés à proximité d'installations S.W.D.E., il est indispensable afin d'éviter tout dommage, de garder une marge de sécurité convenable; la communication des plans ne décharge pas l'exécutant des travaux de son obligation de prendre toutes les mesures de précautions exigées lors de l'exécution de fouilles ou de travaux de génie civil à proximité des installations souterraines.

En outre, vous êtes tenus de respecter et de faire respecter le cas échéant aux exécutants éventuels de travaux les conditions générales reprises ci-dessous, qui ne peuvent être dissociées du ou des plans communiqués.

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

## ***Conditions générales***

1. Les tracés et les cotes, qui figurent sur le(s) plan(s), ne constituent que des indications qui permettront de repérer le parcours que suivent les canalisations dans le sol. Il se pourrait en effet que, pour des causes diverses (par exemple des modifications apportées à la voirie ), ces plans ne correspondent plus tout à fait à la réalité. Il en est de même pour les autres installations que les canalisations.

2. Les numéros d'immeubles peuvent avoir changé depuis la réalisation du (des) plan(s) ainsi que la configuration de la voirie; il y a lieu de tenir compte de ces changements; la Société wallonne des eaux décline toute responsabilité au cas où les documents qui vous sont communiqués ne seraient plus conformes à la disposition des lieux. En cas de doute, il convient de demander PAR ECRIT des renseignements complémentaires à la S.W.D.E.

3. En principe, la profondeur normale de pose de nos conduites est d'environ un mètre. Aucune obligation ne nous impose l'enfouissement de nos conduites à une profondeur déterminée; de plus, les travaux de nivellements routiers peuvent avoir modifié le recouvrement des canalisations. La localisation exacte nécessite de toute façon des sondages manuels.

4. Lorsque des engins mécaniques sont utilisés à proximité d'installations S.W.D.E., il est indispensable afin d'éviter tout dommage, de garder une marge de sécurité convenable; la communication des plans ne décharge pas l'exécutant des travaux de son obligation de prendre toutes les mesures de précautions exigées lors de l'exécution de fouilles ou de travaux de génie civil à proximité des installations souterraines .

5. Les raccordements particuliers des immeubles, bâtis ou non-bâtis, généralement situés de part et d'autre des voiries, ne sont pas mentionnés au(x) plan(s) et doivent être localisés préalablement par l'exécutant des travaux.

6. Certaines canalisations étant protégées cathodiquement, il est indispensable de prendre toutes les précautions nécessaires pour ne pas en modifier ou interrompre la protection.

7. Le réseau de distribution d'eau constitué de tuyaux et pièces spéciales assemblés par joints en caoutchouc coulissants est contrebuté par le sol. Pour éviter tout déboîtement, les plus grandes précautions doivent être prises en cas de dégagement des surfaces d'appui.

8. Si des travaux doivent être exécutés sous nos installations ou à un niveau inférieur à celles-ci, les plus grandes précautions devront être prises pour éviter toute rupture lors de l'exécution des fouilles; les remblais devront être exécutés de façon à empêcher ultérieurement tout tassement du terrain sous et aux abords de nos canalisations.

9. Si l'exécution de masses en béton ou en maçonnerie, de chambres, etc. est prévue et que ces constructions doivent enrober ou couvrir notre canalisation, des dispositions particulières seront prises en accord avec la S.W.D.E.

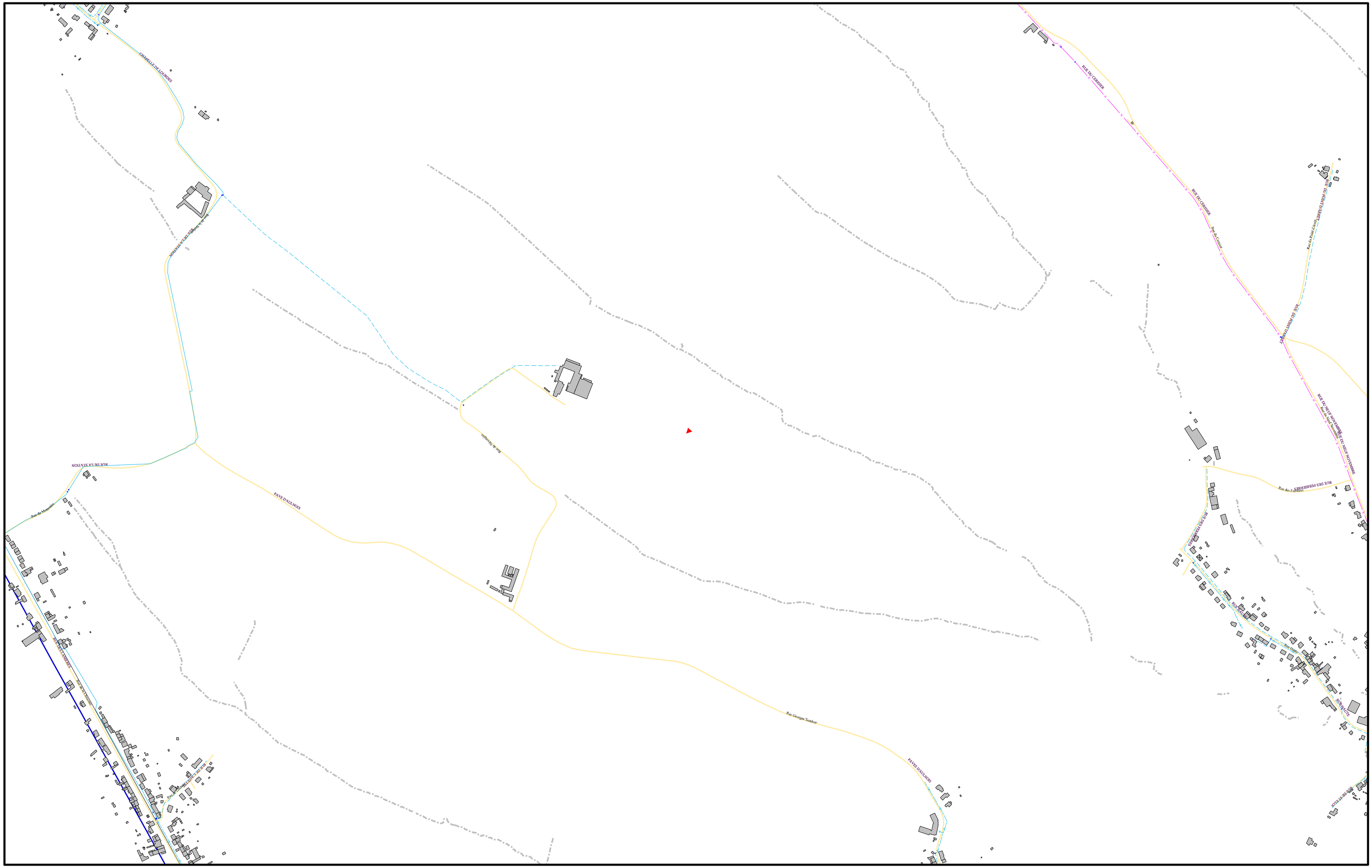
10. La communication du (ou des) plan(s) est faite sous toutes réserves de tous les droits de la S.W.D.E.; elle ne pourrait engager sa responsabilité que dans les limites légales et, le cas échéant, contractuelles, et que moyennant le respect intégral par le ou les maître(s) d'oeuvre et exécutant(s) des travaux des présentes conditions générales ainsi que de leur obligation générale de prudence. Le ou les plans communiqués ne sont valables que pour une durée de six mois à dater de leur envoi.

11. Lorsque les travaux débordent des limites du (des) plan(s), il vous appartient de demander par écrit des plans complémentaires afin de couvrir toute la zone des travaux.

12. Le cahier général des charges des marchés publics de travaux, de fournitures et de services et des concessions de travaux publics (AR du 26 septembre 1996 ou toute disposition qui le modifierait

ou le remplacerait) applicable le cas échéant à vos travaux, prévoit entre autres, en son article 30 paragraphe 2, que :"L'entrepreneur prend, sous son entière responsabilité et à ses frais, toutes les mesures indispensables pour assurer la protection, la conservation et l'intégrité des constructions et ouvrages existants; il prend aussi toutes les précautions requises par l'art de bâtir et par les circonstances spéciales pour sauvegarder les propriétés voisines et éviter que, par sa faute, des troubles y soient provoqués."

13. Toute dégradation à nos installations pourrait enfin constituer une infraction pénalement répréhensible.

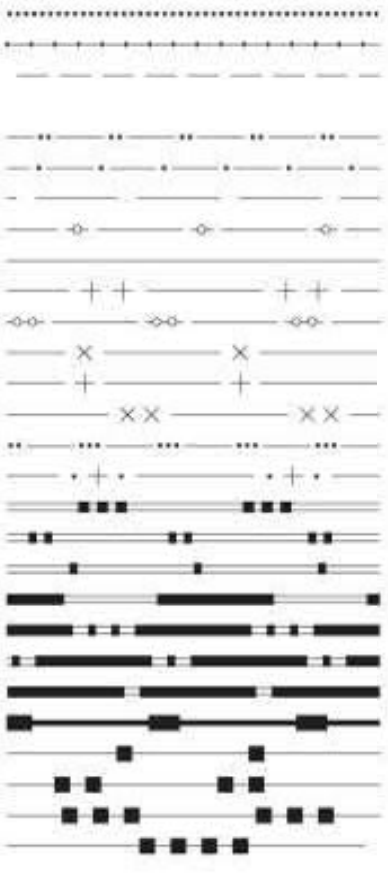

CHAPELLE DE LOURDES
RUE DE LA STATION
RUE DE LA STATION
Rue de Mourcourt
RUE DU CERISIER
Rue du Cloître
RUE DU MONT TONNOY
Rue des Pierres
RUE DU 11 NOVEMBRE
RUE DU 11 NOVEMBRE
RUE DES FERMIERES
Rue des Fermières
RUE DES FERMIERES
RUE DU MOULIN
RUE DU MOULIN
RUE DE LA STATION
RUE DE LA STATION
RUE DE LA STATION

LEGENDE

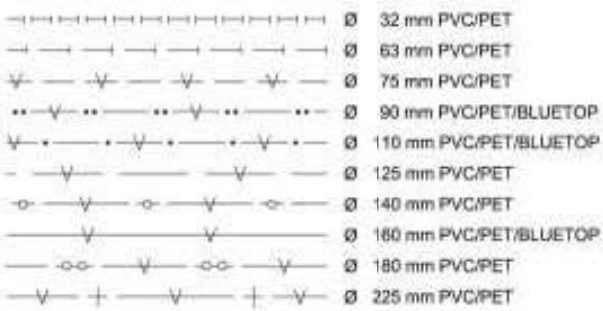
## Conduites catégories

- Production
- Adduction mixte
- Distribution
- Eau brute
- Décharge
- Branchement industriel
- Galerie
- Liaison

## Conduites DN

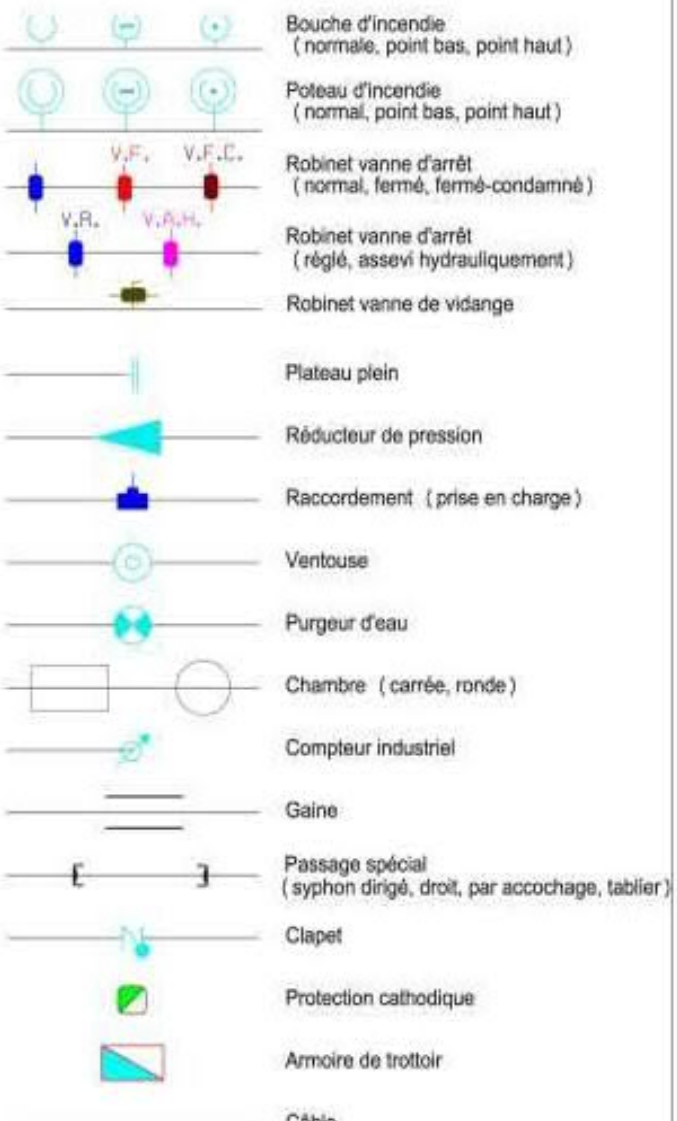



## Conduites DE




## Ouvrages

## Appareils



# ANNEXE P COURBES D'ÉMISSION ACOUSTIQUE DES MODÈLES D'ÉOLIENNES CONSIDÉRÉES

Restricted
Document no.: 0067-7067 V08
2017-12-21

# Performance Specification

## V150-4.0/4.2 MW 50/60 Hz

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



**VESTAS PROPRIETARY NOTICE:** This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties except as expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized uses, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.



Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT

## Table of contents

**1 GENERAL DESCRIPTION ..... 5**

**2 TYPE APPROVALS AND AVAILABLE HUB HEIGHTS ..... 5**

**3 OPERATIONAL ENVELOPE AND PERFORMANCE GUIDELINES ..... 5**

3.1 Climate and Site Conditions ..... 5
*3.1.1 Complex Terrain ..... 6*
*3.1.2 Altitude ..... 6*
*3.1.3 Wind Power Plant Layout ..... 7*
3.2 Operational Envelope – Wind ..... 7
3.3 Operational Envelope – Conditions for Power Curve and Ct Values (at Hub Height) ..... 8
3.4 Sound Modes ..... 8
3.5 Load Modes ..... 9

**4 DRAWINGS ..... 10**

4.1 Structural Design – Illustration of Outer Dimensions ..... 10

**5 GENERAL RESERVATIONS, NOTES AND DISCLAIMERS ..... 11**

**6 POWER CURVES, CT VALUES AND SOUND CURVES, MODE 0/0-0S ..... 12**

6.1 Power Curves, Mode 0/0-0S ..... 12
6.2 Ct Values, Mode 0/0-0S ..... 13
6.3 Sound Curves, Mode 0/0-0S ..... 14

**7 POWER CURVES, CT VALUES AND SOUND CURVES, POWER OPTIMIZED MODE PO1/PO1-0S ..... 15**

7.1 Power Curves, Power Optimized Mode PO1/PO1-0S ..... 15
7.2 Ct Values, Power Optimized Mode PO1/PO1-0S ..... 16
7.3 Sound Curves, Power Optimized Mode PO1/PO1-0S ..... 17

**8 POWER CURVES, CT VALUES AND SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO1 ..... 18**

8.1 Power Curves, Sound Optimized Mode SO1 ..... 18
8.2 Ct Values, Sound Optimized Mode SO1 ..... 19
8.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO1 ..... 20

**9 POWER CURVES, CT VALUES AND SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO2 ..... 21**

9.1 Power Curves, Sound Optimized Mode SO2 ..... 21
9.2 Ct Values, Sound Optimized Mode SO2 ..... 22
9.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO2 ..... 23

**10 POWER CURVES, CT VALUES AND SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO3 ..... 24**

10.1 Power Curves, Sound Optimized Mode SO3 ..... 24
10.2 Ct Values, Sound Optimized Mode SO3 ..... 25
10.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO3 ..... 26

**11 POWER CURVES, CT VALUES AND SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO11 ..... 27**

11.1 Power Curves, Sound Optimized Mode SO11 ..... 27
11.2 Ct Values, Sound Optimized Mode SO11 ..... 28
11.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO11 ..... 29

**12 POWER CURVES, CT VALUES AND SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO12 ..... 30**

12.1 Power Curves, Sound Optimized Mode SO12 ..... 30
12.2 Ct Values, Sound Optimized Mode SO12 ..... 31
12.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO12 ..... 32



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

**13 POWER CURVES, CT VALUES AND SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO13 ..... 33**

13.1 POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO13 ..... 33
13.2 CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO13 ..... 34
13.3 SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO13 ..... 35

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE



**Recipient acknowledges that (i) this Performance Specification is provided for recipient's information only, and, does not create or constitute a warranty, guarantee, promise, commitment, or other representation (Commitment) by Vestas Wind Systems or any of its affiliated or subsidiary companies (Vestas), all of which are disclaimed by Vestas and (ii) any and all Commitments by Vestas to recipient as to this Performance Specification (or any of the contents herein) are to be contained exclusively in signed written contracts between recipient and Vestas, and not within this document.**

**See general reservations, notes and disclaimers (including, Section 5, p. 11) to this Performance Specification.**

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

# 1 General Description

The Vestas V150-4.0/4.2 MW wind turbine is a pitch regulated upwind turbine with active yaw and a three-blade rotor. The Vestas V150-4.0/4.2 MW turbine has a rotor diameter of 150 m and a rated power of 4.0 MW.

Vestas offers an optional Power Optimized (PO) mode at 4.2 MW for the V150-4.0 MW variant.

# 2 Type Approvals and Available Hub Heights

The standard turbine is type certified according to the certification standards and available hub heights listed below:

| Certification | Wind Class | Hub Height | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tower type** | | **Standard** | **Large diameter (split)** | **Large diameter (non-split) (1)** |
| **IEC61400-22** | IEC IIIB/IEC S | 105 m | | 155 m |
| **DIBt 2012** | WZ2(S), GK2 | | 123 / 145 / 166 m | |

*Table 2-1: Type approval data and available hub heights*

(1): These towers require special transport conditions as the bottom diameter is above 5 m and are not available as standard to the US/Canadian market, but can be evaluated on a case-by-case basis.

The hub height can be increased by up to 3 m by use of raised foundation. Use of raised foundation is subject to site-specific evaluation and is not available for all soil conditions.

# 3 Operational Envelope and Performance Guidelines

Actual climate and site conditions have many variables and should be considered in evaluating actual turbine performance. The design and operating parameters set forth in this section do not constitute warranties, guarantees, or representations as to turbine performance at actual sites.

## 3.1 Climate and Site Conditions

The standard turbine is designed for the wind climate conditions listed below. Values refer to hub height.

| Wind Climate | IEC IIIB | IEC S |
|---|---|---|
| **Hub Height** | **105/155m** | **105/155m** |
| **Power Rating** | **4.0MW** | **4.2MW** |
| **Extr Wind Speed (10 min average), $V_{50}$** | 37.5 m/s | 37.5 m/s |
| **Survival Wind Speed (3 s gust), $V_{e50}$** | 52.5 m/s | 52.5 m/s |
| **Turbulence Intensity, $I_{v50}$** | 11% | 11% |

*Table 3-1: Extreme design parameters – IEC*



T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

RESTRICTED



Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

| Wind Climate | IEC IIIB | IEC S |
|---|---|---|
| **Hub Height** | **105/155m** | **105/155m** |
| **Power Rating** | **4.0MW** | **4.2MW** |
| **Wind Speed (10 min average), $V_{ave}$** | 7.5 m/s | 7.0 m/s |
| **Weibull Scale Factor, $C$** | 8.5 m/s | 7.9 m/s |
| **Weibull Shape Factor, $k$** | 2.0 | 2.0 |
| **$I_{ref}$ acc. to IEC 61400-1** | 0.14 | 0.14 |
| **Turbulence Intensity acc. to IEC 61400-1, Including Wind Farm Turbulence (@15 m/s) $I_{90}$ (90% quantile)** | 15.7% | 15.7% |
| **Wind Shear, $\alpha$** | 0.20 | 0.20 |
| **Inflow Angle (vertical)** | 8° | 8° |

*Table 3-2: Average design parameters – IEC*

| Wind Climate | WZ2(S) | WZ2(S) | WZ2(S) | WZ2(S) | WZ2(S) | WZ2(S) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hub Height** | **123 m** | **123 m** | **145 m** | **145 m** | **166 m** | **166 m** |
| **Power Rating** | **4.0MW** | **4.2MW** | **4.0MW** | **4.2MW** | **4.0MW** | **4.2MW** |
| **Extr Wind Speed (10 min average), $V_{50}$** | 37.45 m/s | 37.45 m/s | 37.50 m/s | 37.50 m/s | 37.50 m/s | 37.50 m/s |
| **Survival Wind Speed (3 s gust), $V_{e50}$** | 52.43 m/s | 52.43 m/s | 52.50 m/s | 52.50 m/s | 52.50 m/s | 52.50 m/s |
| **Turbulence intensity, $I_{v(z)}$** | 12.7% | 12.7% | 12.4% | 12.4% | 12.1% | 12.1% |

*Table 3-3: Extreme design parameters – DIBt*

| Wind Climate | WZ2(S) | WZ2(S) | WZ2(S) | WZ2(S) | WZ2(S) | WZ2(S) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hub Height** | **123 m** | **123 m** | **145 m** | **145 m** | **166 m** | **166 m** |
| **Power Rating** | **4.0MW** | **4.2MW** | **4.0MW** | **4.2MW** | **4.0MW** | **4.2MW** |
| **Wind Speed (10 min average), $V_{ave}$** | 7.4 m/s | 7.0 m/s | 7.5 m/s | 7.0 m/s | 7.05 m/s | 7.0 m/s |
| **$I_{ref}$ acc. to IEC 61400-1** | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.14 |
| **Turbulence Intensity, $I_{90}$ (90% quant.)** | 15.7% | 15.7% | 15.7% | 15.7% | 15.7% | 15.7% |

*Table 3-4: Average design parameters – DIBt*

### 3.1.1 Complex Terrain

Classification of complex terrain according to IEC 61400-1:2005 Chapter 11.2. For sites classified as complex, appropriate measures are to be included in site assessment. Positioning of each turbine must be verified via Vestas Site Check.

### 3.1.2 Altitude

The turbine is designed for use at altitudes up to 1000 m above sea level as standard and optional up to 2000 m above sea level.

Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 42 · 8200 Arhus N · Denmark · www.vestas.com

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

### 3.1.3 Wind Power Plant Layout

Turbine spacing is to be evaluated site-specifically. Spacing below two rotor diameters (2D) may require sector-wise curtailment.

**NOTE**

As evaluation of climate and site conditions is complex, consult Vestas for every project. If conditions exceed the above parameters, Vestas must be consulted.

## 3.2 Operational Envelope – Wind

Values refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine.

| **Wind Climate** | **IEC IIIB/ IEC S** |
|---|---|
| **Hub Height** | **105 / 155 m** |
| **Cut-In, $V_{in}$** | 3 m/s |
| **Cut-Out (10 min exponential avg.), $V_{out}$** | 24.5 m/s |
| **Re-Cut In (10 min exponential avg.)** | 22.5 m/s |

*Table 3-5: Operational envelope – wind – IEC*

| **Wind climate** | **WZ2(S)** |
|---|---|
| **Hub height** | **123 / 145 / 166 m** |
| **Cut-In, $V_{in}$** | 3 m/s |
| **Cut-Out (10 min exponential avg.), $V_{out}$** | 24.5 m/s |
| **Re-Cut In (10 min exponential avg.)** | 22.5 m/s |

*Table 3-6: Operational envelope – wind – DIBt*

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

RESTRICTED



Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

## 3.3 Operational Envelope – Conditions for Power Curve and Ct Values (at Hub Height)

Consult Section 6 and following sections, p. 12 for power curves and $C_t$ values.

| **Conditions for Power Curve and $C_t$ Values (at Hub Height)** | |
|---|---|
| **Wind Shear, *α*** | 0.00-0.30 (10 minute average) |
| **Turbulence Intensity, *I*** | 6-12% (10 minute average) |
| **Blades** | Clean |
| **Rain** | No |
| **Ice/Snow on Blades** | No |
| **Leading Edge** | No damage |
| **Terrain** | IEC 61400-12-1 |
| **Inflow Angle (Vertical)** | 0 ±2° |
| **Grid Voltage** | Nominal Voltage ±2.5% |
| **Grid Frequency** | Nominal Frequency ±0.5 Hz |
| **Grid Active Power (LV-side)** | Per tabulated values in Section 6 and following sections |
| **Grid Reactive Power (LV-side)** | Power Factor 1.0 |

*Table 3-7: Conditions for power curve and Ct values*

## 3.4 Sound Modes

The sound modes listed below are available for the turbine.

| **Sound modes** | | | |
|---|---|---|---|
| **Mode No.** | **Maximum Sound Level** | **Serrated trailing edges** | **Available hub heights** |
| **0** | 104.9 dBA | Yes (standard) | 105 / 123 / 145 / 155 / 166 m |
| **0-0S** | 108.0 dBA | No (option) | 105 / 123 / 145 / 155 / 166 m |
| **PO1** | 104.9 dBA | Yes (standard) | 105 / 123 / 145 / 155 / 166 m |
| **PO1-0S** | 108.0 dBA | No (option) | 105 / 123 / 145 / 155 / 166 m |

*Table 3-8: Available sound performance*

**NOTE**

The turbine is as standard equipped with serrated trailing edges on the blades. Optionally, Mode 0-0S can be offered without serrated trailing edges mounted on the blades.

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT

Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 42 · 8200 Arhus N · Denmark · www.vestas.com

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

In addition, Sound Optimized (SO) modes as listed below are available as options for the turbine.

| Sound Optimized (SO) modes | | | |
|---|---|---|---|
| **Mode No.** | **Maximum Sound Level** | **Serrated trailing edges** | **Available hub heights** |
| **SO1** | 103.4 dBA | Yes | 105 / 123 / 155 / 166 m |
| **SO2** | 102.0 dBA | Yes | 105 / 123 / 166 m |
| **SO3** | 99.5 dBA | Yes | 105 / 123 / 145 / 155 / 166 m |
| **SO11** | 99.2 dBA | Yes | 105 m |
| **SO12** | 99.9 dBA | Yes | 105 m |
| **SO13** | 97.0 dBA | Yes | 105 m |

*Table 3-9: Available Sound Optimized modes*

**NOTE** Sound Optimized (SO) modes are only available with serrated trailing edges on the blades. For further details on sound performance and in case of specific requests for sound modes per tower, please contact Vestas Wind Systems A/S.

## 3.5 Load Modes

The Load Optimized (LO) modes listed below are available for the turbine.

| Load Optimized (LO) modes | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Mode No.** | **Power** | **Maximum Sound Level** | **Serrated trailing edges** | **Available hub heights** |
| **LO1** | 3.8 MW | 104.9 dBA | Yes | 105 / 123 / 145 / 155 / 166 m |
| **LO2** | 3.6 MW | 104.9 dBA | Yes | 105 / 123 / 145 / 155 / 166 m |

*Table 3-10: Available Load Optimized modes*

**NOTE** Load Optimized (LO) modes are only available with serrated trailing edges mounted on the blades.



T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT

VESTAS PROPRIETARY NOTICE



Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

# 4 Drawings

## 4.1 Structural Design – Illustration of Outer Dimensions

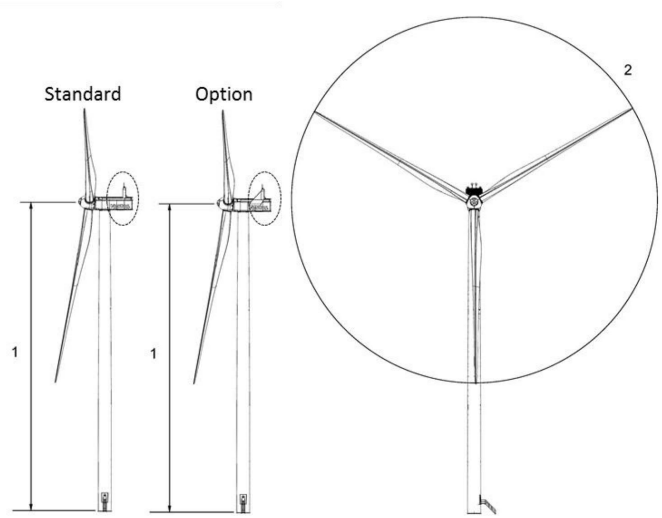



*Figure 4-1: Illustration of outer dimensions – structure.*

**1** Hub height:
105/123/145/155/166 m

**2** Diameter:
150 m

**NOTE** The turbine to the right is shown with side panels on the cooler top (Option).



T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

# 5 General Reservations, Notes and Disclaimers

- © 2017 Vestas Wind Systems A/S. This document is created by Vestas Wind Systems A/S and/or its affiliates and contains copyrighted material, trademarks, and other proprietary information. All rights reserved. No part of the document may be reproduced or copied in any form or by any means – such as graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, taping, or information storage and retrieval systems – without the prior written permission of Vestas Wind Systems A/S. The use of this document is prohibited unless specifically permitted by Vestas Wind Systems A/S. Trademarks, copyright or other notices may not be altered or removed from the document.
- The performance specifications described in this document apply to the current version of the V150-4.0/4.2 MW wind turbine. Updated versions of the V150-4.0/4.2 MW wind turbine, which may be manufactured in the future, may differ from these performance specifications. In the event that Vestas supplies an updated version of the V150-4.0/4.2 MW wind, Vestas will provide an updated performance specification applicable to the updated version.
- All listed start/stop parameters (e.g. wind speeds) are equipped with hysteresis control. This can, in certain borderline situations, result in turbine stops even though the ambient conditions are within the listed operation parameters.
- This document, Performance Specification, is not an offer for sale, and does not contain any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and sound (including, without limitation, the power curve and sound verification method). Any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and sound (including, without limitation, the power curve and sound verification method) must be agreed to separately in writing.

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

RESTRICTED



Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

# 6 Power Curves, Ct Values and Sound Curves, Mode 0/0-0S

## 6.1 Power Curves, Mode 0/0-0S

| | Air density [kg/m³] | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.95** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | **81** | 51 | 54 | 57 | 60 | 62 | 65 | 68 | 70 | 73 | 76 | 79 | 84 | 87 |
| **3.5** | **172** | 123 | 127 | 132 | 136 | 141 | 145 | 150 | 154 | 159 | 163 | 168 | 177 | 181 |
| **4.0** | **285** | 210 | 217 | 224 | 231 | 238 | 244 | 251 | 258 | 265 | 272 | 278 | 292 | 299 |
| **4.5** | **424** | 318 | 328 | 337 | 347 | 357 | 366 | 376 | 386 | 395 | 405 | 415 | 434 | 443 |
| **5.0** | **597** | 452 | 465 | 478 | 491 | 505 | 518 | 531 | 544 | 557 | 571 | 584 | 610 | 623 |
| **5.5** | **809** | 616 | 633 | 651 | 669 | 686 | 704 | 721 | 739 | 756 | 774 | 792 | 827 | 844 |
| **6.0** | **1062** | 813 | 835 | 858 | 881 | 904 | 926 | 949 | 972 | 994 | 1017 | 1040 | 1085 | 1108 |
| **6.5** | **1361** | 1045 | 1074 | 1103 | 1131 | 1160 | 1189 | 1218 | 1246 | 1275 | 1304 | 1332 | 1389 | 1418 |
| **7.0** | **1709** | 1317 | 1353 | 1389 | 1425 | 1460 | 1496 | 1532 | 1568 | 1603 | 1638 | 1674 | 1744 | 1779 |
| **7.5** | **2101** | 1628 | 1671 | 1715 | 1759 | 1802 | 1845 | 1888 | 1931 | 1974 | 2016 | 2058 | 2143 | 2185 |
| **8.0** | **2545** | 1982 | 2034 | 2085 | 2137 | 2189 | 2240 | 2292 | 2343 | 2394 | 2444 | 2495 | 2594 | 2644 |
| **8.5** | **3014** | 2375 | 2435 | 2496 | 2556 | 2617 | 2675 | 2733 | 2791 | 2848 | 2904 | 2959 | 3067 | 3120 |
| **9.0** | **3458** | 2791 | 2856 | 2921 | 2986 | 3052 | 3112 | 3172 | 3232 | 3292 | 3348 | 3403 | 3510 | 3561 |
| **9.5** | **3778** | 3181 | 3246 | 3312 | 3378 | 3444 | 3498 | 3552 | 3606 | 3660 | 3699 | 3739 | 3807 | 3836 |
| **10.0** | **3934** | 3543 | 3596 | 3650 | 3704 | 3758 | 3789 | 3821 | 3852 | 3884 | 3901 | 3917 | 3944 | 3953 |
| **10.5** | **3981** | 3807 | 3835 | 3864 | 3892 | 3921 | 3932 | 3943 | 3954 | 3965 | 3971 | 3976 | 3984 | 3987 |
| **11.0** | **3999** | 3953 | 3962 | 3970 | 3979 | 3987 | 3990 | 3992 | 3995 | 3997 | 3998 | 3998 | 4000 | 4000 |
| **11.5** | **4000** | 3990 | 3992 | 3994 | 3996 | 3998 | 3999 | 3999 | 3999 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **12.0** | **4000** | 3998 | 3999 | 3999 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **12.5** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **13.0** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **13.5** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **14.0** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **14.5** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **15.0** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **15.5** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **16.0** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **16.5** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **17.0** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **17.5** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **18.0** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **18.5** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **19.0** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **19.5** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **20.0** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **20.5** | **3995** | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 |
| **21.0** | **3742** | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 |
| **21.5** | **3309** | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 |
| **22.0** | **2730** | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 |
| **22.5** | **2154** | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 |
| **23.0** | **1805** | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 |
| **23.5** | **1526** | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 |
| **24.0** | **1284** | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1283 | 1283 |
| **24.5** | **1116** | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 |

*Table 6-1: Power curve, Mode 0/0-0S*

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

## 6.2 Ct Values, Mode 0/0-0S

| Air density kg/m³ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.950** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | **0.888** | 0.893 | 0.893 | 0.892 | 0.892 | 0.891 | 0.891 | 0.891 | 0.890 | 0.890 | 0.889 | 0.889 | 0.888 | 0.888 |
| **3.5** | **0.846** | 0.853 | 0.852 | 0.851 | 0.850 | 0.850 | 0.849 | 0.849 | 0.848 | 0.848 | 0.847 | 0.847 | 0.846 | 0.847 |
| **4.0** | **0.830** | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 |
| **4.5** | **0.828** | 0.831 | 0.831 | 0.831 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.829 | 0.829 | 0.829 | 0.828 | 0.828 |
| **5.0** | **0.823** | 0.828 | 0.827 | 0.827 | 0.826 | 0.826 | 0.826 | 0.825 | 0.825 | 0.824 | 0.824 | 0.824 | 0.823 | 0.822 |
| **5.5** | **0.820** | 0.824 | 0.824 | 0.823 | 0.823 | 0.823 | 0.822 | 0.822 | 0.821 | 0.821 | 0.821 | 0.820 | 0.819 | 0.819 |
| **6.0** | **0.815** | 0.821 | 0.820 | 0.820 | 0.819 | 0.819 | 0.818 | 0.818 | 0.817 | 0.816 | 0.816 | 0.815 | 0.814 | 0.813 |
| **6.5** | **0.809** | 0.817 | 0.816 | 0.815 | 0.815 | 0.814 | 0.813 | 0.813 | 0.812 | 0.811 | 0.810 | 0.810 | 0.808 | 0.807 |
| **7.0** | **0.803** | 0.812 | 0.811 | 0.810 | 0.809 | 0.809 | 0.808 | 0.807 | 0.806 | 0.806 | 0.805 | 0.804 | 0.802 | 0.801 |
| **7.5** | **0.794** | 0.807 | 0.805 | 0.804 | 0.803 | 0.802 | 0.801 | 0.800 | 0.799 | 0.798 | 0.797 | 0.796 | 0.793 | 0.792 |
| **8.0** | **0.786** | 0.801 | 0.800 | 0.799 | 0.798 | 0.796 | 0.795 | 0.793 | 0.792 | 0.790 | 0.789 | 0.787 | 0.784 | 0.782 |
| **8.5** | **0.758** | 0.797 | 0.794 | 0.792 | 0.789 | 0.786 | 0.783 | 0.779 | 0.775 | 0.772 | 0.767 | 0.763 | 0.754 | 0.749 |
| **9.0** | **0.697** | 0.767 | 0.761 | 0.755 | 0.749 | 0.743 | 0.737 | 0.730 | 0.724 | 0.717 | 0.711 | 0.704 | 0.691 | 0.684 |
| **9.5** | **0.615** | 0.707 | 0.700 | 0.693 | 0.685 | 0.678 | 0.669 | 0.661 | 0.653 | 0.644 | 0.634 | 0.625 | 0.604 | 0.594 |
| **10.0** | **0.523** | 0.645 | 0.635 | 0.625 | 0.615 | 0.605 | 0.593 | 0.582 | 0.570 | 0.559 | 0.547 | 0.535 | 0.511 | 0.500 |
| **10.5** | **0.439** | 0.574 | 0.561 | 0.548 | 0.535 | 0.522 | 0.510 | 0.497 | 0.485 | 0.472 | 0.461 | 0.450 | 0.429 | 0.419 |
| **11.0** | **0.372** | 0.499 | 0.486 | 0.472 | 0.458 | 0.445 | 0.434 | 0.422 | 0.411 | 0.400 | 0.391 | 0.381 | 0.364 | 0.356 |
| **11.5** | **0.319** | 0.426 | 0.414 | 0.402 | 0.391 | 0.379 | 0.370 | 0.360 | 0.351 | 0.342 | 0.334 | 0.327 | 0.312 | 0.306 |
| **12.0** | **0.277** | 0.366 | 0.356 | 0.346 | 0.337 | 0.327 | 0.319 | 0.311 | 0.304 | 0.296 | 0.290 | 0.283 | 0.271 | 0.266 |
| **12.5** | **0.243** | 0.318 | 0.310 | 0.301 | 0.293 | 0.285 | 0.278 | 0.272 | 0.265 | 0.259 | 0.253 | 0.248 | 0.238 | 0.233 |
| **13.0** | **0.214** | 0.279 | 0.272 | 0.265 | 0.258 | 0.251 | 0.245 | 0.239 | 0.234 | 0.228 | 0.224 | 0.219 | 0.210 | 0.206 |
| **13.5** | **0.191** | 0.247 | 0.240 | 0.234 | 0.228 | 0.222 | 0.217 | 0.213 | 0.208 | 0.203 | 0.199 | 0.195 | 0.187 | 0.184 |
| **14.0** | **0.171** | 0.219 | 0.214 | 0.209 | 0.204 | 0.198 | 0.194 | 0.190 | 0.186 | 0.181 | 0.178 | 0.174 | 0.167 | 0.164 |
| **14.5** | **0.153** | 0.197 | 0.192 | 0.187 | 0.183 | 0.178 | 0.174 | 0.170 | 0.167 | 0.163 | 0.160 | 0.157 | 0.151 | 0.148 |
| **15.0** | **0.139** | 0.177 | 0.173 | 0.169 | 0.165 | 0.160 | 0.157 | 0.154 | 0.150 | 0.147 | 0.144 | 0.141 | 0.136 | 0.134 |
| **15.5** | **0.126** | 0.160 | 0.156 | 0.153 | 0.149 | 0.145 | 0.142 | 0.139 | 0.136 | 0.133 | 0.131 | 0.128 | 0.124 | 0.121 |
| **16.0** | **0.115** | 0.145 | 0.142 | 0.139 | 0.135 | 0.132 | 0.129 | 0.127 | 0.124 | 0.121 | 0.119 | 0.117 | 0.113 | 0.111 |
| **16.5** | **0.105** | 0.133 | 0.130 | 0.127 | 0.124 | 0.121 | 0.118 | 0.116 | 0.113 | 0.111 | 0.109 | 0.107 | 0.103 | 0.101 |
| **17.0** | **0.096** | 0.121 | 0.119 | 0.116 | 0.113 | 0.111 | 0.108 | 0.106 | 0.104 | 0.102 | 0.100 | 0.098 | 0.095 | 0.093 |
| **17.5** | **0.089** | 0.112 | 0.110 | 0.107 | 0.105 | 0.102 | 0.100 | 0.098 | 0.096 | 0.094 | 0.092 | 0.091 | 0.088 | 0.086 |
| **18.0** | **0.082** | 0.103 | 0.101 | 0.099 | 0.096 | 0.094 | 0.092 | 0.091 | 0.089 | 0.087 | 0.085 | 0.084 | 0.081 | 0.080 |
| **18.5** | **0.076** | 0.095 | 0.093 | 0.091 | 0.089 | 0.087 | 0.085 | 0.084 | 0.082 | 0.080 | 0.079 | 0.078 | 0.075 | 0.074 |
| **19.0** | **0.071** | 0.088 | 0.086 | 0.084 | 0.082 | 0.081 | 0.079 | 0.077 | 0.076 | 0.074 | 0.073 | 0.072 | 0.069 | 0.068 |
| **19.5** | **0.066** | 0.082 | 0.080 | 0.078 | 0.077 | 0.075 | 0.073 | 0.072 | 0.071 | 0.069 | 0.068 | 0.067 | 0.065 | 0.064 |
| **20.0** | **0.061** | 0.076 | 0.075 | 0.073 | 0.071 | 0.070 | 0.069 | 0.067 | 0.066 | 0.065 | 0.064 | 0.063 | 0.060 | 0.059 |
| **20.5** | **0.057** | 0.071 | 0.070 | 0.068 | 0.067 | 0.065 | 0.064 | 0.063 | 0.062 | 0.060 | 0.059 | 0.058 | 0.057 | 0.056 |
| **21.0** | **0.051** | 0.063 | 0.061 | 0.060 | 0.059 | 0.058 | 0.057 | 0.056 | 0.055 | 0.053 | 0.053 | 0.052 | 0.050 | 0.049 |
| **21.5** | **0.043** | 0.052 | 0.051 | 0.050 | 0.049 | 0.048 | 0.047 | 0.047 | 0.046 | 0.045 | 0.044 | 0.043 | 0.042 | 0.041 |
| **22.0** | **0.034** | 0.041 | 0.040 | 0.040 | 0.039 | 0.038 | 0.037 | 0.037 | 0.036 | 0.035 | 0.035 | 0.034 | 0.033 | 0.033 |
| **22.5** | **0.025** | 0.031 | 0.031 | 0.030 | 0.029 | 0.029 | 0.028 | 0.028 | 0.027 | 0.027 | 0.026 | 0.026 | 0.025 | 0.025 |
| **23.0** | **0.021** | 0.025 | 0.025 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.023 | 0.023 | 0.022 | 0.022 | 0.022 | 0.021 | 0.021 | 0.020 |
| **23.5** | **0.018** | 0.021 | 0.021 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.017 | 0.017 |
| **24.0** | **0.015** | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.014 |
| **24.5** | **0.013** | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 |

*Table 6-2: $C_t$ values, Mode 0/0-0S*

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

RESTRICTED



Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

## 6.3 Sound Curves, Mode 0/0-0S

| Sound Power Level at Hub Height | | |
|---|---|---|
| **Conditions for Sound Power Level:** | **Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3**<br>**Maximum turbulence at hub height: 30%**<br>**Inflow angle (vertical): 0 ±2°**<br>**Air density: 1.225 kg/m³** | |
| **Wind speed at hub height [m/s]** | **Sound Power Level at Hub Height [dBA]**<br>**Mode 0 (Blades with serrated trailing edge)** | **Sound Power Level at Hub Height [dBA]**<br>**Mode 0-0S (Blades without serrated trailing edge)** |
| 3 | 91.1 | 93.4 |
| 4 | 91.3 | 94.0 |
| 5 | 93.2 | 97.1 |
| 6 | 96.4 | 100.5 |
| 7 | 99.9 | 103.8 |
| 8 | 103.3 | 106.6 |
| 9 | 104.9 | 108.0 |
| 10 | 104.9 | 108.0 |
| 11 | 104.9 | 108.0 |
| 12 | 104.9 | 108.0 |
| 13 | 104.9 | 108.0 |
| 14 | 104.9 | 108.0 |
| 15 | 104.9 | 108.0 |
| 16 | 104.9 | 108.0 |
| 17 | 104.9 | 108.0 |
| 18 | 104.9 | 108.0 |
| 19 | 104.9 | 108.0 |
| 20 | 104.9 | 108.0 |

*Table 6-3: Sound curves, Mode 0/0-0S*

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

# 7 Power Curves, Ct Values and Sound Curves, Power Optimized Mode PO1/PO1-0S

## 7.1 Power Curves, Power Optimized Mode PO1/PO1-0S

| Air density [kg/m³] | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.95** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | **81** | 51 | 54 | 57 | 60 | 62 | 65 | 68 | 70 | 73 | 76 | 79 | 84 | 87 |
| **3.5** | **172** | 123 | 127 | 132 | 136 | 141 | 145 | 150 | 154 | 159 | 163 | 168 | 177 | 181 |
| **4.0** | **285** | 210 | 217 | 224 | 231 | 238 | 244 | 251 | 258 | 265 | 272 | 278 | 292 | 299 |
| **4.5** | **424** | 318 | 328 | 337 | 347 | 357 | 366 | 376 | 386 | 395 | 405 | 415 | 434 | 444 |
| **5.0** | **597** | 452 | 465 | 478 | 492 | 505 | 518 | 531 | 544 | 557 | 571 | 584 | 610 | 623 |
| **5.5** | **809** | 616 | 633 | 651 | 669 | 686 | 704 | 721 | 739 | 757 | 774 | 792 | 827 | 844 |
| **6.0** | **1062** | 813 | 835 | 858 | 881 | 904 | 926 | 949 | 972 | 995 | 1017 | 1040 | 1085 | 1108 |
| **6.5** | **1361** | 1045 | 1074 | 1103 | 1131 | 1160 | 1189 | 1218 | 1247 | 1275 | 1304 | 1332 | 1389 | 1418 |
| **7.0** | **1709** | 1317 | 1353 | 1389 | 1425 | 1461 | 1496 | 1532 | 1568 | 1603 | 1639 | 1674 | 1744 | 1779 |
| **7.5** | **2101** | 1628 | 1671 | 1715 | 1758 | 1802 | 1845 | 1888 | 1931 | 1974 | 2016 | 2058 | 2143 | 2185 |
| **8.0** | **2545** | 1982 | 2034 | 2086 | 2137 | 2189 | 2240 | 2292 | 2343 | 2394 | 2444 | 2494 | 2594 | 2644 |
| **8.5** | **3014** | 2375 | 2435 | 2496 | 2556 | 2616 | 2674 | 2732 | 2790 | 2848 | 2904 | 2959 | 3067 | 3120 |
| **9.0** | **3458** | 2791 | 2856 | 2921 | 2986 | 3052 | 3112 | 3172 | 3232 | 3292 | 3348 | 3403 | 3510 | 3562 |
| **9.5** | **3807** | 3180 | 3246 | 3312 | 3377 | 3443 | 3499 | 3556 | 3613 | 3669 | 3715 | 3761 | 3845 | 3884 |
| **10.0** | **4038** | 3543 | 3602 | 3662 | 3722 | 3781 | 3824 | 3866 | 3909 | 3951 | 3980 | 4009 | 4059 | 4079 |
| **10.5** | **4143** | 3842 | 3884 | 3926 | 3969 | 4012 | 4035 | 4059 | 4083 | 4107 | 4119 | 4131 | 4150 | 4158 |
| **11.0** | **4191** | 4055 | 4078 | 4100 | 4122 | 4145 | 4154 | 4162 | 4171 | 4180 | 4184 | 4187 | 4193 | 4195 |
| **11.5** | **4199** | 4152 | 4160 | 4168 | 4176 | 4185 | 4188 | 4190 | 4193 | 4196 | 4197 | 4198 | 4199 | 4200 |
| **12.0** | **4200** | 4185 | 4188 | 4191 | 4194 | 4198 | 4198 | 4199 | 4199 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **12.5** | **4200** | 4197 | 4197 | 4198 | 4199 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **13.0** | **4200** | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **13.5** | **4200** | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **14.0** | **4200** | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **14.5** | **4200** | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **15.0** | **4200** | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **15.5** | **4200** | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **16.0** | **4200** | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **16.5** | **4200** | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **17.0** | **4200** | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **17.5** | **4200** | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **18.0** | **4200** | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **18.5** | **4200** | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **19.0** | **4200** | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **19.5** | **4200** | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **20.0** | **4200** | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| **20.5** | **4186** | 4186 | 4186 | 4186 | 4186 | 4186 | 4186 | 4186 | 4186 | 4186 | 4186 | 4186 | 4186 | 4186 |
| **21.0** | **3870** | 3870 | 3870 | 3870 | 3870 | 3870 | 3870 | 3870 | 3870 | 3870 | 3870 | 3870 | 3870 | 3870 |
| **21.5** | **3373** | 3373 | 3373 | 3373 | 3373 | 3373 | 3373 | 3373 | 3373 | 3373 | 3373 | 3373 | 3373 | 3373 |
| **22.0** | **2745** | 2745 | 2745 | 2745 | 2745 | 2745 | 2745 | 2745 | 2745 | 2745 | 2745 | 2745 | 2745 | 2744 |
| **22.5** | **2154** | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 |
| **23.0** | **1805** | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 |
| **23.5** | **1526** | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 |
| **24.0** | **1283** | 1283 | 1283 | 1283 | 1283 | 1283 | 1283 | 1283 | 1283 | 1283 | 1283 | 1283 | 1283 | 1283 |
| **24.5** | **1116** | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 |

*Table 7-1: Power curve, Power Optimized Mode PO1/PO1-0S*



T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT

VESTAS PROPRIETARY NOTICE



Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

## 7.2 Ct Values, Power Optimized Mode PO1/PO1-0S

| Air density kg/m³ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.950** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | **0.888** | 0.893 | 0.893 | 0.892 | 0.892 | 0.891 | 0.891 | 0.891 | 0.890 | 0.890 | 0.889 | 0.889 | 0.888 | 0.888 |
| **3.5** | **0.847** | 0.853 | 0.852 | 0.851 | 0.850 | 0.850 | 0.849 | 0.849 | 0.848 | 0.847 | 0.847 | 0.847 | 0.847 | 0.847 |
| **4.0** | **0.830** | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 |
| **4.5** | **0.828** | 0.831 | 0.831 | 0.831 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.829 | 0.829 | 0.829 | 0.828 | 0.828 |
| **5.0** | **0.823** | 0.828 | 0.827 | 0.827 | 0.827 | 0.826 | 0.826 | 0.825 | 0.825 | 0.824 | 0.824 | 0.824 | 0.823 | 0.822 |
| **5.5** | **0.820** | 0.824 | 0.824 | 0.823 | 0.823 | 0.823 | 0.822 | 0.822 | 0.822 | 0.821 | 0.821 | 0.820 | 0.819 | 0.819 |
| **6.0** | **0.815** | 0.821 | 0.820 | 0.820 | 0.819 | 0.819 | 0.818 | 0.817 | 0.817 | 0.816 | 0.816 | 0.815 | 0.814 | 0.813 |
| **6.5** | **0.809** | 0.817 | 0.816 | 0.815 | 0.815 | 0.814 | 0.813 | 0.813 | 0.812 | 0.811 | 0.810 | 0.810 | 0.808 | 0.807 |
| **7.0** | **0.803** | 0.812 | 0.811 | 0.810 | 0.810 | 0.809 | 0.808 | 0.807 | 0.806 | 0.806 | 0.805 | 0.804 | 0.802 | 0.801 |
| **7.5** | **0.795** | 0.806 | 0.805 | 0.804 | 0.803 | 0.802 | 0.801 | 0.800 | 0.799 | 0.798 | 0.797 | 0.796 | 0.793 | 0.792 |
| **8.0** | **0.785** | 0.802 | 0.800 | 0.799 | 0.798 | 0.797 | 0.795 | 0.794 | 0.792 | 0.791 | 0.789 | 0.787 | 0.783 | 0.781 |
| **8.5** | **0.759** | 0.797 | 0.794 | 0.792 | 0.789 | 0.786 | 0.783 | 0.779 | 0.775 | 0.772 | 0.767 | 0.763 | 0.754 | 0.749 |
| **9.0** | **0.698** | 0.767 | 0.761 | 0.755 | 0.749 | 0.743 | 0.737 | 0.730 | 0.724 | 0.718 | 0.711 | 0.704 | 0.691 | 0.684 |
| **9.5** | **0.621** | 0.707 | 0.700 | 0.692 | 0.685 | 0.678 | 0.670 | 0.662 | 0.654 | 0.646 | 0.638 | 0.629 | 0.612 | 0.603 |
| **10.0** | **0.540** | 0.645 | 0.636 | 0.627 | 0.619 | 0.610 | 0.600 | 0.590 | 0.580 | 0.570 | 0.560 | 0.550 | 0.530 | 0.520 |
| **10.5** | **0.460** | 0.581 | 0.570 | 0.559 | 0.548 | 0.537 | 0.526 | 0.515 | 0.504 | 0.493 | 0.482 | 0.471 | 0.450 | 0.441 |
| **11.0** | **0.393** | 0.515 | 0.503 | 0.491 | 0.479 | 0.466 | 0.455 | 0.444 | 0.433 | 0.422 | 0.412 | 0.402 | 0.384 | 0.376 |
| **11.5** | **0.337** | 0.447 | 0.435 | 0.424 | 0.412 | 0.400 | 0.390 | 0.380 | 0.371 | 0.361 | 0.353 | 0.345 | 0.330 | 0.322 |
| **12.0** | **0.292** | 0.386 | 0.376 | 0.366 | 0.355 | 0.345 | 0.337 | 0.329 | 0.320 | 0.312 | 0.305 | 0.299 | 0.286 | 0.280 |
| **12.5** | **0.255** | 0.336 | 0.327 | 0.318 | 0.309 | 0.300 | 0.293 | 0.287 | 0.280 | 0.273 | 0.267 | 0.261 | 0.250 | 0.245 |
| **13.0** | **0.225** | 0.294 | 0.286 | 0.279 | 0.271 | 0.264 | 0.258 | 0.252 | 0.246 | 0.240 | 0.235 | 0.230 | 0.221 | 0.216 |
| **13.5** | **0.200** | 0.260 | 0.253 | 0.247 | 0.240 | 0.234 | 0.229 | 0.224 | 0.218 | 0.213 | 0.209 | 0.205 | 0.196 | 0.193 |
| **14.0** | **0.179** | 0.231 | 0.225 | 0.220 | 0.214 | 0.208 | 0.204 | 0.199 | 0.195 | 0.190 | 0.187 | 0.183 | 0.176 | 0.172 |
| **14.5** | **0.161** | 0.207 | 0.202 | 0.197 | 0.192 | 0.187 | 0.183 | 0.179 | 0.175 | 0.171 | 0.168 | 0.164 | 0.158 | 0.155 |
| **15.0** | **0.145** | 0.186 | 0.182 | 0.177 | 0.173 | 0.168 | 0.165 | 0.161 | 0.158 | 0.154 | 0.151 | 0.148 | 0.143 | 0.140 |
| **15.5** | **0.132** | 0.168 | 0.164 | 0.160 | 0.156 | 0.152 | 0.149 | 0.146 | 0.143 | 0.140 | 0.137 | 0.134 | 0.129 | 0.127 |
| **16.0** | **0.120** | 0.153 | 0.149 | 0.146 | 0.142 | 0.139 | 0.136 | 0.133 | 0.130 | 0.127 | 0.125 | 0.122 | 0.118 | 0.116 |
| **16.5** | **0.110** | 0.139 | 0.136 | 0.133 | 0.130 | 0.126 | 0.124 | 0.121 | 0.119 | 0.116 | 0.114 | 0.112 | 0.108 | 0.106 |
| **17.0** | **0.101** | 0.127 | 0.124 | 0.122 | 0.119 | 0.116 | 0.114 | 0.111 | 0.109 | 0.107 | 0.105 | 0.103 | 0.099 | 0.097 |
| **17.5** | **0.093** | 0.117 | 0.115 | 0.112 | 0.110 | 0.107 | 0.105 | 0.103 | 0.101 | 0.098 | 0.097 | 0.095 | 0.091 | 0.090 |
| **18.0** | **0.086** | 0.108 | 0.106 | 0.103 | 0.101 | 0.099 | 0.097 | 0.095 | 0.093 | 0.091 | 0.089 | 0.088 | 0.085 | 0.083 |
| **18.5** | **0.080** | 0.100 | 0.098 | 0.096 | 0.093 | 0.091 | 0.089 | 0.088 | 0.086 | 0.084 | 0.083 | 0.081 | 0.078 | 0.077 |
| **19.0** | **0.074** | 0.092 | 0.090 | 0.088 | 0.086 | 0.084 | 0.083 | 0.081 | 0.079 | 0.078 | 0.076 | 0.075 | 0.072 | 0.071 |
| **19.5** | **0.069** | 0.086 | 0.084 | 0.082 | 0.080 | 0.078 | 0.077 | 0.075 | 0.074 | 0.072 | 0.071 | 0.070 | 0.067 | 0.066 |
| **20.0** | **0.064** | 0.080 | 0.078 | 0.076 | 0.075 | 0.073 | 0.072 | 0.070 | 0.069 | 0.067 | 0.066 | 0.065 | 0.063 | 0.062 |
| **20.5** | **0.060** | 0.074 | 0.073 | 0.071 | 0.069 | 0.068 | 0.067 | 0.065 | 0.064 | 0.063 | 0.062 | 0.061 | 0.059 | 0.058 |
| **21.0** | **0.052** | 0.065 | 0.063 | 0.062 | 0.061 | 0.059 | 0.058 | 0.057 | 0.056 | 0.055 | 0.054 | 0.053 | 0.052 | 0.051 |
| **21.5** | **0.043** | 0.053 | 0.052 | 0.051 | 0.050 | 0.049 | 0.048 | 0.047 | 0.046 | 0.046 | 0.045 | 0.044 | 0.043 | 0.042 |
| **22.0** | **0.034** | 0.041 | 0.041 | 0.040 | 0.039 | 0.038 | 0.037 | 0.037 | 0.036 | 0.035 | 0.035 | 0.034 | 0.033 | 0.033 |
| **22.5** | **0.026** | 0.031 | 0.031 | 0.030 | 0.029 | 0.029 | 0.028 | 0.028 | 0.027 | 0.027 | 0.026 | 0.026 | 0.025 | 0.025 |
| **23.0** | **0.021** | 0.025 | 0.025 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.023 | 0.023 | 0.022 | 0.022 | 0.022 | 0.021 | 0.021 | 0.020 |
| **23.5** | **0.018** | 0.021 | 0.021 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.017 | 0.017 |
| **24.0** | **0.015** | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.014 |
| **24.5** | **0.013** | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.012 |

*Table 7-2: $C_t$ values, Power Optimized Mode PO1/PO1-0S*



T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

## 7.3 Sound Curves, Power Optimized Mode PO1/PO1-0S

| Sound Power Level at Hub Height | | |
|---|---|---|
| **Conditions for Sound Power Level:** | **Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3**<br>**Maximum turbulence at hub height: 30%**<br>**Inflow angle (vertical): 0 ±2°**<br>**Air density: 1.225 kg/m³** | |
| **Wind speed at hub height [m/s]** | **Sound Power Level at Hub Height [dBA]**<br>**Power Optimized Mode PO1 (Blades with serrated trailing edge)** | **Sound Power Level at Hub Height [dBA]**<br>**Power Optimized Mode PO1-0S (Blades without serrated trailing edge)** |
| 3 | 91.1 | 93.4 |
| 4 | 91.3 | 94.0 |
| 5 | 93.2 | 97.1 |
| 6 | 96.4 | 100.5 |
| 7 | 99.9 | 103.8 |
| 8 | 103.3 | 106.6 |
| 9 | 104.9 | 108.0 |
| 10 | 104.9 | 108.0 |
| 11 | 104.9 | 108.0 |
| 12 | 104.9 | 108.0 |
| 13 | 104.9 | 108.0 |
| 14 | 104.9 | 108.0 |
| 15 | 104.9 | 108.0 |
| 16 | 104.9 | 108.0 |
| 17 | 104.9 | 108.0 |
| 18 | 104.9 | 108.0 |
| 19 | 104.9 | 108.0 |
| 20 | 104.9 | 108.0 |

*Table 7-3: Sound curves, Power Optimized Mode PO1/PO1-0S*

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

RESTRICTED



# 8 Power Curves, Ct Values and Sound Curves, Sound Optimized Mode SO1

## 8.1 Power Curves, Sound Optimized Mode SO1

| Air density [kg/m³] | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.95** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | **81** | 51 | 54 | 57 | 60 | 62 | 65 | 68 | 70 | 73 | 76 | 79 | 84 | 87 |
| **3.5** | **172** | 123 | 127 | 132 | 136 | 141 | 145 | 150 | 154 | 159 | 163 | 168 | 177 | 181 |
| **4.0** | **285** | 210 | 217 | 224 | 231 | 238 | 244 | 251 | 258 | 265 | 272 | 278 | 292 | 299 |
| **4.5** | **424** | 318 | 328 | 337 | 347 | 357 | 366 | 376 | 386 | 395 | 405 | 414 | 434 | 443 |
| **5.0** | **597** | 452 | 465 | 478 | 491 | 505 | 518 | 531 | 544 | 557 | 571 | 584 | 610 | 623 |
| **5.5** | **809** | 616 | 633 | 651 | 669 | 686 | 704 | 721 | 739 | 756 | 774 | 791 | 826 | 844 |
| **6.0** | **1062** | 812 | 835 | 858 | 881 | 904 | 926 | 949 | 972 | 994 | 1017 | 1039 | 1085 | 1107 |
| **6.5** | **1361** | 1045 | 1074 | 1102 | 1131 | 1160 | 1189 | 1217 | 1246 | 1275 | 1303 | 1332 | 1389 | 1418 |
| **7.0** | **1706** | 1316 | 1351 | 1387 | 1423 | 1458 | 1494 | 1530 | 1565 | 1601 | 1636 | 1671 | 1742 | 1776 |
| **7.5** | **2076** | 1610 | 1653 | 1696 | 1739 | 1782 | 1824 | 1866 | 1909 | 1951 | 1993 | 2035 | 2118 | 2159 |
| **8.0** | **2461** | 1920 | 1970 | 2019 | 2069 | 2119 | 2168 | 2217 | 2266 | 2316 | 2364 | 2412 | 2509 | 2557 |
| **8.5** | **2862** | 2243 | 2300 | 2357 | 2415 | 2472 | 2528 | 2584 | 2640 | 2697 | 2752 | 2807 | 2915 | 2968 |
| **9.0** | **3257** | 2587 | 2652 | 2716 | 2781 | 2846 | 2907 | 2968 | 3030 | 3091 | 3146 | 3202 | 3308 | 3358 |
| **9.5** | **3540** | 2968 | 3032 | 3096 | 3159 | 3223 | 3273 | 3323 | 3373 | 3423 | 3462 | 3501 | 3570 | 3599 |
| **10.0** | **3712** | 3352 | 3398 | 3444 | 3490 | 3536 | 3566 | 3597 | 3628 | 3658 | 3676 | 3694 | 3724 | 3735 |
| **10.5** | **3793** | 3634 | 3658 | 3680 | 3704 | 3726 | 3738 | 3749 | 3760 | 3771 | 3778 | 3786 | 3797 | 3802 |
| **11.0** | **3842** | 3798 | 3805 | 3813 | 3821 | 3828 | 3831 | 3834 | 3837 | 3839 | 3840 | 3841 | 3843 | 3843 |
| **11.5** | **3866** | 3851 | 3854 | 3857 | 3860 | 3863 | 3864 | 3864 | 3865 | 3866 | 3866 | 3866 | 3866 | 3866 |
| **12.0** | **3888** | 3884 | 3884 | 3885 | 3886 | 3887 | 3887 | 3888 | 3888 | 3888 | 3888 | 3888 | 3887 | 3887 |
| **12.5** | **3905** | 3904 | 3904 | 3905 | 3905 | 3905 | 3905 | 3905 | 3905 | 3905 | 3905 | 3905 | 3905 | 3905 |
| **13.0** | **3916** | 3916 | 3916 | 3916 | 3916 | 3916 | 3916 | 3916 | 3916 | 3916 | 3916 | 3916 | 3915 | 3915 |
| **13.5** | **3924** | 3925 | 3925 | 3925 | 3925 | 3925 | 3925 | 3924 | 3924 | 3924 | 3924 | 3924 | 3923 | 3923 |
| **14.0** | **3934** | 3937 | 3937 | 3936 | 3936 | 3936 | 3936 | 3935 | 3935 | 3935 | 3934 | 3934 | 3934 | 3933 |
| **14.5** | **3946** | 3949 | 3949 | 3949 | 3949 | 3948 | 3948 | 3948 | 3948 | 3947 | 3947 | 3946 | 3946 | 3946 |
| **15.0** | **3955** | 3958 | 3957 | 3957 | 3957 | 3957 | 3956 | 3956 | 3956 | 3956 | 3956 | 3955 | 3955 | 3955 |
| **15.5** | **3964** | 3967 | 3967 | 3966 | 3966 | 3966 | 3966 | 3965 | 3965 | 3965 | 3964 | 3964 | 3964 | 3963 |
| **16.0** | **3975** | 3979 | 3978 | 3978 | 3978 | 3978 | 3977 | 3977 | 3976 | 3976 | 3976 | 3975 | 3974 | 3974 |
| **16.5** | **3986** | 3989 | 3988 | 3988 | 3988 | 3988 | 3988 | 3987 | 3987 | 3987 | 3986 | 3986 | 3985 | 3985 |
| **17.0** | **3993** | 3995 | 3995 | 3995 | 3994 | 3994 | 3994 | 3994 | 3994 | 3994 | 3994 | 3993 | 3993 | 3992 |
| **17.5** | **3998** | 3999 | 3999 | 3998 | 3998 | 3998 | 3998 | 3998 | 3998 | 3998 | 3998 | 3998 | 3998 | 3998 |
| **18.0** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 3999 |
| **18.5** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **19.0** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **19.5** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **20.0** | **4000** | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| **20.5** | **3995** | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 | 3995 |
| **21.0** | **3742** | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 | 3742 |
| **21.5** | **3309** | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 | 3309 |
| **22.0** | **2730** | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 | 2730 |
| **22.5** | **2154** | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 | 2154 |
| **23.0** | **1805** | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 | 1805 |
| **23.5** | **1526** | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 |
| **24.0** | **1284** | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1284 | 1283 | 1283 |
| **24.5** | **1116** | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 | 1116 |

*Table 8-1: Power curve, Sound Optimized Mode SO1*

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

## 8.2 Ct Values, Sound Optimized Mode SO1

| Air density kg/m³ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.950** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | **0.888** | 0.893 | 0.893 | 0.892 | 0.892 | 0.891 | 0.891 | 0.891 | 0.890 | 0.890 | 0.889 | 0.889 | 0.888 | 0.888 |
| **3.5** | **0.846** | 0.853 | 0.852 | 0.851 | 0.850 | 0.850 | 0.849 | 0.848 | 0.848 | 0.847 | 0.847 | 0.847 | 0.846 | 0.847 |
| **4.0** | **0.830** | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 |
| **4.5** | **0.828** | 0.831 | 0.831 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.829 | 0.829 | 0.829 | 0.828 | 0.828 |
| **5.0** | **0.823** | 0.828 | 0.827 | 0.827 | 0.826 | 0.826 | 0.826 | 0.825 | 0.825 | 0.824 | 0.824 | 0.823 | 0.823 | 0.822 |
| **5.5** | **0.820** | 0.824 | 0.824 | 0.823 | 0.823 | 0.823 | 0.822 | 0.822 | 0.821 | 0.821 | 0.820 | 0.820 | 0.819 | 0.819 |
| **6.0** | **0.814** | 0.821 | 0.820 | 0.820 | 0.819 | 0.819 | 0.818 | 0.817 | 0.817 | 0.816 | 0.816 | 0.815 | 0.814 | 0.813 |
| **6.5** | **0.808** | 0.816 | 0.815 | 0.815 | 0.814 | 0.813 | 0.813 | 0.812 | 0.811 | 0.811 | 0.810 | 0.809 | 0.808 | 0.807 |
| **7.0** | **0.796** | 0.805 | 0.804 | 0.803 | 0.802 | 0.802 | 0.801 | 0.800 | 0.799 | 0.798 | 0.797 | 0.797 | 0.795 | 0.794 |
| **7.5** | **0.758** | 0.768 | 0.767 | 0.766 | 0.766 | 0.765 | 0.764 | 0.763 | 0.762 | 0.761 | 0.760 | 0.759 | 0.757 | 0.756 |
| **8.0** | **0.706** | 0.716 | 0.715 | 0.715 | 0.714 | 0.713 | 0.712 | 0.711 | 0.710 | 0.709 | 0.708 | 0.707 | 0.705 | 0.704 |
| **8.5** | **0.659** | 0.670 | 0.669 | 0.668 | 0.667 | 0.666 | 0.665 | 0.664 | 0.663 | 0.662 | 0.661 | 0.660 | 0.658 | 0.656 |
| **9.0** | **0.613** | 0.632 | 0.631 | 0.630 | 0.629 | 0.628 | 0.626 | 0.625 | 0.623 | 0.621 | 0.619 | 0.616 | 0.609 | 0.605 |
| **9.5** | **0.550** | 0.608 | 0.604 | 0.601 | 0.597 | 0.594 | 0.588 | 0.582 | 0.576 | 0.570 | 0.564 | 0.557 | 0.542 | 0.534 |
| **10.0** | **0.479** | 0.583 | 0.574 | 0.565 | 0.556 | 0.547 | 0.537 | 0.528 | 0.518 | 0.508 | 0.498 | 0.489 | 0.469 | 0.459 |
| **10.5** | **0.411** | 0.536 | 0.523 | 0.511 | 0.498 | 0.485 | 0.474 | 0.462 | 0.451 | 0.440 | 0.430 | 0.420 | 0.402 | 0.393 |
| **11.0** | **0.354** | 0.475 | 0.462 | 0.448 | 0.435 | 0.422 | 0.412 | 0.401 | 0.391 | 0.380 | 0.371 | 0.363 | 0.346 | 0.338 |
| **11.5** | **0.306** | 0.408 | 0.397 | 0.386 | 0.374 | 0.363 | 0.355 | 0.346 | 0.337 | 0.328 | 0.321 | 0.313 | 0.300 | 0.293 |
| **12.0** | **0.268** | 0.354 | 0.344 | 0.335 | 0.325 | 0.316 | 0.308 | 0.301 | 0.293 | 0.286 | 0.280 | 0.274 | 0.262 | 0.257 |
| **12.5** | **0.236** | 0.309 | 0.301 | 0.293 | 0.285 | 0.277 | 0.271 | 0.264 | 0.258 | 0.252 | 0.246 | 0.241 | 0.231 | 0.227 |
| **13.0** | **0.209** | 0.272 | 0.265 | 0.258 | 0.251 | 0.245 | 0.239 | 0.234 | 0.228 | 0.223 | 0.218 | 0.214 | 0.205 | 0.201 |
| **13.5** | **0.187** | 0.241 | 0.235 | 0.229 | 0.224 | 0.218 | 0.213 | 0.208 | 0.203 | 0.199 | 0.195 | 0.191 | 0.183 | 0.180 |
| **14.0** | **0.167** | 0.216 | 0.210 | 0.205 | 0.200 | 0.195 | 0.191 | 0.186 | 0.182 | 0.178 | 0.175 | 0.171 | 0.164 | 0.161 |
| **14.5** | **0.151** | 0.194 | 0.189 | 0.185 | 0.180 | 0.175 | 0.172 | 0.168 | 0.164 | 0.161 | 0.157 | 0.154 | 0.148 | 0.146 |
| **15.0** | **0.137** | 0.175 | 0.171 | 0.167 | 0.163 | 0.159 | 0.155 | 0.152 | 0.149 | 0.145 | 0.143 | 0.140 | 0.134 | 0.132 |
| **15.5** | **0.125** | 0.159 | 0.155 | 0.151 | 0.148 | 0.144 | 0.141 | 0.138 | 0.135 | 0.132 | 0.130 | 0.127 | 0.122 | 0.120 |
| **16.0** | **0.114** | 0.145 | 0.141 | 0.138 | 0.135 | 0.131 | 0.129 | 0.126 | 0.123 | 0.121 | 0.118 | 0.116 | 0.112 | 0.110 |
| **16.5** | **0.104** | 0.132 | 0.129 | 0.126 | 0.123 | 0.120 | 0.118 | 0.115 | 0.113 | 0.111 | 0.109 | 0.106 | 0.103 | 0.101 |
| **17.0** | **0.096** | 0.121 | 0.119 | 0.116 | 0.113 | 0.110 | 0.108 | 0.106 | 0.104 | 0.102 | 0.100 | 0.098 | 0.094 | 0.093 |
| **17.5** | **0.089** | 0.112 | 0.110 | 0.107 | 0.105 | 0.102 | 0.100 | 0.098 | 0.096 | 0.094 | 0.092 | 0.091 | 0.087 | 0.086 |
| **18.0** | **0.082** | 0.103 | 0.101 | 0.099 | 0.096 | 0.094 | 0.092 | 0.091 | 0.089 | 0.087 | 0.085 | 0.084 | 0.081 | 0.080 |
| **18.5** | **0.076** | 0.095 | 0.093 | 0.091 | 0.089 | 0.087 | 0.085 | 0.084 | 0.082 | 0.080 | 0.079 | 0.078 | 0.075 | 0.074 |
| **19.0** | **0.071** | 0.088 | 0.086 | 0.084 | 0.082 | 0.081 | 0.079 | 0.077 | 0.076 | 0.074 | 0.073 | 0.072 | 0.069 | 0.068 |
| **19.5** | **0.066** | 0.082 | 0.080 | 0.078 | 0.077 | 0.075 | 0.073 | 0.072 | 0.071 | 0.069 | 0.068 | 0.067 | 0.065 | 0.064 |
| **20.0** | **0.061** | 0.076 | 0.075 | 0.073 | 0.071 | 0.070 | 0.069 | 0.067 | 0.066 | 0.065 | 0.064 | 0.063 | 0.060 | 0.059 |
| **20.5** | **0.057** | 0.071 | 0.070 | 0.068 | 0.067 | 0.065 | 0.064 | 0.063 | 0.062 | 0.060 | 0.059 | 0.058 | 0.057 | 0.056 |
| **21.0** | **0.051** | 0.063 | 0.061 | 0.060 | 0.059 | 0.058 | 0.057 | 0.056 | 0.055 | 0.053 | 0.053 | 0.052 | 0.050 | 0.049 |
| **21.5** | **0.043** | 0.052 | 0.051 | 0.050 | 0.049 | 0.048 | 0.047 | 0.047 | 0.046 | 0.045 | 0.044 | 0.043 | 0.042 | 0.041 |
| **22.0** | **0.034** | 0.041 | 0.040 | 0.040 | 0.039 | 0.038 | 0.037 | 0.037 | 0.036 | 0.035 | 0.035 | 0.034 | 0.033 | 0.033 |
| **22.5** | **0.025** | 0.031 | 0.031 | 0.030 | 0.029 | 0.029 | 0.028 | 0.028 | 0.027 | 0.027 | 0.026 | 0.026 | 0.025 | 0.025 |
| **23.0** | **0.021** | 0.025 | 0.025 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.023 | 0.023 | 0.022 | 0.022 | 0.022 | 0.021 | 0.021 | 0.020 |
| **23.5** | **0.018** | 0.021 | 0.021 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.017 | 0.017 |
| **24.0** | **0.015** | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.014 |
| **24.5** | **0.013** | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 |

*Table 8-2: $C_t$ values, Sound Optimized Mode SO1*

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

RESTRICTED



Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

## 8.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO1

| Sound Power Level at Hub Height | |
|---|---|
| **Conditions for Sound Power Level:** | **Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3<br>Maximum turbulence at hub height: 30%<br>Inflow angle (vertical): 0 ±2°<br>Air density: 1.225 kg/m³** |
| **Wind speed at hub height [m/s]** | **Sound Power Level at Hub Height [dBA]<br>Sound Optimized Mode SO1 (Blades with serrated trailing edge)** |
| 3 | 91.1 |
| 4 | 91.3 |
| 5 | 93.2 |
| 6 | 96.4 |
| 7 | 99.9 |
| 8 | 102.7 |
| 9 | 103.3 |
| 10 | 103.3 |
| 11 | 103.3 |
| 12 | 103.3 |
| 13 | 103.4 |
| 14 | 103.4 |
| 15 | 103.4 |
| 16 | 103.4 |
| 17 | 103.4 |
| 18 | 103.4 |
| 19 | 103.4 |
| 20 | 103.4 |

*Table 8-3: Sound curves, Sound Optimized Mode SO1*

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

# 9 Power Curves, Ct Values and Sound Curves, Sound Optimized Mode SO2

## 9.1 Power Curves, Sound Optimized Mode SO2

| Air density [kg/m³] | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.95** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | **81** | 51 | 54 | 57 | 60 | 62 | 65 | 68 | 70 | 73 | 76 | 79 | 84 | 87 |
| **3.5** | **172** | 123 | 127 | 132 | 136 | 141 | 145 | 150 | 154 | 159 | 163 | 168 | 177 | 181 |
| **4.0** | **285** | 210 | 217 | 224 | 231 | 238 | 244 | 251 | 258 | 265 | 272 | 278 | 292 | 299 |
| **4.5** | **424** | 318 | 328 | 337 | 347 | 357 | 366 | 376 | 386 | 395 | 405 | 414 | 434 | 443 |
| **5.0** | **597** | 452 | 465 | 478 | 491 | 505 | 518 | 531 | 544 | 557 | 571 | 584 | 610 | 623 |
| **5.5** | **809** | 616 | 633 | 651 | 669 | 686 | 704 | 721 | 739 | 756 | 774 | 791 | 826 | 844 |
| **6.0** | **1062** | 812 | 835 | 858 | 881 | 904 | 926 | 949 | 972 | 994 | 1017 | 1039 | 1085 | 1107 |
| **6.5** | **1360** | 1045 | 1074 | 1103 | 1131 | 1160 | 1189 | 1218 | 1246 | 1275 | 1303 | 1332 | 1388 | 1417 |
| **7.0** | **1699** | 1317 | 1353 | 1389 | 1424 | 1460 | 1495 | 1530 | 1566 | 1601 | 1633 | 1666 | 1730 | 1760 |
| **7.5** | **2034** | 1627 | 1670 | 1712 | 1754 | 1796 | 1834 | 1872 | 1909 | 1946 | 1976 | 2005 | 2055 | 2076 |
| **8.0** | **2241** | 1969 | 2008 | 2046 | 2085 | 2124 | 2145 | 2167 | 2188 | 2210 | 2220 | 2231 | 2248 | 2256 |
| **8.5** | **2303** | 2220 | 2234 | 2249 | 2263 | 2278 | 2283 | 2289 | 2294 | 2300 | 2301 | 2302 | 2303 | 2303 |
| **9.0** | **2336** | 2326 | 2328 | 2330 | 2332 | 2335 | 2335 | 2335 | 2335 | 2336 | 2336 | 2336 | 2335 | 2335 |
| **9.5** | **2383** | 2380 | 2381 | 2382 | 2383 | 2384 | 2384 | 2384 | 2384 | 2384 | 2383 | 2383 | 2383 | 2382 |
| **10.0** | **2418** | 2422 | 2422 | 2422 | 2421 | 2421 | 2420 | 2420 | 2420 | 2419 | 2419 | 2418 | 2417 | 2417 |
| **10.5** | **2442** | 2454 | 2453 | 2452 | 2451 | 2450 | 2449 | 2447 | 2446 | 2445 | 2444 | 2443 | 2441 | 2440 |
| **11.0** | **2506** | 2552 | 2547 | 2542 | 2537 | 2532 | 2528 | 2524 | 2520 | 2516 | 2512 | 2509 | 2502 | 2499 |
| **11.5** | **2578** | 2693 | 2675 | 2658 | 2640 | 2622 | 2615 | 2608 | 2601 | 2593 | 2588 | 2583 | 2574 | 2570 |
| **12.0** | **2644** | 2754 | 2742 | 2730 | 2717 | 2705 | 2696 | 2687 | 2678 | 2668 | 2660 | 2652 | 2640 | 2635 |
| **12.5** | **2674** | 2767 | 2756 | 2746 | 2736 | 2726 | 2717 | 2709 | 2701 | 2692 | 2686 | 2680 | 2670 | 2666 |
| **13.0** | **2683** | 2764 | 2754 | 2745 | 2735 | 2725 | 2718 | 2710 | 2702 | 2695 | 2691 | 2687 | 2681 | 2678 |
| **13.5** | **2753** | 2860 | 2847 | 2833 | 2819 | 2806 | 2797 | 2789 | 2780 | 2772 | 2765 | 2759 | 2748 | 2743 |
| **14.0** | **2854** | 2970 | 2956 | 2941 | 2926 | 2912 | 2903 | 2895 | 2886 | 2878 | 2870 | 2862 | 2847 | 2840 |
| **14.5** | **2987** | 3082 | 3070 | 3058 | 3047 | 3035 | 3027 | 3020 | 3012 | 3005 | 2999 | 2993 | 2982 | 2977 |
| **15.0** | **3123** | 3166 | 3163 | 3159 | 3155 | 3151 | 3147 | 3144 | 3140 | 3136 | 3132 | 3128 | 3119 | 3115 |
| **15.5** | **3215** | 3255 | 3252 | 3248 | 3245 | 3242 | 3238 | 3235 | 3231 | 3228 | 3224 | 3219 | 3210 | 3206 |
| **16.0** | **3334** | 3365 | 3363 | 3360 | 3358 | 3356 | 3353 | 3350 | 3348 | 3345 | 3341 | 3338 | 3329 | 3325 |
| **16.5** | **3415** | 3431 | 3430 | 3429 | 3429 | 3428 | 3426 | 3425 | 3423 | 3421 | 3419 | 3417 | 3412 | 3410 |
| **17.0** | **3461** | 3468 | 3468 | 3468 | 3468 | 3468 | 3468 | 3467 | 3466 | 3465 | 3464 | 3462 | 3459 | 3458 |
| **17.5** | **3470** | 3478 | 3477 | 3477 | 3476 | 3476 | 3475 | 3474 | 3474 | 3473 | 3472 | 3471 | 3469 | 3468 |
| **18.0** | **3484** | 3494 | 3494 | 3492 | 3492 | 3490 | 3490 | 3489 | 3488 | 3487 | 3486 | 3485 | 3483 | 3482 |
| **18.5** | **3507** | 3517 | 3516 | 3516 | 3515 | 3514 | 3513 | 3512 | 3511 | 3510 | 3509 | 3508 | 3506 | 3504 |
| **19.0** | **3532** | 3534 | 3535 | 3535 | 3535 | 3535 | 3535 | 3534 | 3534 | 3534 | 3533 | 3532 | 3530 | 3529 |
| **19.5** | **3555** | 3556 | 3556 | 3556 | 3557 | 3557 | 3557 | 3557 | 3557 | 3556 | 3556 | 3556 | 3554 | 3554 |
| **20.0** | **3573** | 3570 | 3570 | 3571 | 3572 | 3573 | 3574 | 3574 | 3574 | 3574 | 3574 | 3574 | 3573 | 3573 |
| **20.5** | **3583** | 3575 | 3577 | 3578 | 3579 | 3580 | 3581 | 3582 | 3582 | 3583 | 3583 | 3583 | 3583 | 3583 |
| **21.0** | **3297** | 3296 | 3297 | 3297 | 3297 | 3297 | 3297 | 3297 | 3297 | 3297 | 3297 | 3297 | 3297 | 3297 |
| **21.5** | **2623** | 2630 | 2628 | 2627 | 2626 | 2625 | 2624 | 2624 | 2624 | 2623 | 2623 | 2623 | 2623 | 2623 |
| **22.0** | **2011** | 2019 | 2019 | 2018 | 2018 | 2018 | 2016 | 2015 | 2014 | 2012 | 2012 | 2011 | 2010 | 2010 |
| **22.5** | **1594** | 1596 | 1596 | 1596 | 1596 | 1596 | 1596 | 1596 | 1596 | 1596 | 1595 | 1595 | 1594 | 1594 |
| **23.0** | **1502** | 1502 | 1502 | 1502 | 1502 | 1502 | 1502 | 1502 | 1502 | 1502 | 1502 | 1502 | 1502 | 1502 |
| **23.5** | **1400** | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 |
| **24.0** | **1252** | 1252 | 1252 | 1252 | 1252 | 1252 | 1252 | 1252 | 1252 | 1252 | 1252 | 1252 | 1252 | 1252 |
| **24.5** | **1112** | 1112 | 1112 | 1112 | 1112 | 1112 | 1112 | 1112 | 1112 | 1112 | 1112 | 1112 | 1112 | 1112 |

*Table 9-1: Power curve, Sound Optimized Mode SO2*



T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT

VESTAS PROPRIETARY NOTICE



Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

## 9.2 Ct Values, Sound Optimized Mode SO2

| Air density kg/m³ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.950** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | **0.888** | 0.893 | 0.893 | 0.892 | 0.892 | 0.891 | 0.891 | 0.891 | 0.890 | 0.890 | 0.889 | 0.889 | 0.888 | 0.888 |
| **3.5** | **0.846** | 0.853 | 0.852 | 0.851 | 0.850 | 0.850 | 0.849 | 0.848 | 0.848 | 0.847 | 0.847 | 0.847 | 0.846 | 0.847 |
| **4.0** | **0.830** | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 |
| **4.5** | **0.828** | 0.831 | 0.831 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.829 | 0.829 | 0.829 | 0.828 | 0.828 |
| **5.0** | **0.823** | 0.828 | 0.827 | 0.827 | 0.826 | 0.826 | 0.826 | 0.825 | 0.825 | 0.824 | 0.824 | 0.823 | 0.823 | 0.822 |
| **5.5** | **0.820** | 0.824 | 0.824 | 0.823 | 0.823 | 0.823 | 0.822 | 0.822 | 0.821 | 0.821 | 0.820 | 0.820 | 0.819 | 0.819 |
| **6.0** | **0.814** | 0.821 | 0.820 | 0.820 | 0.819 | 0.819 | 0.818 | 0.817 | 0.817 | 0.816 | 0.816 | 0.815 | 0.814 | 0.813 |
| **6.5** | **0.808** | 0.816 | 0.816 | 0.815 | 0.815 | 0.814 | 0.813 | 0.812 | 0.812 | 0.811 | 0.810 | 0.809 | 0.807 | 0.805 |
| **7.0** | **0.789** | 0.812 | 0.811 | 0.810 | 0.809 | 0.808 | 0.806 | 0.804 | 0.803 | 0.801 | 0.797 | 0.793 | 0.783 | 0.778 |
| **7.5** | **0.736** | 0.806 | 0.803 | 0.800 | 0.797 | 0.795 | 0.788 | 0.782 | 0.776 | 0.770 | 0.758 | 0.747 | 0.722 | 0.708 |
| **8.0** | **0.616** | 0.790 | 0.777 | 0.765 | 0.752 | 0.739 | 0.721 | 0.704 | 0.686 | 0.668 | 0.651 | 0.633 | 0.601 | 0.585 |
| **8.5** | **0.490** | 0.686 | 0.665 | 0.644 | 0.623 | 0.602 | 0.585 | 0.568 | 0.551 | 0.533 | 0.519 | 0.505 | 0.478 | 0.466 |
| **9.0** | **0.401** | 0.554 | 0.536 | 0.519 | 0.501 | 0.483 | 0.470 | 0.457 | 0.444 | 0.431 | 0.421 | 0.411 | 0.392 | 0.383 |
| **9.5** | **0.342** | 0.460 | 0.447 | 0.433 | 0.420 | 0.407 | 0.397 | 0.387 | 0.377 | 0.367 | 0.358 | 0.350 | 0.335 | 0.328 |
| **10.0** | **0.293** | 0.387 | 0.377 | 0.366 | 0.356 | 0.345 | 0.337 | 0.329 | 0.321 | 0.313 | 0.306 | 0.299 | 0.287 | 0.281 |
| **10.5** | **0.253** | 0.331 | 0.322 | 0.314 | 0.305 | 0.297 | 0.290 | 0.283 | 0.276 | 0.270 | 0.264 | 0.258 | 0.248 | 0.243 |
| **11.0** | **0.223** | 0.294 | 0.287 | 0.279 | 0.271 | 0.263 | 0.257 | 0.251 | 0.245 | 0.239 | 0.234 | 0.229 | 0.219 | 0.214 |
| **11.5** | **0.200** | 0.269 | 0.261 | 0.253 | 0.245 | 0.237 | 0.231 | 0.225 | 0.219 | 0.214 | 0.209 | 0.205 | 0.196 | 0.192 |
| **12.0** | **0.180** | 0.240 | 0.234 | 0.227 | 0.220 | 0.214 | 0.208 | 0.203 | 0.198 | 0.193 | 0.188 | 0.184 | 0.176 | 0.173 |
| **12.5** | **0.161** | 0.212 | 0.207 | 0.201 | 0.195 | 0.190 | 0.185 | 0.181 | 0.176 | 0.172 | 0.168 | 0.164 | 0.158 | 0.154 |
| **13.0** | **0.143** | 0.188 | 0.183 | 0.178 | 0.173 | 0.168 | 0.164 | 0.160 | 0.156 | 0.153 | 0.150 | 0.146 | 0.141 | 0.138 |
| **13.5** | **0.131** | 0.173 | 0.168 | 0.164 | 0.159 | 0.154 | 0.151 | 0.147 | 0.144 | 0.140 | 0.137 | 0.134 | 0.129 | 0.126 |
| **14.0** | **0.122** | 0.161 | 0.156 | 0.152 | 0.148 | 0.143 | 0.140 | 0.137 | 0.133 | 0.130 | 0.127 | 0.125 | 0.120 | 0.117 |
| **14.5** | **0.115** | 0.150 | 0.146 | 0.142 | 0.138 | 0.134 | 0.131 | 0.128 | 0.125 | 0.122 | 0.120 | 0.117 | 0.113 | 0.110 |
| **15.0** | **0.108** | 0.139 | 0.136 | 0.133 | 0.129 | 0.126 | 0.123 | 0.121 | 0.118 | 0.115 | 0.113 | 0.111 | 0.106 | 0.104 |
| **15.5** | **0.101** | 0.130 | 0.127 | 0.124 | 0.121 | 0.118 | 0.115 | 0.113 | 0.110 | 0.108 | 0.106 | 0.103 | 0.099 | 0.098 |
| **16.0** | **0.096** | 0.122 | 0.119 | 0.116 | 0.113 | 0.111 | 0.108 | 0.106 | 0.104 | 0.101 | 0.100 | 0.098 | 0.094 | 0.092 |
| **16.5** | **0.090** | 0.113 | 0.111 | 0.108 | 0.106 | 0.103 | 0.101 | 0.099 | 0.097 | 0.095 | 0.093 | 0.091 | 0.088 | 0.086 |
| **17.0** | **0.083** | 0.105 | 0.103 | 0.100 | 0.098 | 0.096 | 0.094 | 0.092 | 0.090 | 0.088 | 0.087 | 0.085 | 0.082 | 0.081 |
| **17.5** | **0.077** | 0.097 | 0.095 | 0.093 | 0.091 | 0.089 | 0.087 | 0.085 | 0.084 | 0.082 | 0.080 | 0.079 | 0.076 | 0.075 |
| **18.0** | **0.072** | 0.090 | 0.088 | 0.086 | 0.084 | 0.082 | 0.081 | 0.079 | 0.078 | 0.076 | 0.075 | 0.073 | 0.071 | 0.070 |
| **18.5** | **0.067** | 0.084 | 0.082 | 0.080 | 0.078 | 0.077 | 0.075 | 0.074 | 0.072 | 0.071 | 0.070 | 0.068 | 0.066 | 0.065 |
| **19.0** | **0.063** | 0.078 | 0.076 | 0.075 | 0.073 | 0.071 | 0.070 | 0.069 | 0.067 | 0.066 | 0.065 | 0.064 | 0.062 | 0.061 |
| **19.5** | **0.059** | 0.073 | 0.071 | 0.070 | 0.068 | 0.067 | 0.066 | 0.064 | 0.063 | 0.062 | 0.061 | 0.060 | 0.058 | 0.057 |
| **20.0** | **0.055** | 0.068 | 0.067 | 0.065 | 0.064 | 0.063 | 0.061 | 0.060 | 0.059 | 0.058 | 0.057 | 0.056 | 0.054 | 0.053 |
| **20.5** | **0.052** | 0.064 | 0.062 | 0.061 | 0.060 | 0.059 | 0.058 | 0.057 | 0.056 | 0.054 | 0.054 | 0.053 | 0.051 | 0.050 |
| **21.0** | **0.045** | 0.056 | 0.054 | 0.053 | 0.052 | 0.051 | 0.050 | 0.049 | 0.049 | 0.048 | 0.047 | 0.046 | 0.045 | 0.044 |
| **21.5** | **0.035** | 0.043 | 0.042 | 0.041 | 0.040 | 0.040 | 0.039 | 0.038 | 0.038 | 0.037 | 0.036 | 0.036 | 0.035 | 0.034 |
| **22.0** | **0.027** | 0.032 | 0.031 | 0.031 | 0.030 | 0.030 | 0.029 | 0.029 | 0.028 | 0.028 | 0.027 | 0.027 | 0.026 | 0.026 |
| **22.5** | **0.020** | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.023 | 0.023 | 0.022 | 0.022 | 0.022 | 0.021 | 0.021 | 0.021 | 0.020 | 0.020 |
| **23.0** | **0.018** | 0.022 | 0.022 | 0.021 | 0.021 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.018 | 0.018 |
| **23.5** | **0.017** | 0.020 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.016 | 0.016 |
| **24.0** | **0.015** | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.014 | 0.014 |
| **24.5** | **0.013** | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.012 |

*Table 9-2: $C_t$ values, Sound Optimized Mode SO2*



T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

## 9.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO2

| Sound Power Level at Hub Height | |
|---|---|
| **Conditions for Sound Power Level:** | **Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3**<br>**Maximum turbulence at hub height: 30%**<br>**Inflow angle (vertical): 0 ±2°**<br>**Air density: 1.225 kg/m³** |
| **Wind speed at hub height [m/s]** | **Sound Power Level at Hub Height [dBA]**<br>**Sound Optimized Mode SO2 (Blades with serrated trailing edge)** |
| 3 | 91.1 |
| 4 | 91.3 |
| 5 | 93.2 |
| 6 | 96.4 |
| 7 | 99.9 |
| 8 | 102.0 |
| 9 | 102.0 |
| 10 | 102.0 |
| 11 | 102.0 |
| 12 | 102.0 |
| 13 | 102.0 |
| 14 | 102.0 |
| 15 | 102.0 |
| 16 | 102.0 |
| 17 | 102.0 |
| 18 | 102.0 |
| 19 | 102.0 |
| 20 | 102.0 |

*Table 9-3: Sound curves, Sound Optimized Mode SO2*

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

RESTRICTED



Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

# 10 Power Curves, Ct Values and Sound Curves, Sound Optimized Mode SO3

## 10.1 Power Curves, Sound Optimized Mode SO3

| Air density [kg/m³] | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.95** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | **81** | 51 | 54 | 57 | 60 | 62 | 65 | 68 | 70 | 73 | 76 | 79 | 84 | 87 |
| **3.5** | **172** | 123 | 127 | 132 | 136 | 141 | 145 | 150 | 154 | 159 | 163 | 168 | 177 | 181 |
| **4.0** | **285** | 210 | 217 | 224 | 231 | 238 | 244 | 251 | 258 | 265 | 272 | 278 | 292 | 299 |
| **4.5** | **424** | 318 | 328 | 337 | 347 | 357 | 366 | 376 | 386 | 395 | 405 | 415 | 434 | 443 |
| **5.0** | **597** | 452 | 465 | 478 | 491 | 505 | 518 | 531 | 544 | 557 | 571 | 584 | 610 | 623 |
| **5.5** | **809** | 616 | 633 | 651 | 669 | 686 | 704 | 721 | 739 | 756 | 774 | 792 | 827 | 844 |
| **6.0** | **1062** | 813 | 835 | 858 | 881 | 904 | 926 | 949 | 972 | 994 | 1017 | 1040 | 1084 | 1107 |
| **6.5** | **1338** | 1045 | 1073 | 1101 | 1130 | 1158 | 1185 | 1212 | 1239 | 1266 | 1290 | 1314 | 1359 | 1379 |
| **7.0** | **1517** | 1305 | 1334 | 1362 | 1391 | 1419 | 1436 | 1454 | 1471 | 1488 | 1498 | 1507 | 1523 | 1528 |
| **7.5** | **1546** | 1493 | 1502 | 1512 | 1521 | 1531 | 1534 | 1537 | 1541 | 1544 | 1544 | 1545 | 1546 | 1546 |
| **8.0** | **1546** | 1543 | 1544 | 1545 | 1545 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **8.5** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **9.0** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **9.5** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **10.0** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **10.5** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **11.0** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **11.5** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **12.0** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **12.5** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **13.0** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **13.5** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **14.0** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **14.5** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **15.0** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **15.5** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **16.0** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **16.5** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **17.0** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **17.5** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **18.0** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **18.5** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **19.0** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **19.5** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **20.0** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **20.5** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **21.0** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **21.5** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **22.0** | **1546** | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 | 1546 |
| **22.5** | **1545** | 1545 | 1545 | 1545 | 1545 | 1545 | 1545 | 1545 | 1545 | 1545 | 1545 | 1545 | 1545 | 1545 |
| **23.0** | **1511** | 1511 | 1511 | 1511 | 1511 | 1510 | 1511 | 1511 | 1511 | 1511 | 1511 | 1511 | 1511 | 1511 |
| **23.5** | **1414** | 1415 | 1415 | 1415 | 1415 | 1415 | 1415 | 1415 | 1415 | 1414 | 1414 | 1414 | 1414 | 1414 |
| **24.0** | **1264** | 1264 | 1264 | 1264 | 1264 | 1264 | 1264 | 1264 | 1264 | 1264 | 1264 | 1264 | 1264 | 1264 |
| **24.5** | **1115** | 1115 | 1115 | 1115 | 1115 | 1115 | 1115 | 1115 | 1115 | 1115 | 1115 | 1115 | 1115 | 1115 |

*Table 10-1: Power curve, Sound Optimized Mode SO3*

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

## 10.2 Ct Values, Sound Optimized Mode SO3

| Air density kg/m³ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.950** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | **0.888** | 0.893 | 0.893 | 0.892 | 0.892 | 0.891 | 0.891 | 0.891 | 0.890 | 0.890 | 0.889 | 0.889 | 0.888 | 0.888 |
| **3.5** | **0.846** | 0.853 | 0.852 | 0.851 | 0.850 | 0.850 | 0.849 | 0.849 | 0.848 | 0.848 | 0.847 | 0.847 | 0.846 | 0.847 |
| **4.0** | **0.830** | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.831 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 |
| **4.5** | **0.828** | 0.831 | 0.831 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.830 | 0.829 | 0.829 | 0.829 | 0.828 | 0.828 |
| **5.0** | **0.823** | 0.828 | 0.827 | 0.827 | 0.826 | 0.826 | 0.826 | 0.825 | 0.825 | 0.824 | 0.824 | 0.824 | 0.823 | 0.822 |
| **5.5** | **0.820** | 0.824 | 0.824 | 0.823 | 0.823 | 0.823 | 0.822 | 0.822 | 0.821 | 0.821 | 0.821 | 0.820 | 0.819 | 0.819 |
| **6.0** | **0.814** | 0.821 | 0.820 | 0.820 | 0.819 | 0.819 | 0.818 | 0.818 | 0.817 | 0.816 | 0.815 | 0.815 | 0.813 | 0.812 |
| **6.5** | **0.778** | 0.818 | 0.817 | 0.815 | 0.814 | 0.812 | 0.809 | 0.805 | 0.801 | 0.798 | 0.791 | 0.784 | 0.768 | 0.759 |
| **7.0** | **0.633** | 0.799 | 0.788 | 0.776 | 0.765 | 0.754 | 0.737 | 0.719 | 0.702 | 0.685 | 0.668 | 0.651 | 0.617 | 0.601 |
| **7.5** | **0.476** | 0.672 | 0.651 | 0.630 | 0.609 | 0.588 | 0.571 | 0.553 | 0.536 | 0.519 | 0.505 | 0.490 | 0.464 | 0.452 |
| **8.0** | **0.373** | 0.515 | 0.499 | 0.482 | 0.466 | 0.449 | 0.437 | 0.426 | 0.414 | 0.402 | 0.392 | 0.383 | 0.365 | 0.357 |
| **8.5** | **0.303** | 0.404 | 0.393 | 0.382 | 0.370 | 0.359 | 0.351 | 0.342 | 0.333 | 0.325 | 0.318 | 0.310 | 0.297 | 0.291 |
| **9.0** | **0.252** | 0.330 | 0.321 | 0.313 | 0.304 | 0.296 | 0.289 | 0.282 | 0.275 | 0.269 | 0.263 | 0.257 | 0.247 | 0.242 |
| **9.5** | **0.213** | 0.277 | 0.270 | 0.263 | 0.256 | 0.250 | 0.244 | 0.238 | 0.233 | 0.227 | 0.223 | 0.218 | 0.209 | 0.205 |
| **10.0** | **0.182** | 0.235 | 0.229 | 0.223 | 0.218 | 0.212 | 0.207 | 0.203 | 0.198 | 0.194 | 0.190 | 0.186 | 0.179 | 0.175 |
| **10.5** | **0.157** | 0.201 | 0.197 | 0.192 | 0.187 | 0.182 | 0.178 | 0.175 | 0.171 | 0.167 | 0.164 | 0.160 | 0.154 | 0.151 |
| **11.0** | **0.137** | 0.174 | 0.170 | 0.166 | 0.162 | 0.158 | 0.155 | 0.151 | 0.148 | 0.145 | 0.142 | 0.139 | 0.134 | 0.132 |
| **11.5** | **0.120** | 0.152 | 0.149 | 0.145 | 0.142 | 0.138 | 0.135 | 0.133 | 0.130 | 0.127 | 0.124 | 0.122 | 0.118 | 0.115 |
| **12.0** | **0.106** | 0.134 | 0.131 | 0.128 | 0.125 | 0.122 | 0.119 | 0.117 | 0.114 | 0.112 | 0.110 | 0.108 | 0.104 | 0.102 |
| **12.5** | **0.094** | 0.119 | 0.116 | 0.113 | 0.111 | 0.108 | 0.106 | 0.104 | 0.102 | 0.099 | 0.098 | 0.096 | 0.092 | 0.091 |
| **13.0** | **0.084** | 0.106 | 0.103 | 0.101 | 0.099 | 0.096 | 0.095 | 0.093 | 0.091 | 0.089 | 0.087 | 0.086 | 0.083 | 0.081 |
| **13.5** | **0.076** | 0.095 | 0.093 | 0.091 | 0.089 | 0.087 | 0.085 | 0.083 | 0.082 | 0.080 | 0.078 | 0.077 | 0.074 | 0.073 |
| **14.0** | **0.068** | 0.085 | 0.084 | 0.082 | 0.080 | 0.078 | 0.077 | 0.075 | 0.074 | 0.072 | 0.071 | 0.070 | 0.067 | 0.066 |
| **14.5** | **0.062** | 0.077 | 0.076 | 0.074 | 0.072 | 0.071 | 0.069 | 0.068 | 0.067 | 0.065 | 0.064 | 0.063 | 0.061 | 0.060 |
| **15.0** | **0.057** | 0.070 | 0.069 | 0.067 | 0.066 | 0.064 | 0.063 | 0.062 | 0.061 | 0.060 | 0.059 | 0.058 | 0.056 | 0.055 |
| **15.5** | **0.052** | 0.064 | 0.063 | 0.061 | 0.060 | 0.059 | 0.058 | 0.057 | 0.056 | 0.055 | 0.054 | 0.053 | 0.051 | 0.050 |
| **16.0** | **0.048** | 0.059 | 0.058 | 0.056 | 0.055 | 0.054 | 0.053 | 0.052 | 0.051 | 0.050 | 0.049 | 0.048 | 0.047 | 0.046 |
| **16.5** | **0.044** | 0.054 | 0.053 | 0.052 | 0.051 | 0.050 | 0.049 | 0.048 | 0.047 | 0.046 | 0.045 | 0.045 | 0.043 | 0.043 |
| **17.0** | **0.041** | 0.050 | 0.049 | 0.048 | 0.047 | 0.046 | 0.045 | 0.044 | 0.044 | 0.043 | 0.042 | 0.041 | 0.040 | 0.040 |
| **17.5** | **0.038** | 0.046 | 0.046 | 0.045 | 0.044 | 0.043 | 0.042 | 0.041 | 0.041 | 0.040 | 0.039 | 0.039 | 0.038 | 0.037 |
| **18.0** | **0.036** | 0.043 | 0.042 | 0.042 | 0.041 | 0.040 | 0.039 | 0.039 | 0.038 | 0.037 | 0.037 | 0.036 | 0.035 | 0.035 |
| **18.5** | **0.033** | 0.040 | 0.039 | 0.039 | 0.038 | 0.037 | 0.037 | 0.036 | 0.035 | 0.035 | 0.034 | 0.034 | 0.033 | 0.032 |
| **19.0** | **0.031** | 0.037 | 0.037 | 0.036 | 0.035 | 0.035 | 0.034 | 0.034 | 0.033 | 0.032 | 0.032 | 0.032 | 0.031 | 0.030 |
| **19.5** | **0.029** | 0.035 | 0.034 | 0.034 | 0.033 | 0.033 | 0.032 | 0.032 | 0.031 | 0.031 | 0.030 | 0.030 | 0.029 | 0.028 |
| **20.0** | **0.028** | 0.033 | 0.032 | 0.032 | 0.031 | 0.031 | 0.030 | 0.030 | 0.029 | 0.029 | 0.028 | 0.028 | 0.027 | 0.027 |
| **20.5** | **0.026** | 0.031 | 0.030 | 0.030 | 0.029 | 0.029 | 0.028 | 0.028 | 0.028 | 0.027 | 0.027 | 0.026 | 0.026 | 0.025 |
| **21.0** | **0.025** | 0.029 | 0.029 | 0.028 | 0.028 | 0.027 | 0.027 | 0.026 | 0.026 | 0.026 | 0.025 | 0.025 | 0.024 | 0.024 |
| **21.5** | **0.023** | 0.028 | 0.027 | 0.027 | 0.026 | 0.026 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.023 | 0.023 |
| **22.0** | **0.022** | 0.026 | 0.025 | 0.025 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.023 | 0.023 | 0.023 | 0.022 | 0.022 | 0.021 | 0.021 |
| **22.5** | **0.020** | 0.024 | 0.023 | 0.023 | 0.023 | 0.022 | 0.022 | 0.022 | 0.021 | 0.021 | 0.021 | 0.020 | 0.020 | 0.019 |
| **23.0** | **0.018** | 0.022 | 0.022 | 0.021 | 0.021 | 0.021 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.018 | 0.018 |
| **23.5** | **0.017** | 0.020 | 0.020 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.016 |
| **24.0** | **0.015** | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.014 | 0.014 |
| **24.5** | **0.013** | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.012 |

*Table 10-2: $C_t$ values, Sound Optimized Mode SO3*

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

RESTRICTED



Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

## 10.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO3

| Sound Power Level at Hub Height | |
|---|---|
| **Conditions for Sound Power Level:** | **Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3**<br>**Maximum turbulence at hub height: 30%**<br>**Inflow angle (vertical): 0 ±2°**<br>**Air density: 1.225 kg/m³** |
| **Wind speed at hub height [m/s]** | **Sound Power Level at Hub Height [dBA]**<br>**Sound Optimized Mode SO3 (Blades with serrated trailing edge)** |
| 3 | 91.1 |
| 4 | 91.3 |
| 5 | 93.2 |
| 6 | 96.3 |
| 7 | 99.5 |
| 8 | 99.5 |
| 9 | 99.5 |
| 10 | 99.5 |
| 11 | 99.5 |
| 12 | 99.5 |
| 13 | 99.5 |
| 14 | 99.5 |
| 15 | 99.5 |
| 16 | 99.5 |
| 17 | 99.5 |
| 18 | 99.5 |
| 19 | 99.5 |
| 20 | 99.5 |

*Table 10-3: Sound curves, Sound Optimized Mode SO3*

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT

Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 42 · 8200 Arhus N · Denmark · www.vestas.com

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

# 11 Power Curves, Ct Values and Sound Curves, Sound Optimized Mode SO11

## 11.1 Power Curves, Sound Optimized Mode SO11

| Air density [kg/m³] | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.95** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | **81** | 51 | 54 | 57 | 60 | 62 | 65 | 68 | 70 | 73 | 76 | 79 | 84 | 87 |
| **3.5** | **172** | 123 | 127 | 132 | 136 | 141 | 145 | 150 | 154 | 159 | 163 | 168 | 177 | 181 |
| **4.0** | **277** | 210 | 217 | 224 | 231 | 237 | 243 | 250 | 256 | 262 | 267 | 272 | 282 | 286 |
| **4.5** | **403** | 318 | 327 | 337 | 346 | 356 | 363 | 371 | 379 | 387 | 392 | 398 | 406 | 409 |
| **5.0** | **579** | 452 | 465 | 478 | 491 | 504 | 516 | 528 | 540 | 552 | 561 | 570 | 585 | 590 |
| **5.5** | **740** | 615 | 632 | 648 | 664 | 681 | 692 | 703 | 713 | 724 | 730 | 735 | 743 | 745 |
| **6.0** | **861** | 800 | 811 | 822 | 833 | 845 | 848 | 851 | 855 | 858 | 859 | 860 | 861 | 862 |
| **6.5** | **982** | 966 | 969 | 973 | 976 | 979 | 980 | 980 | 981 | 982 | 982 | 982 | 982 | 982 |
| **7.0** | **1103** | 1103 | 1103 | 1103 | 1103 | 1103 | 1103 | 1103 | 1103 | 1103 | 1103 | 1103 | 1103 | 1103 |
| **7.5** | **1218** | 1218 | 1218 | 1218 | 1218 | 1218 | 1218 | 1218 | 1218 | 1218 | 1218 | 1218 | 1218 | 1218 |
| **8.0** | **1334** | 1334 | 1334 | 1334 | 1334 | 1334 | 1334 | 1334 | 1334 | 1334 | 1334 | 1334 | 1334 | 1334 |
| **8.5** | **1458** | 1458 | 1458 | 1458 | 1458 | 1458 | 1458 | 1458 | 1458 | 1458 | 1458 | 1458 | 1458 | 1458 |
| **9.0** | **1584** | 1584 | 1584 | 1584 | 1584 | 1584 | 1584 | 1584 | 1584 | 1584 | 1584 | 1584 | 1584 | 1584 |
| **9.5** | **1690** | 1690 | 1690 | 1690 | 1690 | 1690 | 1690 | 1690 | 1690 | 1690 | 1690 | 1690 | 1690 | 1690 |
| **10.0** | **1769** | 1769 | 1769 | 1769 | 1769 | 1769 | 1769 | 1769 | 1769 | 1769 | 1769 | 1769 | 1769 | 1769 |
| **10.5** | **1811** | 1811 | 1811 | 1811 | 1811 | 1811 | 1811 | 1811 | 1811 | 1811 | 1811 | 1811 | 1811 | 1811 |
| **11.0** | **1841** | 1841 | 1841 | 1841 | 1841 | 1841 | 1841 | 1841 | 1841 | 1841 | 1841 | 1841 | 1841 | 1841 |
| **11.5** | **1873** | 1873 | 1873 | 1873 | 1873 | 1873 | 1873 | 1873 | 1873 | 1873 | 1873 | 1873 | 1873 | 1873 |
| **12.0** | **1902** | 1902 | 1902 | 1902 | 1902 | 1902 | 1902 | 1902 | 1902 | 1902 | 1902 | 1902 | 1902 | 1902 |
| **12.5** | **1921** | 1921 | 1921 | 1921 | 1921 | 1921 | 1921 | 1921 | 1921 | 1921 | 1921 | 1921 | 1921 | 1921 |
| **13.0** | **1933** | 1933 | 1933 | 1933 | 1933 | 1933 | 1933 | 1933 | 1933 | 1933 | 1933 | 1933 | 1933 | 1933 |
| **13.5** | **1944** | 1944 | 1944 | 1944 | 1944 | 1944 | 1944 | 1944 | 1944 | 1944 | 1944 | 1944 | 1944 | 1944 |
| **14.0** | **1952** | 1952 | 1952 | 1952 | 1952 | 1952 | 1952 | 1952 | 1952 | 1952 | 1952 | 1952 | 1952 | 1952 |
| **14.5** | **1960** | 1960 | 1960 | 1960 | 1960 | 1960 | 1960 | 1960 | 1960 | 1960 | 1960 | 1960 | 1960 | 1960 |
| **15.0** | **1972** | 1972 | 1972 | 1972 | 1972 | 1972 | 1972 | 1972 | 1972 | 1972 | 1972 | 1972 | 1972 | 1972 |
| **15.5** | **1984** | 1984 | 1984 | 1984 | 1984 | 1984 | 1984 | 1984 | 1984 | 1984 | 1984 | 1984 | 1984 | 1984 |
| **16.0** | **1995** | 1995 | 1995 | 1995 | 1995 | 1995 | 1995 | 1995 | 1995 | 1995 | 1995 | 1995 | 1995 | 1995 |
| **16.5** | **2005** | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 |
| **17.0** | **2013** | 2013 | 2013 | 2013 | 2013 | 2013 | 2013 | 2013 | 2013 | 2013 | 2013 | 2013 | 2013 | 2013 |
| **17.5** | **2022** | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 |
| **18.0** | **2031** | 2031 | 2031 | 2031 | 2031 | 2031 | 2031 | 2031 | 2031 | 2031 | 2031 | 2031 | 2031 | 2031 |
| **18.5** | **2039** | 2039 | 2039 | 2039 | 2039 | 2039 | 2039 | 2039 | 2039 | 2039 | 2039 | 2039 | 2039 | 2039 |
| **19.0** | **2047** | 2047 | 2047 | 2047 | 2047 | 2047 | 2047 | 2047 | 2047 | 2047 | 2047 | 2047 | 2047 | 2047 |
| **19.5** | **2054** | 2054 | 2054 | 2054 | 2054 | 2054 | 2054 | 2054 | 2054 | 2054 | 2054 | 2054 | 2054 | 2054 |
| **20.0** | **2061** | 2061 | 2061 | 2061 | 2061 | 2061 | 2061 | 2061 | 2061 | 2061 | 2061 | 2061 | 2061 | 2061 |
| **20.5** | **2068** | 2068 | 2068 | 2068 | 2068 | 2068 | 2068 | 2068 | 2068 | 2068 | 2068 | 2068 | 2068 | 2068 |
| **21.0** | **2049** | 2049 | 2049 | 2049 | 2049 | 2049 | 2049 | 2049 | 2049 | 2049 | 2049 | 2049 | 2049 | 2049 |
| **21.5** | **1853** | 1853 | 1853 | 1853 | 1853 | 1853 | 1853 | 1853 | 1853 | 1853 | 1853 | 1853 | 1853 | 1853 |
| **22.0** | **1421** | 1421 | 1421 | 1421 | 1421 | 1421 | 1421 | 1421 | 1421 | 1421 | 1421 | 1421 | 1421 | 1421 |
| **22.5** | **950** | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 |
| **23.0** | **816** | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 |
| **23.5** | **758** | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 |
| **24.0** | **683** | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 |
| **24.5** | **614** | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 |

*Table 11-1: Power curve, Sound Optimized Mode SO11*



T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

RESTRICTED



Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

## 11.2 Ct Values, Sound Optimized Mode SO11

| Air density kg/m³ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.950** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | **0.888** | 0.893 | 0.893 | 0.892 | 0.892 | 0.891 | 0.891 | 0.891 | 0.89 | 0.89 | 0.889 | 0.889 | 0.888 | 0.888 |
| **3.5** | **0.846** | 0.853 | 0.852 | 0.851 | 0.85 | 0.85 | 0.849 | 0.848 | 0.848 | 0.847 | 0.847 | 0.846 | 0.845 | 0.845 |
| **4.0** | **0.774** | 0.83 | 0.829 | 0.828 | 0.827 | 0.826 | 0.82 | 0.814 | 0.808 | 0.802 | 0.793 | 0.784 | 0.76 | 0.746 |
| **4.5** | **0.723** | 0.831 | 0.828 | 0.825 | 0.822 | 0.819 | 0.808 | 0.797 | 0.786 | 0.775 | 0.758 | 0.74 | 0.704 | 0.686 |
| **5.0** | **0.755** | 0.829 | 0.827 | 0.825 | 0.823 | 0.822 | 0.815 | 0.808 | 0.802 | 0.795 | 0.782 | 0.768 | 0.736 | 0.717 |
| **5.5** | **0.669** | 0.824 | 0.818 | 0.811 | 0.805 | 0.799 | 0.782 | 0.765 | 0.748 | 0.731 | 0.711 | 0.69 | 0.649 | 0.628 |
| **6.0** | **0.549** | 0.782 | 0.76 | 0.737 | 0.715 | 0.692 | 0.67 | 0.647 | 0.624 | 0.602 | 0.584 | 0.566 | 0.534 | 0.519 |
| **6.5** | **0.468** | 0.677 | 0.652 | 0.627 | 0.603 | 0.578 | 0.56 | 0.543 | 0.525 | 0.507 | 0.494 | 0.481 | 0.457 | 0.445 |
| **7.0** | **0.406** | 0.564 | 0.545 | 0.527 | 0.508 | 0.489 | 0.476 | 0.463 | 0.45 | 0.437 | 0.426 | 0.416 | 0.397 | 0.388 |
| **7.5** | **0.356** | 0.481 | 0.467 | 0.452 | 0.438 | 0.424 | 0.414 | 0.403 | 0.392 | 0.382 | 0.373 | 0.365 | 0.348 | 0.341 |
| **8.0** | **0.316** | 0.42 | 0.409 | 0.397 | 0.386 | 0.374 | 0.365 | 0.356 | 0.347 | 0.338 | 0.331 | 0.323 | 0.31 | 0.303 |
| **8.5** | **0.285** | 0.375 | 0.365 | 0.355 | 0.345 | 0.335 | 0.327 | 0.32 | 0.312 | 0.304 | 0.298 | 0.291 | 0.279 | 0.273 |
| **9.0** | **0.258** | 0.337 | 0.329 | 0.32 | 0.311 | 0.303 | 0.296 | 0.289 | 0.282 | 0.275 | 0.269 | 0.264 | 0.253 | 0.248 |
| **9.5** | **0.234** | 0.304 | 0.296 | 0.289 | 0.281 | 0.273 | 0.267 | 0.261 | 0.255 | 0.249 | 0.244 | 0.239 | 0.229 | 0.225 |
| **10.0** | **0.209** | 0.27 | 0.264 | 0.257 | 0.25 | 0.244 | 0.238 | 0.233 | 0.228 | 0.222 | 0.218 | 0.214 | 0.205 | 0.201 |
| **10.5** | **0.185** | 0.237 | 0.231 | 0.226 | 0.22 | 0.214 | 0.21 | 0.205 | 0.201 | 0.196 | 0.192 | 0.188 | 0.181 | 0.178 |
| **11.0** | **0.163** | 0.208 | 0.204 | 0.199 | 0.194 | 0.189 | 0.185 | 0.181 | 0.177 | 0.173 | 0.17 | 0.166 | 0.16 | 0.157 |
| **11.5** | **0.145** | 0.185 | 0.18 | 0.176 | 0.172 | 0.168 | 0.164 | 0.161 | 0.157 | 0.154 | 0.151 | 0.148 | 0.142 | 0.14 |
| **12.0** | **0.13** | 0.165 | 0.161 | 0.157 | 0.153 | 0.15 | 0.147 | 0.144 | 0.141 | 0.138 | 0.135 | 0.132 | 0.127 | 0.125 |
| **12.5** | **0.116** | 0.147 | 0.144 | 0.141 | 0.137 | 0.134 | 0.131 | 0.128 | 0.126 | 0.123 | 0.121 | 0.119 | 0.114 | 0.112 |
| **13.0** | **0.104** | 0.132 | 0.129 | 0.126 | 0.123 | 0.12 | 0.118 | 0.115 | 0.113 | 0.11 | 0.108 | 0.106 | 0.103 | 0.101 |
| **13.5** | **0.094** | 0.119 | 0.116 | 0.113 | 0.111 | 0.108 | 0.106 | 0.104 | 0.102 | 0.1 | 0.098 | 0.096 | 0.093 | 0.091 |
| **14.0** | **0.085** | 0.107 | 0.105 | 0.102 | 0.1 | 0.098 | 0.096 | 0.094 | 0.092 | 0.09 | 0.089 | 0.087 | 0.084 | 0.082 |
| **14.5** | **0.078** | 0.097 | 0.095 | 0.093 | 0.091 | 0.089 | 0.087 | 0.085 | 0.084 | 0.082 | 0.08 | 0.079 | 0.076 | 0.075 |
| **15.0** | **0.071** | 0.088 | 0.087 | 0.085 | 0.083 | 0.081 | 0.079 | 0.078 | 0.076 | 0.075 | 0.074 | 0.072 | 0.07 | 0.069 |
| **15.5** | **0.065** | 0.081 | 0.079 | 0.078 | 0.076 | 0.074 | 0.073 | 0.072 | 0.07 | 0.069 | 0.068 | 0.066 | 0.064 | 0.063 |
| **16.0** | **0.06** | 0.074 | 0.073 | 0.071 | 0.07 | 0.068 | 0.067 | 0.066 | 0.065 | 0.063 | 0.062 | 0.061 | 0.059 | 0.058 |
| **16.5** | **0.056** | 0.069 | 0.067 | 0.066 | 0.064 | 0.063 | 0.062 | 0.061 | 0.06 | 0.059 | 0.058 | 0.057 | 0.055 | 0.054 |
| **17.0** | **0.052** | 0.063 | 0.062 | 0.061 | 0.06 | 0.058 | 0.057 | 0.056 | 0.055 | 0.054 | 0.053 | 0.053 | 0.051 | 0.05 |
| **17.5** | **0.048** | 0.059 | 0.058 | 0.057 | 0.056 | 0.055 | 0.054 | 0.053 | 0.052 | 0.051 | 0.05 | 0.049 | 0.048 | 0.047 |
| **18.0** | **0.045** | 0.055 | 0.054 | 0.053 | 0.052 | 0.051 | 0.05 | 0.049 | 0.048 | 0.047 | 0.047 | 0.046 | 0.044 | 0.044 |
| **18.5** | **0.042** | 0.051 | 0.05 | 0.049 | 0.048 | 0.047 | 0.047 | 0.046 | 0.045 | 0.044 | 0.044 | 0.043 | 0.042 | 0.041 |
| **19.0** | **0.04** | 0.048 | 0.047 | 0.046 | 0.045 | 0.044 | 0.044 | 0.043 | 0.042 | 0.041 | 0.041 | 0.04 | 0.039 | 0.038 |
| **19.5** | **0.037** | 0.045 | 0.044 | 0.043 | 0.042 | 0.042 | 0.041 | 0.04 | 0.04 | 0.039 | 0.038 | 0.038 | 0.037 | 0.036 |
| **20.0** | **0.035** | 0.042 | 0.041 | 0.041 | 0.04 | 0.039 | 0.039 | 0.038 | 0.037 | 0.037 | 0.036 | 0.036 | 0.035 | 0.034 |
| **20.5** | **0.033** | 0.04 | 0.039 | 0.038 | 0.038 | 0.037 | 0.036 | 0.036 | 0.035 | 0.035 | 0.034 | 0.034 | 0.033 | 0.032 |
| **21.0** | **0.031** | 0.037 | 0.037 | 0.036 | 0.035 | 0.035 | 0.034 | 0.034 | 0.033 | 0.032 | 0.032 | 0.032 | 0.031 | 0.03 |
| **21.5** | **0.027** | 0.032 | 0.032 | 0.031 | 0.031 | 0.03 | 0.03 | 0.029 | 0.029 | 0.028 | 0.028 | 0.028 | 0.027 | 0.026 |
| **22.0** | **0.021** | 0.025 | 0.024 | 0.024 | 0.023 | 0.023 | 0.023 | 0.022 | 0.022 | 0.022 | 0.022 | 0.021 | 0.021 | 0.02 |
| **22.5** | **0.015** | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.015 |
| **23.0** | **0.013** | 0.015 | 0.015 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 |
| **23.5** | **0.012** | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 |
| **24.0** | **0.011** | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.01 | 0.01 |
| **24.5** | **0.009** | 0.011 | 0.011 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.009 | 0.009 |

*Table 11-2: $C_t$ values, Sound Optimized Mode SO11*



T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

## 11.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO11

| Sound Power Level at Hub Height | |
|---|---|
| **Conditions for Sound Power Level:** | **Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3<br>Maximum turbulence at hub height: 30%<br>Inflow angle (vertical): 0 ±2°<br>Air density: 1.225 kg/m³** |
| **Wind speed at hub height [m/s]** | **Sound Power Level at Hub Height [dBA]<br>Sound Optimized Mode SO11 (Blades with serrated trailing edge)** |
| 3 | 91.1 |
| 4 | 91.3 |
| 5 | 93.0 |
| 6 | 94.4 |
| 7 | 95.6 |
| 8 | 96.8 |
| 9 | 98.0 |
| 10 | 98.8 |
| 11 | 99.0 |
| 12 | 99.2 |
| 13 | 99.2 |
| 14 | 99.2 |
| 15 | 99.2 |
| 16 | 99.2 |
| 17 | 99.2 |
| 18 | 99.2 |
| 19 | 99.2 |
| 20 | 99.2 |

*Table 11-3: Sound curves, Sound Optimized Mode SO11*

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

RESTRICTED



Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

# 12 Power Curves, Ct Values and Sound Curves, Sound Optimized Mode SO12

## 12.1 Power Curves, Sound Optimized Mode SO12

| Air density [kg/m³] | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.95** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | 81 | 51 | 54 | 57 | 60 | 62 | 65 | 68 | 70 | 73 | 76 | 79 | 84 | 87 |
| **3.5** | 172 | 123 | 127 | 132 | 136 | 141 | 145 | 150 | 154 | 159 | 163 | 168 | 177 | 181 |
| **4.0** | 278 | 210 | 217 | 224 | 231 | 237 | 243 | 250 | 256 | 262 | 267 | 272 | 282 | 286 |
| **4.5** | 405 | 318 | 327 | 337 | 347 | 356 | 364 | 373 | 381 | 389 | 394 | 400 | 409 | 413 |
| **5.0** | 580 | 452 | 465 | 478 | 491 | 504 | 516 | 528 | 540 | 552 | 562 | 571 | 586 | 592 |
| **5.5** | 766 | 616 | 633 | 650 | 667 | 684 | 698 | 713 | 727 | 741 | 749 | 758 | 771 | 775 |
| **6.0** | 934 | 810 | 829 | 848 | 867 | 886 | 896 | 906 | 916 | 926 | 929 | 931 | 935 | 936 |
| **6.5** | 1108 | 1029 | 1044 | 1059 | 1074 | 1090 | 1093 | 1097 | 1101 | 1105 | 1106 | 1107 | 1108 | 1108 |
| **7.0** | 1301 | 1270 | 1278 | 1285 | 1293 | 1300 | 1300 | 1301 | 1301 | 1301 | 1301 | 1301 | 1301 | 1301 |
| **7.5** | 1516 | 1508 | 1510 | 1512 | 1514 | 1516 | 1516 | 1516 | 1516 | 1516 | 1516 | 1516 | 1516 | 1516 |
| **8.0** | 1695 | 1695 | 1695 | 1695 | 1695 | 1695 | 1695 | 1695 | 1695 | 1695 | 1695 | 1695 | 1695 | 1695 |
| **8.5** | 1810 | 1810 | 1810 | 1810 | 1810 | 1810 | 1810 | 1810 | 1810 | 1810 | 1810 | 1810 | 1809 | 1809 |
| **9.0** | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 |
| **9.5** | 1936 | 1936 | 1936 | 1936 | 1936 | 1936 | 1936 | 1936 | 1936 | 1936 | 1936 | 1936 | 1936 | 1936 |
| **10.0** | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 |
| **10.5** | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| **11.0** | 2020 | 2020 | 2020 | 2020 | 2020 | 2020 | 2020 | 2020 | 2020 | 2020 | 2020 | 2020 | 2020 | 2020 |
| **11.5** | 2035 | 2035 | 2035 | 2035 | 2035 | 2035 | 2035 | 2035 | 2035 | 2035 | 2035 | 2035 | 2035 | 2035 |
| **12.0** | 2048 | 2048 | 2048 | 2048 | 2048 | 2048 | 2048 | 2048 | 2048 | 2048 | 2048 | 2048 | 2048 | 2048 |
| **12.5** | 2057 | 2057 | 2057 | 2057 | 2057 | 2057 | 2057 | 2057 | 2057 | 2057 | 2057 | 2057 | 2057 | 2057 |
| **13.0** | 2066 | 2066 | 2066 | 2066 | 2066 | 2066 | 2066 | 2066 | 2066 | 2066 | 2066 | 2066 | 2066 | 2066 |
| **13.5** | 2078 | 2078 | 2078 | 2078 | 2078 | 2078 | 2078 | 2078 | 2078 | 2078 | 2078 | 2078 | 2078 | 2078 |
| **14.0** | 2092 | 2092 | 2092 | 2092 | 2092 | 2092 | 2092 | 2092 | 2092 | 2092 | 2092 | 2092 | 2092 | 2092 |
| **14.5** | 2108 | 2108 | 2108 | 2108 | 2108 | 2108 | 2108 | 2108 | 2108 | 2108 | 2108 | 2108 | 2108 | 2108 |
| **15.0** | 2123 | 2123 | 2123 | 2123 | 2123 | 2123 | 2123 | 2123 | 2123 | 2123 | 2123 | 2123 | 2123 | 2123 |
| **15.5** | 2132 | 2132 | 2132 | 2132 | 2132 | 2132 | 2132 | 2132 | 2132 | 2132 | 2132 | 2132 | 2132 | 2132 |
| **16.0** | 2140 | 2140 | 2140 | 2140 | 2140 | 2140 | 2140 | 2140 | 2140 | 2140 | 2140 | 2140 | 2140 | 2140 |
| **16.5** | 2148 | 2148 | 2148 | 2148 | 2148 | 2148 | 2148 | 2148 | 2148 | 2148 | 2148 | 2148 | 2148 | 2148 |
| **17.0** | 2158 | 2158 | 2158 | 2158 | 2158 | 2158 | 2158 | 2158 | 2158 | 2158 | 2158 | 2158 | 2158 | 2158 |
| **17.5** | 2168 | 2168 | 2168 | 2168 | 2168 | 2168 | 2168 | 2168 | 2168 | 2168 | 2168 | 2168 | 2168 | 2168 |
| **18.0** | 2179 | 2179 | 2179 | 2179 | 2179 | 2179 | 2179 | 2179 | 2179 | 2179 | 2179 | 2179 | 2179 | 2179 |
| **18.5** | 2188 | 2188 | 2188 | 2188 | 2188 | 2188 | 2188 | 2188 | 2188 | 2188 | 2188 | 2188 | 2188 | 2188 |
| **19.0** | 2197 | 2197 | 2197 | 2197 | 2197 | 2197 | 2197 | 2197 | 2197 | 2197 | 2197 | 2197 | 2197 | 2197 |
| **19.5** | 2205 | 2205 | 2205 | 2205 | 2205 | 2205 | 2205 | 2205 | 2205 | 2205 | 2205 | 2205 | 2205 | 2205 |
| **20.0** | 2212 | 2212 | 2212 | 2212 | 2212 | 2212 | 2212 | 2212 | 2212 | 2212 | 2212 | 2212 | 2212 | 2212 |
| **20.5** | 2220 | 2220 | 2220 | 2220 | 2220 | 2220 | 2220 | 2220 | 2220 | 2220 | 2220 | 2220 | 2220 | 2220 |
| **21.0** | 2190 | 2190 | 2190 | 2190 | 2190 | 2190 | 2190 | 2190 | 2190 | 2190 | 2190 | 2190 | 2190 | 2190 |
| **21.5** | 1951 | 1951 | 1951 | 1951 | 1951 | 1951 | 1951 | 1951 | 1951 | 1951 | 1951 | 1951 | 1951 | 1951 |
| **22.0** | 1460 | 1460 | 1460 | 1460 | 1460 | 1460 | 1460 | 1460 | 1460 | 1460 | 1460 | 1460 | 1460 | 1460 |
| **22.5** | 951 | 951 | 951 | 951 | 951 | 951 | 951 | 951 | 951 | 951 | 951 | 951 | 951 | 951 |
| **23.0** | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 |
| **23.5** | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 |
| **24.0** | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 |
| **24.5** | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 |

*Table 12-1: Power curve, Sound Optimized Mode SO12*

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

## 12.2 Ct Values, Sound Optimized Mode SO12

| Air density kg/m³ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.950** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | **0.888** | 0.893 | 0.893 | 0.892 | 0.892 | 0.891 | 0.891 | 0.891 | 0.890 | 0.890 | 0.889 | 0.889 | 0.888 | 0.888 |
| **3.5** | **0.846** | 0.853 | 0.852 | 0.851 | 0.850 | 0.850 | 0.849 | 0.848 | 0.848 | 0.847 | 0.847 | 0.846 | 0.845 | 0.845 |
| **4.0** | **0.776** | 0.830 | 0.829 | 0.828 | 0.827 | 0.826 | 0.820 | 0.814 | 0.809 | 0.803 | 0.794 | 0.785 | 0.762 | 0.747 |
| **4.5** | **0.732** | 0.831 | 0.829 | 0.827 | 0.825 | 0.823 | 0.813 | 0.803 | 0.793 | 0.783 | 0.766 | 0.749 | 0.713 | 0.695 |
| **5.0** | **0.760** | 0.829 | 0.827 | 0.826 | 0.824 | 0.823 | 0.816 | 0.810 | 0.804 | 0.798 | 0.785 | 0.772 | 0.741 | 0.722 |
| **5.5** | **0.712** | 0.825 | 0.822 | 0.819 | 0.816 | 0.813 | 0.802 | 0.792 | 0.782 | 0.771 | 0.751 | 0.732 | 0.691 | 0.670 |
| **6.0** | **0.618** | 0.815 | 0.805 | 0.794 | 0.783 | 0.773 | 0.751 | 0.729 | 0.707 | 0.685 | 0.663 | 0.640 | 0.600 | 0.583 |
| **6.5** | **0.548** | 0.785 | 0.762 | 0.740 | 0.717 | 0.695 | 0.671 | 0.648 | 0.624 | 0.601 | 0.583 | 0.565 | 0.533 | 0.518 |
| **7.0** | **0.495** | 0.738 | 0.709 | 0.679 | 0.650 | 0.620 | 0.600 | 0.579 | 0.559 | 0.538 | 0.524 | 0.509 | 0.483 | 0.471 |
| **7.5** | **0.459** | 0.669 | 0.643 | 0.616 | 0.590 | 0.564 | 0.547 | 0.530 | 0.514 | 0.497 | 0.484 | 0.472 | 0.448 | 0.438 |
| **8.0** | **0.414** | 0.580 | 0.560 | 0.540 | 0.520 | 0.500 | 0.487 | 0.473 | 0.460 | 0.446 | 0.436 | 0.425 | 0.405 | 0.396 |
| **8.5** | **0.362** | 0.489 | 0.475 | 0.460 | 0.446 | 0.431 | 0.420 | 0.409 | 0.399 | 0.388 | 0.379 | 0.370 | 0.354 | 0.346 |
| **9.0** | **0.312** | 0.414 | 0.403 | 0.391 | 0.380 | 0.369 | 0.360 | 0.351 | 0.342 | 0.334 | 0.326 | 0.319 | 0.306 | 0.299 |
| **9.5** | **0.271** | 0.355 | 0.346 | 0.337 | 0.327 | 0.318 | 0.311 | 0.304 | 0.296 | 0.289 | 0.283 | 0.277 | 0.266 | 0.260 |
| **10.0** | **0.235** | 0.305 | 0.298 | 0.290 | 0.282 | 0.275 | 0.269 | 0.263 | 0.256 | 0.250 | 0.245 | 0.240 | 0.231 | 0.226 |
| **10.5** | **0.205** | 0.264 | 0.257 | 0.251 | 0.245 | 0.238 | 0.233 | 0.228 | 0.223 | 0.217 | 0.213 | 0.209 | 0.201 | 0.197 |
| **11.0** | **0.179** | 0.230 | 0.224 | 0.219 | 0.213 | 0.208 | 0.203 | 0.199 | 0.194 | 0.190 | 0.186 | 0.183 | 0.176 | 0.172 |
| **11.5** | **0.158** | 0.201 | 0.196 | 0.192 | 0.187 | 0.182 | 0.179 | 0.175 | 0.171 | 0.167 | 0.164 | 0.161 | 0.155 | 0.152 |
| **12.0** | **0.140** | 0.178 | 0.173 | 0.169 | 0.165 | 0.161 | 0.158 | 0.155 | 0.151 | 0.148 | 0.145 | 0.142 | 0.137 | 0.135 |
| **12.5** | **0.124** | 0.158 | 0.154 | 0.150 | 0.147 | 0.143 | 0.140 | 0.138 | 0.135 | 0.132 | 0.129 | 0.127 | 0.122 | 0.120 |
| **13.0** | **0.111** | 0.141 | 0.138 | 0.134 | 0.131 | 0.128 | 0.126 | 0.123 | 0.120 | 0.118 | 0.116 | 0.114 | 0.109 | 0.107 |
| **13.5** | **0.100** | 0.126 | 0.124 | 0.121 | 0.118 | 0.115 | 0.113 | 0.111 | 0.108 | 0.106 | 0.104 | 0.102 | 0.099 | 0.097 |
| **14.0** | **0.091** | 0.114 | 0.112 | 0.109 | 0.107 | 0.104 | 0.102 | 0.100 | 0.098 | 0.096 | 0.095 | 0.093 | 0.090 | 0.088 |
| **14.5** | **0.083** | 0.104 | 0.102 | 0.100 | 0.097 | 0.095 | 0.093 | 0.091 | 0.090 | 0.088 | 0.086 | 0.085 | 0.082 | 0.080 |
| **15.0** | **0.076** | 0.095 | 0.093 | 0.091 | 0.089 | 0.087 | 0.085 | 0.084 | 0.082 | 0.080 | 0.079 | 0.077 | 0.075 | 0.074 |
| **15.5** | **0.070** | 0.087 | 0.085 | 0.083 | 0.081 | 0.080 | 0.078 | 0.077 | 0.075 | 0.074 | 0.072 | 0.071 | 0.069 | 0.068 |
| **16.0** | **0.064** | 0.080 | 0.078 | 0.076 | 0.075 | 0.073 | 0.072 | 0.070 | 0.069 | 0.068 | 0.066 | 0.065 | 0.063 | 0.062 |
| **16.5** | **0.059** | 0.073 | 0.072 | 0.070 | 0.069 | 0.067 | 0.066 | 0.065 | 0.064 | 0.062 | 0.061 | 0.060 | 0.058 | 0.057 |
| **17.0** | **0.055** | 0.068 | 0.066 | 0.065 | 0.064 | 0.062 | 0.061 | 0.060 | 0.059 | 0.058 | 0.057 | 0.056 | 0.054 | 0.053 |
| **17.5** | **0.051** | 0.063 | 0.062 | 0.061 | 0.059 | 0.058 | 0.057 | 0.056 | 0.055 | 0.054 | 0.053 | 0.052 | 0.051 | 0.050 |
| **18.0** | **0.048** | 0.059 | 0.058 | 0.056 | 0.055 | 0.054 | 0.053 | 0.052 | 0.051 | 0.050 | 0.050 | 0.049 | 0.047 | 0.047 |
| **18.5** | **0.045** | 0.055 | 0.054 | 0.053 | 0.052 | 0.051 | 0.050 | 0.049 | 0.048 | 0.047 | 0.046 | 0.046 | 0.044 | 0.044 |
| **19.0** | **0.042** | 0.051 | 0.050 | 0.049 | 0.048 | 0.047 | 0.046 | 0.046 | 0.045 | 0.044 | 0.043 | 0.043 | 0.041 | 0.041 |
| **19.5** | **0.040** | 0.048 | 0.047 | 0.046 | 0.045 | 0.044 | 0.044 | 0.043 | 0.042 | 0.041 | 0.041 | 0.040 | 0.039 | 0.038 |
| **20.0** | **0.037** | 0.045 | 0.044 | 0.043 | 0.042 | 0.042 | 0.041 | 0.040 | 0.040 | 0.039 | 0.038 | 0.038 | 0.037 | 0.036 |
| **20.5** | **0.035** | 0.042 | 0.042 | 0.041 | 0.040 | 0.039 | 0.039 | 0.038 | 0.037 | 0.037 | 0.036 | 0.036 | 0.035 | 0.034 |
| **21.0** | **0.033** | 0.039 | 0.039 | 0.038 | 0.037 | 0.037 | 0.036 | 0.035 | 0.035 | 0.034 | 0.034 | 0.033 | 0.032 | 0.032 |
| **21.5** | **0.028** | 0.034 | 0.033 | 0.033 | 0.032 | 0.031 | 0.031 | 0.030 | 0.030 | 0.029 | 0.029 | 0.029 | 0.028 | 0.028 |
| **22.0** | **0.021** | 0.025 | 0.025 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.023 | 0.023 | 0.023 | 0.022 | 0.022 | 0.022 | 0.021 | 0.021 |
| **22.5** | **0.015** | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.015 |
| **23.0** | **0.013** | 0.015 | 0.015 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 |
| **23.5** | **0.012** | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 |
| **24.0** | **0.011** | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.010 | 0.010 |
| **24.5** | **0.009** | 0.011 | 0.011 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.009 | 0.009 |

*Table 12-2: $C_t$ values, Sound Optimized Mode SO12*

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

RESTRICTED



Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

## 12.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO12

| Sound Power Level at Hub Height | |
|---|---|
| **Conditions for Sound Power Level:** | **Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3<br>Maximum turbulence at hub height: 30%<br>Inflow angle (vertical): 0 ±2°<br>Air density: 1.225 kg/m³** |
| **Wind speed at hub height [m/s]** | **Sound Power Level at Hub Height [dBA]<br>Sound Optimized Mode SO12 (Blades with serrated trailing edge)** |
| 3 | 91.1 |
| 4 | 91.3 |
| 5 | 93.0 |
| 6 | 94.9 |
| 7 | 96.9 |
| 8 | 98.9 |
| 9 | 99.6 |
| 10 | 99.9 |
| 11 | 99.9 |
| 12 | 99.9 |
| 13 | 99.9 |
| 14 | 99.9 |
| 15 | 99.9 |
| 16 | 99.9 |
| 17 | 99.9 |
| 18 | 99.9 |
| 19 | 99.9 |
| 20 | 99.9 |

*Table 12-3: Sound curves, Sound Optimized Mode SO12*

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

# 13 Power Curves, Ct Values and Sound Curves, Sound Optimized Mode SO13

## 13.1 Power Curves, Sound Optimized Mode SO13

| Air density [kg/m³] | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.95** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | **81** | 51 | 54 | 57 | 60 | 62 | 65 | 68 | 70 | 73 | 76 | 79 | 84 | 87 |
| **3.5** | **172** | 123 | 127 | 132 | 136 | 141 | 145 | 150 | 154 | 159 | 163 | 168 | 177 | 181 |
| **4.0** | **277** | 210 | 217 | 224 | 231 | 237 | 244 | 250 | 256 | 262 | 267 | 272 | 281 | 286 |
| **4.5** | **378** | 317 | 326 | 334 | 342 | 351 | 356 | 362 | 367 | 373 | 374 | 376 | 378 | 379 |
| **5.0** | **440** | 426 | 429 | 432 | 436 | 439 | 439 | 439 | 439 | 440 | 440 | 440 | 440 | 440 |
| **5.5** | **465** | 464 | 464 | 464 | 465 | 465 | 465 | 465 | 465 | 465 | 465 | 465 | 465 | 465 |
| **6.0** | **506** | 506 | 506 | 506 | 506 | 506 | 506 | 506 | 506 | 506 | 506 | 506 | 506 | 506 |
| **6.5** | **597** | 597 | 597 | 597 | 597 | 597 | 597 | 597 | 597 | 597 | 597 | 597 | 597 | 597 |
| **7.0** | **705** | 705 | 705 | 705 | 705 | 705 | 705 | 705 | 705 | 705 | 705 | 705 | 705 | 705 |
| **7.5** | **804** | 804 | 804 | 804 | 804 | 804 | 804 | 804 | 804 | 804 | 804 | 804 | 804 | 804 |
| **8.0** | **923** | 923 | 923 | 923 | 923 | 923 | 923 | 923 | 923 | 923 | 923 | 923 | 923 | 923 |
| **8.5** | **1069** | 1069 | 1069 | 1069 | 1069 | 1069 | 1069 | 1069 | 1069 | 1069 | 1069 | 1069 | 1069 | 1069 |
| **9.0** | **1200** | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| **9.5** | **1290** | 1290 | 1290 | 1290 | 1290 | 1290 | 1290 | 1290 | 1290 | 1290 | 1290 | 1290 | 1290 | 1290 |
| **10.0** | **1355** | 1355 | 1355 | 1355 | 1355 | 1355 | 1355 | 1355 | 1355 | 1355 | 1355 | 1355 | 1355 | 1355 |
| **10.5** | **1409** | 1409 | 1409 | 1409 | 1409 | 1409 | 1409 | 1409 | 1409 | 1409 | 1409 | 1409 | 1409 | 1409 |
| **11.0** | **1455** | 1455 | 1455 | 1455 | 1455 | 1455 | 1455 | 1455 | 1455 | 1455 | 1455 | 1455 | 1455 | 1455 |
| **11.5** | **1480** | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 |
| **12.0** | **1492** | 1492 | 1492 | 1492 | 1492 | 1492 | 1492 | 1492 | 1492 | 1492 | 1492 | 1492 | 1492 | 1492 |
| **12.5** | **1499** | 1499 | 1499 | 1499 | 1499 | 1499 | 1499 | 1499 | 1499 | 1499 | 1499 | 1499 | 1499 | 1499 |
| **13.0** | **1505** | 1505 | 1505 | 1505 | 1505 | 1505 | 1505 | 1505 | 1505 | 1505 | 1505 | 1505 | 1505 | 1505 |
| **13.5** | **1512** | 1512 | 1512 | 1512 | 1512 | 1512 | 1512 | 1512 | 1512 | 1512 | 1512 | 1512 | 1512 | 1512 |
| **14.0** | **1522** | 1522 | 1522 | 1522 | 1522 | 1522 | 1522 | 1522 | 1522 | 1522 | 1522 | 1522 | 1522 | 1522 |
| **14.5** | **1535** | 1535 | 1535 | 1535 | 1535 | 1535 | 1535 | 1535 | 1535 | 1535 | 1535 | 1535 | 1535 | 1535 |
| **15.0** | **1547** | 1547 | 1547 | 1547 | 1547 | 1547 | 1547 | 1547 | 1547 | 1547 | 1547 | 1547 | 1547 | 1547 |
| **15.5** | **1555** | 1555 | 1555 | 1555 | 1555 | 1555 | 1555 | 1555 | 1555 | 1555 | 1555 | 1555 | 1555 | 1555 |
| **16.0** | **1560** | 1560 | 1560 | 1560 | 1560 | 1560 | 1560 | 1560 | 1560 | 1560 | 1560 | 1560 | 1560 | 1560 |
| **16.5** | **1568** | 1568 | 1568 | 1568 | 1568 | 1568 | 1568 | 1568 | 1568 | 1568 | 1568 | 1568 | 1568 | 1568 |
| **17.0** | **1577** | 1577 | 1577 | 1577 | 1577 | 1577 | 1577 | 1577 | 1577 | 1577 | 1577 | 1577 | 1577 | 1577 |
| **17.5** | **1587** | 1587 | 1587 | 1587 | 1587 | 1587 | 1587 | 1587 | 1587 | 1587 | 1587 | 1587 | 1587 | 1587 |
| **18.0** | **1595** | 1595 | 1595 | 1595 | 1595 | 1595 | 1595 | 1595 | 1595 | 1595 | 1595 | 1595 | 1595 | 1595 |
| **18.5** | **1599** | 1599 | 1599 | 1599 | 1599 | 1599 | 1599 | 1599 | 1599 | 1599 | 1599 | 1599 | 1599 | 1599 |
| **19.0** | **1603** | 1603 | 1603 | 1603 | 1603 | 1603 | 1603 | 1603 | 1603 | 1603 | 1603 | 1603 | 1603 | 1603 |
| **19.5** | **1610** | 1610 | 1610 | 1610 | 1610 | 1610 | 1610 | 1610 | 1610 | 1610 | 1610 | 1610 | 1610 | 1610 |
| **20.0** | **1618** | 1618 | 1618 | 1618 | 1618 | 1618 | 1618 | 1618 | 1618 | 1618 | 1618 | 1618 | 1618 | 1618 |
| **20.5** | **1629** | 1629 | 1629 | 1629 | 1629 | 1629 | 1629 | 1629 | 1629 | 1629 | 1629 | 1629 | 1629 | 1629 |
| **21.0** | **1636** | 1636 | 1636 | 1636 | 1636 | 1636 | 1636 | 1636 | 1636 | 1636 | 1636 | 1636 | 1636 | 1636 |
| **21.5** | **1550** | 1550 | 1550 | 1550 | 1550 | 1550 | 1550 | 1550 | 1550 | 1550 | 1550 | 1550 | 1550 | 1550 |
| **22.0** | **1276** | 1276 | 1276 | 1276 | 1276 | 1276 | 1276 | 1276 | 1276 | 1276 | 1276 | 1276 | 1276 | 1276 |
| **22.5** | **941** | 941 | 941 | 941 | 941 | 941 | 941 | 941 | 941 | 941 | 941 | 941 | 941 | 941 |
| **23.0** | **816** | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 |
| **23.5** | **758** | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 | 758 |
| **24.0** | **683** | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 | 683 |
| **24.5** | **614** | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 | 614 |

*Table 13-1: Power curve, Sound Optimized Mode SO13*



T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT

VESTAS PROPRIETARY NOTICE



Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

## 13.2 Ct Values, Sound Optimized Mode SO13

| Air density kg/m³ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wind speed [m/s]** | **1.225** | **0.950** | **0.975** | **1.0** | **1.025** | **1.05** | **1.075** | **1.1** | **1.125** | **1.15** | **1.175** | **1.2** | **1.25** | **1.275** |
| **3.0** | **0.888** | 0.893 | 0.893 | 0.892 | 0.892 | 0.891 | 0.891 | 0.891 | 0.890 | 0.890 | 0.889 | 0.889 | 0.888 | 0.888 |
| **3.5** | **0.846** | 0.853 | 0.852 | 0.851 | 0.850 | 0.850 | 0.849 | 0.848 | 0.848 | 0.847 | 0.847 | 0.846 | 0.845 | 0.845 |
| **4.0** | **0.774** | 0.830 | 0.829 | 0.828 | 0.827 | 0.826 | 0.820 | 0.814 | 0.809 | 0.803 | 0.793 | 0.783 | 0.759 | 0.745 |
| **4.5** | **0.642** | 0.825 | 0.816 | 0.808 | 0.799 | 0.791 | 0.772 | 0.753 | 0.734 | 0.715 | 0.690 | 0.666 | 0.622 | 0.602 |
| **5.0** | **0.490** | 0.724 | 0.698 | 0.671 | 0.644 | 0.618 | 0.597 | 0.576 | 0.555 | 0.534 | 0.519 | 0.505 | 0.479 | 0.467 |
| **5.5** | **0.369** | 0.505 | 0.490 | 0.474 | 0.458 | 0.442 | 0.431 | 0.419 | 0.408 | 0.396 | 0.387 | 0.378 | 0.361 | 0.353 |
| **6.0** | **0.298** | 0.395 | 0.384 | 0.373 | 0.363 | 0.352 | 0.344 | 0.336 | 0.327 | 0.319 | 0.312 | 0.305 | 0.292 | 0.286 |
| **6.5** | **0.270** | 0.355 | 0.345 | 0.336 | 0.327 | 0.317 | 0.310 | 0.303 | 0.296 | 0.288 | 0.282 | 0.276 | 0.265 | 0.259 |
| **7.0** | **0.251** | 0.328 | 0.319 | 0.311 | 0.303 | 0.294 | 0.288 | 0.281 | 0.274 | 0.268 | 0.262 | 0.256 | 0.246 | 0.241 |
| **7.5** | **0.230** | 0.299 | 0.291 | 0.284 | 0.276 | 0.269 | 0.263 | 0.257 | 0.251 | 0.245 | 0.240 | 0.235 | 0.225 | 0.221 |
| **8.0** | **0.215** | 0.279 | 0.272 | 0.265 | 0.258 | 0.251 | 0.246 | 0.240 | 0.235 | 0.229 | 0.224 | 0.220 | 0.211 | 0.207 |
| **8.5** | **0.206** | 0.267 | 0.260 | 0.254 | 0.247 | 0.240 | 0.235 | 0.230 | 0.225 | 0.219 | 0.215 | 0.211 | 0.202 | 0.198 |
| **9.0** | **0.194** | 0.250 | 0.244 | 0.238 | 0.232 | 0.226 | 0.221 | 0.216 | 0.211 | 0.206 | 0.202 | 0.198 | 0.190 | 0.187 |
| **9.5** | **0.178** | 0.229 | 0.223 | 0.218 | 0.212 | 0.207 | 0.202 | 0.198 | 0.194 | 0.189 | 0.185 | 0.182 | 0.175 | 0.171 |
| **10.0** | **0.160** | 0.205 | 0.200 | 0.195 | 0.190 | 0.186 | 0.182 | 0.178 | 0.174 | 0.170 | 0.167 | 0.163 | 0.157 | 0.154 |
| **10.5** | **0.144** | 0.183 | 0.179 | 0.175 | 0.171 | 0.166 | 0.163 | 0.159 | 0.156 | 0.152 | 0.150 | 0.147 | 0.141 | 0.139 |
| **11.0** | **0.129** | 0.164 | 0.161 | 0.157 | 0.153 | 0.149 | 0.146 | 0.143 | 0.140 | 0.137 | 0.134 | 0.132 | 0.127 | 0.125 |
| **11.5** | **0.115** | 0.146 | 0.143 | 0.140 | 0.136 | 0.133 | 0.130 | 0.128 | 0.125 | 0.122 | 0.120 | 0.118 | 0.113 | 0.111 |
| **12.0** | **0.103** | 0.130 | 0.127 | 0.124 | 0.121 | 0.118 | 0.116 | 0.113 | 0.111 | 0.109 | 0.107 | 0.105 | 0.101 | 0.099 |
| **12.5** | **0.092** | 0.116 | 0.113 | 0.111 | 0.108 | 0.105 | 0.103 | 0.101 | 0.099 | 0.097 | 0.095 | 0.094 | 0.090 | 0.089 |
| **13.0** | **0.082** | 0.103 | 0.101 | 0.099 | 0.097 | 0.094 | 0.093 | 0.091 | 0.089 | 0.087 | 0.085 | 0.084 | 0.081 | 0.080 |
| **13.5** | **0.074** | 0.093 | 0.091 | 0.089 | 0.087 | 0.085 | 0.084 | 0.082 | 0.080 | 0.079 | 0.077 | 0.076 | 0.073 | 0.072 |
| **14.0** | **0.068** | 0.084 | 0.083 | 0.081 | 0.079 | 0.077 | 0.076 | 0.074 | 0.073 | 0.071 | 0.070 | 0.069 | 0.067 | 0.066 |
| **14.5** | **0.062** | 0.077 | 0.075 | 0.074 | 0.072 | 0.071 | 0.069 | 0.068 | 0.067 | 0.065 | 0.064 | 0.063 | 0.061 | 0.060 |
| **15.0** | **0.057** | 0.071 | 0.069 | 0.068 | 0.066 | 0.065 | 0.064 | 0.062 | 0.061 | 0.060 | 0.059 | 0.058 | 0.056 | 0.055 |
| **15.5** | **0.052** | 0.065 | 0.063 | 0.062 | 0.061 | 0.059 | 0.058 | 0.057 | 0.056 | 0.055 | 0.054 | 0.053 | 0.052 | 0.051 |
| **16.0** | **0.048** | 0.059 | 0.058 | 0.057 | 0.056 | 0.055 | 0.054 | 0.053 | 0.052 | 0.051 | 0.050 | 0.049 | 0.048 | 0.047 |
| **16.5** | **0.045** | 0.055 | 0.054 | 0.053 | 0.052 | 0.051 | 0.050 | 0.049 | 0.048 | 0.047 | 0.046 | 0.046 | 0.044 | 0.044 |
| **17.0** | **0.042** | 0.051 | 0.050 | 0.049 | 0.048 | 0.047 | 0.046 | 0.045 | 0.045 | 0.044 | 0.043 | 0.042 | 0.041 | 0.041 |
| **17.5** | **0.039** | 0.048 | 0.047 | 0.046 | 0.045 | 0.044 | 0.043 | 0.043 | 0.042 | 0.041 | 0.041 | 0.040 | 0.039 | 0.038 |
| **18.0** | **0.037** | 0.045 | 0.044 | 0.043 | 0.042 | 0.041 | 0.041 | 0.040 | 0.039 | 0.038 | 0.038 | 0.037 | 0.036 | 0.036 |
| **18.5** | **0.034** | 0.042 | 0.041 | 0.040 | 0.039 | 0.039 | 0.038 | 0.037 | 0.037 | 0.036 | 0.036 | 0.035 | 0.034 | 0.034 |
| **19.0** | **0.032** | 0.039 | 0.038 | 0.037 | 0.037 | 0.036 | 0.035 | 0.035 | 0.034 | 0.034 | 0.033 | 0.033 | 0.032 | 0.031 |
| **19.5** | **0.030** | 0.037 | 0.036 | 0.035 | 0.035 | 0.034 | 0.033 | 0.033 | 0.032 | 0.032 | 0.031 | 0.031 | 0.030 | 0.030 |
| **20.0** | **0.029** | 0.034 | 0.034 | 0.033 | 0.033 | 0.032 | 0.032 | 0.031 | 0.031 | 0.030 | 0.030 | 0.029 | 0.028 | 0.028 |
| **20.5** | **0.027** | 0.033 | 0.032 | 0.031 | 0.031 | 0.030 | 0.030 | 0.029 | 0.029 | 0.029 | 0.028 | 0.028 | 0.027 | 0.027 |
| **21.0** | **0.026** | 0.031 | 0.030 | 0.030 | 0.029 | 0.029 | 0.028 | 0.028 | 0.027 | 0.027 | 0.027 | 0.026 | 0.026 | 0.025 |
| **21.5** | **0.024** | 0.028 | 0.027 | 0.027 | 0.027 | 0.026 | 0.026 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.024 | 0.024 | 0.023 | 0.023 |
| **22.0** | **0.019** | 0.023 | 0.022 | 0.022 | 0.022 | 0.021 | 0.021 | 0.021 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.019 | 0.019 |
| **22.5** | **0.015** | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.015 |
| **23.0** | **0.013** | 0.015 | 0.015 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 |
| **23.5** | **0.012** | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 |
| **24.0** | **0.011** | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.010 | 0.010 |
| **24.5** | **0.009** | 0.011 | 0.011 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.009 | 0.009 |

*Table 13-2: $C_t$ values, Sound Optimized Mode SO13*



T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

## 13.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO13

| Sound Power Level at Hub Height | |
|---|---|
| **Conditions for Sound Power Level:** | **Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3**<br>**Maximum turbulence at hub height: 30%**<br>**Inflow angle (vertical): 0 ±2°**<br>**Air density: 1.225 kg/m³** |
| **Wind speed at hub height [m/s]** | **Sound Power Level at Hub Height [dBA]**<br>**Sound Optimized Mode SO13 (Blades with serrated trailing edge)** |
| 3 | 91.1 |
| 4 | 91.3 |
| 5 | 91.9 |
| 6 | 92.1 |
| 7 | 93.1 |
| 8 | 94.2 |
| 9 | 95.8 |
| 10 | 96.5 |
| 11 | 96.9 |
| 12 | 97.0 |
| 13 | 97.0 |
| 14 | 97.0 |
| 15 | 97.0 |
| 16 | 97.0 |
| 17 | 97.0 |
| 18 | 97.0 |
| 19 | 97.0 |
| 20 | 97.0 |

*Table 13-3: Sound curves, Sound Optimized Mode SO13*



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 08

T05 0067-7067 Ver 08 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-21 by MHEIT



# Developer Package SG 5.0-145

**Application of the Developer Package**
The Developer Package serves the purpose of informing customers about the latest planned product development from Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE). By sharing information about coming developments, SGRE can ensure that customers are provided with necessary information to make decisions.

Furthermore, the Developer Package can assist in guiding prospective customers with the indicated technical footprint of the SG 5.0-145 in cases where financial institutes, governing bodies, or permitting entities require product specific information in their decision processes.

All technical data contained in the Developer Package is subject to change owing to ongoing technical developments. Information contained within the Developer Package may not be treated separately or out of the context of the Developer Package.

The information contained in the Developer Package may not be used as legally binding documentation and cannot be used in contracts between SGRE and any other parties. This Developer Package contains preliminary technical data on SGRE turbines currently under development and can be used in an indicative capacity only.

All technical data is subject to change according to the technical development of the wind turbine.

SGRE and its affiliates reserve the right to change the below specifications without prior notice.


© All Rights Reserved 2021

# Developer Package SG 5.0-145

**Table of content**

Introduction ....3
Technical Description ....4
Nacelle Arrangement ....7
Nacelle Dimensions ....8
Elevation Drawing ....9
Blade Drawing ....10
Design Climatic Conditions ....11
Standard Power Curve, Standard power operational mode ....13
Standard Ct Curve, Standard power operational mode ....15
Power Curve, Air density, Standard power operational mode ....16
Ct Curve, Air Density, Standard power operational mode ....18
Standard Acoustic Emission ....19
Noise Reduction System (NRS) operational modes ....20
Electrical Specifications ....26
Simplified Single Line Diagram ....27
Transformer Specifications ECO 20 kV* ....28
Transformer Specifications 34.5 kV* ....28
Switchgear Specification ....29
Preliminary Foundation Loads ....30
Tower Dimensions ....31
Estimated Foundation Design ....34
Preliminary Grid Performance Specification, 50 Hz ....39
Preliminary Grid Performance Specification, 60 Hz ....42
Reactive Power Capability, 50 Hz ....45
Reactive Power Capability, 60 Hz ....48
SCADA, System Description ....51
Codes and Standards ....54
Other Performance Features ....55


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY
**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.16
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

# Introduction

The SG 5.0-145 is the second generation product series of the Siemens Gamesa 4.X Platform , which builds on the SG 4.5-145 design features and the Siemens Gamesa technological expertise and operational experience in the wind energy market.

With a 71m blade, a 5.0 MW generator and a tower portfolio with hub heights ranging from 79.5m to 165m, the SG 5.0-145 aims at becoming a new benchmark in the market for efficiency and profitability.

This Developer Package describes the turbine technical specifications and provides preliminary information for the main components and subsystems.

Performance included in the present document is specific of the MKII product configuration and must always be considered together.

For further information, please contact your regional SGRE Sales Manager.


© All Rights Reserved 2021

# Technical Description

**Rotor-Nacelle**
The rotor is a three-bladed construction, mounted upwind of the tower. The power output is controlled by pitch and torque demand regulation. The rotor speed is variable and is designed to maximize the power output while maintaining loads and noise level.

The nacelle has been designed for safe access to all service points during scheduled service. In addition the nacelle has been designed for safe presence of service technicians in the nacelle during Service Test Runs with the wind turbine in full operation. This allows a high quality service of the wind turbine and provides optimum troubleshooting conditions.

**Blades**
The SG 5.0-145 Siemens Gamesa blade is made up of fiberglass infusion-molded components. The blade structure uses aerodynamic shells containing embedded spar-caps, bonded to two main epoxy-fiberglass-balsa/foam-core shear webs. The SG 5.0-145 SGRE blade uses a blade design based on SGRE proprietary airfoils.

**Rotor Hub**
The rotor hub is cast in nodular cast iron and is fitted to the drive train low speed shaft with a flange connection. The hub is sufficiently large to provide room for service technicians during maintenance of blade roots and pitch bearings from inside the structure.

**Drive train**
The drive train is a 4-points suspension concept: main shaft with two main bearings and the gearbox with two torque arms assembled to the main frame.

The gearbox is in cantilever position; the gearbox planet carrier is assembled to the main shaft by means of a flange bolted joint and supports the gearbox.

**Main Shaft**
A forged main shaft ensures a comfortable access from the nacelle cover to the hub.

**Main Bearings**
The low speed shaft of the wind turbine is supported by two spherical roller bearings. The bearings are grease lubricated.

**Gearbox**
The gearbox is 3 stages high speed type (2 planetary + 1 parallel).

**Generator**
The generator is a doubly-fed asynchronous three phase generator with a wound rotor, connected to a frequency PWM converter. Generator stator and rotor are both made of stacked magnetic laminations and formed windings. Generator is cooled by air which is cooled with a liquid/air cooling system.

**Mechanical Brake**
The mechanical brake is fitted to the non-drive end of the gearbox.

**Yaw System**
A cast bed frame connects the drive train to the tower. The yaw bearing is an externally geared ring with a friction and sliding plain bearing. A series of electric planetary gear motors drives the yawing.

**Nacelle Cover**
The weather screen and housing around the machinery in the nacelle is made of fiberglass-reinforced laminated panels.


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY

**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.16
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

**Tower**
The wind turbine is as standard mounted on a tapered tubular steel tower. Other tower technologies are available for higher hub heights. The tower has internal ascent and direct access to the yaw system and nacelle. It is equipped with platforms and internal electric lighting.

**Controller**
The wind turbine controller is a microprocessor-based industrial controller. The controller is complete with switchgear and protection devices. It is self-diagnosing and has a touch panel and display for easy readout of status and for adjustment of settings.

**Converter**
Connected directly with the Rotor, the Frequency Converter is a back to back 4Q conversion system with 2 VSC in a common DC-link. The Frequency Converter allows generator operation at variable speed and voltage, while supplying power at constant frequency and voltage to the MV transformer. The power conversion system is water cooled and has a modular arrangement for easy maintenance.

**SCADA**
The wind turbine provides connection to the SGRE SCADA system. This system offers remote control and a variety of status views and useful reports from a standard internet web browser. The status views present information including electrical and mechanical data, operation and fault status, meteorological data and grid station data.

**Turbine Condition Monitoring**
In addition to the SGRE SCADA system, the wind turbine is equipped with the unique SGRE condition monitoring setup. This system monitors the vibration level of the main components and compares the actual vibration spectra with a set of established reference spectra. Review of results, detailed analysis and reprogramming can all be carried out using a standard web browser.

**Operation Systems**
The wind turbine operates automatically. It is self-starting when the aerodynamic torque is enough. Below rated wind speed, the wind turbine controller fixes the pitch and torque references for operating in the optimum aerodynamic point (maximum production) taking into account the generator capability. Once rated wind speed is surpassed, the pitch position demand is adjusted to keep a stable power production equal to the nominal value. If high wind derated mode is enabled, the power production is limited once the wind speed exceeds a threshold value defined by design, until cut-out wind speed is reached and the wind turbine stops producing power. If the average wind speed exceeds the maximum operational limit, the wind turbine is shut down by pitching of the blades. When the average wind speed drops back below the restart average wind speed, the systems reset automatically.


© All Rights Reserved 2021

# Technical Specifications

**Rotor**
Type ..... 3-bladed, horizontal axis
Position ..... Upwind
Diameter ..... 145 m
Swept area ..... 16,513 m²
Power regulation ..... Pitch & torque regulation with variable speed
Rotor tilt ..... 6 degrees

**Blade**
Type ..... Self-supporting
Blade length ..... 71.0 m
Root chord ..... 2.856 m
Aerodynamic profile ..... Siemens Gamesa proprietary airfoils
Material ..... GRE (Glassfiber Reinforced Epoxy)
Surface gloss ..... Semi-gloss, < 30 / ISO2813
Surface color ..... Light grey, RAL 7035 or Papyrus White, RAL 9018

**Aerodynamic Brake**
Type ..... Full span pitching
Activation ..... Active, hydraulic

**Load-Supporting Parts**
Hub ..... Nodular cast iron
Main shaft ..... Forged steel
Nacelle bed frame ..... Nodular cast iron

**Mechanical Brake**
Type ..... Hydraulic disc brake
Position ..... Gearbox rear end

**Nacelle Cover**
Type ..... Totally enclosed
Surface gloss ..... Semi-gloss, <30 / ISO2813
Color ..... Papyrus White, RAL 9018

**Generator**
Type ..... Asynchronous, DFIG

**Grid Terminals (LV)**
Baseline nominal power . 5.0 MW
Voltage ..... 690 V
Frequency ..... 50 Hz or 60 Hz

**Yaw System**
Type ..... Active
Yaw bearing ..... Externally geared
Yaw drive ..... Electric gear motors
Yaw brake ..... Active friction brake

**Controller**
Type ..... SGRE Wind Turbine Control architecture
SCADA system ..... SGRE SCADA System

**Tower**
Type ..... Tubular steel / Hybrid

Hub height ..... 79.5 - 165 m, site-specific

Corrosion protection ..... Painted
Surface gloss ..... Semi-gloss, <30 / ISO-2813

Color ..... Papyrus White, RAL 9018

**Operational Data**
Cut-in wind speed ..... 3 m/s
Rated wind speed ..... 11.2 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1)
Cut-out wind speed ..... 27 m/s
Restart wind speed ..... 24 m/s

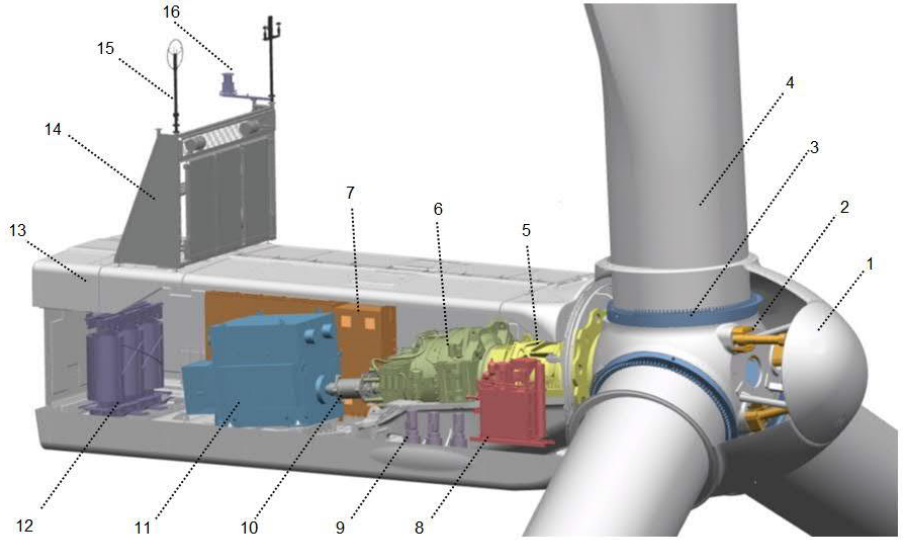
**Weight**
Modular approach ..... All modules weight lower than 95 t for transport


© All Rights Reserved 2021




# Nacelle Arrangement

The design and layout of the nacelle are preliminary and may be subject to changes during the development of the product.

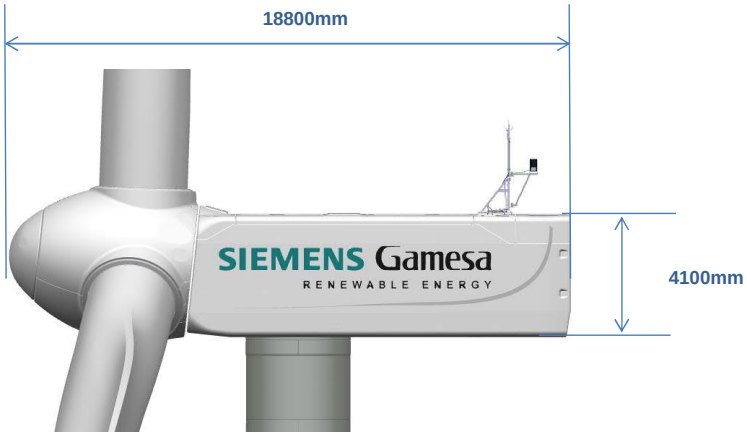


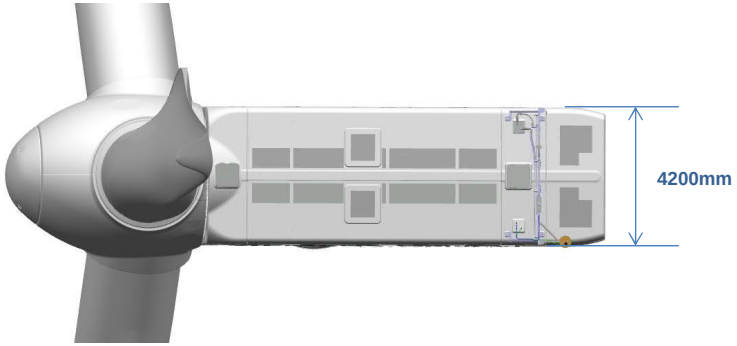

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1** | Rotor cover | **9** | Yaw system |
| **2** | Pitch system | **10** | High speed shaft |
| **3** | Blade bearings | **11** | Generator |
| **4** | Blades | **12** | Transformer |
| **5** | Low speed shaft | **13** | Nacelle cover |
| **6** | Gearbox | **14** | Cooling system |
| **7** | Electrical cabinets | **15** | Wind sensors |
| **8** | Hydraulic group | **16** | Beacon system |


© All Rights Reserved 2021

# Nacelle Dimensions

The design and dimensions of the nacelle are preliminary and may be subject to changes during the development phases of the product.



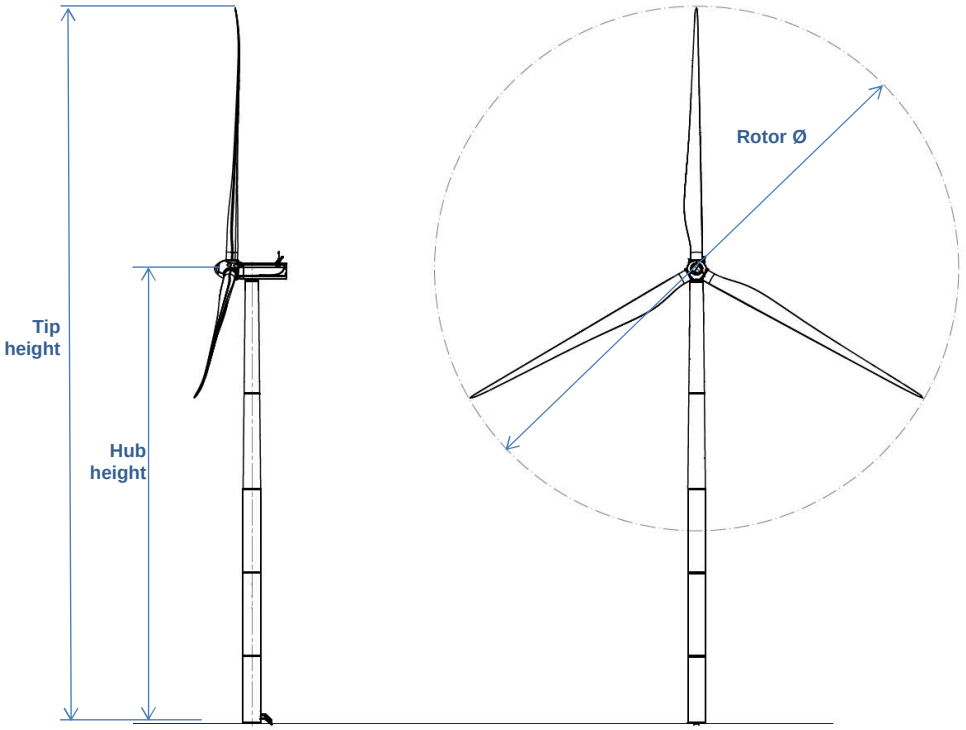





© All Rights Reserved 2021



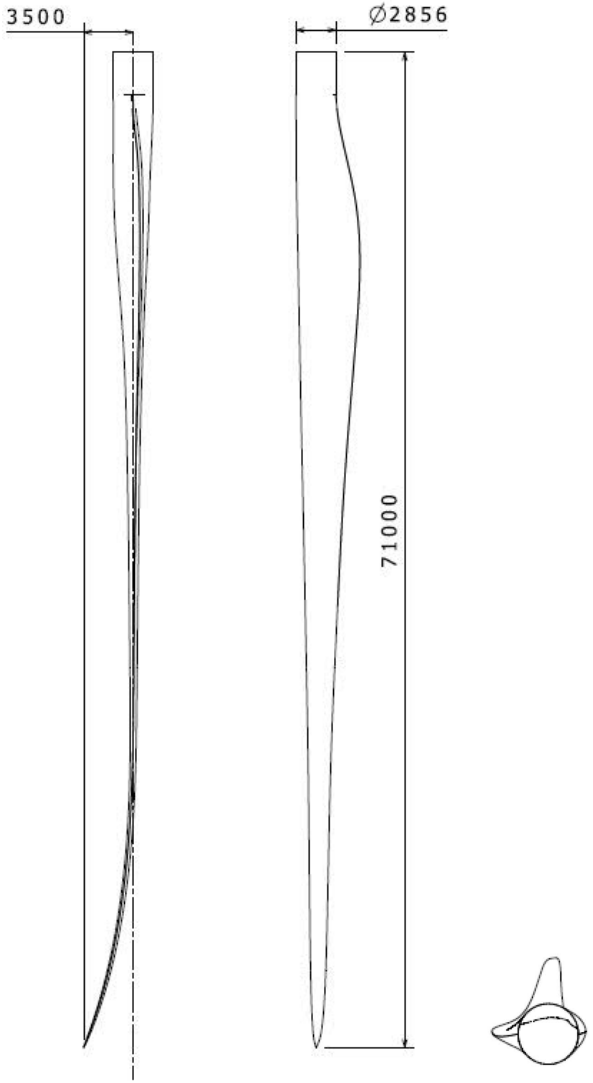

# Elevation Drawing




| | |
|---|---|
| Tip height | 152m, 162.5m, 175m, 200m, 237.5m |
| Hub height | 79.5m, 90m, 102.5m, 127.5m, 165m |
| Rotor diameter | 145m |


© All Rights Reserved 2021

# Blade Drawing




Dimensions in millimeters.


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

# Design Climatic Conditions

The design climatic conditions are the boundary conditions at which the turbine can be applied without supplementary design review. Applications of the wind turbine in more severe conditions may be possible, depending upon the overall circumstances. A project site-specific review requires the completion by the Client of the “Project Climatic Conditions” form.

| Subject | ID | Issue | Unit | Value |
|---|---|---|---|---|
| **Design Lifetime** | 0.1 | Design lifetime definition | - | IEC 61400-1[1] |
| | 0.2 | Design lifetime | years | 20 |
| **Wind, operation** | 1.1 | Wind definitions | - | IEC 61400-1[1] |
| | 1.2 | IEC class | - | IIB |
| | 1.3 | Mean air density, ρ | kg/m$^3$ | 1.225 |
| | 1.4 | Mean wind speed, $V_{ave}$ | m/s | 8.5 |
| | 1.5 | Weibull scale parameter, A | m/s | 9.59 |
| | 1.6 | Weibull shape parameter, k | - | 2 |
| | 1.7 | Wind shear exponent, α | - | 0.20 |
| | 1.8 | Reference turbulence intensity at 15 m/s, $I_{ref}$ | - | 0.14 |
| | 1.9 | Standard deviation of wind direction | Deg | 8 |
| | 1.10 | Maximum flow inclination | Deg | 8 |
| | 1.11 | Minimum turbine spacing, in rows | D | 3 |
| | 1.12 | Minimum turbine spacing, between rows | D | 5 |
| **Wind, extreme** | 2.1 | Wind definitions | | IEC 61400-1 |
| | 2.2 | Air density, ρ | kg/m$^3$ | 1.225 |
| | 2.3 | Reference wind speed average over 10 min at hub height, $V_{ref}$ | m/s | 42.5 |
| | 2.4 | Maximum 3 s gust in hub height, $V_{e50}$ | m/s | 59.5 |
| | 2.5 | Maximum hub height power law index, α | - | 0.11 |
| **Temperature** | 3.1 | Temperature definitions | - | IEC 61400-1 |
| | 3.2 | Minimum temperature, stand-still, $T_{min, s}$ | Deg.C | -30 |
| | 3.3 | Minimum temperature, operation, $T_{min, o}$ | Deg.C | -20 |
| | 3.4 | Maximum temperature, nominal operation, altitude below 1000m, $T_{max, o}$ | Deg.C | +25 (Full Power) +45 (Power Derating) [2] |
| | 3.5 | Maximum temperature, stand-still, $T_{max, s}$ | Deg.C | +50 |
| **Corrosion** | 4.1 | Atmospheric-corrosivity category definitions | - | ISO 12944-2 |
| | 4.2 | Internal nacelle environment (corrosivity category) | - | C3 |
| | 4.3 | Exterior environment (corrosivity category) | - | C5-M |
| **Lightning** | 5.1 | Lightning definitions | - | IEC61400-24:2010 |
| | 5.2 | Lightning protection level (LPL) | - | LPL 1 |
| **Dust** | 6.1 | Dust definitions | - | IEC 60721-3-4:1995 |
| | 6.2 | Working environmental conditions | mg/m$^3$ | Average Dust Concentration (95% time) → 0.05 mg/m3 |

[1] All mentioning of IEC 61400-1 refers to IEC 61400-1 Ed3.0 2005/A1:2010.

[2] Operation maximum temperature is extended up to +45ºC including “Power Derating due to external ambient temperature and altitude” feature. See section “Other Performance Features” for further information.


© All Rights Reserved 2021

| Subject | ID | Issue | Unit | Value |
|---|---|---|---|---|
| **Design Lifetime** | 0.1 | Design lifetime definition | **-** | IEC 61400-1[1] |
| | 0.2 | Design lifetime | years | 20 |
| | 6.3 | Concentration of particles | $mg/m^3$ | Peak Dust Concentration (95% time) → 0.5 mg/m3 |
| **Hail** | 7.1 | Maximum hail diameter | mm | 20 |
| | 7.2 | Maximum hail falling speed | m/s | 20 |
| **Ice** | 8.1 | Ice definitions | - | - |
| | 8.2 | Ice conditions | Days/yr | 7 |
| **Solar radiation** | 9.1 | Solar radiation definitions | - | IEC 61400-1 |
| | 9.2 | Solar radiation intensity | $W/m^2$ | 1000 |
| **Humidity** | 10.1 | Humidity definition | - | IEC 61400-1 |
| | 10.2 | Relative humidity | % | Up to 95 |
| **Obstacles** | 11.1 | If the height of obstacles within 500m of any turbine location height exceeds 1/3 of (H – D/2) where H is the hub height and D is the rotor diameter then restrictions may apply. Please contact Siemens Gamesa Renewable Energy for information on the maximum allowable obstacle height with respect to the site and the turbine type. | | |


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY
**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

# Standard Power Curve, Standard power operational mode

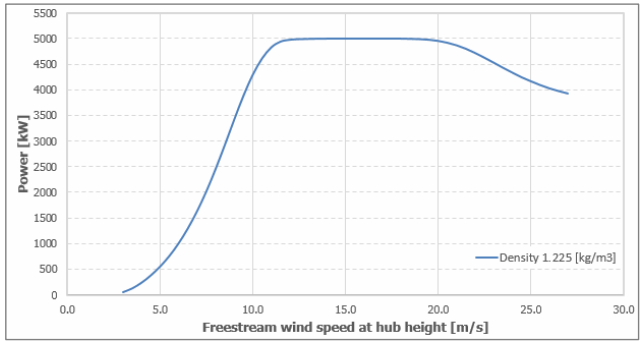
Air density 1.225 kg/m3
Validity range:

| | |
|---|---|
| **Wind Shear (10min average)** | ≤ 0.3 |
| **Turbulence intensity TI [%] for bin i** | $5\% \frac{(0.75v_i + 5.6)}{v_i} < TI_i < 12\% \frac{(0.75v_i + 5.6)}{v_i}$ |
| **Terrain** | Not complex according to IEC 61400-12-1 |
| **Upflow β [°]** | $-2^o \leq \beta \leq +2^o$ |
| **Grid frequency [Hz]** | ± 0.5 Hz |

Other considerations: Clean rotor blades, undisturbed air flow, turbine operated within nominal limits according to the Electrical Specification.

Next table shows the electrical power [kW] as a function of the wind speed [m/s] horizontal referred to the hub height, averaged in ten minutes, for air density = 1.225 $kg/m^3$. The power curve does not include losses in the transformer and high voltage cables. The power curve is for the standard version of the turbine.

| SG 5.0-145 | |
|---|---|
| **Wind Speed [m/s]** | **Power [kW]** |
| 3 | 56 |
| 4 | 241 |
| 5 | 555 |
| 6 | 1009 |
| 7 | 1638 |
| 8 | 2462 |
| 9 | 3421 |
| 10 | 4294 |
| 11 | 4829 |
| 12 | 4978 |
| 13 | 4995 |
| 14 | 4999 |
| 15 | 5000 |
| 16 | 5000 |
| 17 | 5000 |
| 18 | 4999 |
| 19 | 4990 |
| 20 | 4956 |
| 21 | 4869 |
| 22 | 4720 |
| 23 | 4531 |
| 24 | 4338 |
| 25 | 4169 |
| 26 | 4031 |
| 27 | 3930 |



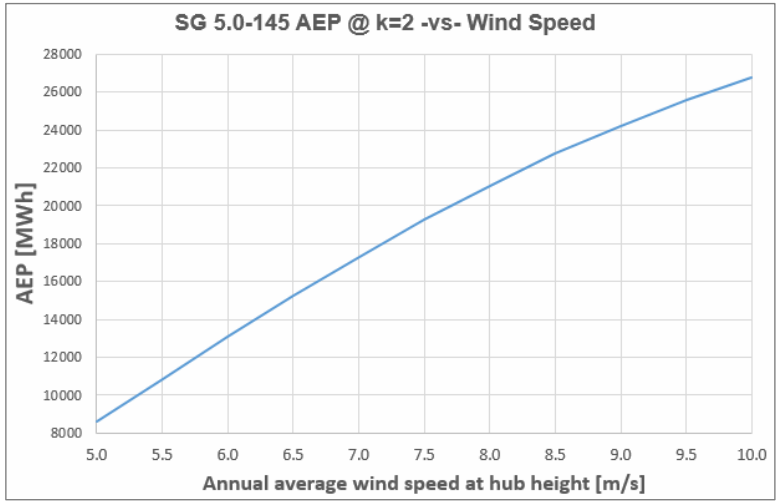


© All Rights Reserved 2021

The annual energy production data for different annual mean wind speeds in hub height are calculated from the above power curve assuming a Weibull wind speed distribution, 100 percent availability, and no reductions due to array losses, grid losses, or other external factors affecting the production.

| ***AEP [MWh]*** | | **Annual Average Wind Speed [m/s] at Hub Height** | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ***5*** | ***5.5*** | ***6*** | ***6.5*** | ***7*** | ***7.5*** | ***8*** | ***8.5*** | ***9*** | ***9.5*** | ***10*** |
| ***Weibull K*** | ***1.5*** | 9611 | 11492 | 13305 | 15018 | 16610 | 18068 | 19385 | 20560 | 21594 | 22490 | 23256 |
| | ***2*** | 8622 | 10836 | 13064 | 15241 | 17320 | 19272 | 21079 | 22734 | 24232 | 25573 | 26756 |
| | ***2.5*** | 7675 | 10014 | 12483 | 14979 | 17417 | 19737 | 21901 | 23890 | 25698 | 27328 | 28784 |

Annual Production [MWh] SG 5.0-145 wind turbine for the standard version, as a function of the annual mean wind speed at hub height, and for different Weibull parameters. Air density 1.225 kg/m3.





© All Rights Reserved 2021




# Standard Ct Curve, Standard power operational mode

Air density 1.225 kg/m3
Validity range:

| | |
|---|---|
| **Wind Shear (10min average)** | ≤ 0.3 |
| **Turbulence intensity TI [%] for bin i** | $5\% \frac{(0.75v_i + 5.6)}{v_i} < TI_i < 12\% \frac{(0.75v_i + 5.6)}{v_i}$ |
| **Terrain** | Not complex according to IEC 61400-12-1 |
| **Upflow β [°]** | $-2^o \leq \beta \leq +2^o$ |
| **Grid frequency [Hz]** | ± 0.5 Hz |

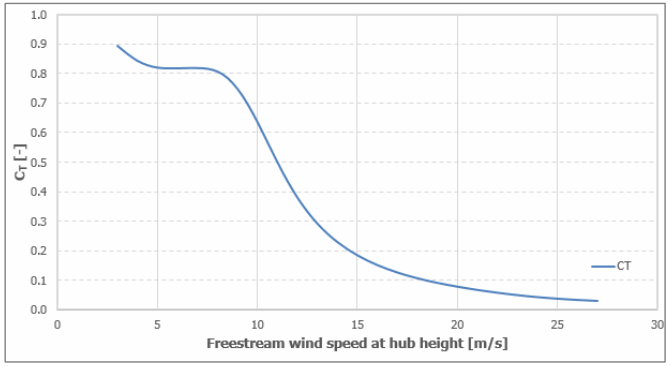
Other considerations: Clean rotor blades, undisturbed air flow, turbine operated within nominal limits according to the Electrical Specification.

The thrust coefficient Ct is used for the calculation of the wind speed deficit in the wake of a wind turbine.

Ct is defined by the following expression:
Ct = F / (0.5*ad*w^2*A)

where
F = Rotor force [N]
ad = Air density [kg/m3]
w = Wind speed [m/s]
A = Swept area of rotor [m2]

| **SG 5.0-145** | |
|---|---|
| **Wind Speed [m/s]** | **$C_T$ [-]** |
| 3 | 0.8948 |
| 4 | 0.8438 |
| 5 | 0.8207 |
| 6 | 0.8185 |
| 7 | 0.8192 |
| 8 | 0.8075 |
| 9 | 0.7488 |
| 10 | 0.6360 |
| 11 | 0.4994 |
| 12 | 0.3794 |
| 13 | 0.2909 |
| 14 | 0.2283 |
| 15 | 0.1834 |
| 16 | 0.1502 |
| 17 | 0.1250 |
| 18 | 0.1054 |
| 19 | 0.0898 |
| 20 | 0.0769 |
| 21 | 0.0659 |
| 22 | 0.0564 |
| 23 | 0.0482 |
| 24 | 0.0415 |
| 25 | 0.0362 |
| 26 | 0.0319 |
| 27 | 0.0286 |





© All Rights Reserved 2021

# Power Curve, Air density, Standard power operational mode

Air density 1.225 kg/m3
Validity range:

| | |
|---|---|
| **Wind Shear (10min average)** | ≤ 0.3 |
| **Turbulence intensity TI [%] for bin i** | $5\%\frac{(0.75v_i+5.6)}{v_i} < TI_i < 12\%\frac{(0.75v_i+5.6)}{v_i}$ |
| **Terrain** | Not complex according to IEC 61400-12-1 |
| **Upflow β [°]** | $-2^o \le \beta \le +2^o$ |
| **Grid frequency [Hz]** | ± 0.5 Hz |

Other considerations: Clean rotor blades, undisturbed air flow, turbine operated within nominal limits according to the Electrical Specification.

Next table shows the electrical power [kW] as a function of the wind speed [m/s] horizontal referred to the hub height, averaged in ten minutes, for different air densities [kg/m$^3$]. The power curve does not include losses in the transformer and high voltage cables. The power curve is for the standard version of the turbine.

| ***P [kW]*** | ***Air Density [kg/m3]*** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Wind Speed [m/s]*** | **1.225** | **1.06** | **1.09** | **1.12** | **1.15** | **1.18** | **1.21** | **1.24** | **1.27** |
| ***3*** | 56 | 41 | 44 | 46 | 49 | 52 | 54 | 57 | 60 |
| ***4*** | 241 | 200 | 207 | 215 | 222 | 230 | 237 | 245 | 252 |
| ***5*** | 555 | 471 | 486 | 502 | 517 | 532 | 547 | 563 | 578 |
| ***6*** | 1009 | 864 | 891 | 917 | 943 | 969 | 996 | 1022 | 1048 |
| ***7*** | 1638 | 1409 | 1451 | 1492 | 1534 | 1576 | 1617 | 1659 | 1700 |
| ***8*** | 2462 | 2123 | 2185 | 2246 | 2308 | 2370 | 2431 | 2493 | 2554 |
| ***9*** | 3421 | 2961 | 3046 | 3130 | 3214 | 3297 | 3380 | 3461 | 3541 |
| ***10*** | 4294 | 3799 | 3898 | 3994 | 4085 | 4173 | 4255 | 4332 | 4403 |
| ***11*** | 4829 | 4484 | 4565 | 4638 | 4702 | 4759 | 4808 | 4848 | 4881 |
| ***12*** | 4978 | 4882 | 4918 | 4942 | 4958 | 4969 | 4975 | 4980 | 4984 |
| ***13*** | 4995 | 4982 | 4986 | 4989 | 4991 | 4993 | 4994 | 4995 | 4996 |
| ***14*** | 4999 | 4995 | 4996 | 4997 | 4998 | 4998 | 4999 | 4999 | 4999 |
| ***15*** | 5000 | 4999 | 4999 | 4999 | 4999 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 |
| ***16*** | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 |
| ***17*** | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 |
| ***18*** | 4999 | 4999 | 4999 | 4999 | 4999 | 4999 | 4999 | 4999 | 4999 |
| ***19*** | 4990 | 4990 | 4990 | 4990 | 4990 | 4990 | 4990 | 4990 | 4990 |
| ***20*** | 4956 | 4956 | 4956 | 4956 | 4956 | 4956 | 4956 | 4956 | 4956 |
| ***21*** | 4869 | 4869 | 4869 | 4869 | 4869 | 4869 | 4869 | 4869 | 4869 |
| ***22*** | 4720 | 4720 | 4720 | 4720 | 4720 | 4720 | 4720 | 4720 | 4720 |
| ***23*** | 4531 | 4531 | 4531 | 4531 | 4531 | 4531 | 4531 | 4531 | 4531 |
| ***24*** | 4338 | 4338 | 4338 | 4338 | 4337 | 4338 | 4338 | 4338 | 4338 |
| ***25*** | 4169 | 4168 | 4169 | 4168 | 4168 | 4168 | 4168 | 4168 | 4168 |
| ***26*** | 4031 | 4031 | 4031 | 4031 | 4031 | 4031 | 4031 | 4031 | 4031 |
| ***27*** | 3930 | 3930 | 3930 | 3930 | 3930 | 3930 | 3930 | 3930 | 3930 |


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

The annual energy production data for different annual mean wind speeds in hub height are calculated from the above power curve assuming a Rayleigh wind speed distribution, 100 percent availability, and no reductions due to array losses, grid losses, or other external factors affecting the production.

| ***AEP [MWh] @ k=2*** | | **Annual Average Wind Speed [m/s] at Hub Height** | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ***5.0*** | ***5.5*** | ***6.0*** | ***6.5*** | ***7.0*** | ***7.5*** | ***8.0*** | ***8.5*** | ***9.0*** | ***9.5*** | ***10.0*** |
| ***Density [kg/m$^3$]*** | ***1.06*** | 7557 | 9597 | 11692 | 13775 | 15797 | 17723 | 19529 | 21202 | 22732 | 24114 | 25345 |
| | ***1.09*** | 7757 | 9833 | 11955 | 14059 | 16095 | 18027 | 19836 | 21507 | 23032 | 24407 | 25629 |
| | ***1.12*** | 7955 | 10063 | 12213 | 14335 | 16383 | 18322 | 20131 | 21799 | 23319 | 24686 | 25900 |
| | ***1.15*** | 8149 | 10290 | 12464 | 14604 | 16662 | 18605 | 20415 | 22080 | 23594 | 24954 | 26159 |
| | ***1.18*** | 8341 | 10512 | 12709 | 14865 | 16932 | 18879 | 20689 | 22350 | 23858 | 25210 | 26406 |
| | ***1.21*** | 8529 | 10729 | 12947 | 15118 | 17193 | 19143 | 20952 | 22609 | 24110 | 25454 | 26642 |
| | ***1.225*** | 8622 | 10836 | 13064 | 15241 | 17320 | 19272 | 21079 | 22734 | 24232 | 25573 | 26756 |
| | ***1.24*** | 8715 | 10941 | 13180 | 15363 | 17446 | 19398 | 21205 | 22857 | 24352 | 25688 | 26867 |
| | ***1.27*** | 8897 | 11150 | 13407 | 15602 | 17690 | 19644 | 21448 | 23096 | 24584 | 25912 | 27083 |

Annual Production [MWh] SG 5.0-145 wind turbine for the standard version, as a function of the annual mean wind speed at hub height and for different air densities considering a Rayleigh wind speed distribution.


© All Rights Reserved 2021

# Ct Curve, Air Density, Standard power operational mode

Air density 1.225 kg/m3
Validity range:

| | |
|---|---|
| **Wind Shear (10min average)** | ≤ 0.3 |
| **Turbulence intensity TI [%] for bin i** | $5\%\frac{(0.75v_i+5.6)}{v_i} < TI_i < 12\%\frac{(0.75v_i+5.6)}{v_i}$ |
| **Terrain** | Not complex according to IEC 61400-12-1 |
| **Upflow β [°]** | $-2^o \le \beta \le +2^o$ |
| **Grid frequency [Hz]** | ± 0.5 Hz |

Other considerations: Clean rotor blades, undisturbed air flow, turbine operated within nominal limits according to the Electrical Specification.

The calculated Ct curve data are valid for air densities as stated below, clean rotor blades, substantially horizontal, undisturbed air flow, normal turbulence intensity and normal wind shear.

| ***CT [-]*** | ***Air Density [kg/m3]*** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Wind Speed [m/s]*** | **1.225** | **1.06** | **1.09** | **1.12** | **1.15** | **1.18** | **1.21** | **1.24** | **1.27** |
| ***3*** | 0.8948 | 0.8948 | 0.8948 | 0.8948 | 0.8948 | 0.8948 | 0.8948 | 0.8948 | 0.8948 |
| ***4*** | 0.8438 | 0.8438 | 0.8438 | 0.8438 | 0.8438 | 0.8438 | 0.8438 | 0.8438 | 0.8438 |
| ***5*** | 0.8207 | 0.8194 | 0.8197 | 0.8199 | 0.8202 | 0.8204 | 0.8206 | 0.8207 | 0.8209 |
| ***6*** | 0.8185 | 0.8176 | 0.8178 | 0.8180 | 0.8181 | 0.8183 | 0.8184 | 0.8185 | 0.8186 |
| ***7*** | 0.8192 | 0.8189 | 0.8189 | 0.8190 | 0.8191 | 0.8191 | 0.8192 | 0.8192 | 0.8193 |
| ***8*** | 0.8075 | 0.8074 | 0.8074 | 0.8075 | 0.8075 | 0.8075 | 0.8075 | 0.8075 | 0.8075 |
| ***9*** | 0.7488 | 0.7513 | 0.7512 | 0.7510 | 0.7506 | 0.7501 | 0.7493 | 0.7482 | 0.7468 |
| ***10*** | 0.6360 | 0.6559 | 0.6538 | 0.6512 | 0.6478 | 0.6437 | 0.6387 | 0.6330 | 0.6266 |
| ***11*** | 0.4994 | 0.5442 | 0.5376 | 0.5301 | 0.5220 | 0.5134 | 0.5041 | 0.4946 | 0.4849 |
| ***12*** | 0.3794 | 0.4324 | 0.4228 | 0.4131 | 0.4034 | 0.3937 | 0.3841 | 0.3748 | 0.3657 |
| ***13*** | 0.2909 | 0.3375 | 0.3283 | 0.3194 | 0.3108 | 0.3026 | 0.2947 | 0.2871 | 0.2800 |
| ***14*** | 0.2283 | 0.2655 | 0.2579 | 0.2507 | 0.2439 | 0.2374 | 0.2313 | 0.2255 | 0.2199 |
| ***15*** | 0.1834 | 0.2127 | 0.2067 | 0.2010 | 0.1956 | 0.1906 | 0.1857 | 0.1812 | 0.1769 |
| ***16*** | 0.1502 | 0.1736 | 0.1688 | 0.1643 | 0.1600 | 0.1559 | 0.1521 | 0.1484 | 0.1450 |
| ***17*** | 0.1250 | 0.1441 | 0.1401 | 0.1364 | 0.1329 | 0.1296 | 0.1265 | 0.1235 | 0.1207 |
| ***18*** | 0.1054 | 0.1212 | 0.1179 | 0.1148 | 0.1120 | 0.1092 | 0.1066 | 0.1042 | 0.1018 |
| ***19*** | 0.0898 | 0.1030 | 0.1003 | 0.0977 | 0.0953 | 0.0930 | 0.0908 | 0.0887 | 0.0868 |
| ***20*** | 0.0769 | 0.0881 | 0.0858 | 0.0836 | 0.0816 | 0.0796 | 0.0778 | 0.0761 | 0.0744 |
| ***21*** | 0.0659 | 0.0753 | 0.0734 | 0.0716 | 0.0699 | 0.0682 | 0.0667 | 0.0652 | 0.0638 |
| ***22*** | 0.0564 | 0.0643 | 0.0626 | 0.0611 | 0.0597 | 0.0583 | 0.0570 | 0.0558 | 0.0546 |
| ***23*** | 0.0482 | 0.0548 | 0.0535 | 0.0522 | 0.0510 | 0.0498 | 0.0487 | 0.0477 | 0.0467 |
| ***24*** | 0.0415 | 0.0471 | 0.0460 | 0.0449 | 0.0439 | 0.0429 | 0.0420 | 0.0411 | 0.0402 |
| ***25*** | 0.0362 | 0.0410 | 0.0400 | 0.0391 | 0.0382 | 0.0374 | 0.0366 | 0.0358 | 0.0351 |
| ***26*** | 0.0319 | 0.0362 | 0.0353 | 0.0345 | 0.0337 | 0.0330 | 0.0323 | 0.0316 | 0.0310 |
| ***27*** | 0.0286 | 0.0324 | 0.0316 | 0.0309 | 0.0302 | 0.0295 | 0.0289 | 0.0283 | 0.0278 |


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

# Standard Acoustic Emission

**Noise Level (LW):** Values reported correspond to the average estimated Sound Power Level emitted by the WTG at hub height, called LW in TS IEC-61400-14. LW values are expressed in dB(A). To obtain LWd value, as defined in IEC-61400-14, it must be applied a 2 dB increase to LW.

**dB(A):** LW is expressed in decibels applying the "A" filter as required by IEC.

Noise generated at standard power operation mode LW is **106.3 dB(A).**

| **SG 5.0-145** | |
|---|---|
| **Wind Speed [m/s]** | **LW [dB(A)]** |
| 3.0 | 95.1 |
| 3.5 | 95.1 |
| 4.0 | 95.1 |
| 4.5 | 95.1 |
| 5.0 | 95.1 |
| 5.5 | 97.2 |
| 6.0 | 99.2 |
| 6.5 | 101.1 |
| 7.0 | 102.7 |
| 7.5 | 104.3 |
| 8.0 | 105.7 |
| 8.5 | 106.3 |
| 9.0 | 106.3 |
| 9.5 | 106.3 |
| 10.0 | 106.3 |
| 10.5 | 106.3 |
| 11.0 | 106.3 |
| 11.5 | 106.3 |
| 12.0 | 106.3 |
| 12.5 | 106.3 |
| 13.0 | 106.3 |
| 13.5 | 106.3 |
| 14.0 | 106.3 |
| 14.5 | 106.3 |
| Up to cut out | ≤106.3 |

Noise values included in the present document correspond to the wind turbine configuration equipped with noise reduction add-ons attached to the blade.


© All Rights Reserved 2021

# Noise Reduction System (NRS) operational modes

The Noise Reduction System NRS is an optional module available with the basic SCADA configuration and it therefore requires the presence of a SGRE SCADA system to work.

The purpose of this system is to limit the noise emitted by any of the functioning turbines and thereby comply with local regulations regarding noise emissions. This allows wind farms to be located close to urban areas, limiting the environmental impact that they imply.

Noise control is achieved through reducing the active power and rotational speed of the wind turbine. This reduction is dependent on the wind speed.

The task of the Noise Reduction System is to control the noise settings of each turbine to the most appropriate level at all times, in order to keep the noise emissions within the limits allowed.

In order to do this, the SCADA control has to consider the wind speed of each turbine, its direction, and a configured schedule/calendar.

There can be up to 8 low noise modes, besides the full operation one. Noise levels corresponding to each mode are the following:

| Mode: | FP | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Noise Level [dB(A)] | 106.3 | 105.7 | 105.2 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99 | 98 |

Noise values included in the present document correspond to the wind turbine configuration equipped with noise reduction add-ons attached to the blade.

Depending on the type of tower selected, some of the low noise modes defined above may not be compatible. In the following table, feasibility of low noise modes vs tower is presented. Low noise modes feasibility vs other tower designs will be analyzed upon request.

| SG 5.0-145 | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H= 79.5 m (Steel, baseline design) | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes |
| H= 90 m (Steel, baseline design) | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes |
| H= 102.5 m (Steel, baseline design) | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes |
| H= 127.5 m (Steel, baseline design) | No | No | No | No | Yes | Yes | Yes | Yes |


© All Rights Reserved 2021

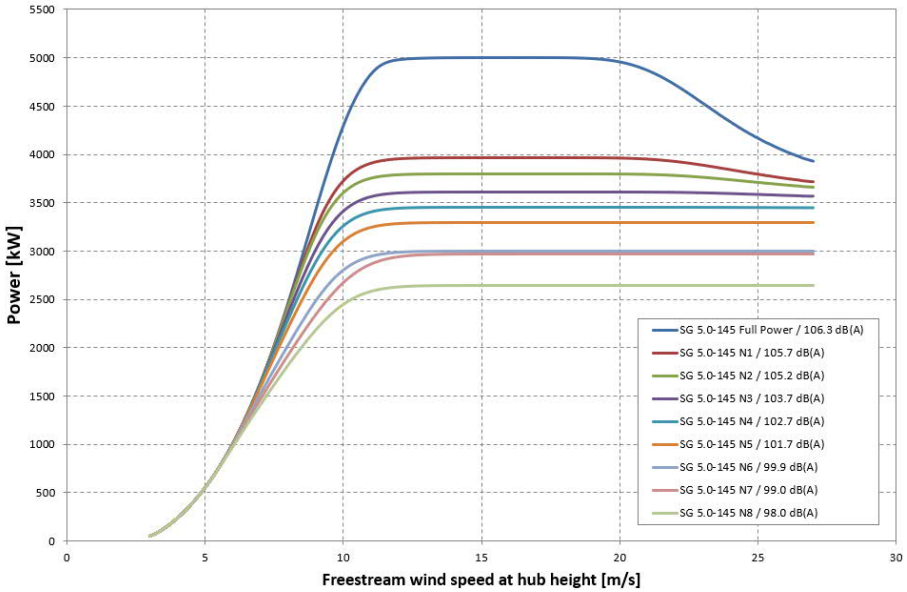

SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

Next table presents the power production as a function of the horizontal wind speed measured at hub height for different noise reduction mode settings.

| *P [kW]* | *Low Noise Operation Mode* | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Wind Speed [m/s]* | N1 105.7 dB(A) | N2 105.2 dB(A) | N3 103.7 dB(A) | N4 102.7 dB(A) | N5 101.7 dB(A) | N6 99.9 dB(A) | N7 99.0 dB(A) | N8 98.0 dB(A) |
| ***3*** | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 |
| ***4*** | 241 | 241 | 241 | 241 | 241 | 241 | 241 | 241 |
| ***5*** | 555 | 555 | 555 | 555 | 555 | 555 | 555 | 554 |
| ***6*** | 1009 | 1009 | 1009 | 1008 | 1007 | 1000 | 990 | 974 |
| ***7*** | 1637 | 1636 | 1629 | 1615 | 1592 | 1521 | 1470 | 1410 |
| ***8*** | 2437 | 2422 | 2355 | 2286 | 2203 | 2027 | 1925 | 1819 |
| ***9*** | 3232 | 3170 | 3016 | 2884 | 2747 | 2484 | 2344 | 2183 |
| ***10*** | 3725 | 3604 | 3416 | 3257 | 3101 | 2803 | 2677 | 2449 |
| ***11*** | 3907 | 3755 | 3567 | 3402 | 3246 | 2946 | 2869 | 2583 |
| ***12*** | 3952 | 3791 | 3605 | 3440 | 3286 | 2988 | 2945 | 2630 |
| ***13*** | 3962 | 3798 | 3613 | 3448 | 3294 | 2998 | 2967 | 2642 |
| ***14*** | 3963 | 3800 | 3615 | 3450 | 3296 | 3000 | 2973 | 2644 |
| ***15*** | 3964 | 3800 | 3615 | 3450 | 3296 | 3000 | 2974 | 2645 |
| ***16*** | 3964 | 3800 | 3615 | 3450 | 3296 | 3000 | 2974 | 2645 |
| ***17*** | 3964 | 3800 | 3615 | 3450 | 3296 | 3000 | 2974 | 2645 |
| ***18*** | 3964 | 3800 | 3615 | 3450 | 3296 | 3000 | 2974 | 2645 |
| ***19*** | 3963 | 3800 | 3615 | 3450 | 3296 | 3000 | 2974 | 2645 |
| ***20*** | 3960 | 3799 | 3615 | 3450 | 3296 | 3000 | 2974 | 2645 |
| ***21*** | 3949 | 3795 | 3614 | 3450 | 3296 | 3000 | 2974 | 2645 |
| ***22*** | 3925 | 3784 | 3612 | 3450 | 3296 | 3000 | 2974 | 2645 |
| ***23*** | 3887 | 3765 | 3607 | 3449 | 3296 | 3000 | 2974 | 2645 |
| ***24*** | 3841 | 3740 | 3599 | 3449 | 3296 | 3000 | 2974 | 2645 |
| ***25*** | 3794 | 3713 | 3590 | 3448 | 3296 | 3000 | 2974 | 2645 |
| ***26*** | 3750 | 3685 | 3580 | 3446 | 3296 | 3000 | 2974 | 2645 |
| ***27*** | 3715 | 3663 | 3571 | 3445 | 3296 | 3000 | 2974 | 2645 |

**Siemens Gamesa Renewable Energy**
© All Rights Reserved 2021





© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY

**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

Next table presents the Ct as a function of the horizontal wind speed measured at hub height for different noise reduction mode settings. The calculated Ct curve data are valid for clean rotor blades, substantially horizontal, undisturbed air flow, normal turbulence intensity and normal wind shear.

| $C_T$ [-] | *Low Noise Operation Mode* | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Wind Speed [m/s]*** | **N1 105.7 dB(A)** | **N2 105.2 dB(A)** | **N3 103.7 dB(A)** | **N4 102.7 dB(A)** | **N5 101.7 dB(A)** | **N6 99.9 dB(A)** | **N7 99.0 dB(A)** | **N8 98.0 dB(A)** |
| ***3*** | 0.8948 | 0.8948 | 0.8948 | 0.8948 | 0.8948 | 0.8948 | 0.8948 | 0.8948 |
| ***4*** | 0.8438 | 0.8438 | 0.8438 | 0.8438 | 0.8438 | 0.8438 | 0.8438 | 0.8438 |
| ***5*** | 0.8207 | 0.8207 | 0.8207 | 0.8207 | 0.8207 | 0.8204 | 0.8197 | 0.8176 |
| ***6*** | 0.8185 | 0.8184 | 0.8182 | 0.8171 | 0.8138 | 0.7952 | 0.7753 | 0.7472 |
| ***7*** | 0.8174 | 0.8158 | 0.8027 | 0.7844 | 0.7575 | 0.6907 | 0.6501 | 0.6081 |
| ***8*** | 0.7860 | 0.7747 | 0.7256 | 0.6846 | 0.6412 | 0.5631 | 0.5240 | 0.4862 |
| ***9*** | 0.6836 | 0.6616 | 0.6032 | 0.5618 | 0.5229 | 0.4570 | 0.4249 | 0.3909 |
| ***10*** | 0.5319 | 0.5084 | 0.4675 | 0.4376 | 0.4103 | 0.3623 | 0.3420 | 0.3102 |
| ***11*** | 0.3933 | 0.3747 | 0.3496 | 0.3297 | 0.3117 | 0.2785 | 0.2694 | 0.2412 |
| ***12*** | 0.2938 | 0.2802 | 0.2636 | 0.2498 | 0.2372 | 0.2136 | 0.2098 | 0.1867 |
| ***13*** | 0.2261 | 0.2160 | 0.2039 | 0.1937 | 0.1843 | 0.1666 | 0.1646 | 0.1464 |
| ***14*** | 0.1788 | 0.1710 | 0.1617 | 0.1538 | 0.1465 | 0.1328 | 0.1314 | 0.1170 |
| ***15*** | 0.1445 | 0.1384 | 0.1310 | 0.1247 | 0.1189 | 0.1079 | 0.1068 | 0.0953 |
| ***16*** | 0.1190 | 0.1140 | 0.1079 | 0.1028 | 0.0981 | 0.0891 | 0.0882 | 0.0788 |
| ***17*** | 0.0994 | 0.0953 | 0.0903 | 0.0860 | 0.0821 | 0.0747 | 0.0739 | 0.0661 |
| ***18*** | 0.0841 | 0.0807 | 0.0764 | 0.0728 | 0.0696 | 0.0633 | 0.0626 | 0.0561 |
| ***19*** | 0.0719 | 0.0690 | 0.0654 | 0.0624 | 0.0596 | 0.0543 | 0.0537 | 0.0481 |
| ***20*** | 0.0621 | 0.0597 | 0.0565 | 0.0539 | 0.0515 | 0.0470 | 0.0464 | 0.0417 |
| ***21*** | 0.0540 | 0.0520 | 0.0493 | 0.0471 | 0.0450 | 0.0410 | 0.0405 | 0.0364 |
| ***22*** | 0.0473 | 0.0456 | 0.0434 | 0.0414 | 0.0396 | 0.0361 | 0.0357 | 0.0321 |
| ***23*** | 0.0416 | 0.0404 | 0.0385 | 0.0368 | 0.0352 | 0.0321 | 0.0317 | 0.0286 |
| ***24*** | 0.0369 | 0.0360 | 0.0345 | 0.0330 | 0.0316 | 0.0289 | 0.0285 | 0.0257 |
| ***25*** | 0.0330 | 0.0323 | 0.0312 | 0.0299 | 0.0286 | 0.0261 | 0.0258 | 0.0233 |
| ***26*** | 0.0298 | 0.0293 | 0.0284 | 0.0273 | 0.0261 | 0.0239 | 0.0235 | 0.0212 |
| ***27*** | 0.0271 | 0.0267 | 0.0260 | 0.0251 | 0.0240 | 0.0219 | 0.0216 | 0.0195 |

**Siemens Gamesa Renewable Energy**
© All Rights Reserved 2021

The table below contains the noise levels as a function of the horizontal wind speed measured at hub height for different noise reduction mode settings.

| ***Noise [dB(A)]*** | ***Low Noise Operation Mode*** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Wind Speed [m/s]*** | **N1 105.7 dB(A)** | **N2 105.2 dB(A)** | **N3 103.7 dB(A)** | **N4 102.7 dB(A)** | **N5 101.7 dB(A)** | **N6 99.9 dB(A)** | **N7 99.0 dB(A)** | **N8 98.0 dB(A)** |
| ***3.0*** | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 |
| ***3.5*** | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 |
| ***4.0*** | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 |
| ***4.5*** | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 |
| ***5.0*** | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 | 95.1 |
| ***5.5*** | 97.2 | 97.2 | 97.2 | 97.2 | 97.2 | 97.2 | 97.2 | 97.2 |
| ***6.0*** | 99.2 | 99.2 | 99.2 | 99.2 | 99.2 | 99.2 | 99.0 | 98.0 |
| ***6.5*** | 101.1 | 101.1 | 101.1 | 101.1 | 101.1 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***7.0*** | 102.7 | 102.7 | 102.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***7.5*** | 104.3 | 104.3 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***8.0*** | 105.7 | 105.2 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***8.5*** | 105.7 | 105.2 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***9.0*** | 105.7 | 105.2 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***9.5*** | 105.7 | 105.2 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***10.0*** | 105.7 | 105.2 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***10.5*** | 105.7 | 105.2 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***11.0*** | 105.7 | 105.2 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***11.5*** | 105.7 | 105.2 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***12.0*** | 105.7 | 105.2 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***12.5*** | 105.7 | 105.2 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***13.0*** | 105.7 | 105.2 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***13.5*** | 105.7 | 105.2 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***14.0*** | 105.7 | 105.2 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***14.5*** | 105.7 | 105.2 | 103.7 | 102.7 | 101.7 | 99.9 | 99.0 | 98.0 |
| ***Up to cut out*** | ≤105.7 | ≤105.2 | ≤103.7 | ≤102.7 | ≤101.7 | ≤99.9 | ≤99.0 | ≤98.0 |

Noise values included in the present document correspond to the wind turbine configuration equipped with noise reduction add-ons attached to the blade.


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

The 1/3 octave band noise spectra expressed as A-weighted sound power level for a given frequency band is shown below for 12m/s at hub height, for the standard power operation setting as well as the low noise modes.

| | **Noise [dB(A)]** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***1/3 octave band, center frequency [Hz]*** | **Standard Power 5.0MW** | **N1** | **N2** | **N3** | **N4** | **N5** | **N6** | **N7** | **N8** |
| | **106.3 dB(A)** | **105.7 dB(A)** | **105.2 dB(A)** | **103.7 dB(A)** | **102.7 dB(A)** | **101.7 dB(A)** | **99.9 dB(A)** | **99.0 dB(A)** | **98.0 dB(A)** |
| 10 | | 46.1 | 46.1 | 46.1 | 46.1 | 46.1 | 46.1 | 46.1 | 46.1 |
| 12.5 | | 51.8 | 51.8 | 51.8 | 51.8 | 51.8 | 51.8 | 51.7 | 51.7 |
| 16 | | 57.4 | 57.4 | 57.4 | 57.4 | 57.4 | 57.3 | 57.3 | 57.3 |
| 20 | | 62.8 | 62.8 | 62.7 | 62.6 | 62.6 | 62.5 | 62.4 | 62.3 |
| 25 | | 67.3 | 67.3 | 67.1 | 67.0 | 66.9 | 66.7 | 66.6 | 66.5 |
| 31.5 | | 71.9 | 71.8 | 71.6 | 71.4 | 71.3 | 71.0 | 70.8 | 70.7 |
| 40 | | 75.9 | 75.8 | 75.5 | 75.3 | 75.1 | 74.6 | 74.4 | 74.2 |
| 50 | | 80.4 | 80.2 | 79.8 | 79.5 | 79.2 | 78.6 | 78.3 | 78.0 |
| 63 | | 84.5 | 84.3 | 83.7 | 83.3 | 82.9 | 82.2 | 81.8 | 81.4 |
| 80 | | 86.8 | 86.5 | 85.8 | 85.3 | 84.8 | 83.8 | 83.4 | 82.8 |
| 100 | | 88.4 | 88.1 | 87.2 | 86.6 | 86.0 | 84.8 | 84.2 | 83.6 |
| 125 | | 89.7 | 89.3 | 88.2 | 87.5 | 86.7 | 85.3 | 84.6 | 83.8 |
| 160 | | 90.4 | 90.0 | 88.6 | 87.7 | 86.8 | 85.2 | 84.3 | 83.4 |
| 200 | | 91.2 | 90.7 | 89.2 | 88.1 | 87.1 | 85.2 | 84.2 | 83.2 |
| 250 | | 92.7 | 92.2 | 90.7 | 89.6 | 88.6 | 86.7 | 85.7 | 84.7 |
| 315 | | 93.1 | 92.6 | 91.1 | 90.0 | 89.0 | 87.1 | 86.1 | 85.1 |
| 400 | | 92.8 | 92.3 | 90.8 | 89.7 | 88.7 | 86.8 | 85.8 | 84.8 |
| 500 | | 92.9 | 92.4 | 90.9 | 89.8 | 88.8 | 86.9 | 85.9 | 84.9 |
| 630 | | 94.5 | 94.0 | 92.5 | 91.4 | 90.4 | 88.5 | 87.5 | 86.5 |
| 800 | | 94.3 | 93.8 | 92.3 | 91.2 | 90.2 | 88.3 | 87.3 | 86.3 |
| 1000 | | 95.3 | 94.8 | 93.3 | 92.2 | 91.2 | 89.3 | 88.3 | 87.3 |
| 1250 | | 96.0 | 95.5 | 94.0 | 92.9 | 91.9 | 90.0 | 89.0 | 88.0 |
| 1600 | | 95.9 | 95.4 | 93.9 | 92.8 | 91.8 | 89.9 | 88.9 | 87.9 |
| 2000 | | 94.8 | 94.3 | 92.8 | 91.7 | 90.7 | 88.8 | 87.8 | 86.8 |
| 2500 | | 93.4 | 92.9 | 91.4 | 90.3 | 89.3 | 87.4 | 86.4 | 85.4 |
| 3150 | | 91.2 | 90.7 | 89.2 | 88.1 | 87.1 | 85.2 | 84.2 | 83.2 |
| 4000 | | 88.1 | 87.6 | 86.1 | 85.0 | 84.0 | 82.1 | 81.1 | 80.1 |
| 5000 | | 83.8 | 83.3 | 81.8 | 80.7 | 79.7 | 77.8 | 76.8 | 75.8 |
| 6300 | | 78.6 | 78.1 | 76.6 | 75.5 | 74.5 | 72.6 | 71.6 | 70.6 |
| 8000 | | 72.8 | 72.3 | 70.8 | 69.7 | 68.7 | 66.8 | 65.8 | 64.8 |
| 10000 | | 68.2 | 67.7 | 66.2 | 65.1 | 64.1 | 62.2 | 61.2 | 60.2 |

Further information about noise spectra, including other wind speeds, is available upon request.
Noise values included in the present document correspond to the wind turbine configuration equipped with noise reduction add-ons attached to the blade.


© All Rights Reserved 2021

# Electrical Specifications

**Nominal output and grid conditions**

| | |
|---|---|
| Nominal power | 5000 kW |
| Nominal voltage | 690 V |
| Power factor correction | Frequency converter control |
| Power factor range | 0.9 capacitive to 0.9 inductive at nominal balanced voltage |

**Generator**

| | |
|---|---|
| Type | DFIG Asynchronous |
| Maximum power | 5150 kW |
| Nominal speed | 1120 rpm-6p (50Hz)<br>1344 rpm-6p (60Hz) |

**Generator Protection**

| | |
|---|---|
| Insulation class | Stator F/H<br>Rotor F/H |
| Winding temperatures | 6 Pt 100 sensors |
| Bearing temperatures | 2 Pt 100 |
| Slip Rings | 1 Pt 100 |
| Grounding brush | On side no coupling |

**Generator Cooling**

| | |
|---|---|
| Cooling system | Liquid cooling |
| Internal ventilation | Air |
| Control parameter | Winding, Liquid, Bearings temperature |

**Frequency Converter**

| | |
|---|---|
| Operation | 4Q B2B Partial Load |
| Switching | PWM |
| Switching freq., grid side | 2.5 kHz |
| Cooling | Liquid/Air |

**Main Circuit Protection**

| | |
|---|---|
| Short circuit protection | Circuit breaker |
| Surge arrester | varistors |

**Peak Power Levels**

| | |
|---|---|
| 10 min average | Limited to nominal |

**Grid Requirements**

| | |
|---|---|
| Nominal grid frequency | 50 or 60 Hz |
| Minimum voltage | 90 % of nominal |
| Maximum voltage | 113 % of nominal |
| Minimum frequency | 94 % of nominal |
| Maximum frequency | 106 % of nominal |
| Maximum voltage imbalance (negative sequence of component voltage). | ≤5 % |
| Max short circuit level at controller's grid<br>Terminals (690 V) | 67 kA |

**Power Consumption from Grid** (approximately)

| | |
|---|---|
| At stand-by,No yawing | 10 kW |
| At stand-by, yawing | 41 kW |

**Controller back-up**

| | |
|---|---|
| UPS Controller system | Online UPS, Li battery |
| Back-up time | 1 min |
| Back-up time Scada | 24 h |

**Transformer Requirements**

| | |
|---|---|
| Transformer impedance requirement | 8.0 % -9.5% |
| Secondary voltage | 690 V |
| Vector group | Dyn 11 or Dyn 1 (star point earthed) |

**Earthing Requirements**

| | |
|---|---|
| Earthing system | Acc. to IEC62305-3 ED 1.0:2006 |
| Foundation reinforcement | Must be connected to earth electrodes |
| Foundation terminals | Acc. to SGRE Standard |
| HV connection | HV cable shield shall be connected to earthing system |

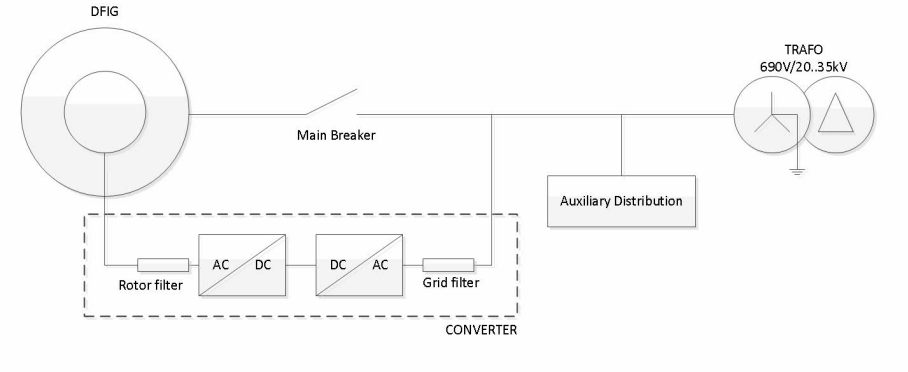
**All data are subject to tolerances in accordance with IEC.**


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

# Simplified Single Line Diagram





© All Rights Reserved 2021

# Transformer Specifications ECO 20 kV*

| **Transformer** | |
|---|---|
| Type ..... | Dry type |
| Nominal power ..... | 5500 kVA @nominal voltage +12%/-10 % |
| Nominal voltage ..... | 20/0.69 kV |
| Frequency ..... | 50 Hz |
| Transformer impedance .... | 8.59% |
| Loss ($P_0$ /$P_{n120°C}$) ..... | 8/45 kW |
| Vector group ..... | Dyn11 |
| Offload tap changer ..... | +/- 2.5% / +/- 5 % |
| Standard..... | IEC 60076<br>ECO Design Directive |

| **Transformer Cooling** | |
|---|---|
| Cooling system..... | AF |
| Ventilation ..... | Forced ventilation of the transformer room |
| Control parameter..... | Winding & Magnetic core temperature |

| **Transformer Monitoring** | |
|---|---|
| WindingTemperature..... | PT100 sensor |
| Mag. Core temperature... | PT100 sensor |

| **Transformer Earthing** | |
|---|---|
| Star point ..... | The star point of the transformer must be connected to earth |

# Transformer Specifications 34.5 kV*

| **Transformer** | |
|---|---|
| Type ..... | Dry type |
| Nominal power ..... | 5500 kVA @nominal voltage +12/-10 % |
| Nominal voltage ..... | 34.5/0.69 kV |
| Frequency ..... | 60 Hz |
| Transformer impedance .... | 8.77% |
| Loss ($P_0$ /$P_{n120°C}$) ..... | 8/45 kW |
| Vector group ..... | Dyn1 |
| Offload tap changer ..... | +/- 2.5% / +/- 5 % |
| Standard..... | IEEE std C57.12 |

| **Transformer Cooling** | |
|---|---|
| Cooling system..... | AF |
| Ventilation ..... | Forced ventilation of the transformer room |
| Control parameter..... | Winding & Magnetic core temperature |

| **Transformer Monitoring** | |
|---|---|
| WindingTemperature..... | PT100 sensor |
| Mag. Core temperature... | PT100 sensor |

| **Transformer Earthing** | |
|---|---|
| Star point ..... | The star point of the transformer must be connected to earth |


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

# Switchgear Specification

The installation of a switchgear is an option available upon request. The minimum requirements that must be complied with, from the point of view of electrical protection, are:

**Switchgear Specification (38 kV)**

**Technical Data for Switchgear**

| **Switchgear** | |
|---|---|
| Type | Gas-insulated switchgear |
| Operating voltage | 30 - 36 kV |
| Rated current | 630 A |
| Short time withstand current | 20 kA/1s |
| Peak withstand current | 50 kA |
| Power frequency withstand voltage | 70 kV |
| Lightning withstand voltage | 170 kV |
| Insulating medium | $SF_6$ |
| Switching medium | vacuum |
| Consist of | 1, 2 or 3 panels |
| Grid cable feeder | Load break switch or direct cable riser |
| Circuit breaker feeder | Circuit breaker |
| Degree of protection, vessel | IPX8 |
| Degree of protection, front cover | IP2XD |
| Degree of protection, LV Comp. | IP2XD |
| Internal arc classification IAC: | A FL 20 kA 1s |
| Pressure relief | Down |
| Standard | IEC 62271 |
| Temperature range | -30°C to +40°C |

| **Grid Cable feeder** | |
|---|---|
| Rated current , cubicle | 630 A |
| Rated current , load breaker | 630 A |
| Short time withstand current | 20 kA/1s |
| Short circuit making current | 50 kA/1s |
| Three position switch | Closed, open, earthed |
| Switch mechanism | Spring operated |
| Control | Local |
| Voltage detection system | Capacitive |

| **Circuit breaker feeder** | |
|---|---|
| Rated current , Cubicle | 630 A |
| Rated current , circuit breaker | 630 A |
| Short time withstand current | 20 kA/1s |
| Short circuit making current | 50 kA/1s |
| Short circuit breaking current | 20 kA/1s |
| Three position CB switch | Closed, open, earthed |
| Switch mechanism | Spring operated |
| Tripping mechanism | Stored energy |
| Motor voltage | Under request |
| Control | Local |
| Coil for external trip | 230 V AC |
| Voltage detection system | Capacitive |

| **Protection** | |
|---|---|
| Over-current relay | Ekor.wtp |
| Functions | 50/51 50N/51N |
| Power supply | Dual (Self & Aux. powered) |
| Current transformer | 300/1A; 0.18VA, Cl. 5P20 |

| **Interface- MV Cables** | |
|---|---|
| Grid cable feeder | 630A bushings type C M16<br>Max 2 feeder cables |
| Cable entry | From bottom |
| Cable clamp size (cable outer diameter) | up to 48mm |
| Circuit breaker feeder | 630 A bushings type C M16 |
| Cable entry | From bottom |

| **Interface to turbine control** | |
|---|---|
| Breaker status | 1 NO + 1 NC contacts |
| Insulation supervision | Under request |
| External trip | 230 V AC |

**All data are subject to tolerances in accordance with IEC.**
**Example for a 38 kV Switchgear. For other Medium Voltage variants or different grounding systems, contact SGRE.**


© All Rights Reserved 2021

# Preliminary Foundation Loads

Detailed information about foundation loads will be available upon request.


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY
**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

# Tower Dimensions

SG 5.0-145 presents a tower portfolio with hub heights ranging from 90m to 165m. Information for the baseline towers is included below:

- Tower hub height 79.5m. Baseline design (T79.5.40).

| TOWER HH 79.5 SG 5.0-145 | | | |
|---|---|---|---|
| | **Section 1 (bottom)** | **Section 2** | **Section 3 (top)** |
| **External diameter upper flange (m)** | 4.023 | 3.718 | 3.503 |
| **External diameter lower flange (m)** | 4.115 | 4.023 | 3.718 |
| **Section's height (m)** | 21.456 | 25.908 | 30.136 |
| **Section structural weight (kgs)** | 64678.0 | 52616.7 | 48963.9 |
| **Section total weight (kgs)** | 66008.5 | 53782.6 | 50320.1 |
| **Total tower height (m)** | **77.51** | | |
| **Total tower weight (kg)** | **170111** | | |

- Tower hub height 90m. Baseline design (T90.41).

| TOWER HH 90 SG 5.0-145 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Section 1 (bottom)** | **Section 2** | **Section 3** | **Section 4 (top)** |
| **External diameter upper flange (m)** | 4.028 | 4.021 | 4.017 | 3.503 |
| **External diameter lower flange (m)** | 4.115 | 4.028 | 4.021 | 4.017 |
| **Section's height (m)** | 16.18 | 23.30 | 23.52 | 25.00 |
| **Section structural weight (kgs)** | 58145.07 | 56504.96 | 43749.25 | 40366.57 |
| **Section total weight (kgs)** | 60050.1 | 57553.5 | 44807.7 | 41491.6 |
| **Total tower height (m)** | **88.010** | | | |
| **Total tower weight (kg)** | **203902** | | | |


© All Rights Reserved 2021

- Tower hub height 102.5m. Baseline design (4 sections, T102.5.42).

| TOWER HH 102.5 SG 5.0-145 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Section 1 (bottom)** | **Section 2** | **Section 3** | **Section 4 (top)** |
| **External diameter upper flange (m)** | 4.43 | 4.422 | 4.017 | 3.503 |
| **External diameter lower flange (m)** | 4.40 | 4.43 | 4.422 | 4.017 |
| **Section's height (m)** | 19.700 | 25.300 | 28.100 | 27.336 |
| **Section structural weight (kgs)** | 77660.4 | 70833.2 | 58363.2 | 46332.5 |
| **Section total weight (kgs)** | 79730.4 | 71971.7 | 59627.7 | 47562.6 |
| **Total tower height (m)** | **100.446** | | | |
| **Total tower weight (kg)** | **258893** | | | |

- Tower hub height 102.5m. Baseline design (5 sections, T102.5.43).

| TOWER HH 102.5 SG 5.0-145 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Section 1 (bottom)** | **Section 2** | **Section 3** | **Section 4** | **Section 5 (top)** |
| **External diameter upper flange (m)** | 4.431 | 4.424 | 4.419 | 4.416 | 3.503 |
| **External diameter lower flange (m)** | 4.200 | 4.431 | 4.424 | 4.419 | 4.416 |
| **Section's height (m)** | 14.100 | 16.900 | 19.700 | 25.300 | 24.434 |
| **Section structural weight (kgs)** | 60912.99 | 54503.59 | 48846.28 | 49079.09 | 42364.94 |
| **Section total weight (kgs)** | 62627.5 | 55264.1 | 49732.8 | 50217.6 | 43464.5 |
| **Total tower height (m)** | **100.444** | | | | |
| **Total tower weight (kg)** | **261306** | | | | |


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY
**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

- Tower hub height 127.5m. Baseline design (6 sections, T127.5.41).

| TOWER HH 127.5 SG 5.0-145 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Section 1 (bottom)** | **Section 2** | **Section 3** | **Section 4** | **Section 5** | **Section 6 (top)** |
| **External diameter upper flange (m)** | 4.5860 | 4.4300 | 4.4255 | 4.1235 | 3.8190 | 3.5030 |
| **External diameter lower flange (m)** | 4.6800 | 4.5860 | 4.4300 | 4.4255 | 4.1235 | 3.8190 |
| **Section's height (m)** | 13.515 | 17.595 | 19.970 | 22.980 | 24.440 | 27.000 |
| **Section structural weight (kgs)** | 73765.4 | 68369.9 | 64342.0 | 61693.5 | 51990.1 | 46346.0 |
| **Section total weight (kgs)** | 74860.9 | 69161.6 | 65240.7 | 62727.6 | 53089.9 | 47561.0 |
| **Total tower height (m)** | **125.510** | | | | | |
| **Total tower weight (kg)** | **372641.8** | | | | | |

- Tower hub height 127.5m. Baseline design (7 sections, T127.5.43).

| TOWER HH 127.5 SG 5.0-145 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Section 1 (bottom)** | **Section 2** | **Section 3** | **Section 4** | **Section 5** | **Section 6** | **Section 7 (top)** |
| **External diameter upper flange (m)** | 4.4940 | 4.491 | 4.48 | 4.4735 | 4.0915 | 3.8175 | 3.503 |
| **External diameter lower flange (m)** | 4.5000 | 4.4940 | 4.491 | 4.48 | 4.4735 | 4.0915 | 3.8175 |
| **Section's height (m)** | 10.005 | 11.845 | 15.095 | 18.550 | 22.205 | 24.800 | 23.000 |
| **Section structural weight (kgs)** | 63494.4 | 60316.2 | 58874.8 | 57523.8 | 55852.0 | 48727.7 | 37819.0 |
| **Section total weight (kgs)** | 64431.9 | 60849.2 | 59554.1 | 58358.6 | 56851.2 | 49843.7 | 38854.0 |
| **Total tower height (m)** | **125.510** | | | | | | |
| **Total tower weight (kg)** | **388743** | | | | | | |

Information about other tower heights will be available upon request.

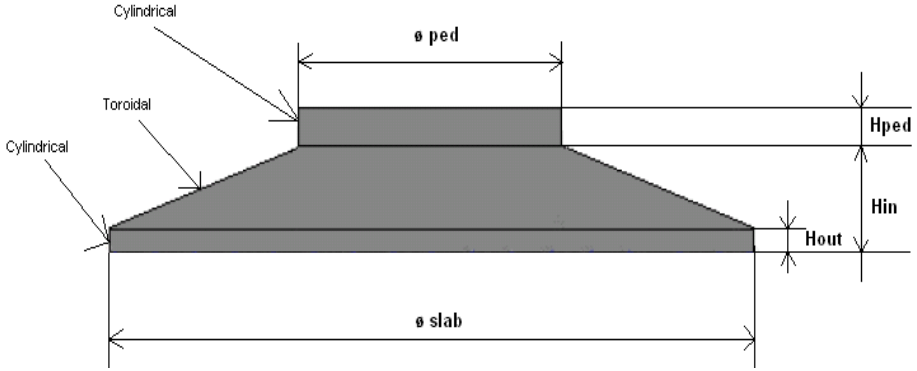

© All Rights Reserved 2021

# Estimated Foundation Design

**Hub height: 79.5 m**

**Volumes**

| | |
|---|---|
| Concrete volume | ~451.58 m³, C35/45 – C40/50 MPa |
| Reinforcement steel | ~43066 kg, B 500 S |




| FOUNDATION GEOMETRY | |
|---|---|
| øslab= Slab diameter [m] | 19.8 |
| Hout= Outter egde height [m] | 0.50 |
| Hin= Inner edge height [m] | 2.6 |
| øped= Pedestal diameter [m] | 5.20 |
| Hped= Pedestal height [m] | 0.50 |

**The estimated foundation design is based on the following assumptions:**
- Gravity based flat foundation without buoyancy
- Specific weight of backfill 18.0 kN/m³
- Friction angle 30.0°

**Additional factors that may impact the foundation design:**
Soil conditions, country, designer practice, national codes and standards.

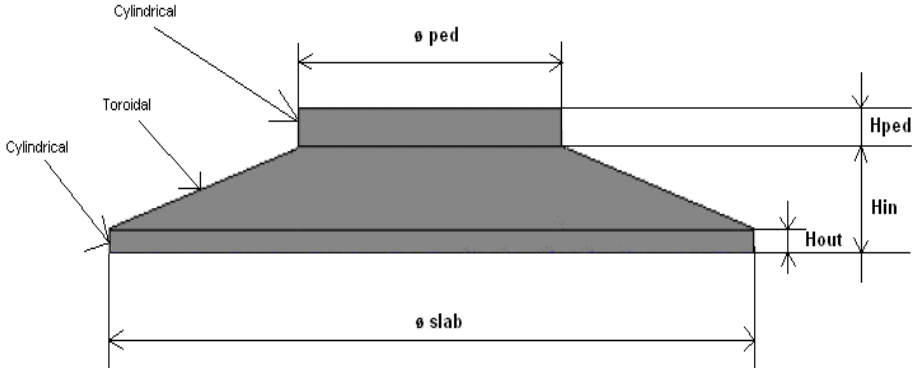

© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY
**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

**Hub height: 90 m**

**Volumes**

| | |
|---|---|
| Concrete volume | ~503.99 m³, C35/45 – C45/55 MPa |
| Reinforcement steel | ~44860 kg, B 500 S |




| FOUNDATION GEOMETRY | |
|---|---|
| øslab= Slab diameter [m] | 19.9 |
| Hout= Outter egde height [m] | 0.50 |
| Hin= Inner edge height [m] | 2.9 |
| øped= Pedestal diameter [m] | 5.50 |
| Hped= Pedestal height [m] | 0.50 |

**The estimated foundation design is based on the following assumptions:**
- Gravity based flat foundation without buoyancy
- Specific weight of backfill 18.0 kN/m³
- Friction angle 30.0°

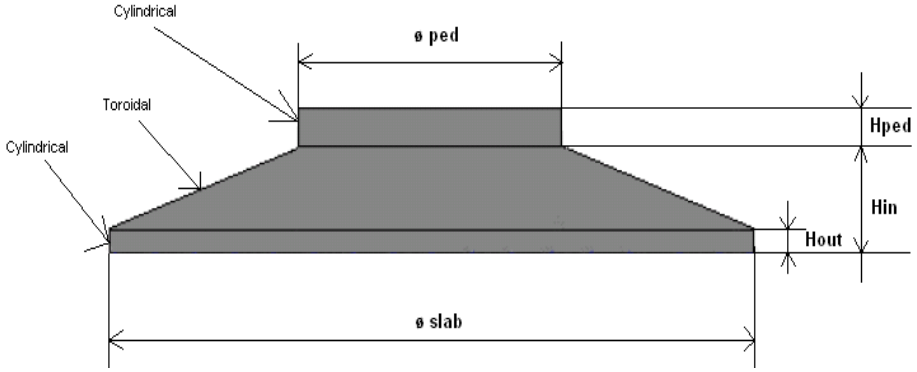
**Additional factors that may impact the foundation design:**
Soil conditions, country, designer practice, national codes and standards.

**Siemens Gamesa Renewable Energy**
© All Rights Reserved 2021

**Hub height: 102.5 m (valid for 4 sections & 5 sections tower options)**

**Volumes**

| | |
|---|---|
| Concrete volume | ~544.50 m³, C35/45 – C40/50 MPa |
| Reinforcement steel | ~50910 kg, B 500 S |




| FOUNDATION GEOMETRY | |
|---|---|
| øslab= Slab diameter [m] | 20.8 |
| Hout= Outter egde height [m] | 0.50 |
| Hin= Inner edge height [m] | 2.9 |
| øped= Pedestal diameter [m] | 5.50 |
| Hped= Pedestal height [m] | 0.50 |

**The estimated foundation design is based on the following assumptions:**
- Gravity based flat foundation without buoyancy
- Specific weight of backfill 18.0 kN/m³
- Friction angle 30.0°

**Additional factors that may impact the foundation design:**
Soil conditions, country, designer practice, national codes and standards.

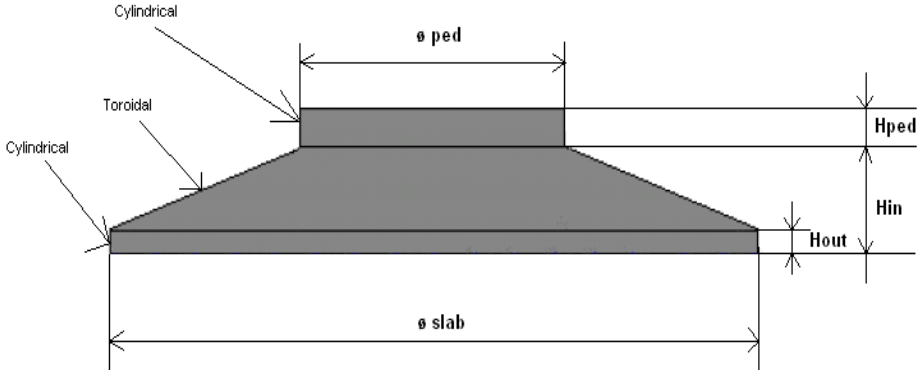

© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY
**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

**Hub height: 127.5 m (valid for 6 sections & 7 sections tower options)**

**Volumes**

| | |
|---|---|
| Concrete volume | ~643.81 m³, C35/45 – C50/60 MPa |
| Reinforcement steel | ~62859 kg, B 500 S |




| FOUNDATION GEOMETRY | |
|---|---|
| øslab= Slab diameter [m] | 22.2 |
| Hout= Outter egde height [m] | 0.50 |
| Hin= Inner edge height [m] | 3.0 |
| øped= Pedestal diameter [m] | 6.0 |
| Hped= Pedestal height [m] | 0.60 |

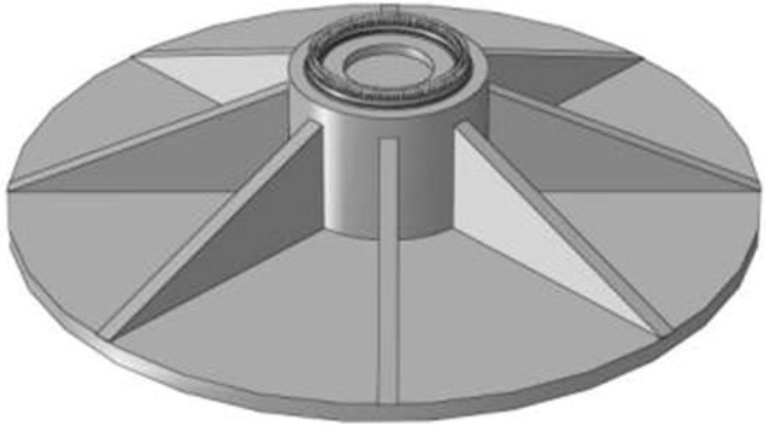
**The estimated foundation design is based on the following assumptions:**
- Gravity based flat foundation without buoyancy
- Specific weight of backfill 18.0 kN/m³
- Friction angle 30.0°

**Additional factors that may impact the foundation design:**
Soil conditions, country, designer practice, national codes and standards.


© All Rights Reserved 2021

Although the standard and most common foundation concept is the previously shown circular tapered slab, it is also possible to design, based on site specific conditions, the optimized “8 Walls foundation”.

See figure below:




© All Rights Reserved 2021




# Preliminary Grid Performance Specification, 50 Hz

**General**
This document describes the grid performance of the SG 5.0-145, 50 Hz wind turbine. Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) will provide wind turbine technical data for the developer to use in the design of the wind power plant and the evaluation of requirements compliance. The developer will be responsible for the evaluation and ensuring that the requirements are met for the wind power plant.

The capabilities described in this document are based on the assumption that the electrical network is designed to be compatible with operation of the wind turbine. SGRE will provide a document with guidance to perform an assessment of the network’s compatibility.

**Fault Ride Through (FRT) Capability**
The wind turbine is capable of operating when voltage transient events occur on the interconnecting transmission system above and below the standard voltage lower limits and time slot according to Figure 1 and Figure 2.

This performance assumes that the installed amount of wind turbines is in the right proportion to the strength of the grid, which means that the short circuit ratio (Sk/Sn) and the X/R ratio of the grid at the wind turbine transformer terminals must be adequate.

Evaluation of the wind turbine’s fault ride through capability in a specific system must be based on simulation studies using the specific network model and a dynamic wind turbine model provided by SGRE in PSS/E. This model is a reduced order model, suitable for balanced simulations with time steps between 4-10 ms.

The standard voltage limits for the SG 5.0-145, 50 Hz wind turbine are presented in Figure 1 between 100 - 1000 seconds and in Figure 2 between 0 – 12 seconds.


© All Rights Reserved 2021

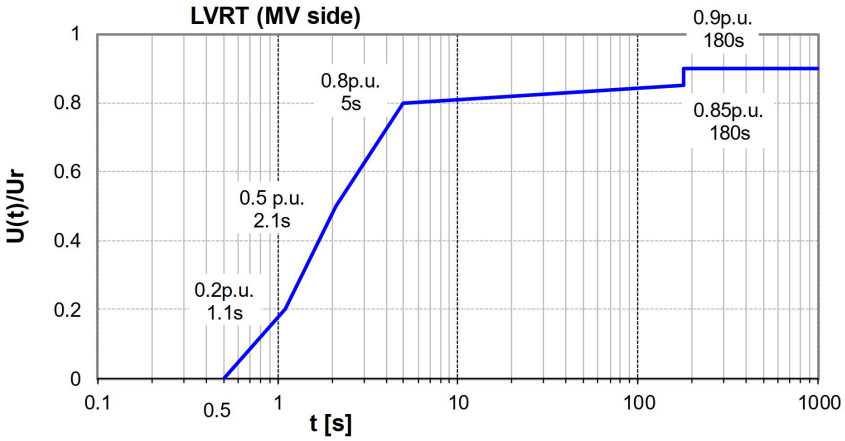



**Figure 1.** Lower voltage limits for SG 5.0-145, 50 Hz wind turbine in the range of 0-1000 seconds. The nominal voltage is 690 V (i.e. 1 p.u.).

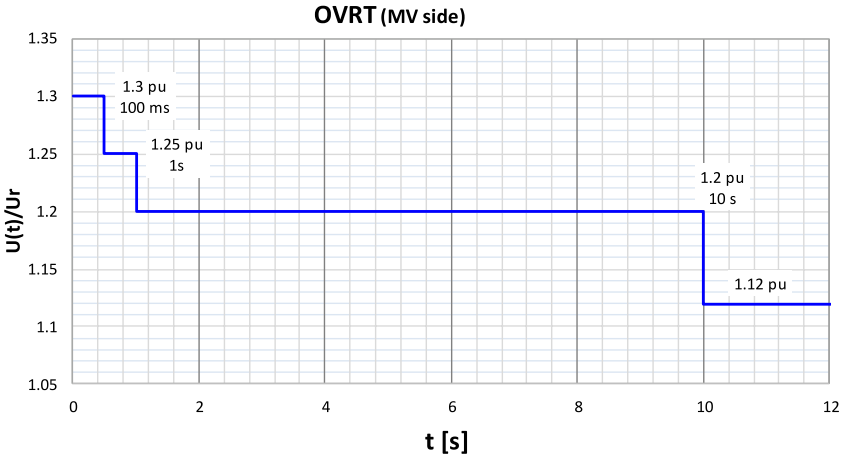



**Figure 2.** Upper voltage limits for SG 5.0-145, 50 Hz wind turbine in the range of 0-12 seconds. The nominal voltage is 690 V (i.e. 1 p.u.).


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY
**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

**Power Factor (Reactive Power) Capability**
The wind turbine is able to operate in a power factor range of 0.9 leading to 0.9 lagging at the low voltage side of the wind turbine transformer, at nominal balanced voltage and nominal frequency. The control mode for the wind turbine is with reactive power set-points.

**Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Capability**
The SGRE SCADA system has the capability to transmit and receive instructions from the transmission system provider for system reliability purposes depending on the configuration of the SCADA system. The project specific SCADA requirements must be specified in detail for design purposes.

**Frequency Capability**
The wind turbine is able to operate in the frequency range between 47 Hz and 53 Hz.

**Voltage Capability**
The voltage operation range for the wind turbine is between 90% and 113% of nominal voltage at the low voltage side of the wind turbine transformer. The voltage can be up to 130% for 100ms, see Figure 2. The wind turbine's target voltage shall stay between 95% and 105% in order to support the best possible performance by staying within the operation limits.

**Flicker and Harmonics**
Flicker and Harmonics values will be provided in the power quality measurement report extract in accordance with IEC 61400-21 Edition 2.

**Reactive Power -Voltage Control**
The power plant controller can operate in four different modes:

- Q Control – In this mode reactive power is controlled at the point of interconnection, according to a reactive power reference
- V Control – Voltage is directly controlled at the point of interconnection, according to a voltage reference
- V-Q static – Voltage is controlled at the point of interconnection, by means of a pre-defined voltage – reactive power characteristic
- Power factor (cosphi) control – Power factor is controlled at the point of interconnection, according to a power factor reference

The SCADA system receives feedback/measured values from the Point Of Interconnection depending on the control mode it is operating. The wind power plant controller then compares the measured values against the target levels and calculates the reactive power reference. Finally, reactive power references are distributed to each individual wind turbine. The wind turbine's controller responds to the latest reference from the SCADA system and will generate the required reactive power accordingly from the wind turbine.

**Frequency Control**
The frequency control is managed by the SCADA system together with the wind turbine controller. The wind power plant frequency control is carried out by the SCADA system which distributes active power set-points to each individual wind turbine, to the controllers. The wind turbine controller responds to the latest reference from the SCADA system and will maintain this active power locally.

**All data are subject to tolerances in accordance with IEC.**

**Siemens Gamesa Renewable Energy**
© All Rights Reserved 2021

# Preliminary Grid Performance Specification, 60 Hz

**General**
This document describes the grid performance of the SG 5.0-145, 60 Hz wind turbine. Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) will provide wind turbine technical data for the developer to use in the design of the wind power plant and the evaluation of requirements compliance. The developer will be responsible for the evaluation and ensuring that the requirements are met for the wind power plant.

The capabilities described in this document are based on the assumption that the electrical network is designed to be compatible with operation of the wind turbine. SGRE will provide a document with guidance to perform an assessment of the network's compatibility.

**Fault Ride Through (FRT) Capability**
The wind turbine is capable of operating when voltage transient events occur on the interconnecting transmission system above and below the standard voltage lower limits and time slot according to Figure 3 and Figure 4.

This performance assumes that the installed amount of wind turbines is in the right proportion to the strength of the grid, which means that the short circuit ratio (Sk/Sn) and the X/R ratio of the grid at the wind turbine transformer terminals must be adequate.

Evaluation of the wind turbine's fault ride through capability in a specific system must be based on simulation studies using the specific network model and a dynamic wind turbine model provided by SGRE in PSS/E. This model is a reduced order model, suitable for balanced simulations with time steps between 4-10 ms.

The standard voltage limits for the SG 5.0-145, 60 Hz wind turbine are presented in Figure 3 between 100 - 1000 seconds and in Figure 4 between 0 – 12 seconds.


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY
**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

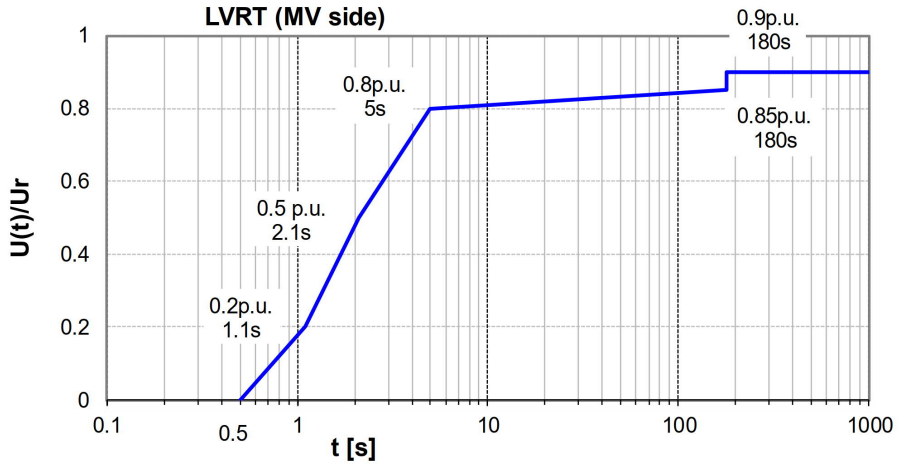



**Figure 3.** Lower voltage limits for SG 5.0-145, 60 Hz wind turbine in the range of 0-1000 seconds. The nominal voltage is 690 V (i.e. 1 p.u.).

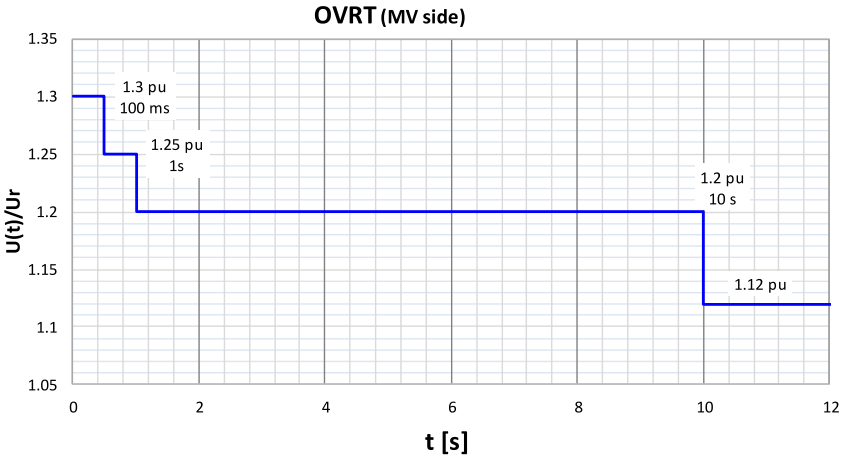



**Figure 4.** Upper voltage limits for SG 5.0-145, 60 Hz wind turbine in the range of 0-12 seconds. The nominal voltage is 690 V (i.e. 1 p.u.).


© All Rights Reserved 2021

**Power Factor (Reactive Power) Capability**
The wind turbine is able to operate in a power factor range of 0.9 leading to 0.9 lagging at the low voltage side of the wind turbine transformer, at nominal balanced voltage and nominal frequency. The control mode for the wind turbine is with reactive power set-points.

**Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Capability**
The SGRE SCADA system has the capability to transmit and receive instructions from the transmission system provider for system reliability purposes depending on the configuration of the SCADA system. The project specific SCADA requirements must be specified in detail for design purposes.

**Frequency Capability**
The wind turbine is able to operate in the frequency range between 56.4 Hz and 63.6 Hz.

**Voltage Capability**
The voltage operation range for the wind turbine is between 90% and 113% of nominal voltage at the low voltage side of the wind turbine transformer. The voltage can be up to 130% for 100ms, see Figure 4. The wind turbine's target voltage shall stay between 95% and 105% in order to support the best possible performance by staying within the operation limits

**Flicker and Harmonics**
Flicker and Harmonics values will be provided in the power quality measurement report extract in accordance with IEC 61400-21 Edition 2.

**Reactive Power -Voltage Control**
The power plant controller can operate in four different modes:

- Q Control – In this mode reactive power is controlled at the point of interconnection, according to a reactive power reference
- V Control – Voltage is directly controlled at the point of interconnection, according to a voltage reference
- V-Q static – Voltage is controlled at the point of interconnection, by means of a pre-defined voltage – reactive power characteristic
- Power factor (cosphi) control – Power factor is controlled at the point of interconnection, according to a power factor reference

The SCADA system receives feedback/measured values from the Point Of Interconnection depending on the control mode it is operating. The wind power plant controller then compares the measured values against the target levels and calculates the reactive power reference. Finally, reactive power references are distributed to each individual wind turbine. The wind turbine's controller responds to the latest reference from the SCADA system and will generate the required reactive power accordingly from the wind turbine.

**Frequency Control**
The frequency control is managed by the SCADA system together with the wind turbine controller. The wind power plant frequency control is carried out by the SCADA system which distributes active power set-points to each individual wind turbine, to the controllers. The wind turbine controller responds to the latest reference from the SCADA system and will maintain this active power locally.

**All data are subject to tolerances in accordance with IEC.**


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY
**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

# Reactive Power Capability, 50 Hz

**General**
This document describes the reactive power capability of SG 5.0-145, 50 Hz wind turbines during active power production. SG 5.0-145 wind turbines are equipped with a B2B Partial load frequency converter which allows the wind turbine to operate in a wide power factor range.

**Reactive Power Capability Curves**

The reactive power capability for the wind turbine at the LV side of the wind turbine transformer will be presented in the following Figures.

Figure 5 shows the reactive power capability on the LV side of the wind turbine depending on the generated power at LV terminals.

Figure 6 shows the reactive power capability on the LV side of the wind turbine transformer at various voltages between 0.90 p.u. and 1.13 p.u. at the LV terminals.

Figure 7 includes reactive power capability at no wind (QwP0).

The SCADA can send voltage references to the wind turbine in the range of 0.92 p.u. to 1.08 p.u. The wind power plant should be designed to maintain the wind turbine voltage references between 0.95 p.u. and 1.05 p.u. during steady state operation.

The tables and figures assume that the phase voltages are balanced, and that the grid operational frequency and component values are nominal. Unbalanced voltages will decrease the reactive power capability. Component tolerances were not considered in determining curve parameters. Instead, the curves and data are subject to an overall tolerance of ± 5 % of the rated power.

The reactive power capability presented in this document is the net capability and accounts for the contribution from the wind turbine auxiliary system, the reactor and the filter.

The reactive power capability described is valid while operating the wind turbine within the limits specified in the Design Climatic Conditions.


© All Rights Reserved 2021

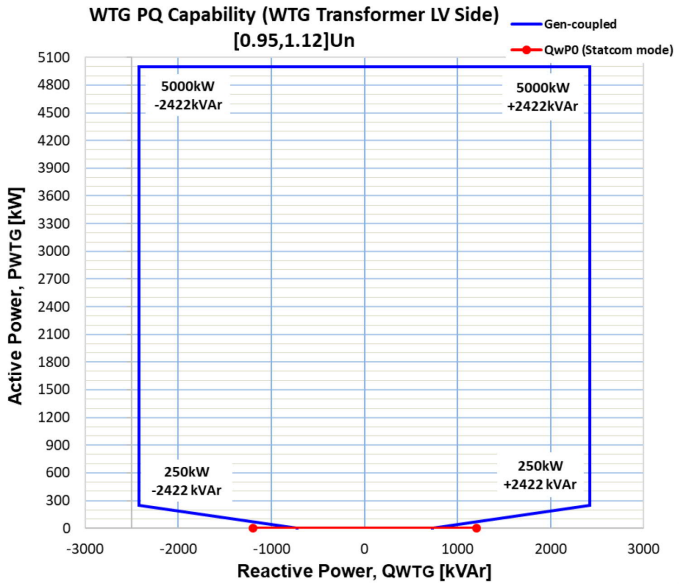



**Figure 5**: Reactive power capability curves, 50 Hz wind turbine, at LV side of wind turbine transformer.

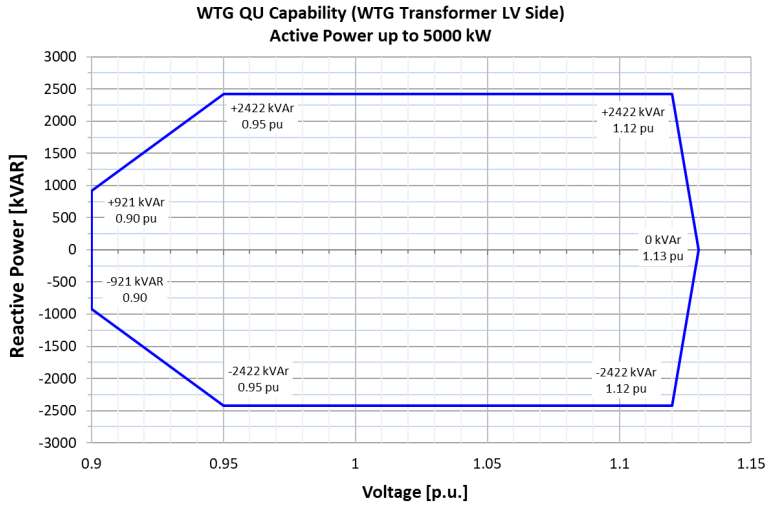



**Figure 6.** Reactive power capability versus voltage.


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY
**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

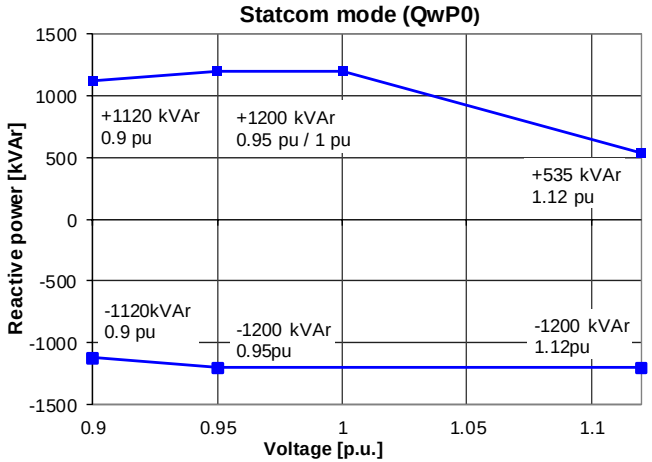



**Figure 7**. Reactive power capability at no wind (QwP0)

**All data are subject to tolerances in accordance with IEC.**


© All Rights Reserved 2021

# Reactive Power Capability, 60 Hz

**General**
This document describes the reactive power capability of SG 5.0-145, 60 Hz wind turbines during active power production. SG 5.0-145 wind turbines are equipped with a B2B Partial load frequency converter which allows the wind turbine to operate in a wide power factor range.

**Reactive Power Capability Curves**
The reactive power capability for the wind turbine at the LV side of the wind turbine transformer will be presented in the following Figures.

Figure 8 shows the reactive power capability on the LV side of the wind turbine depending on the generated power at LV terminals.

Figure 9 shows the reactive power capability on the LV side of the wind turbine transformer at various voltages between 0.90 p.u. and 1.13 p.u. at the LV terminals.

Figure 10 includes reactive power capability at no wind (QwP0).

The SCADA can send voltage references to the wind turbine in the range of 0.92 p.u. to 1.08 p.u. The wind power plant should be designed to maintain the wind turbine voltage references between 0.95 p.u. and 1.05 p.u. during steady state operation.

The tables and figures assume that the phase voltages are balanced, and that the grid operational frequency and component values are nominal. Unbalanced voltages will decrease the reactive power capability. Component tolerances were not considered in determining curve parameters. Instead, the curves and data are subject to an overall tolerance of ± 5 % of the rated power.

The reactive power capability presented in this document is the net capability and accounts for the contribution from the wind turbine auxiliary system, the reactor and the filter.

The reactive power capability described is valid while operating the wind turbine within the limits specified in the Design Climatic Conditions.


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY
**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

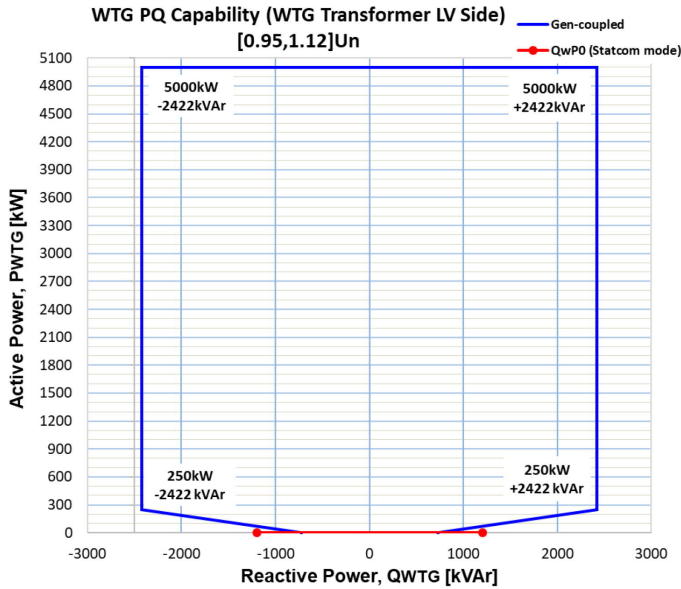
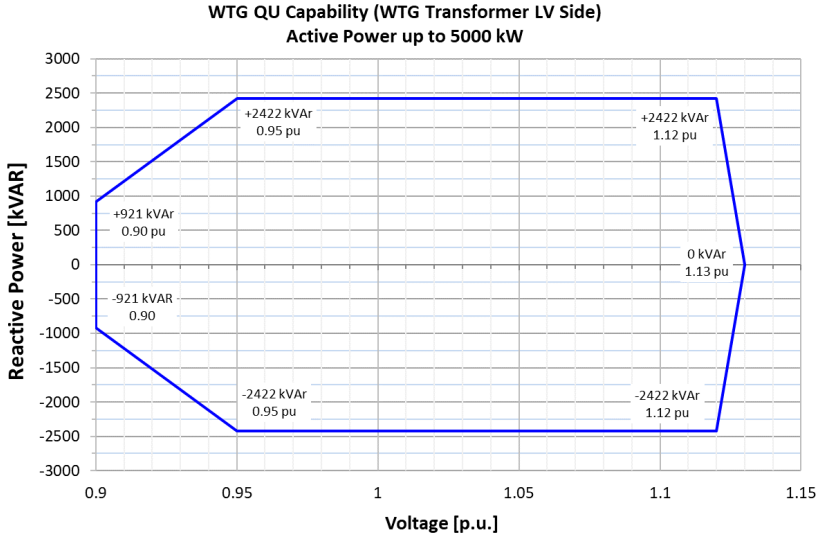



**Figure 8.** Reactive power capability curves, 60 Hz wind turbine, at LV side of wind turbine transformer





© All Rights Reserved 2021

**Figure 9.** Reactive power capability versus voltage

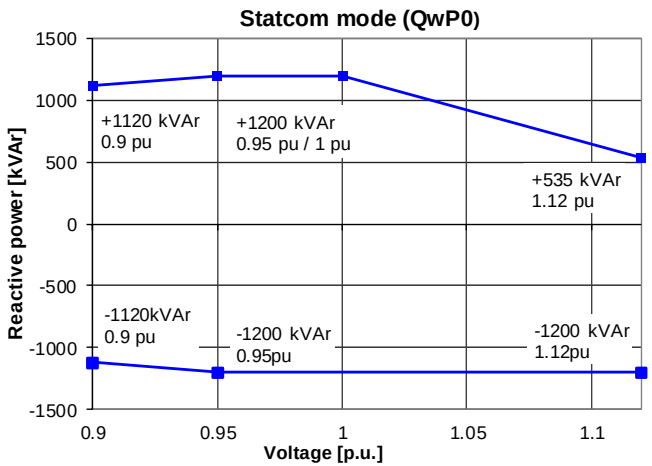



**Figure 10.** Reactive power capability at no wind (QwP0).


© All Rights Reserved 2021




# SCADA, System Description

**General**

This is a general description of the Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) SCADA System.

WindNet® PRO SCADA is a wind farm management tool. Overall, the SCADA enables:

- Supervising, monitoring and/or controlling not only wind turbines in a given wind farm, but also other components installed in the wind farm such as meteorological masts, substations, measuring devices, etc.
- Storing and managing information, which provides an advanced capacity to generate reports.
- Connecting to control centers or higher level management systems.
- Wind farm power regulation for both active as well as reactive power.
- Wind farm electricity generation based on environmental conditions.

In short, the SCADA system is an indispensable communications gateway for incoming and outgoing wind farm data.

**Main Features**

The WindNet® PRO SCADA system has the following main features:

- Wind turbine supervision and control.
- Meteorological mast supervision.
- Supervision and control of the wind farm's feed-in substation.
- Alarms and notifications SGRE management.
- Reporting for technical and economic wind farm exploitation.
- Access security via user and profile management.
- Multiple-wind farm management capacity enabling various wind farms to be managed from a single SCADA installation. Optimized SQL database for data management.
- Integration with the SGRE preventive maintenance system (PMS)
- Integration with SGRE support systems for managing payment features
- Additionally, the SGRE SCADA system has the following optional features:
- Data server for access and/or integration in upper systems: OPC-DA server, OPC-HDA server, MODBUS client/server and DNP3 client/server.
- Integration of the SGRE Power Manager tool, which includes the active power/frequency regulating tools and reactive power/voltage regulation for the wind farm (up to two points of connection for each SCADA installation)
- NRS® (Noise Reduction System) to safeguard the acoustic integrity of the area based on wind direction and time
- Shadow Control System to prevent the undesired effects of shadows in residential areas near the wind farm
- Wake Cancellation System for protecting wind turbines from intense turbulence based on wind direction
- Ice Detection System for protecting the surrounding area against ice thrown from wind turbine blades
- Bat Shield System for protecting bats
- Bird Detection System for protecting birds


© All Rights Reserved 2021

- SGRE Messenger application for distributing SMS and/or email messages to operators and maintenance technicians (SIM card not included)
- Communication Manager integration with the cut-off switch feature to prevent remote wind turbine operation while maintaining continuous wind turbine monitoring, in addition to a slow buffer feature to retrieve and send data to the SCADA following an extended period of disconnected communication.
- ODBC access to the database.
- Integration of UYs, SGRE's yawing interruption system. This system works from installed diesel generators that supply power to the auxiliary circuits in the wind turbines. It has been designed to enable the wind turbine to yaw automatically in conditions of strong gusty winds.

**Main System Capabalities**

WindNet® PRO has successfully undergone a certification process that enables it to guarantee the following for 5-second sampling periods:

- 99.99% data acquisition reliability.
- 99.99% reliability in the publication of information by OPC-DA (up to 100,000 variables for a single OPC client connected or 10,000 variables for 10 simultaneous clients).
- 99.99% correlation between the information displayed in real time (OPC-DA) and the recovered log (OPC-HDA, ODBC, Trends or through reporting tools).
- 100% correlation of log (historical) data recovered by any of the 4 methods (OPC-HDA, ODBC, Trends and reporting tools).

The WindNet® PRO storage system has a guaranteed 5-year storage of analog, digital, AWES and 10min variables, accessible online, and 15 additional years for recoverable data backup

**Wind Farm Management System**

SGRE's wind farm management system comprises the central system WindOne®, Service Operations Center (SOC), the SCADAs installed in wind farms and the wide area network (WAN) that links them all together.

During maintenance and/or the warranty period, wind farms with SGRE wind turbines must be integrated in the central system WindOne® under the control of the SOC (Service Operations Center). This system compiles data from all connected wind farms, checking and storing the retrieved data in keeping with the specified storage policy. The centralization of wind farm supervision offers excellent resources for monitoring the product, maintenance planning and reports on operating status and maintenance intended for clients.
WindOne® likewise offers the Delegated Dispatch function in communication with the Network Operator with a view to keeping the electricity grid stable.

External access to the wind farm from WindOne® requires both primary and redundant communications lines to guarantee the availability of communications. Both lines and communications equipment are supplied by SGRE. Nonetheless, other communications solutions can be assessed whenever they meet the technical requirements for communications specified by SGRE.

**Communication Network in Wind Farm**

A wind farm's internal communications infrastructure is a network that links the SGRE SCADA system to the various wind farm devices (e.g., wind turbines, meteorological masts and substations).

Internal wind farm communications are based on a local area network (LAN) with Ethernet communications on ring-configured fiber optics. This is a "logical" round-trip ring through the same fiber optic cable so that the send path runs through two fibers and the return path runs through another two in the same cable. The wind turbines alternate where fibers connect to one another in the routing to prevent long links whenever possible.


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY
**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

The selection of the fiber optics for the wind farm and the overall layout of the ring network must meet SGRE specifications and will always be defined or validated by SGRE.
Likewise, the final configuration of a specific LAN network for a given wind farm will be jointly agreed between SGRE and the wind farm client.

External communication outside the wind farm through external protocols and/or SCADA clients can be based on any type of telecommunications system such as satellite links, ADSL/DSL lines, GPRS links, PSTN modems, GSM modems, etc. The primary criteria for selecting the appropriate means are the bandwidth requirements, need for continuous or on-demand connection, and the amount of data exchanged

**Client Interface**

Wind farm operators can view all the data in a simple and intuitive user interface based on web browser technology.

All operational aspects and access to SCADA system options are available through a standard web browser, though the latest version of Google Chrome is recommended

**Data Analysis**

WindNet® PRO includes 3 different wind farm data analysis tools:

- Reports: designed for exploitation reports
- Trending: designed for in-depth analysis of wind turbine variables.
- Comparatives: designed for instantaneously comparing two variables of all the wind turbines in the farm.

**Siemens Gamesa Renewable Energy**
© All Rights Reserved 2021

# Codes and Standards

The wind turbine is designed and certified with an external certification body according to:

- IEC 61400-1:2005 +AMD1:2010 Edition 3 - Wind turbines - Part 1: Design requirements
- IEC 61400-22:2010 Edition 1 - Wind turbines – Part 22: Conformity testing and certification
- ISO 9001:2015 - Quality management systems – Requirements.
- Directive 2006/42/CE - Machinery (MD)


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY
**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

# Other Performance Features

Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) offers the following optional performance features for SG 5.0-145 that can optimize your wind farm by boosting performance, enhancing environmental agility, supporting compliance with legal regulation, and supporting grid stability.

**Flexible Rating**

In order to have the best product and solution for our clients, the SG 5.0-145 wind turbine is designed to integrate the OptimaFlex philosophy: a design strategy that provides a high degree of adaptability, including several power rating options and possibilities for tower optimization.

Inside the OptimaFlex philosophy, Flexible Rating strategy has been designed to allow modifying the turbine rated power depending on project specific conditions related to temperature, electrical requirements, noise and mechanical loads.

The SG 5.0-145 wind turbine can be configured to operate with a flexible power rating, enabling site specific optimization. It is designed to work at 5.0 MW rated power as baseline, but additional ratings are also available under certain project and environmental conditions.

In the SG 5.0-145 Flexible Rating strategy, 9 Application Modes (AM) with different power ratings are available. Each Application Mode is associated with a specific set of performance conditions.

In the following table, a summary of the SG 5.0-145 Flexible Rating strategy is presented.

| AM | Rated power | Wind Conditions [1] | Maximum Temperature (full power operation) [2] | Maximum Temperature (with power derating) [3] | Electrical performance limits | Maximum Noise Emission level [dB(A)] [4] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AM+1 | 5.2 MW | Less demanding wind conditions | +20.0ºC | +45ºC | cos PHI 0.95 @[0.95,1.12]Un @±2%frequency | 106.3 |
| **AM0** | **5.0 MW** | **IIB** | **+25.0ºC** | **+45ºC** | cos PHI 0.9 @[0.95,1.12]Un @±3%frequency | **106.3** |
| AM-1 | 4.9 MW | More demanding wind conditions | +30.0ºC | +45ºC | | 106.3 |
| AM-2 | 4.8 MW | | +35.0ºC | +45ºC | | 106.3 |
| AM-3 | 4.7 MW | | +36.6ºC | +45ºC | | 106.3 |
| AM-4 | 4.6 MW | | +38.3ºC | +45ºC | | 106.3 |
| AM-5 | 4.5 MW | | +40.0ºC | +45ºC | | 106.3 |
| AM-6 | 4.2 MW | | +41.0ºC | +45ºC | | 106.3 |
| AM-7 | 4.0 MW | | +41.6ºC | +45ºC | | 106.3 |


© All Rights Reserved 2021

[1] Each "Application Mode" is associated with a specific set of wind conditions.
[2] Maximum external ambient temperature outside nacelle, for altitudes below 1000m, full power operation.
[3] Maximum external ambient temperature outside nacelle, for altitudes below 1000m, with power deraring. Operation maximum temperature is extended up to +45ºC including "Power Derating due to external ambient temperature and altitude" feature. See section "Other Performance Features" for further information.
[4] Noise values presented correspond to the wind turbine configuration equipped with noise reduction add-ons attached to the blade. The turbine can be supplied without noise reduction add-ons, if required, without impacting in the other performance parameters.

**DFIG Premimum Converter**

The DFIG Premium Converter improves turbine performance in weak grids and assures compliance with the most stringent grid codes. It has an enhanced control in weak grids, regulating the behavior of the wind turbine and reacting to static and transient events while ensuring grid stability.

Optional functionalities available upon request to ensure optimal suitability to site conditions:

- Extended High Voltage Ride Through.
- Enhanced Low Voltage Ride Through
- Series Compensation Compatibility.
- Anti-islanding.
- Turbine operation in grids with Short Circuit Ratio (SCR) as low as 1.5.

| Concept | Description | Premium Converter |
|---|---|---|
| HVRT Extended | Extended HVRT profile (from 1.1pu to 1.5pu) | ✓ |
| LVRT Enhanced | Reactive current control in asymmetrical faults | ✓ |
| Series Compensation Compatibility | Control of Sub-Synchronous resonance events | ✓ |
| Anti-islanding | Detection of islanding events and controlled disconnection | ✓ |
| Low SCR* (<3) | Operation in weak grids | ✓ |

*SCR at turbine connection point is subject to grid conditions at project site.

**High Wind Derated operational mode**

In the case of SG 5.0-145 high wind derated mode, it is enabled by default as it can be observed on the different power curves included in this document. The power production is limited once the wind speed exceeds a threshold value defined by design, until cut-out wind speed is reached and the wind turbine stops producing power. This functionality extends the range of operation in high wind conditions, limiting turbine loads dependent of maximum operational wind speed, providing more predictable energy output, minimizing production losses, and improving grid stability by reducing the risk of simultaneous power cut outs.


© All Rights Reserved 2021

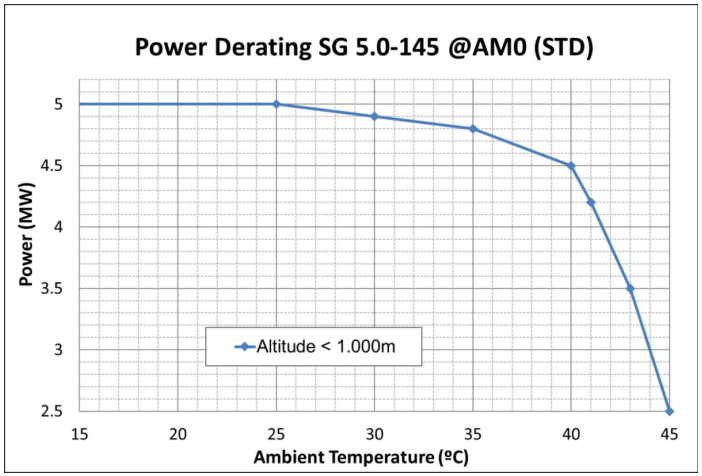



**High Temperature Derated operational mode (also known as Power Derating due to external temperature and altitude)**

Ventilation and cooling systems are designed to allow the turbine operation at rated power up to a certain external nominal temperature and a certain altitude. For sites located beyond 1000m above the sea level, the air density reduction affects the turbine components ventilation capacity, reducing the maximum operational temperature at rated power. However, this maximum ambient temperature can be extended by reducing the delivered power with the temperature derated mode.

Considering the individual component requirements in temperatures at different altitude levels, and their dissipated heat at different power limits, several power-temperature curves are generated. These curves define the envelopes inside which the SG 5.0-145 can operate assuring the integrity of all components.

Next chart shows the power output as a function of the external temperature for an altitude at hub height of up to 1.000m (AM0). Additional information about other altitudes or Application Modes (AM) is available upon request.




The control system, considering the turbine thermal variant and altitude above sea level, will dynamically adjust the maximum allowed power as a function of the ambient temperature.

**Ice Detection System**

A default Ice Detection System (IDS) is included in SG 5.0-145. This system is required in order to prevent the turbine operating under non desirable ice conditions that could represent an out-of-design situation with risk for the turbine integrity or H&S.

The default Ice Detection System can be improved by application of additional features, described as follows:

- Ice on nacelle sensor (optional kit). Additional sensor is installed to detect ice on nacelle.


© All Rights Reserved 2021

**Adaptative Operation under ice conditions (comercially presented as "OWI 2.0")**

An optional controller algorithm is available in the SG 5.0-145 to improve performance under ice conditions without requiring additional hardware modifications.

In the case of ice build up on blades, the wind turbine performance is reduced and blades can be under stall conditions. The basis of this algorithm is to have an adaptative operation that finds the optimal operational setting through pitch angle and rotational speed modifications, for maximum power production on icing conditions without exceeding the load capabilities of the wind turbine.

**Noise Reduction System**

The Noise Reduction System (NRS) is an optional module available with the basic SCADA configuration and it therefore requires the existence of a SGRE SCADA system to work.

The purpose of this system is to limit the noise emitted by any of the functioning turbines and thereby comply with local regulations regarding noise emissions. This allows wind farms to be located closer to urban areas, limiting the environmental impact that they imply.

**Bat Protection System**

To support the installation of wind turbines in areas that constitute a natural habitat for bats, SGRE has developed a Bat Protection System. Bats are usually more active at certain times of the night and at certain times of the year, depending on the local habitat and/or migration routes. The purpose of the SGRE Bat Protection System is to monitor the local environmental conditions in order to reduce the risk of impact on bats.

Specific environmental conditions can be monitored by means of dedicated additional sensors: temperature, light, humidity and rainfall. If conditions for the existence of bats are met, the Bat Protection System tool will request the wind turbines to be paused. As soon as one of the conditions is no longer met, the affected wind turbine will return to its initial status prior to receiving the pause order from the tool, depending on the configured hysteresis values.

The tool does not require all the sensors associated with the conditions to be installed and, depending on each site, the sensors needed will be configured. If there is no sensor for a specific environmental variable, condition is configured as fulfilled.

Additionally, Bat Protection System can be configured to be triggered depending on calendar (day/time), wind speed range or wind direction.

**Bird Detection System**

The Bird Detection System is a stand-alone system that monitors the wind farm's surrounding air space and detects flying birds in real time. At the same time, it is capable of handling real-time actions related to bird detection, such as warning and deterring birds at risk of colliding with the wind turbines or automatic shutdown of the selected wind turbines.


© All Rights Reserved 2021


SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY

**Developer Package, SG 5.0-145**
Document ID: GD410616 R9
2021.03.04
Restricted
Siemens Gamesa Corporate proprietary information

**Modular configurations**

To support the transportation of main nacelle components in markets with special logistic requirements, the Siemens Gamesa 4.X platform is designed with a wide range of modular transportation alternatives to fit optimally with the project's height and/or total weigh limitations for components, providing the best possible approach for transportation by sea, road or railway.

**Fire protection system (Standard)**

The SG 5.0-145 is equipped by default with different sensors directly or indirectly involved in fire detection and prevention. These sensors connected to the turbine controller will trip the medium voltage switchgear, disconnecting the wind turbine from the grid. These switches will detect arcs in the transformer compartment, faults to earth which trip the neutral protection relay, smoke in the nacelle room and in the tower base, transformer fuses melt or high temperature in the transformer windings.

In addition, arc detectors are placed in the transformer room and passive fire protection blankets (wool rock isolation covered by aluminum fiber) are installed.

**Optional Active Fire Extinguishing System**

This system combined with the passive protection system minimizes the threat of fire and prevents its propagation. The Active Fire Extinguishing System also works when the wind turbine is stopped or even when the wind farm has no energy supply.

The detection is carried out by means of high-efficiency aspirating detectors (ASD) which constantly absorb air samples from inside the nacelle and the electrical cabinets and transport them through a piping network until the analysing chambers, in order to take the reading of existing smoke concentration in the air. Depending on the different readings and according to the pre-established comparison levels, the corresponding alarm signals will be activated.

Fire detection is done at a very early stage so that preventive measures can be taken on time to abort it.

The alarm communications are sent through electrical signals to the control system of the wind turbine (PLC) and through optical-acoustic devices.

The extinguishing system discharges a fire protection agent applied as a gas through a nozzle to the electrical cabinets. This extinguishing agent offers a unique combination of safety, low environmental impact and high extinguishing performance.

**Automatic lubrication systems**

An optional Automatic Lubrication System may be provided for several turbine components such as the blade bearings, the low speed shaft bearings, the generator bearings and the yaw system.

The lubrication systems consist of an electrically driven pump, which supplies grease to the turbine components to increase the time between greasing maintenance operations.


© All Rights Reserved 2021

# Developer Package

# SG 6.0-155

© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

| Document ID and revision | Status | Date (yyyy-mm-dd) | Language |
|---|---|---|---|
| D2294354/019 | Approved | 2021-01-31 | en-US |

| Original or translation of |
|---|
| Original |

| File name |
|---|
| D2294354_019-SG 6.0-155 Developer Package.docx/.pdf |

Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. Parque Tecnológico de Bizkaia, Edificio 222, 48170, Zamudio, Vizcaya, Spain
+34 944 03 73 52 – info@siemensgamesa.com – www.siemensgamesa.com

Disclaimer of liability and conditions of use

To the extent permitted by law, neither Siemens Gamesa Renewable Energy A/S nor any of its affiliates in the Siemens Gamesa group including Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. and its subsidiaries (hereinafter “SGRE”) gives any warranty of any type, either express or implied, with respect to the use of this document or parts thereof other than the use of the document for its indented purpose. In no event will SGRE be liable for damages, including any general, special, incidental or consequential damages, arising out of the use of the document, the inability to use the document, the use of data embodied in, or obtained from, the document or the use of any documentation or other material accompanying the document except where the documents or other material accompanying the documents becomes part of an agreement between you and SGRE in which case the liability of SGRE will be regulated by the said agreement. SGRE reviews this document at regular intervals and includes appropriate amendments in subsequent issues. The intellectual property rights of this document are and remain the property of SGRE. SGRE reserves the right to update this documentation from time to time, or to change it without prior notice.

D2294354/019 – Restricted
© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

# Application of the Developer Package

The Developer Package serves the purpose of informing customers about the latest planned product development from Siemens Gamesa Renewable Energy A/S and its affiliates in the Siemens Gamesa group including Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. and its subsidiaries (hereinafter “SGRE”). By sharing information about coming developments, SGRE can ensure that customers are provided with necessary information to make decisions.

Furthermore, the Developer Package can assist in guiding prospective customers with the indicated technical footprint of the SG 6.0-155 in cases where financial institutes, governing bodies, or permitting entities require product specific information in their decision processes.

All technical data contained in the Developer Package is subject to change owing to ongoing technical developments of the wind turbine. Consequently, SGRE and its affiliates reserve the right to change the below specifications without prior notice. Information contained within the Developer Package may not be treated separately or out of the context of the Developer Package.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# Table of contents

Application of the Developer Package ..... 2
1. Introduction ..... 4
2. Technical Description ..... 5
3. Technical specifications ..... 7
4. Nacelle Arrangement ..... 8
5. Nacelle dimensions and weights ..... 9
6. Elevation Drawing ..... 10
7. Blade Drawing ..... 12
8. Tower Dimensions ..... 13
9. Design Climatic Conditions ..... 14
10. Flexible Rating Specifications ..... 16
13. Standard Acoustic Emission, Rev. 0. Mode AM 0 ..... 28
14. Electrical Specifications ..... 29
15. Transformer Specifications ECO 30 kV* ..... 30
16. Switchgear Specifications ..... 30
17. Grid Performance Specifications – 50 Hz ..... 35
18. Grid Performance Specifications – 60 Hz ..... 38
19. Reactive Power Capability – 50 & 60 Hz ..... 42
20. SCADA System Description ..... 47
21. Codes and Standards ..... 50
22. Other Performance Features ..... 53
23. Ice Detection System ..... 54

D2294354/019 – Restricted
© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

# 1. Introduction

The SG 6.0-155 is a new wind turbine of the next generation Siemens Gamesa Onshore Geared product platform called Siemens Gamesa 5.X, which builds on the Siemens Gamesa design and operational experience in the wind energy market.

With a new 76m blade and an extensive tower portfolio including hub heights such as 90 m and 165 m, the SG 6.0-155 aims at becoming a new benchmark in the market for efficiency and profitability.

This Developer Package describes the turbine technical specifications and provides information for the main components and subsystems.

For further information, please contact your regional SGRE Sales Manager.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# 2. Technical Description

**Rotor-Nacelle**
The rotor is a three-bladed construction, mounted upwind of the tower. The power output is controlled by pitch and torque demand regulation. The rotor speed is variable and is designed to maximize the power output while maintaining loads and noise level.

The nacelle has been designed for safe access to all service points during scheduled service. In addition the nacelle has been designed for safe presence of service technicians in the nacelle during Service Test Runs with the wind turbine in full operation. This allows a high quality service of the wind turbine and provides optimum troubleshooting conditions.

**Blades**
Siemens Gamesa 5.X blades are made up of fiberglass infusion & carbon pultruded-molded components. The blade structure uses aerodynamic shells containing embedded spar-caps, bonded to two main epoxy-fiberglass-balsa/foam-core shear webs. The Siemens Gamesa 5.X blades use a blade design based on SGRE proprietary airfoils.

**Rotor Hub**
The rotor hub is cast in nodular cast iron and is fitted to the drive train low speed shaft with a flange connection. The hub is sufficiently large to provide room for service technicians during maintenance of blade roots and pitch bearings from inside the structure.

**Drive train**
The drive train is a 4-points suspension concept: main shaft with two main bearings and the gearbox with two torque arms assembled to the main frame.

The gearbox is in cantilever position; the gearbox planet carrier is assembled to the main shaft by means of a flange bolted joint and supports the gearbox.

**Main Shaft**
The low speed main shaft is forged and transfers the torque of the rotor to the gearbox and the bending moments to the bedframe via the main bearings and main bearing housings.

**Main Bearings**
The low speed shaft of the wind turbine is supported by two tapered roller bearings. The bearings are grease lubricated.

**Gearbox**
The gearbox is 3 stages high speed type (2 planetary + 1 parallel).

**Generator**
The generator is a doubly-fed asynchronous three phase generator with a wound rotor, connected to a frequency PWM converter. Generator stator and rotor are both made of stacked magnetic laminations and formed windings. Generator is cooled by air.

**Mechanical Brake**
The mechanical brake is fitted to the non-drive end of the gearbox.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

**Yaw System**
A cast bed frame connects the drive train to the tower. The yaw bearing is an externally geared ring with a friction bearing. A series of electric planetary gear motors drives the yawing.

**Nacelle Cover**
The weather screen and housing around the machinery in the nacelle is made of fiberglass-reinforced laminated panels.

**Tower**
The wind turbine is as standard mounted on a tapered tubular steel tower. Other tower technologies are available for higher hub heights. The tower has internal ascent and direct access to the yaw system and nacelle. It is equipped with platforms and internal electric lighting.

**Controller**
The wind turbine controller is a microprocessor-based industrial controller. The controller is complete with switchgear and protection devices and is self-diagnosing.

**Converter**
Connected directly with the Rotor, the Frequency Converter is a back to back 4Q conversion system with 2 VSC in a common DC-link. The Frequency Converter allows generator operation at variable speed and voltage, while supplying power at constant frequency and voltage to the MV transformer.

**SCADA**
The wind turbine provides connection to the SGRE SCADA system. This system offers remote control and a variety of status views and useful reports from a standard internet web browser. The status views present information including electrical and mechanical data, operation and fault status, meteorological data and grid station data.

**Turbine Condition Monitoring**
In addition to the SGRE SCADA system, the wind turbine can be equipped with the unique SGRE condition monitoring setup. This system monitors the vibration level of the main components and compares the actual vibration spectra with a set of established reference spectra. Review of results, detailed analysis and reprogramming can all be carried out using a standard web browser.

**Operation Systems**
The wind turbine operates automatically. It is self-starting when the aerodynamic torque reaches a certain value. Below rated wind speed, the wind turbine controller fixes the pitch and torque references for operating in the optimum aerodynamic point (maximum production) taking into account the generator capability. Once rated wind speed is surpassed, the pitch position demand is adjusted to keep a stable power production equal to the nominal value.

If high wind derated mode is enabled, the power production is limited once the wind speed exceeds a threshold value defined by design, until cut-out wind speed is reached and the wind turbine stops producing power.

If the average wind speed exceeds the maximum operational limit, the wind turbine is shut down by pitching of the blades. When the average wind speed drops back below the restart average wind speed, the systems reset automatically.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# 3. Technical specifications

**Rotor**
Type ..... 3-bladed, horizontal axis
Position ..... Upwind
Diameter ..... 155 m
Swept area ..... 18,869 m²
Power regulation ..... Pitch & torque regulation with variable speed
Rotor tilt ..... 6 degrees

**Blade**
Type ..... Self-supporting
Blade length ..... 76 m
Max chord ..... 4.5 m
Aerodynamic profile ..... Siemens Gamesa proprietary airfoils
Material ..... G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic)
Surface gloss ..... Semi-gloss, < 30 / ISO2813
Surface color ..... Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

**Aerodynamic Brake**
Type ..... Full span pitching
Activation ..... Active, hydraulic

**Load-Supporting Parts**
Hub ..... Nodular cast iron
Main shaft ..... Nodular cast iron
Nacelle bed frame ..... Nodular cast iron

**Mechanical Brake**
Type ..... Hydraulic disc brake
Position ..... Gearbox rear end

**Nacelle Cover**
Type ..... Totally enclosed
Surface gloss ..... Semi-gloss, <30 / ISO2813
Color ..... Light Grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

**Generator**
Type ..... Asynchronous, DFIG

**Grid Terminals (LV)**
Baseline nominal power ..... 6.0MW/6.6 MW
Voltage ..... 690 V
Frequency ..... 50 Hz or 60 Hz

**Yaw System**
Type ..... Active
Yaw bearing ..... Externally geared
Yaw drive ..... Electric gear motors
Yaw brake ..... Active friction brake

**Controller**
Type ..... Siemens Integrated Control System (SICS)
SCADA system ..... SGRE SCADA System

**Tower**
Type ..... Tubular steel / Hybrid

Hub height ..... 90m to 165 m and site-specific
Corrosion protection .....
Surface gloss ..... Painted
Color ..... Semi-gloss, <30 / ISO-2813 Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

**Operational Data**
Cut-in wind speed ..... 3 m/s
Rated wind speed ..... 11.6 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1)
Cut-out wind speed ..... 27 m/s
Restart wind speed ..... 24 m/s

**Weight**
Modular approach ..... Different modules depending on restriction

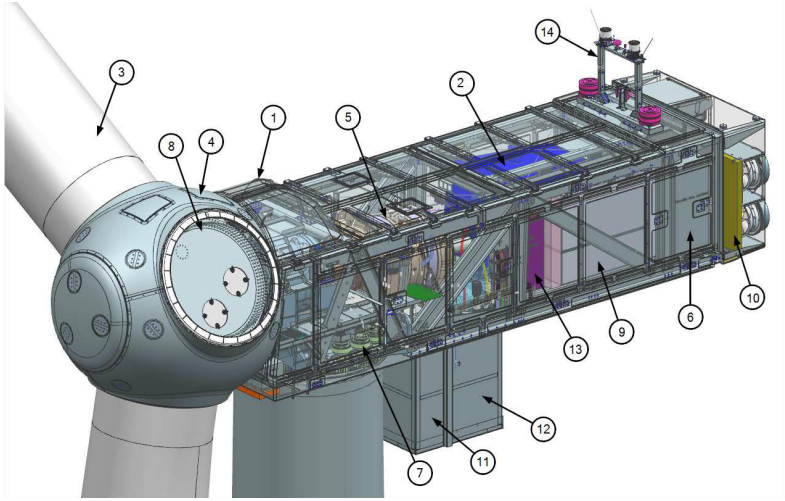

© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

# 4. Nacelle Arrangement

The design and layout of the nacelle are preliminary and may be subject to changes during the development of the product.

| Item | Description |
|---|---|
| 1 | Canopy |
| 2 | Generator |
| 3 | Blades |
| 4 | Spinner/hub |
| 5 | Gearbox |
| 6 | Control panel |

| Item | Description |
|---|---|
| 7 | Yaw gear |
| 8 | Blade bearing |
| 9 | Converter |
| 10 | Cooling |
| 11 | Transformer |
| 12 | Stator cabinet. |
| 13 | Front Control Cabinet |
| 14 | Aviation structure |



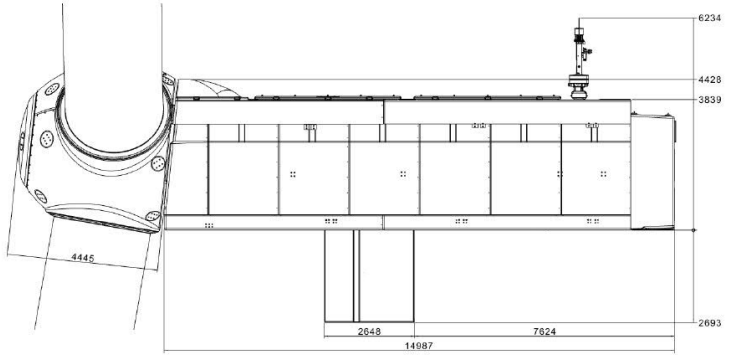


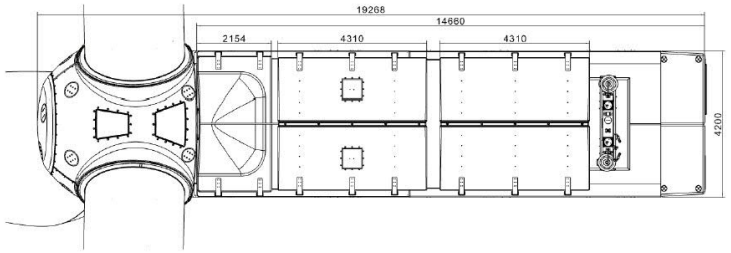
© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.




# 5. Nacelle dimensions and weights

The design and dimensions of the nacelle are Preliminary and may be subject to changes during the development phases of the product.



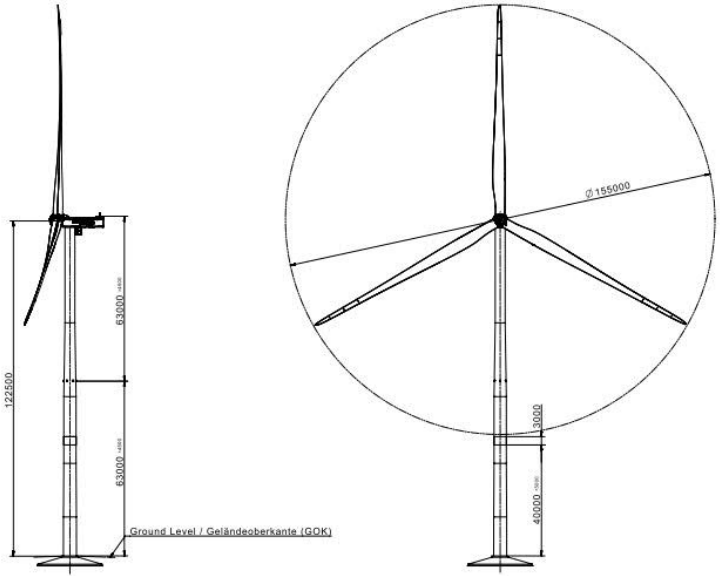

Several modularized solutions are designed to optimize nacelle and hub transportation, subject to project specific conditions.

- 3 modules (heaviest module <95t): Hub, nacelle, drive train
- 4 modules (heaviest module <79t): Hub, nacelle, drive train, transformer
- 6 modules (heaviest module <62t): Hub, nacelle, gearbox, main shaft, transformer and generator


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

# 6. Elevation Drawing

## 6.1. SG 6.0-155 122.5 m

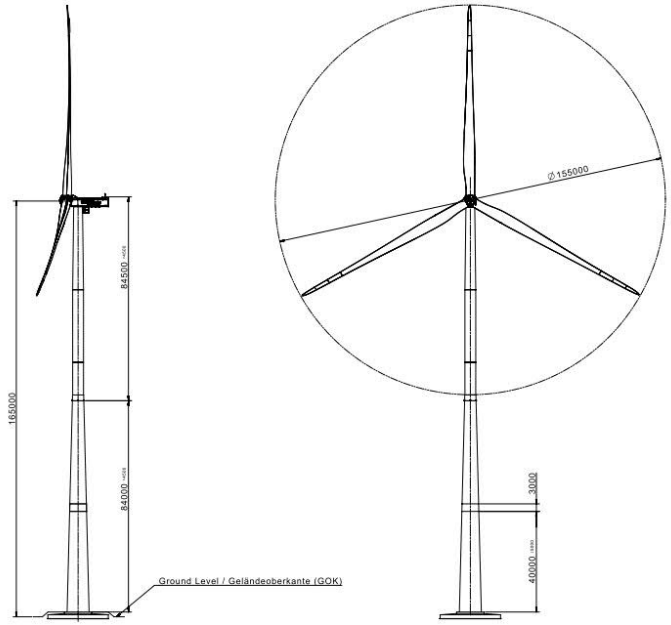




© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

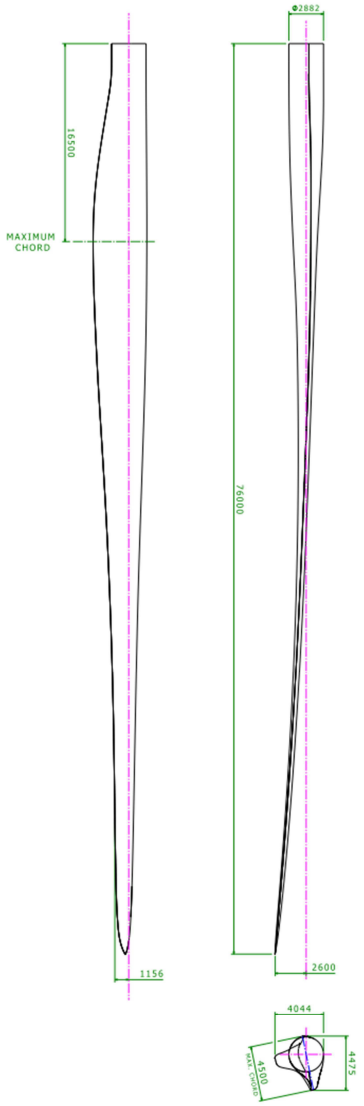

Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

## 6.2. SG 6.0-155 165 m




D2294354/019 – Restricted
© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

# 7. Blade Drawing




Dimensions in millimeter


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.




# 8. Tower Dimensions

The SG 6.0-155 is offered with an extensive tower portfolio as listed below in addition to the possibility of developing towers on site specific basis.

| Turbine | Height (m) | Wind Class | Tower Technology |
|---|---|---|---|
| SG 6.0 155 | 90 | IIA | Tubular |
| SG 6.0 155 | 102.5 | IIA | Tubular |
| SG 6.0 155 | 102.5 | IIIA | Tubular |
| SG 6.0 155 | 107.5 | IIA | Tubular |
| SG 6.0 155 | 113.5 | IIA | Tubular |
| SG 6.0 155 | 120.5 | IIIA | Tubular |
| SG 6.0 155 | 122.5 | IIA | Tubular |
| SG 6.0 155 | 122.5 | IIIA | Tubular |
| SG 6.0 155 | 165 | IIIA | Hybrid |

Different tower designs comply with different logistics restrictions. Please check with local Siemens Gamesa representative for more details on the tower of your interest.

Further tower dimensions details will be available in the following document: D2097610
Information about other tower heights and logistic will be available upon request.

## 8.1. Foundation estimated designs and foundation loads

Detailed information about foundation loads will be available upon request.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

# 9. Design Climatic Conditions

The design climatic conditions are the boundary conditions at which the turbine can be applied without supplementary design review. Applications of the wind turbine in more severe conditions may be possible, depending upon the overall circumstances. A project site-specific review requires that the Employer complete the "Project Climatic Conditions" form.

All references made to standards such as the IEC and ISO are further specified in the document "Codes and Standards". The design lifetime presented in the below table only applies to the fatigue load analysis performed in accordance with the presented IEC code. The term design lifetime and the use thereof do not constitute any express and/or implied warranty for actual lifetime and/or against failures on the wind turbines. Please see document for "design lifetime of wind turbine components" for more information.

| Subject | ID | Issue | Unit | Value | |
|---|---|---|---|---|---|
| **0. Design lifetime** | 0.0 | Design lifetime definition | - | IEC 61400-1[1] | |
| | 0.1 | Design lifetime | years | 20 | 25 |
| **1. Wind, operation** | 1.1 | Wind definitions | - | IEC 61400-1 | |
| | 1.2 | IEC class | - | IIA | IIB |
| | 1.3 | Mean air density, ρ | kg/m$^3$ | 1.225 | 1.225 |
| | 1.4 | Mean wind speed, $V_{ave}$ | m/s | 8.5 | 8.5 |
| | 1.5 | Weibull scale parameter, A | m/s | 9.59 | 9.59 |
| | 1.6 | Weibull shape parameter, k | - | 2 | 2 |
| | 1.7 | Wind shear exponent, α | - | 0.20 | 0.20 |
| | 1.8 | Reference turbulence intensity at 15 m/s, $I_{ref}$ | - | 0.16 | 0.14 |
| | 1.9 | Standard deviation of wind direction | Deg | 7.5 | 7.5 |
| | 1.10 | Maximum flow inclination | Deg | 8 | 8 |
| | 1.11 | Minimum turbine spacing, in rows | D | 3 | 3 |
| | 1.12 | Minimum turbine spacing, between rows | D | 5 | 5 |
| **2. Wind, extreme** | 2.1 | Wind definitions | | IEC 61400-1 | |
| | 2.2 | Air density, ρ | kg/m$^3$ | 1.225 | |
| | 2.3 | Reference wind speed average over 10 min at hub height, $V_{ref}$ | m/s | 42.5 | |
| | 2.4 | Maximum 3 s gust in hub height, $V_{e50}$ | m/s | 59.5 | |
| | 2.5 | Maximum hub height power law index, α | - | 0.11 | |
| | 2.6 | Storm turbulence | - | N/A | |
| **3. Temperature** | 3.1 | Temperature definitions | - | IEC 61400-1 | |
| | 3.2 | Minimum temperature, stand-still, $T_{min, s}$ | Deg.C | -30 | |

[1] All mentioning of IEC 61400-1 refers to to IEC 61400-1:2018 Ed4.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

| Subject | ID | Issue | Unit | Value |
|---|---|---|---|---|
| | 3.3 | Minimum temperature, operation, $T_{min, o}$ | Deg.C | -20 |
| | 3.4 | Maximum temperature, operation, $T_{max, o}$ | Deg.C | 40[2] |
| | 3.5 | Maximum temperature, stand-still, $T_{max, s}$ | Deg.C | 50 |
| **4. Corrosion** | 4.1 | Atmospheric-corrosivity category definitions | - | ISO 12944-2 |
| | 4.2 | Internal nacelle environment (corrosivity category) | - | C3-H |
| | 4.3 | Exterior environment (corrosivity category) | - | C3-H |
| **5. Lightning** | 5.1 | Lightning definitions | - | IEC 61400-24:2010 |
| | 5.2 | Lightning protection level (LPL) | - | LPL 1 |
| **6. Dust** | 6.1 | Dust definitions | - | IEC 60721-3-4:1995 |
| | 6.2 | Working environmental conditions | mg/m$^3$ | Average Dust Concentration (95% time) → 0.05 mg/m$^3$ |
| | 6.3 | Concentration of particles | mg/m$^3$ | Peak Dust Concentration (95% time) → 0.5 mg/m$^3$ |
| **7. Hail** | 7.1 | Maximum hail diameter | mm | 20 |
| | 7.2 | Maximum hail falling speed | m/s | 20 |
| **8. Ice** | 8.1 | Ice definitions | - | - |
| | 8.2 | Ice conditions | Days/yr | 7 |
| **9. Solar radiation** | 9.1 | Solar radiation definitions | - | IEC 61400-1 |
| | 9.2 | Solar radiation intensity | W/m$^2$ | 1000 |
| **10. Humidity** | 10.1 | Humidity definition | - | IEC 61400-1 |
| | 10.2 | Relative humidity | % | Up to 95 |
| **11. Obstacles** | 11.1 | If the height of obstacles within 500m of any turbine location height exceeds 1/3 of (H – D/2) where H is the hub height and D is the rotor diameter then restrictions may apply. Please contact Siemens Gamesa Renewable Energy for information on the maximum allowable obstacle height with respect to the site and the turbine type. | | |
| **12. Precipitation[3]** | 12.1 | Annual precipitation | mm/yr | 1100 |

[2] Maximum power output may be limited after an extended period of operation with a power output close to nominal power. The limitation depends on air temperature and air density as further described in the High Temperature Ride Through specification.
[3] The specified maximum precipitation considers standard Leading Edge Protection.

D2294354/019 – Restricted
© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

# 10. Flexible Rating Specifications

The SG 6.0-155 is offered with various operational modes that are achieved through the flexible operating capacity of the product, enabling the configuration of an optimal power rating that is best suited for each wind farm. The operating modes are broadly divided into two categories: Application Modes and Noise Reduction System Modes[4].

## 10.1. Application Modes

Application Modes ensure optimal turbine performance with maximum power rating allowed by the structural and electrical systems of the turbine. There are multiple Application Modes, offering flexibility of different power ratings. All Application Modes are part of the turbine Certificate. The SG 6.0-155 can offer increased operation flexibility with modes based on AM 0 with reduced power rating. These new modes are created with same noise performance of the corresponding Application Mode 0 but with decreased power rating and improved temperature de-rating than the corresponding Application Mode 0. In addition, the turbine's electrical performance is constant for the full set of application modes, as shown on the table below.
The SG 6.0-155 is designed with a base wind class, applicable to AM 0, of IEC IIA for 20 year lifetime as well as IEC IIB for 25 year lifetime. All other Application Modes may be analysed for more demanding site conditions.

### 10.1.1. List of Application Modes

| Rotor Configuration | Application mode | Rating [MW] | Noise [dB(A)] | Power Curve Document | Acoustic Emission Document | Electrical Performance | | | Max temperature With Max active power and electrical capabilities[5] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Cos Phi | Voltage Range | Frequency range | |
| SG 6.0-155 | AM 0 | 6.6 | 105.0 | D2075721 | D2311677 | 0.9 | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn | 20ºC |
| SG 6.0-155 | AM-1 | 6.5 | 105.0 | D2354395 | D2359800 | 0.9 | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn | 23ºC |
| SG 6.0-155 | AM-2 | 6.4 | 105.0 | D2354431 | D2359800 | 0.9 | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn | 25ºC |
| SG 6.0-155 | AM-3 | 6.3 | 105.0 | D2354439 | D2359800 | 0.9 | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn | 28ºC |
| SG 6.0-155 | AM-4 | 6.2 | 105.0 | D2354491 | D2359800 | 0.9 | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn | 30ºC |
| SG 6.0-155 | AM-5 | 6.1 | 105.0 | D2354488 | D2359800 | 0.9 | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn | 33ºC |
| SG 6.0-155 | AM-6 | 6.0 | 105.0 | D2075725 | D2359800 | 0.9 | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn | 35ºC |
| SG 6.0-155 | AM-7 | 5.8 | 105.0 | D2354517 | D2359800 | 0.9 | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn | 38ºC |
| SG 6.0-155 | AM-8 | 5.6 | 105.0 | D2356422 | D2359800 | 0.9 | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn | 40ºC |

[4] It should be noted that the definition of various modes as described in this chapter is applicable in combination with standard temperature limits and grid capabilities of the turbine. Please refer to High Temperature Ride Through and Reactive Power Capability Document for more information

[5] Please Refer to "High Temperature Ride Through" for more details'


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.




## 10.2. Noise Reduction System (NRS) Modes

The Noise Reduction System is an optional module available with the basic SCADA configuration and it therefore requires the presence of a SGRE SCADA system to work. NRS Modes are noise curtailed modes enabled by the Noise Reduction System. The purpose of this system is to limit the noise emitted by any of the functioning turbines and thereby comply with local regulations regarding noise emissions.

Noise control is achieved through the reduction of active power and rotational speed of the wind turbine. This reduction is dependent on the wind speed. The Noise Reduction System controls the noise settings of each turbine to the most appropriate level at all times, in order to keep the noise emissions within the limits allowed. Sound Power Levels correspond to the wind turbine configuration equipped with noise reduction add-ons attached to the blade.

The activation of NRS modes depend on the tower type selection. This information can be provided upon request.

### 10.2.1. List of NRS Modes

| Rotor Configuration | NRS Mode | Rating [MW] | Noise [dB(A)] | Power Curve Document | Acoustic Emission Document | Max temperature With Max active power and electrical capabilities[6] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SG 6.0-155 | N1 | 6.30 | 104.0 | D2314777 | D2359800 | 20ºC |
| SG 6.0-155 | N2 | 6.10 | 103.5 | D2314778 | D2359800 | 20ºC |
| SG 6.0-155 | N3 | 5.24 | 102.0 | D2314779 | D2359800 | 20ºC |
| SG 6.0-155 | N4 | 5.12 | 101.0 | D2314780 | D2359800 | 20ºC |
| SG 6.0-155 | N5 | 4.87 | 100 | D2314781 | D2359800 | 20 ºC |
| SG 6.0-155 | N6 | 4.52 | 99.0 | D2314783 | D2359800 | 20 ºC |
| SG 6.0-155 | N7 | 3.50 | 98.0 | D2373456 | D2379747 | 20 ºC |
| SG 6.0-155 | N8 | 2.97 | 97.0 | D2373458 | D2379748 | 20 C |

[6] Please Refer to High Temperature Ride ThroughSpecification" for more details'


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

# 11. Standard Ct and Power Curve, Rev. 0, Mode AM 0

## 11.1. Standard Power Curve, Application Mode - AM 0

Air density = 1.225 kg/m$^3$

Validity range:

| | |
|---|---|
| **Wind Shear (10min average)** | ≤ 0.3 |
| **Turbulence intensity TI [%] for bin i** | $5\%\frac{(0.75v_i+5.6)}{v_i} < TI_i < 12\%\frac{(0.75v_i+5.6)}{v_i}$ |
| **Terrain** | Not complex according to IEC 61400-12-1 |
| **Upflow β [°]** | $-2^o \le \beta \le +2^o$ |
| **Grid frequency [Hz]** | ± 0.5 Hz |

Other considerations: Clean rotor blades, substantially horizontal, undisturbed air flow, turbine operated within nominal limits according to the Electrical Specification.

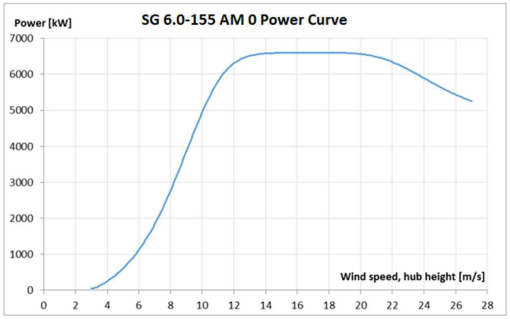
Next table shows the electrical power as a function of wind speed in hub height, averaged in ten minutes, for air density = 1.225 kg/m$^3$. The power curve does not include losses in the transformer and high voltage cables.

For a detailed description of Application Mode – AM 0, please refer to Flexible Rating Specification (D2315786).


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

| SG 6.0-155 Rev 0, AM 0 | |
|---|---|
| **Wind Speed [m/s]** | **Power [kW]** |
| 3.0 | 47 |
| 3.5 | 126 |
| 4.0 | 252 |
| 4.5 | 415 |
| 5.0 | 613 |
| 5.5 | 848 |
| 6.0 | 1128 |
| 6.5 | 1457 |
| 7.0 | 1840 |
| 7.5 | 2281 |
| 8.0 | 2775 |
| 8.5 | 3312 |
| 9.0 | 3868 |
| 9.5 | 4421 |
| 10.0 | 4948 |
| 10.5 | 5421 |
| 11.0 | 5812 |
| 11.5 | 6106 |
| 12.0 | 6309 |
| 12.5 | 6438 |
| 13.0 | 6513 |
| 13.5 | 6555 |
| 14.0 | 6578 |
| 14.5 | 6589 |
| 15.0 | 6595 |
| 15.5 | 6597 |
| 16.0 | 6599 |
| 16.5 | 6599 |
| 17.0 | 6600 |
| 17.5 | 6600 |
| 18.0 | 6599 |




D2294354/019 – Restricted
© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

| | |
|---|---|
| 18.5 | 6597 |
| 19.0 | 6592 |
| 19.5 | 6581 |
| 20.0 | 6562 |
| 20.5 | 6531 |
| 21.0 | 6486 |
| 21.5 | 6423 |
| 22.0 | 6342 |
| 22.5 | 6246 |
| 23.0 | 6137 |
| 23.5 | 6018 |
| 24.0 | 5894 |
| 24.5 | 5770 |
| 25.0 | 5652 |
| 25.5 | 5537 |
| 26.0 | 5434 |
| 26.5 | 5342 |
| 27.0 | 5262 |

The annual energy production data for different annual mean wind speeds in hub height are calculated from the above power curve assuming a Weibull wind speed distribution, 100 percent availability, and no reductions due to array losses, grid losses, or other external factors affecting the production.

| *AEP [MWh]* | | Annual Average Wind Speed [m/s] at Hub Height | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *5.0* | *5.5* | *6.0* | *6.5* | *7.0* | *7.5* | *8.0* | *8.5* | *9.0* | *9.5* | *10.0* |
| *Weibull K* | *1.5* | 11262 | 13601 | 15888 | 18077 | 20135 | 22040 | 23778 | 25342 | 26731 | 27947 | 28996 |
| | *2.0* | 9838 | 12499 | 15234 | 17956 | 20603 | 23129 | 25503 | 27707 | 29729 | 31559 | 33194 |
| | *2.5* | 8624 | 11355 | 14296 | 17337 | 20376 | 23333 | 26150 | 28789 | 31232 | 33468 | 35497 |

Annual Production [MWh] SG 6.0-155 Rev 0, AM 0 wind turbine for the standard version, as a function of the annual mean wind speed at hub height, and for different Weibull parameters. Air density 1.225 kg/m$^3$


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.




## 11.2. Standard Ct Curve, Application Mode – AM 0

Air density = 1.225 kg/m$^3$

Validity range:

| | |
|---|---|
| **Wind Shear (10min average)** | ≤ 0.3 |
| **Turbulence intensity TI [%] for bin i** | $5\% \frac{(0.75v_i + 5.6)}{v_i} < TI_i < 12\% \frac{(0.75v_i + 5.6)}{v_i}$ |
| **Terrain** | Not complex according to IEC 61400-12-1 |
| **Upflow β [°]** | $-2^o \leq \beta \leq +2^o$ |
| **Grid frequency [Hz]** | ± 0.5 Hz |

Other considerations: Clean rotor blades, substantially horizontal, undisturbed air flow, turbine operated within nominal limits according to the Electrical Specification.

The thrust coefficient Ct is used for the calculation of the wind speed deficit in the wake of a wind turbine.

Ct is defined by the following expression:

Ct = F / (0.5 * ad * w$^2$ * A)

where

F = Rotor force [N]

ad = Air density [kg/m$^3$]

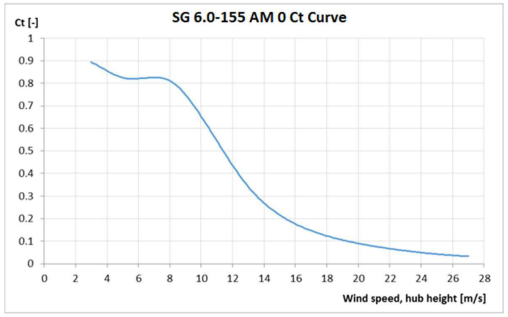
w = Wind speed [m/s]

A = Swept area of rotor [m$^2$]

For a detailed description of Application Mode - AM 0, please refer to Flexible Rating Specification (D2315786).


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

| SG 6.0-155 Rev 0, AM 0 | |
|---|---|
| Wind Speed [m/s] | Ct [ - ] |
| 3.0 | 0.894 |
| 3.5 | 0.876 |
| 4.0 | 0.856 |
| 4.5 | 0.838 |
| 5.0 | 0.825 |
| 5.5 | 0.820 |
| 6.0 | 0.821 |
| 6.5 | 0.824 |
| 7.0 | 0.825 |
| 7.5 | 0.823 |
| 8.0 | 0.812 |
| 8.5 | 0.787 |
| 9.0 | 0.750 |
| 9.5 | 0.704 |
| 10.0 | 0.653 |
| 10.5 | 0.600 |
| 11.0 | 0.545 |
| 11.5 | 0.489 |
| 12.0 | 0.436 |
| 12.5 | 0.386 |
| 13.0 | 0.342 |
| 13.5 | 0.303 |
| 14.0 | 0.269 |
| 14.5 | 0.240 |
| 15.0 | 0.216 |
| 15.5 | 0.195 |
| 16.0 | 0.176 |
| 16.5 | 0.161 |
| 17.0 | 0.147 |
| 17.5 | 0.134 |
| 18.0 | 0.123 |
| 18.5 | 0.114 |
| 19.0 | 0.105 |
| 19.5 | 0.097 |
| 20.0 | 0.090 |
| 20.5 | 0.084 |
| 21.0 | 0.078 |
| 21.5 | 0.072 |
| 22.0 | 0.067 |
| 22.5 | 0.062 |
| 23.0 | 0.058 |
| 23.5 | 0.053 |
| 24.0 | 0.049 |
| 24.5 | 0.046 |
| 25.0 | 0.043 |
| 25.5 | 0.040 |
| 26.0 | 0.037 |
| 26.5 | 0.035 |
| 27.0 | 0.033 |





© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.




# 12. Standard Ct and Power Curve, Rev. 0, AM 0 – Air Density

## 12.1. Standard Power Curve, Application Mode – AM 0

Air density = [1.06, 1.27] kg/m3

Validity range:

| | |
|---|---|
| **Wind Shear (10min average)** | ≤ 0.3 |
| **Turbulence intensity TI [%] for bin i** | $5\%\frac{(0.75v_i+5.6)}{v_i} < TI_i < 12\%\frac{(0.75v_i+5.6)}{v_i}$ |
| **Terrain** | Not complex according to IEC 61400-12-1 |
| **Upflow β [°]** | $-2^o \leq \beta \leq +2^o$ |
| **Grid frequency [Hz]** | ± 0.5 Hz |

Other considerations: Clean rotor blades, substantially horizontal, undisturbed air flow, turbine operated within nominal limits according to the Electrical Specification.

Next table shows the electrical power as a function of wind speed in hub height, averaged in ten minutes, for air density range = [1.06,1.27] kg/m3. The power curves do not include losses in the transformer and high voltage cables.

For a detailed description of Application Mode – AM 0, please refer to Flexible Rating Specification (D2315786)


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

| SG 6.0-155 Mode AM 0 Power curves [kW] | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ws hub [m/s] | Air density [kg/m³] | | | | | | | | |
| | 1.225 | 1.06 | 1.09 | 1.12 | 1.15 | 1.18 | 1.21 | 1.24 | 1.27 |
| 3.0 | 47 | 34 | 37 | 39 | 41 | 43 | 45 | 48 | 50 |
| 3.5 | 126 | 99 | 104 | 109 | 114 | 118 | 123 | 129 | 134 |
| 4.0 | 252 | 206 | 214 | 222 | 231 | 239 | 248 | 256 | 265 |
| 4.5 | 415 | 346 | 358 | 371 | 383 | 396 | 408 | 421 | 434 |
| 5.0 | 613 | 517 | 534 | 552 | 569 | 586 | 604 | 621 | 639 |
| 5.5 | 848 | 721 | 744 | 767 | 790 | 814 | 837 | 860 | 883 |
| 6.0 | 1128 | 963 | 993 | 1023 | 1053 | 1083 | 1113 | 1142 | 1172 |
| 6.5 | 1457 | 1248 | 1286 | 1324 | 1362 | 1400 | 1438 | 1476 | 1514 |
| 7.0 | 1840 | 1580 | 1627 | 1675 | 1722 | 1769 | 1817 | 1864 | 1911 |
| 7.5 | 2281 | 1962 | 2020 | 2078 | 2136 | 2194 | 2252 | 2310 | 2368 |
| 8.0 | 2775 | 2391 | 2461 | 2531 | 2601 | 2671 | 2741 | 2810 | 2880 |
| 8.5 | 3312 | 2856 | 2939 | 3022 | 3105 | 3188 | 3270 | 3353 | 3435 |
| 9.0 | 3868 | 3341 | 3437 | 3533 | 3629 | 3725 | 3820 | 3915 | 4010 |
| 9.5 | 4421 | 3826 | 3936 | 4045 | 4153 | 4261 | 4368 | 4474 | 4579 |
| 10.0 | 4948 | 4302 | 4423 | 4543 | 4662 | 4779 | 4893 | 5003 | 5111 |
| 10.5 | 5421 | 4759 | 4889 | 5015 | 5137 | 5255 | 5367 | 5473 | 5573 |
| 11.0 | 5812 | 5187 | 5317 | 5441 | 5558 | 5666 | 5765 | 5856 | 5939 |
| 11.5 | 6106 | 5569 | 5690 | 5800 | 5901 | 5991 | 6071 | 6140 | 6202 |
| 12.0 | 6309 | 5887 | 5990 | 6080 | 6159 | 6227 | 6284 | 6333 | 6375 |
| 12.5 | 6438 | 6134 | 6213 | 6281 | 6337 | 6384 | 6422 | 6453 | 6479 |
| 13.0 | 6513 | 6311 | 6367 | 6413 | 6451 | 6480 | 6504 | 6522 | 6537 |
| 13.5 | 6555 | 6428 | 6466 | 6495 | 6518 | 6536 | 6550 | 6560 | 6569 |
| 14.0 | 6578 | 6502 | 6526 | 6543 | 6557 | 6567 | 6575 | 6580 | 6585 |
| 14.5 | 6589 | 6546 | 6560 | 6570 | 6578 | 6583 | 6587 | 6590 | 6593 |
| 15.0 | 6595 | 6571 | 6579 | 6585 | 6589 | 6592 | 6594 | 6595 | 6597 |
| 15.5 | 6597 | 6585 | 6589 | 6592 | 6594 | 6596 | 6597 | 6598 | 6598 |
| 16.0 | 6599 | 6592 | 6594 | 6596 | 6597 | 6598 | 6599 | 6599 | 6599 |
| 16.5 | 6599 | 6596 | 6597 | 6598 | 6599 | 6599 | 6599 | 6600 | 6600 |
| 17.0 | 6600 | 6598 | 6599 | 6599 | 6599 | 6600 | 6600 | 6600 | 6600 |
| 17.5 | 6600 | 6599 | 6599 | 6599 | 6599 | 6600 | 6600 | 6600 | 6600 |
| 18.0 | 6599 | 6598 | 6599 | 6599 | 6599 | 6599 | 6599 | 6599 | 6599 |
| 18.5 | 6597 | 6597 | 6597 | 6597 | 6597 | 6597 | 6597 | 6597 | 6597 |
| 19.0 | 6592 | 6592 | 6592 | 6592 | 6592 | 6592 | 6592 | 6592 | 6592 |
| 19.5 | 6581 | 6581 | 6581 | 6581 | 6581 | 6581 | 6581 | 6581 | 6581 |
| 20.0 | 6562 | 6562 | 6562 | 6562 | 6562 | 6562 | 6562 | 6562 | 6562 |
| 20.5 | 6531 | 6531 | 6531 | 6531 | 6531 | 6531 | 6531 | 6531 | 6531 |
| 21.0 | 6486 | 6486 | 6486 | 6486 | 6486 | 6486 | 6486 | 6486 | 6486 |
| 21.5 | 6423 | 6423 | 6423 | 6423 | 6423 | 6423 | 6423 | 6423 | 6423 |
| 22.0 | 6342 | 6342 | 6342 | 6342 | 6342 | 6342 | 6342 | 6342 | 6342 |
| 22.5 | 6246 | 6246 | 6246 | 6246 | 6246 | 6246 | 6246 | 6246 | 6246 |
| 23.0 | 6137 | 6137 | 6137 | 6137 | 6137 | 6137 | 6137 | 6137 | 6137 |
| 23.5 | 6018 | 6018 | 6018 | 6018 | 6018 | 6018 | 6018 | 6018 | 6018 |
| 24.0 | 5894 | 5894 | 5894 | 5894 | 5894 | 5894 | 5894 | 5894 | 5894 |
| 24.5 | 5770 | 5770 | 5770 | 5770 | 5770 | 5770 | 5770 | 5770 | 5770 |
| 25.0 | 5652 | 5652 | 5652 | 5652 | 5652 | 5652 | 5652 | 5652 | 5652 |
| 25.5 | 5537 | 5537 | 5537 | 5537 | 5537 | 5537 | 5537 | 5537 | 5537 |
| 26.0 | 5434 | 5434 | 5434 | 5434 | 5434 | 5434 | 5434 | 5434 | 5434 |
| 26.5 | 5342 | 5342 | 5342 | 5342 | 5342 | 5342 | 5342 | 5342 | 5342 |
| 27.0 | 5262 | 5262 | 5262 | 5262 | 5262 | 5262 | 5262 | 5262 | 5262 |


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.




The annual energy production data for different annual mean wind speeds in hub height are calculated from the above power curve assuming a Weibull wind speed distribution with a K-factor of 2.0, 100 percent availability, and no reductions due to array losses, grid losses, or other external factors affecting the production.

| AEP [MWh] | | Annual Average Wind Speed [m/s] at Hub Height | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 | 9.5 | 10.0 |
| Density [kg/m3] | 1.225 | 9838 | 12499 | 15234 | 17956 | 20603 | 23129 | 25503 | 27707 | 29729 | 31559 | 33194 |
| | 1.06 | 8546 | 10956 | 13476 | 16030 | 18555 | 21001 | 23334 | 25527 | 27562 | 29424 | 31106 |
| | 1.09 | 8787 | 11247 | 13811 | 16401 | 18952 | 21418 | 23762 | 25960 | 27994 | 29853 | 31527 |
| | 1.12 | 9025 | 11533 | 14139 | 16762 | 19339 | 21821 | 24174 | 26376 | 28409 | 30262 | 31928 |
| | 1.15 | 9261 | 11815 | 14460 | 17115 | 19714 | 22211 | 24572 | 26776 | 28807 | 30654 | 32312 |
| | 1.18 | 9494 | 12092 | 14775 | 17458 | 20078 | 22588 | 24955 | 27160 | 29187 | 31028 | 32677 |
| | 1.21 | 9724 | 12365 | 15082 | 17792 | 20431 | 22951 | 25324 | 27529 | 29552 | 31386 | 33026 |
| | 1.24 | 9951 | 12633 | 15383 | 18118 | 20773 | 23303 | 25680 | 27883 | 29902 | 31729 | 33359 |
| | 1.27 | 10176 | 12896 | 15678 | 18436 | 21107 | 23645 | 26024 | 28226 | 30240 | 32059 | 33680 |

Annual Production [MWh] SG 6.0-155 Rev 0, AM 0 wind turbine for the standard version, as a function of the annual mean wind speed at hub height, and for Weibull parameter K=2.0.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

## 12.2. Standard Ct Curve, Application Mode – AM 0

Air density = [1.06 –1.27] kg/m3

Validity range:

| | |
|---|---|
| **Wind Shear (10min average)** | ≤ 0.3 |
| **Turbulence intensity TI [%] for bin i** | $5\%\frac{(0.75v_i+5.6)}{v_i} < TI_i < 12\%\frac{(0.75v_i+5.6)}{v_i}$ |
| **Terrain** | Not complex according to IEC 61400-12-1 |
| **Upflow β [°]** | $-2^0 \le \beta \le +2^0$ |
| **Grid frequency [Hz]** | ± 0.5 Hz |

Other considerations: Clean rotor blades, substantially horizontal, undisturbed air flow, turbine operated within nominal limits according to the Electrical Specification.

The thrust coefficient Ct is used for the calculation of the wind speed deficit inthe wake of a wind turbine.

Ct is defined by the following expression:

Ct = F / (0.5 *ad*w2*A)

Where

F = Rotor force [N]

ad = Air density [kg/m3]

w = Wind speed [m/s]

A = Swept area of rotor [m2]

For a detailed description of Application Mode AM 0, please refer to Flexible Rating Specification (D2315786).

| SG 6.0-155 Mode AM 0 Ct curves [-] | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Ws hub [m/s]* | *Air density [kg/m³]* | | | | | | | | |
| | *1.225* | *1.06* | *1.09* | *1.12* | *1.15* | *1.18* | *1.21* | *1.24* | *1.27* |
| ***3.0*** | 0.894 | 0.894 | 0.894 | 0.894 | 0.894 | 0.894 | 0.894 | 0.894 | 0.894 |
| ***3.5*** | 0.876 | 0.876 | 0.876 | 0.876 | 0.876 | 0.876 | 0.876 | 0.876 | 0.876 |
| ***4.0*** | 0.856 | 0.856 | 0.856 | 0.856 | 0.856 | 0.856 | 0.856 | 0.856 | 0.856 |
| ***4.5*** | 0.838 | 0.838 | 0.838 | 0.838 | 0.838 | 0.838 | 0.838 | 0.838 | 0.838 |
| ***5.0*** | 0.825 | 0.825 | 0.825 | 0.825 | 0.825 | 0.825 | 0.825 | 0.825 | 0.825 |
| ***5.5*** | 0.820 | 0.820 | 0.820 | 0.820 | 0.820 | 0.820 | 0.820 | 0.820 | 0.820 |
| ***6.0*** | 0.821 | 0.821 | 0.821 | 0.821 | 0.821 | 0.821 | 0.821 | 0.821 | 0.821 |


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***6.5*** | 0.824 | 0.824 | 0.824 | 0.824 | 0.824 | 0.824 | 0.824 | 0.824 | 0.824 |
| ***7.0*** | 0.825 | 0.825 | 0.825 | 0.825 | 0.825 | 0.825 | 0.825 | 0.825 | 0.825 |
| ***7.5*** | 0.823 | 0.823 | 0.823 | 0.823 | 0.823 | 0.823 | 0.823 | 0.823 | 0.823 |
| ***8.0*** | 0.812 | 0.812 | 0.812 | 0.812 | 0.812 | 0.812 | 0.812 | 0.812 | 0.812 |
| ***8.5*** | 0.787 | 0.787 | 0.787 | 0.787 | 0.787 | 0.787 | 0.787 | 0.787 | 0.787 |
| ***9.0*** | 0.750 | 0.750 | 0.750 | 0.750 | 0.750 | 0.750 | 0.750 | 0.750 | 0.750 |
| ***9.5*** | 0.704 | 0.705 | 0.705 | 0.704 | 0.704 | 0.704 | 0.704 | 0.704 | 0.703 |
| ***10.0*** | 0.653 | 0.656 | 0.656 | 0.656 | 0.656 | 0.655 | 0.654 | 0.652 | 0.651 |
| ***10.5*** | 0.600 | 0.609 | 0.608 | 0.607 | 0.606 | 0.604 | 0.601 | 0.598 | 0.595 |
| ***11.0*** | 0.545 | 0.562 | 0.561 | 0.558 | 0.555 | 0.552 | 0.547 | 0.542 | 0.537 |
| ***11.5*** | 0.489 | 0.517 | 0.514 | 0.510 | 0.505 | 0.499 | 0.493 | 0.486 | 0.479 |
| ***12.0*** | 0.436 | 0.472 | 0.467 | 0.461 | 0.455 | 0.447 | 0.440 | 0.432 | 0.424 |
| ***12.5*** | 0.386 | 0.428 | 0.422 | 0.414 | 0.407 | 0.398 | 0.390 | 0.382 | 0.374 |
| ***13.0*** | 0.342 | 0.386 | 0.378 | 0.370 | 0.362 | 0.354 | 0.346 | 0.337 | 0.330 |
| ***13.5*** | 0.303 | 0.347 | 0.339 | 0.330 | 0.322 | 0.314 | 0.306 | 0.299 | 0.292 |
| ***14.0*** | 0.269 | 0.311 | 0.303 | 0.295 | 0.287 | 0.280 | 0.273 | 0.266 | 0.259 |
| ***14.5*** | 0.240 | 0.279 | 0.271 | 0.264 | 0.257 | 0.250 | 0.244 | 0.237 | 0.232 |
| ***15.0*** | 0.216 | 0.250 | 0.243 | 0.237 | 0.230 | 0.224 | 0.219 | 0.213 | 0.208 |
| ***15.5*** | 0.195 | 0.226 | 0.220 | 0.213 | 0.208 | 0.202 | 0.197 | 0.192 | 0.188 |
| ***16.0*** | 0.176 | 0.204 | 0.199 | 0.193 | 0.188 | 0.183 | 0.179 | 0.174 | 0.170 |
| ***16.5*** | 0.161 | 0.186 | 0.181 | 0.176 | 0.171 | 0.167 | 0.162 | 0.159 | 0.155 |
| ***17.0*** | 0.147 | 0.169 | 0.165 | 0.160 | 0.156 | 0.152 | 0.148 | 0.145 | 0.141 |
| ***17.5*** | 0.134 | 0.155 | 0.151 | 0.147 | 0.143 | 0.139 | 0.136 | 0.133 | 0.130 |
| ***18.0*** | 0.123 | 0.142 | 0.138 | 0.135 | 0.131 | 0.128 | 0.125 | 0.122 | 0.119 |
| ***18.5*** | 0.114 | 0.131 | 0.127 | 0.124 | 0.121 | 0.118 | 0.115 | 0.113 | 0.110 |
| ***19.0*** | 0.105 | 0.121 | 0.118 | 0.115 | 0.112 | 0.109 | 0.106 | 0.104 | 0.102 |
| ***19.5*** | 0.097 | 0.112 | 0.109 | 0.106 | 0.103 | 0.101 | 0.099 | 0.096 | 0.094 |
| ***20.0*** | 0.090 | 0.104 | 0.101 | 0.098 | 0.096 | 0.094 | 0.091 | 0.089 | 0.087 |
| ***20.5*** | 0.084 | 0.096 | 0.093 | 0.091 | 0.089 | 0.087 | 0.085 | 0.083 | 0.081 |
| ***21.0*** | 0.078 | 0.089 | 0.087 | 0.085 | 0.082 | 0.081 | 0.079 | 0.077 | 0.075 |
| ***21.5*** | 0.072 | 0.083 | 0.080 | 0.078 | 0.077 | 0.075 | 0.073 | 0.071 | 0.070 |
| ***22.0*** | 0.067 | 0.076 | 0.074 | 0.073 | 0.071 | 0.069 | 0.068 | 0.066 | 0.065 |
| ***22.5*** | 0.062 | 0.071 | 0.069 | 0.067 | 0.066 | 0.064 | 0.063 | 0.061 | 0.060 |
| ***23.0*** | 0.058 | 0.065 | 0.064 | 0.062 | 0.061 | 0.059 | 0.058 | 0.057 | 0.056 |
| ***23.5*** | 0.053 | 0.061 | 0.059 | 0.058 | 0.056 | 0.055 | 0.054 | 0.053 | 0.052 |
| ***24.0*** | 0.049 | 0.056 | 0.055 | 0.053 | 0.052 | 0.051 | 0.050 | 0.049 | 0.048 |
| ***24.5*** | 0.046 | 0.052 | 0.051 | 0.050 | 0.048 | 0.047 | 0.046 | 0.045 | 0.044 |
| ***25.0*** | 0.043 | 0.048 | 0.047 | 0.046 | 0.045 | 0.044 | 0.043 | 0.042 | 0.041 |
| ***25.5*** | 0.040 | 0.045 | 0.044 | 0.043 | 0.042 | 0.041 | 0.040 | 0.039 | 0.039 |
| ***26.0*** | 0.037 | 0.042 | 0.041 | 0.040 | 0.039 | 0.038 | 0.038 | 0.037 | 0.036 |
| ***26.5*** | 0.035 | 0.040 | 0.039 | 0.038 | 0.037 | 0.036 | 0.035 | 0.035 | 0.034 |
| ***27.0*** | 0.033 | 0.037 | 0.036 | 0.036 | 0.035 | 0.034 | 0.033 | 0.033 | 0.032 |

D2294354/019 – Restricted
© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

# 13. Standard Acoustic Emission, Rev. 0. Mode AM 0

**Typical Sound Power Levels**

The sound power levels are presented with reference to the code IEC 61400-11 ed. 3.0 (2012). The sound power levels ($L_{WA}$) presented are valid for the corresponding wind speeds referenced to the hub height.

| Wind speed [m/s] | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Up tp cut-out |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AM 0 | 92.0 | 92.0 | 94.8 | 98.8 | 102.1 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 | 105.0 |

*Table 1: Acoustic emission, $L_{WA}$[dB(A) re 1 pW](10 Hz to 10kHz)]*

| Wind speed [m/s] | 6 | 8 |
|---|---|---|
| AM 0 | 88.6 | 92.8 |

*Table 2: Acoustic emission, $L_{WA}$[dB(A) re 1 pW](10 Hz to 160 Hz)]*

**Low Noise Operations**

The lower sound power level is also available and can be achieved by adjusting the turbines controller settings, i.e. an optimization of rpm and pitch. The noise settings are not static and can be applied to optimize the operational output of the turbine. Noise settings can be tailored to time of day as well as wind direction to offer the most suitable solution for a specific location. This functionality is controlled via the SCADA system and is described further in the white paper on Noise Reduction Operations. Furthermore, tailored power curves can be provided which take wind speed into consideration allowing for management of the turbine output power and noise emission level to comply with site specific noise requirements.Tailored power curves are project and turbine specific and will therefore require Siemens Gamesa Siting involvement to provide the optimal solutions. The lower sound power levels may not be applicable to all tower variants. Please contact Siemens Gamesa for further information.

For a detailed description of Application Mode – AM 0, please refer to Flexible Rating Specification (D2315786).


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# 14. Electrical Specifications

**Nominal output and grid conditions**

| | |
|---|---|
| Nominal power | 6600 kW |
| Nominal voltage | 690 V |
| Power factor correction | Frequency converter control |
| Power factor range | 0.9 capacitive to 0.9 inductive at nominal balanced voltage |

**Generator**

| | |
|---|---|
| Type | DFIG Asynchronous |
| Maximum power | 6750 kW @20°C ext. ambient |
| Nominal speed | 1120 rpm-6p (50Hz)<br>1344 rpm-6p (60Hz) |

**Generator Protection**

| | |
|---|---|
| Insulation class | Stator H/H<br>Rotor H/H |
| Winding temperatures | 6 Pt 100 sensors |
| Bearing temperatures | 3 Pt 100 |
| Slip Rings | 1 Pt 100 |
| Grounding brush | On side no coupling |

**Generator Cooling**

| | |
|---|---|
| Cooling system | Air cooling |
| Internal ventilation | Air |
| Control parameter | Winding, Air, Bearings temperatures |

**Frequency Converter**

| | |
|---|---|
| Operation | 4Q B2B Partial Load |
| Switching | PWM |
| Switching freq., grid side | 2.5 kHz |
| Cooling | Liquid/Air |

**Main Circuit Protection**

| | |
|---|---|
| Short circuit protection | Circuit breaker |
| Surge arrester | varistors |

**Peak Power Levels**

| | |
|---|---|
| 10 min average | Limited to nominal |

Simplified Single Line Diagram

**Grid Capabilities Specification**

| | |
|---|---|
| Nominal grid frequency | 50 or 60 Hz |
| Minimum voltage | 85 % of nominal |
| Maximum voltage | 113 % of nominal |
| Minimum frequency | 92 % of nominal |
| Maximum frequency | 108 % of nominal |
| Maximum voltage imbalance (negative sequence of component voltage). | ≤5 % |
| Max short circuit level at controller's grid | |
| Terminals (690 V) | 82 kA |

**Power Consumption from Grid** (approximately)

| | |
|---|---|
| At stand-by,No yawing | 10 kW |
| At stand-by, yawing | 50 kW |

**Controller back-up**

| | |
|---|---|
| UPS Controller system | Online UPS, Li battery |
| Back-up time | 1 min |
| Back-up time Scada | Depend on configuration |

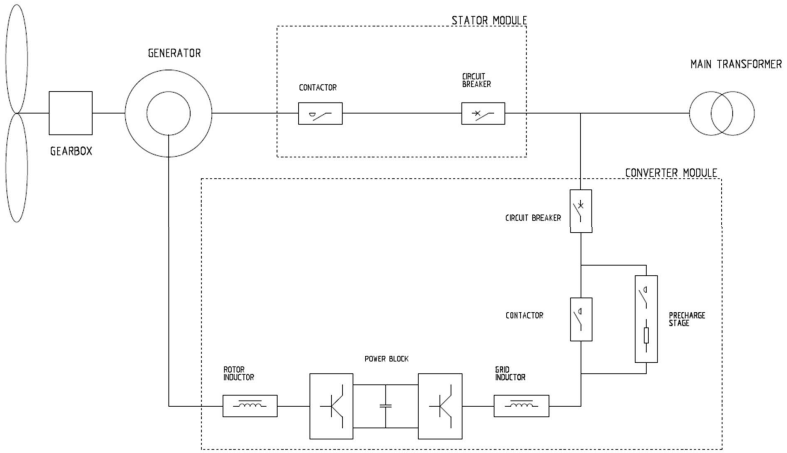
**Transformer Specification**

| | |
|---|---|
| Transformer impedance requirement | 8.5 % - 10.5% |
| Secondary voltage | 690 V |
| Vector group | Dyn 11 or Dyn 1 (star point earthed) |

**Earthing Specification**

| | |
|---|---|
| Earthing system | Acc. to IEC62305-3 ED 1.0:2010 |
| Foundation reinforcement | Must be connected to earth electrodes |
| Foundation terminals | Acc. to SGRE Standard |
| HV connection | HV cable shield shall be connected to earthing system |


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.




## 15. Transformer Specifications ECO 30 kV*

**Transformer**

| | |
|---|---|
| Type | Liquid filled |
| Max Current | 7.11 kA + harmonics at nominal voltage ± 10 % |
| Nominal voltage | 30/0.69 kV |
| Frequency | 50 Hz |
| Impedance voltage | 9.5% ± 8.3% at ref. 6.5 MVA |
| Tap changer | ±2x2.5% (optional) |
| Loss ($P_0$ /$P_{k75°C}$) | 4.77/84.24 kW |
| Vector group | Dyn11 |
| Standard | IEC 60076<br>ECO Design Directive |

**Transformer Cooling**

| | |
|---|---|
| Cooling type | KFWF |
| Liquid inside transformer | K-class liquid |
| Cooling liquid at heat exchanger | Glysantin |

**Transformer Monitoring**

| | |
|---|---|
| Top oil temperature | PT100 sensor |
| Oil level monitoring sensor | Digital input |
| Overpressure relay | Digital input |

**Transformer Earthing**

| | |
|---|---|
| Star point | The star point of the transformer is connected to earth |

## 16. Switchgear Specifications


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

The switchgear will be chosen as factory-assembled, type-tested, and maintenance-free high-voltage switchgear with single-busbar system. The device will be metal-enclosed, metal-clad, gas-isolated, and conforms to the stipulations of IEC 62271-200.

The switchgear vessel of the gas-insulated switchgear is classified according to IEC as a “sealed pressure system”. It is gas-tight for life. The switchgear vessel accommodates the busbar system and switching device (such as vacuum circuit breaker, three-position switch disconnecting and earthing).

The vessel is filled with sulphur hexafluoride (SF6) at the factory. This gas is non-toxic, chemically inert, and features a high dielectric strength. Gas work on site is not required, and even in operation it is not necessary to check the gas condition or refill, the vessel is designed for being gas tight for life.

To monitor the gas density, every switchgear vessel is equipped with a ready-for-service indicator at the operating front. This is a mechanical red/green indicator, self-monitoring and independent of temperature and variations of the ambient air pressure.

MV cables connected to the grid cable- and circuit-breaker feeders are connected via cast-resin bushings leading into the switchgear vessel. The bushings are designed as outside-cone system type “C” M16 bolted 630 A connections according to EN 50181. The compartment is accessible from the front. A mechanical interlock ensures that the cable compartment cover can only be removed when the three-position switch is in the earthed position.

The circuit-breaker operates based on vacuum switching technology. The vacuum interrupter unit is installed in the switchgear vessel together with the three-position switch and is thus protected from environmental influences. The operating mechanism of the circuit-breaker is located outside the vessel. Both, the interrupters and the operating mechanisms, are maintenance-free.

Padlock facilities are provided to lock the switchgear from operation in disconnector open and close position, earth switch open and close position, and circuit breaker open position, to prevent improper operation of the equipment.

Capacitive Voltage detection systems are installed both in the grid cable and the circuit breaker feeders. Pluggable indicators can be plugged at the switchgear front to show the voltage status.

The switchgear is equipped with an over-current protection relay with the functions over current, short circuit and earth fault protection. The relay ensures that the transformer is disconnected if a fault occurs in the transformer or the high voltage installation in the wind turbine. The relay is adjustable to obtain selectivity between low voltage main breaker and the circuit breaker in the substation.

The protective system shall cause the circuit breaker opening with a dual powered relay (self-power supply + external auxiliary power supply possibility). It imports its power supply from current transformers, that are already mounted on the bushings inside the circuit breaker panel and is therefore ideal for wind turbine applications.

Trip signals from the transformer auxiliary protection and wind turbine controller can also disconnect the switchgear.

The switchgear consists of two or more feeders*; one circuit breaker feeder for the wind turbine transformer also with earthing switch and one or more grid cable feeders** with load break switch and earthing switch.

The switchgear can be operated local at the front or by use of portable remote control (circuit breaker only) connected to a control box at the wind turbine entrance level.

* Up to four feeders.
** SGRE to be contacted for possible feeder configurations of circuit breaker and grid feeder combinations.

D2294354/019 – Restricted
© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

The switchgear is located below the tower structure. The main transformer, LV switchgear and converters are located on the nacelle level above the tower.

Grid cables, from substation and/or between the turbines, must be installed at the bushings in the grid cable feeder cubicles of the switchgear. These bushings are the interface/grid connection point of the turbine. It is possible to connect grid cables in parallel by installing the cables on top of each other. The space in the MV cable compartments of the switchgear allows the installation of two connectors per phase or one connector + surge arrester per phase.

The transformer cables are installed at the bottom of the circuit breaker feeder. The cable compartment is accessible from the front. A mechanical interlock ensures that the cable compartment cover can only be removed when the three-position switch is in the earthed position.

Optionally, the switchgear can be delivered with surge arresters installed in between the switchgear and wind turbine transformer on the outgoing bushings of the circuit breaker feeder.

## 16.1. Technical Data for Switchgear

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Switchgear** | | | |
| Make | TBD | **Circuit breaker feeder** | |
| Type | TBD | Rated current, Cubicle | 630 A |
| Rated voltage | 20-40,5(Um) kV | Rated current circuit breaker | 630 A |
| Operating voltage | 20-40,5(Um) kV | Short time withstand current | 20 kA/1s |
| Rated current | 630 A | Short circuit making current | 50 kA/1s |
| Short time withstand current | 20 kA/1s | Short circuit breaking current | 20 kA/1s |
| Peak withstand current | 50 kA | Three position switch | Closed, open, earthed |
| Power frequency withstand voltage | 70 kV | Switch mechanism | Spring operated |
| | | Tripping mechanism | Stored energy |
| Lightning withstand voltage | 170 kV | | |
| Insulating medium | $SF_6$ | Control | Local |
| Switching medium | Vacuum | Coil for external trip | 230V AC |
| Consist of | 2/3/4 panels | Voltage detection system | Capacitive |
| Grid cable feeder | Cable riser or line cubicle | | |
| Circuit breaker feeder | Circuit breaker | **Protection** | |
| Degree of protection, vessel | IP65 | Over-current relay | Self-powered |
| | | Functions | 50/51 50N/51N |
| | | Power supply | Integrated CT supply |
| Internal arc classification IAC: | A FL 20 kA 1s | | |
| Pressure relief | Downwards | | |
| Standard | IEC 62271 | **Interface- MV Cables** | 630 A bushings type C |
| Temperature range | -25°C to +45°C | Grid cable feeder | M16 |
| | | | Max 2 feeder cables |
| **Grid cable feeder (line cubicle)** | | Cable entry | From bottom |
| | | Cable clamp size (cable outer diameter) ** | 26 - 38mm |
| Rated current, Cubicle | 630 A | | 36 - 52mm |
| Rated current, load breaker | 630 A | | 50 - 75mm |
| Short time withstand current | 20 kA/1s | Circuit breaker feeder | 630 A bushings type C |
| Short circuit making current | 50 kA/1s | Cable entry | M16 |
| Three position switch | Closed, open, earthed | | From bottom |
| Switch mechanism | Spring operated | **Interface to turbine control** | |
| Control | Local | Breaker status | |
| Voltage detection system | Capacitive | SF6 supervision | 1 NO contact |
| | | External trip | 1 NO contact |

*Cable clamps are not part of switchgear delivery.

## 16.2. Switchgear Configurations


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

Find onwards the possible optional configuration of each of the parameters determining HV SWITCHGEAR.

The default options of a basic switchgear are highlighted **[bold and underlined]**, different features must be requested for evaluation and approbation by SGRE:

**FRECUENCY**
- Switchgears working Frequency (50Hz/60Hz)

**SWITCH GEAR VOLTAGE**
- Switchgear insulation voltage.
The normalized value shall be immediately greater than 1.1 times the nominal operating voltage of the MT network.

**CURRENT RATING (In) - [630A]**
- Switchgears Current Rating.

**CURRENT SHORT CIRCUIT (Icc) - [20 kA]**
- Switchgear short circuit current.
- 25kA as option.
It will be the normalized value immediately superior to the maximum short circuit intensity that is given in the short circuit study.

**SWITCHGEAR TYPE - [Options including 0L cubicles shall be selected in the lack of specific information] [0L-1A and 0L-1A-1L cubicles]**
- This will indicate the type of switchgear in this wind turbine (0L+1A, 0L+1L+1A, …).
- Other configurations are available according to the HV network SLD (1L+1A, 2L+1A…).

**CUSTOM CHARACTERISTIC**
Additional characteristic different from those indicated in this chapter are considered. The characteristics should be specified for previous evaluation and approbation by SGRE.

**NACELLE ALTITUDE - [0-1000m]**
Bearing in mind this value, select the right range among the available values.
This information must be sent to the HV switchgear manufacturer.

**SWITCHGEAR INTERLOCKS - [KEYS RINGED UP]**
This will indicate the type of keys in the switchgear interlocks.
- KEY RINGED UP → The interlocking between switchgears is done by ringed keys.
- EXACTLY THE SAME KEYS → There is only one key that opens the interlocked locks, therefore no keys are ringed. (For France or by specific requirement)

**ISOLATED OR COMPENSATED NEUTRAL SYSTEM - [NO]**
Default selection [NO] will indicate the neutral system is directly grounded.
[YES] will indicate isolated or compensated neutral systems that requires SLD of the substation for verification, or directly asking the customer to be able to calculate the settings of functions 59N and 67N. (It is common in Northern Europe countries)

**TEMPERATURE SWITCH GEAR - [-25ºC>>+40ºC]**
- Standard temperature [-25ºC >> +40ºC]
- Low Temperature [-30ºC >> +40ºC]

**CORROSION SWITCHGEAR - [C3]**
- C3 → standard protection.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

- C5M-H/C4H → High corrosion protection.

**SWITCHGEAR FAULT DETECTOR - [NO]**
This will indicate if switchgear has fault detector. The fault detector system detects a fault current in the 0L (or 1LU) cubicles, this system will active an indicator.

**SWITCHGEAR KEY EXCHANGE BOX - [NO]**
This will indicate if switchgear has key exchange box to interlock the substation switchgears with the header switchgear of each circuit.
There must be as many key exchange boxes as substation line switchgears:
- 2+2 → When a substation switchgear is connected to a single circuit of the MT network
- 3+3 → When a substation switchgears is connected to two circuits of the MT network

**SWITCHGEAR REMOTE PENDANT – [NO]**
- This will indicate if switchgear has remote control to operate the circuit breaker.

**SWITCHGEAR MONITORIZATION - [NO]**
Optionally monitorization of switchgear is available for sharing some signals of switchgears (circuit breaker position, disconnector position…).

**SWITCHGEAR MOTORIZATION 1A - [NO]**
Indicates if circuit breaker panels have motor and which ones carry it.
- 1AW → Only those circuit breakers that act as a transformer protection position are motor driven.
- 1AS → Only those circuit breakers that act as the protection position of a circuit or a complete branch have a motor
- ALL → All circuit breakers in the switchgear have a motor.

**SWITCHGEAR MOTORIZATION 1L - [NO]**
Indicates if switch-disconnectors panels have motor and which ones carry it.
- 1LU → Only those disconnectors that act as the arrival position from the substation or an upstream wind turbine are motorized.
- 1LD → Only those disconnectors that act as an exit position to a wind turbine located downstream are motorized.
- ALL → All switchgear disconnectors have motor.

**SWITCHGEAR SEQUENTIAL CONNECTION - [NO]**
It indicates if it has a sequential connection and if it is carried out by what type of panel it will be carried out:
- 1L
- 1A → default option

**All data are subject to tolerances in accordance with IEC.**


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# 17. Grid Performance Specifications – 50 Hz

This document describes the grid performance of the Siemens Gamesa 5.X, 50 Hz wind turbine. Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) will provide wind turbine technical data for the developer to use in the design of the wind power plant and the evaluation of requirements compliance. The developer will be responsible for the evaluation and ensuring that the requirements are met for the wind power plant.

The capabilities described in this document assume that the electrical network is designed to be compatible with operation of the wind turbine. SGRE will provide a document with guidance to perform an assessment of the network's compatibility.

## 17.1. Fault Ride Through (FRT) Capability

The wind turbine is capable of operating when voltage transient events occur on the interconnecting transmission system above and below the standard voltage lower limits and time slot according to Figure 1 and Figure 2.

This performance assumes that the installed amount of wind turbines is in the right proportion to the strength of the grid, which means that the short circuit ratio (Sk/Sn) and the X/R ratio of the grid at the wind turbine transformer terminals must be adequate.

Evaluation of the wind turbine's fault ride through capability in a specific system must be based on simulation studies using the specific network model and a dynamic wind turbine model provided by SGRE. This model is a reduced order model, suitable for balanced simulations with time steps between 4-10 ms.

The standard voltage limits for the Siemens Gamesa 5.X, 50 Hz wind turbine are presented in Figure 1 between 0 - 70 seconds.

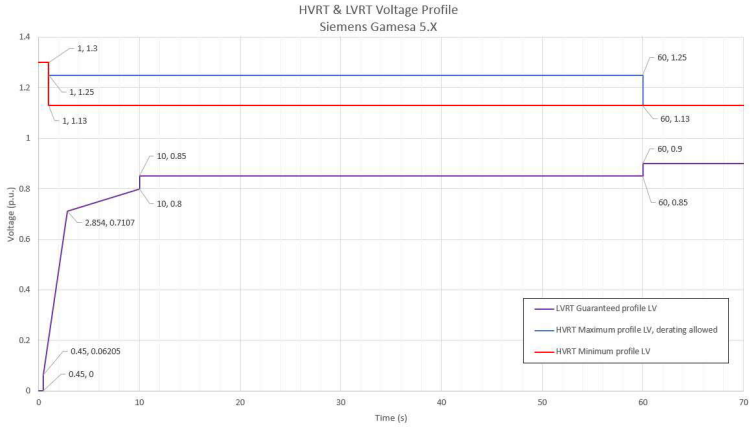



**Figure 1.** High and Low voltage limits for Siemens Gamesa 5.X, 50 Hz wind turbine in the range of 0-70 seconds. The nominal voltage is 690 V (i.e. 1 p.u.).

## 17.2. Power Factor (Reactive Power) Capability

The wind turbine can operate in a power factor range of 0.9 leading to 0.9 lagging at the low voltage side of the wind turbine transformer, considering a voltage level equal or higher of 0.95pu. Depending on the voltage behaviour (higher or lower, inside maximum permissible margins), the Reactive Power maximum capability is modified accordingly.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

The control mode for the wind turbine is with reactive power set-points or Local Voltage Control mode (external set-points of voltage).

## 17.3. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Capability

The SGRE SCADA system has the capability to transmit and receive instructions from the transmission system provider for system reliability purposes depending on the configuration of the SCADA system. The project specific SCADA requirements must be specified in detail for design purposes.

## 17.4. Frequency Capability

The wind turbine can operate in the frequency range between 46 Hz and 54 Hz, making a difference between a steady state operation (full simultaneity): ±3%, and transients' events (limited simultaneity): ±8%, over rated frequency.

Simultaneities of main operation parameters shall be considered for evaluating the permitted operation ranges, mainly:

- Active Power level
- Reactive Power provision
- Ambient Temperature
- Voltage level of operation
- Frequency level of operation

And the total time that the turbine is operating under such conditions.

## 17.5. Voltage Capability

The voltage operation range for the wind turbine is between 85% and 113% of nominal voltage at the low voltage side of the wind turbine transformer. The voltage can be up to 130% for 1s, see Figure 1. The wind turbine's target voltage shall stay between 95% and 105% to support the best possible performance by staying within the operation limits.

Beyond ±10% of voltage deviation, automatic voltage support algorithms could execute Reactive Power control, to secure a continuous operation of the Wind Turbine Generator and maximizing the availability, overriding external control and setpoints of Reactive Power.

## 17.6. Flicker and Harmonics

Flicker and Harmonics values will be provided in the power quality measurement report extract in accordance with IEC 61400-21 Edition 2.

## 17.7. Reactive Power -Voltage Control

The power plant controller can operate in four different modes:

- Q Control – In this mode reactive power is controlled at the point of interconnection, according to a reactive power reference
- V Control – Voltage is directly controlled at the point of interconnection, according to a voltage reference
- V-Q static – Voltage is controlled at the point of interconnection, by means of a pre-defined voltage – reactive power characteristic


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.




- Power factor (cosphi) control – Power factor is controlled at the point of interconnection, according to a power factor reference

The SCADA system receives feedback/measured values from the Point of Interconnection depending on the control mode it is operating. The wind power plant controller then compares the measured values against the target levels and calculates the reactive power reference. Finally, reactive power references are distributed to each individual wind turbine. The wind turbine's controller responds to the latest reference from the SCADA system and will generate the required reactive power accordingly from the wind turbine.

## 17.8. Frequency Control

The frequency control is managed by the SCADA system together with the wind turbine controller. The wind power plant frequency control is carried out by the SCADA system which distributes active power set-points to each individual wind turbine, to the controllers. The wind turbine controller responds to the latest reference from the SCADA system and will maintain this active power locally.

## 17.9. Summary of Grid Connection Capabilities

| Characteristic | Value | Comments |
|---|---|---|
| Rated Voltage | 690V | |
| Maximum Voltage Range | +13% -15% | Q & P deratings due to V-f Simultaneities could apply |
| Rated Frequency | 50 / 60 Hz | |
| Maximum Frequency Range | ± 8% | Q & P deratings due to V-f Simultaneities could apply |
| Rated Power Factor | 0.9<br>Under & Over excited | Rated point reachable at Full Power, V = 0.95, f = ±3%<br>Applicable to any AM and turbine variant |
| Minimum SCR at WTG MV Terminals | V-Direct: ≥ 2.0*<br>Q-Direct: ≥ 3.0** | See note 1. |
| Minimum X/R at WTG MV Terminals | 3.0 | |
| Max. Frequency gradient (ROCOF) | ≤ 4 Hz/s | |
| Allowable Max Negative Sequence Voltage | ≤ 5% | |
| Voltage support after FRT recovery | 3s | Configurable by parameter |
| Power recovery to 95% of Pre- Fault value | < 1000ms | Standard Configuration.<br>Configurable by parameters adjustment. |
| Voltage support during FRT | Available | Configurable by parameter |
| Active current priority during Voltage Dip | Available | Configurable by parameter |
| Active Power damping after Dip | ±5% pre-fault level in <2s | Can be affected if Power Recovery Ramps after Voltage Dip is modified |
| $I_Q$ Injection Curve during FRT | k = [2 – 6] | Configurable by parameters |
| $I_Q$ Response Time (FRT) | ≤ 30ms | +20ms for 1 cycle RMS calculation |
| $I_Q$ Settling Time (FRT) | ≤ 60ms | +20ms for 1 cycle RMS calculation<br>-10% +20% required step |
| Active Power Ramp | ± 6% Prated / s | Standard |


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

| | | |
|---|---|---|
| Active Power Ramps - Fast Mode | +12,5% Prated/s<br>-25% Prated/s | When commanded by SCADA |
| Reactive Power Ramp | ±5000 kVAr/s | Configurable by parameter |

**Note 1.**
* SCR ratio can be reduced further if Active Power recovery ramps are limited to a certain value, that secures stable operation, after voltage dip events.

** SCR ratio can be reduced further if Reactive Power Management configuration is done correctly by means of detailed grid studies, trying to avoid voltage saturation extremes in any case (over and under voltage saturation levels).

**All data are subject to tolerances in accordance with IEC.**

# 18. Grid Performance Specifications – 60 Hz

This document describes the grid performance of the Siemens Gamesa 5.X, 60 Hz wind turbine. Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) will provide wind turbine technical data for the developer to use in the design of the wind power plant and the evaluation of requirements compliance. The developer will be responsible for the evaluation and ensuring that the requirements are met for the wind power plant.

The capabilities described in this document assume that the electrical network is designed to be compatible with operation of the wind turbine. SGRE will provide a document with guidance to perform an assessment of the network's compatibility.

## 18.1. Fault Ride Through (FRT) Capability

The wind turbine is capable of operating when voltage transient events occur on the interconnecting transmission system above and below the standard voltage lower limits and time slot according to Figure 1 and Figure 2.

This performance assumes that the installed amount of wind turbines is in the right proportion to the strength of the grid, which means that the short circuit ratio (Sk/Sn) and the X/R ratio of the grid at the wind turbine transformer terminals must be adequate.

Evaluation of the wind turbine's fault ride through capability in a specific system must be based on simulation studies using the specific network model and a dynamic wind turbine model provided by SGRE. This model is a reduced order model, suitable for balanced simulations with time steps between 4-10 ms.

The standard voltage limits for the Siemens Gamesa 5.X, 60 Hz wind turbine are presented in Figure 1 between 0 - 70 seconds.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

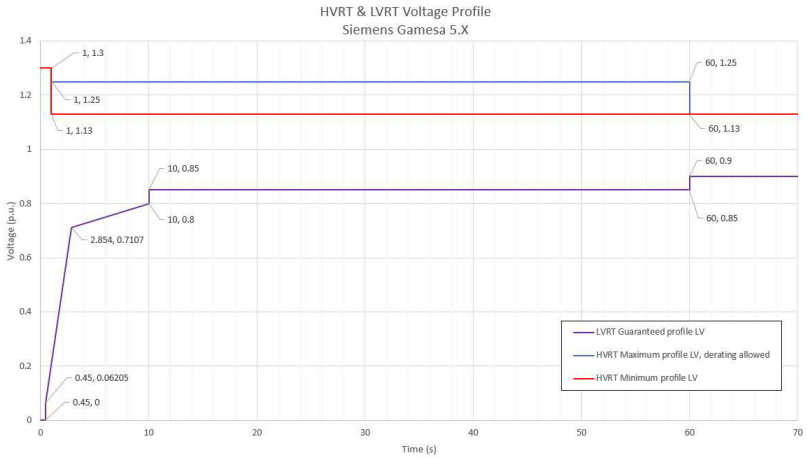



**Figure 2**. High and Low voltage limits for Siemens Gamesa 5.X, 60 Hz wind turbine in the range of 0-70 seconds. The nominal voltage is 690 V (i.e. 1 p.u.).

## 18.2. Power Factor (Reactive Power) Capability

The wind turbine can operate in a power factor range of 0.9 leading to 0.9 lagging at the low voltage side of the wind turbine transformer, considering a voltage level equal or higher of 0.95pu. Depending on the voltage behaviour (higher or lower, inside maximum permissible margins), the Reactive Power maximum capability is modified accordingly.

The control mode for the wind turbine is with reactive power set-points or Local Voltage Control mode (external set-points of voltage).

## 18.3. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Capability

The SGRE SCADA system has the capability to transmit and receive instructions from the transmission system provider for system reliability purposes depending on the configuration of the SCADA system. The project specific SCADA requirements must be specified in detail for design purposes.

## 18.4. Frequency Capability

The wind turbine can operate in the frequency range between 55.2 Hz and 64.8 Hz, making a difference between a steady state operation (full simultaneity): ±3%, and transients' events (limited simultaneity): ±8%, over rated frequency.

Simultaneities of main operation parameters shall be considered for evaluating the permitted operation ranges, mainly:

- Active Power level
- Reactive Power provision
- Ambient Temperature
- Voltage level of operation
- Frequency level of operation

And the total time that the turbine is operating under such conditions.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

## 18.5. Voltage Capability

The voltage operation range for the wind turbine is between 85% and 113% of nominal voltage at the low voltage side of the wind turbine transformer. The voltage can be up to 130% for 1s, see Figure 1. The wind turbine's target voltage shall stay between 95% and 105% to support the best possible performance by staying within the operation limits.

Beyond ±10% of voltage deviation, automatic voltage support algorithms could execute Reactive Power control, to secure a continuous operation of the Wind Turbine Generator and maximizing the availability, overriding external control and setpoints of Reactive Power.

## 18.6. Flicker and Harmonics

Flicker and Harmonics values will be provided in the power quality measurement report extract in accordance with IEC 61400-21 Edition 2.

## 18.7. Reactive Power -Voltage Control

The power plant controller can operate in four different modes:

- Q Control – In this mode reactive power is controlled at the point of interconnection, according to a reactive power reference
- V Control – Voltage is directly controlled at the point of interconnection, according to a voltage reference
- V-Q static – Voltage is controlled at the point of interconnection, by means of a pre-defined voltage – reactive power characteristic
- Power factor (cosphi) control – Power factor is controlled at the point of interconnection, according to a power factor reference

The SCADA system receives feedback/measured values from the Point of Interconnection depending on the control mode it is operating. The wind power plant controller then compares the measured values against the target levels and calculates the reactive power reference. Finally, reactive power references are distributed to each individual wind turbine. The wind turbine's controller responds to the latest reference from the SCADA system and will generate the required reactive power accordingly from the wind turbine.

## 18.8. Frequency Control

The frequency control is managed by the SCADA system together with the wind turbine controller. The wind power plant frequency control is carried out by the SCADA system which distributes active power set-points to each individual wind turbine, to the controllers. The wind turbine controller responds to the latest reference from the SCADA system and will maintain this active power locally.

## 18.9. Summary of Grid Connection Capabilities

| Characteristic | Value | Comments |
|---|---|---|
| Rated Voltage | 690V | |
| Maximum Voltage Range | +13% -15% | Q & P deratings due to V-f Simultaneities could apply |
| Rated Frequency | 50 / 60 Hz | |
| Maximum Frequency Range | ± 8% | Q & P deratings due to V-f Simultaneities could apply |
| Rated Power Factor | 0.9<br>Under & Over excited | Rated point reachable at Full Power, V = 0.95, f = ±3%<br>Applicable to any AM and turbine variant |
| Minimum SCR at WTG MV Terminals | V-Direct: ≥ 2.0*<br>Q-Direct: ≥ 3.0** | See note 1. |
| Minimum X/R at WTG MV Terminals | 3.0 | |
| Max. Frequency gradient (ROCOF) | ≤ 4 Hz/s | |
| Allowable Max Negative Sequence Voltage | ≤ 5% | |
| Voltage support after FRT recovery | 3s | Configurable by parameter |
| Power recovery to 95% of Pre- Fault value | < 1000ms | Standard Configuration.<br>Configurable by parameters adjustment. |
| Voltage support during FRT | Available | Configurable by parameter |
| Active current priority during Voltage Dip | Available | Configurable by parameter |
| Active Power damping after Dip | ±5% pre-fault level in <2s | Can be affected if Power Recovery Ramps after Voltage Dip is modified |
| $I_Q$ Injection Curve during FRT | k = [2 – 6] | Configurable by parameters |
| $I_Q$ Response Time (FRT) | ≤ 30ms | +20ms for 1 cycle RMS calculation |
| $I_Q$ Settling Time (FRT) | ≤ 60ms | +20ms for 1 cycle RMS calculation<br>-10% +20% required step |
| Active Power Ramp | ± 6% Prated / s | Standard |
| Active Power Ramps - Fast Mode | +12,5% Prated/s<br>-25% Prated/s | When commanded by SCADA |
| Reactive Power Ramp | ±5000 kVAr/s | Configurable by parameter |

**Note 1.**
* SCR ratio can be reduced further if Active Power recovery ramps are limited to a certain value, that secures stable operation, after voltage dip events.

** SCR ratio can be reduced further if Reactive Power Management configuration is done correctly by means of detailed grid studies, trying to avoid voltage saturation extremes in any case (over and under voltage saturation levels).

**All data are subject to tolerances in accordance with IEC.**


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

D2294354/019 – Restricted
© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

# 19. Reactive Power Capability – 50 & 60 Hz

This document describes the reactive power capability of SG 6.0-155, 50/60 Hz wind turbines during active power production. SG 6.0-155 wind turbines are equipped with a B2B Partial load frequency converter which allows the wind turbine to operate in a wide power factor range.

The maximum amount of Reactive Power to be generated or consumed depends on a wide range of parameters, some of them not possible to consider in a general way as they are fully dependent on the site, grid and Wind Turbine operation conditions.

Between others, the Reactive Power Capability at a given Operating Conditions depends on existing Active Power, internal temperature of Wind Turbine components, external ambient temperature, Grid conditions (voltage level, frequency level, etc.) and impact, thermally, in high inertial systems. So, the required operation time in worse conditions is also a parameter to be considered.

Online maximum capabilities estimation is executed by the Reactive Power Controller algorithm, to provide the possibility of maximizing the Capabilities in favorable grid and site conditions.

## 19.1. Reactive Power Capability. Generalities

The estimated reactive power capability for the wind turbine at the LV side of the wind turbine transformer will be presented in the following Figures and Tables.

Figure 1 shows the reactive power capability depending on the generated Active Power at various voltages at the LV terminals, starting by 90% of rated voltage (PQV curves).

Figure 2 shows the reactive power capability depending on the voltage level (QV curve) at full power operation.

All Application Modes (AM) for the same turbine version (SG 6.0-155) secure, at least, the electrical capabilities shown in this document at the specific Active Power Level base values for each variant.

Base Value used for Per Unit calculations is the indicated rated power of each Application Mode (AM).

Figure 3 includes reactive power capability at no wind operating conditions.

The SCADA can send voltage references to the wind turbine in the range of 92% to 108% (references of 90% to 110% in specific cases). The wind power plant is recommended to be designed to maintain the wind turbine voltage references between 95% and 105% during steady state operation.

The included capability assume that the phase voltages are balanced (unbalance value below the maximum guaranteed, ≤ 5%) and that the grid operational frequency is nominal.

Given the uncertainties in determining the overall Wind Turbine operation state variables tolerances, the given Reactive Power Capability is subjected to a tolerance up to ± 10%.

These figures consider Wind Turbine operation around its expected generator speed for each operation condition (P-n operation curve). Extreme speed excursions caused by specific Wind gusts, up and down from standard value, may cause punctual Reactive Power restrictions due to Generator and Converter limits of voltage and currents. All this is also fully dependent on the Grid conditions of voltage level and external setpoint.

Values of Reactive Power for those operational points in between the shown curves can be calculated by means of linear interpolation.

The reactive power capability presented in this document is the net capability and accounts for the contribution from the wind turbine auxiliary system, the reactors and the existing filters.

The reactive power capability described is valid while operating the wind turbine within the limits specified in the Design Climatic Conditions.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

## 19.2. Operation below 90% of rated voltage

Standard operation at voltages in between 85% to 90% over rated is considered a special situation where both Reactive Power and Active Power may be de-rated depending on operation conditions of the Wind Turbine Generator.

Usually, depending on specific local regulations, Under Voltage Ride Through (UVRT) support happens in voltage values below 90% of rated voltage, so this operation case is not compatible as during UVRT support, Reactive Power is internally controlled depending on demands from applicable Grid Codes of Operation. This is also applicable during OVRT transients.

Specific studies should be executed in order to determine the operation and the possible values to be reached in such special operation cases, where and when required.

## 19.3. Reactive Power / Voltage limiting function

When Wind Turbine operation is close to voltage limits (under-voltage and over-voltage grid protection configured values), a specific Reactive Power / Voltage limiting function acts causing a so-called *Voltage Saturation*. The intention of this algorithm is to avoid a self-trip due to activation of over or under-voltage protections caused by Reactive Power operation of the turbine.

In the maximum configurable values of the voltage protection parameters (permanent operation, 85% and 113%):

- In case of under-voltage, the negative Reactive Power (Inductive, under-excited) is linearly limited from *No_Limit* to *0*, in the voltage range 90% to 85%.
  - The voltage used for evaluating and executing this Saturation is the minimum of the 3 phase voltages.
- In case of over-voltage, the positive Reactive Power (Capacitive, over-excited) is linearly limited from *No_Limit* to *0*, in the voltage range 112% to 113%.
  - The voltage used for evaluating and executing this Saturation is the maximum of the 3 phase voltages.

All these levels are possible to be set by parameters, depending on necessities, local requirements and as results of stability studies.

Reactive Power capabilities and curves shown in this document are generated having configured the next saturation values (values by default). This can be observed in figure 2. QV diagram.

- Under-Voltage saturation: 91% to 90% of rated voltage.
- Over-Voltage saturation: 112% to 113% of rated voltage.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

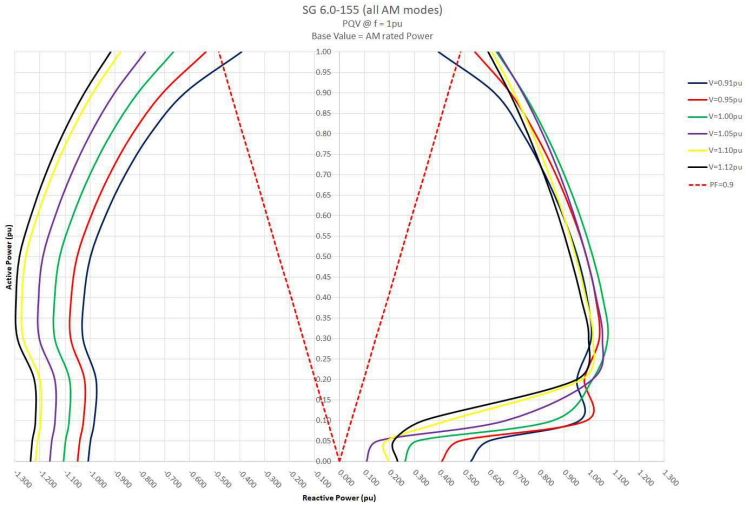



**Figure 1**: Reactive power capability curves (PQV), 50/60 Hz Wind Turbine, at LV terminals.
Note: Voltage Saturation set to 91% and 112% (refer to *Reactive Power / Voltage limiting function* section)

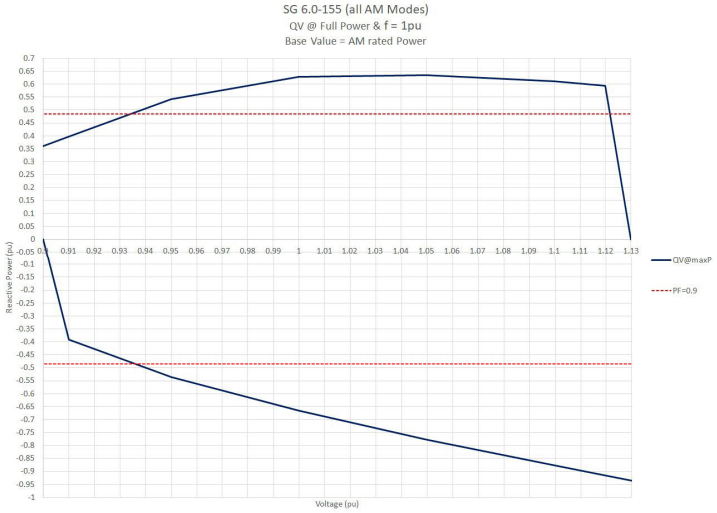



**Figure 2**: Reactive power capability curves (QV), 50/60 Hz Wind Turbine, at LV terminals, at Full Power operation.
Note: Voltage Saturation set to 91% and 112% (refer to *Reactive Power / Voltage limiting function* section)

**Voltage (pu)**


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.




| | | 0.9 | 0.91 | 0.95 | 1 | 1.05 | 1.1 | 1.12 | 1.13 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Active Power (pu) | 0.0 * | 0.555 | 0.526 | 0.409 | 0.263 | 0.109 | 0.196 | 0.232 | 0 |
| | 0.05 | 0.627 | 0.598 | 0.481 | 0.311 | 0.154 | 0.188 | 0.216 | 0 |
| | 0.1 | 0.954 | 0.961 | 0.990 | 0.856 | 0.668 | 0.435 | 0.336 | 0 |
| | 0.2 | 0.942 | 0.950 | 0.981 | 1.013 | 1.013 | 0.969 | 0.950 | 0 |
| | 0.3 | 0.999 | 1.007 | 1.041 | 1.075 | 1.053 | 1.014 | 0.997 | 0 |
| | 0.4 | 0.982 | 0.991 | 1.026 | 1.055 | 1.028 | 0.985 | 0.967 | 0 |
| | 0.5 | 0.943 | 0.953 | 0.990 | 1.015 | 0.989 | 0.946 | 0.925 | 0 |
| | 0.6 | 0.885 | 0.895 | 0.935 | 0.963 | 0.940 | 0.897 | 0.876 | 0 |
| | 0.7 | 0.811 | 0.823 | 0.867 | 0.901 | 0.882 | 0.839 | 0.819 | 0 |
| | 0.8 | 0.721 | 0.734 | 0.785 | 0.826 | 0.814 | 0.774 | 0.754 | 0 |
| | 0.9 | 0.605 | 0.621 | 0.684 | 0.737 | 0.733 | 0.698 | 0.680 | 0 |
| | 1.0 | 0.360 | 0.397 | 0.542 | 0.629 | 0.636 | 0.611 | 0.594 | 0 |

**Table 1**: Reactive power capability values (pu), 50/60 Hz Wind Turbine, at LV terminals.
Capacitive / Over-excited operation.
Note: Voltage Saturation set to 91% and 112% (refer to *Reactive Power / Voltage limiting function* section)

| | | Voltage (pu) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.9 | 0.91 | 0.95 | 1 | 1.05 | 1.1 | 1.12 | 1.13 |
| Active Power (pu) | 0.0 * | 0 | -1.006 | -1.051 | -1.106 | -1.161 | -1.217 | -1.239 | -1.250 |
| | 0.05 | 0 | -0.997 | -1.042 | -1.098 | -1.154 | -1.209 | -1.232 | -1.243 |
| | 0.1 | 0 | -0.982 | -1.027 | -1.083 | -1.140 | -1.196 | -1.219 | -1.230 |
| | 0.2 | 0 | -0.975 | -1.023 | -1.082 | -1.141 | -1.200 | -1.223 | -1.235 |
| | 0.3 | 0 | -1.027 | -1.078 | -1.141 | -1.204 | -1.266 | -1.291 | -1.304 |
| | 0.4 | 0 | -1.023 | -1.076 | -1.141 | -1.206 | -1.271 | -1.296 | -1.309 |
| | 0.5 | 0 | -0.997 | -1.052 | -1.121 | -1.189 | -1.256 | -1.283 | -1.296 |
| | 0.6 | 0 | -0.937 | -0.996 | -1.068 | -1.139 | -1.209 | -1.237 | -1.251 |
| | 0.7 | 0 | -0.858 | -0.923 | -1.000 | -1.076 | -1.150 | -1.179 | -1.193 |
| | 0.8 | 0 | -0.757 | -0.830 | -0.916 | -0.998 | -1.077 | -1.108 | -1.124 |
| | 0.9 | 0 | -0.619 | -0.708 | -0.808 | -0.901 | -0.988 | -1.022 | -1.039 |
| | 1.0 | 0 | -0.392 | -0.535 | -0.666 | -0.778 | -0.878 | -0.917 | -0.936 |

**Table 2**: Reactive power capability values (pu), 50/60 Hz Wind Turbine, at LV terminals.
Inductive / Under-excited operation.
Note: Voltage Saturation set to 91% and 112% (refer to *Reactive Power / Voltage limiting function* section)

* Case of Wind turbine operating with very low wind, but with generator connected to the grid.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

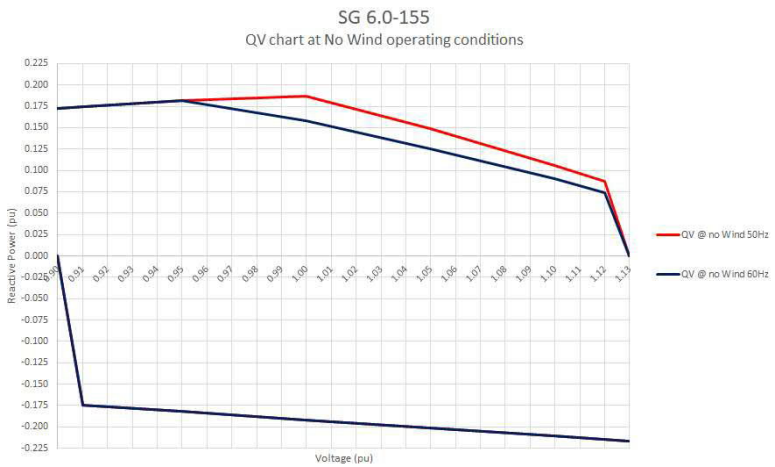



**Figure 3**: Reactive Power Capability chart (pu) at no wind conditions, at LV terminals, 50/60Hz.
Case of Wind turbine not in operation, with generator stopped or below the connection speed.

| SG 6.0-155 50Hz | | |
|---|---|---|
| **V (pu)** | **Q+ (pu)** | **Q- (pu)** |
| **0.90** | 0.172 | 0 |
| **0.91** | 0.174 | -0.174 |
| **0.95** | 0.182 | -0.182 |
| **1.00** | 0.187 | -0.192 |
| **1.05** | 0.149 | -0.201 |
| **1.10** | 0.106 | -0.211 |
| **1.12** | 0.087 | -0.215 |
| **1.13** | 0 | -0.216 |

| SG 6.0-155 60Hz | | |
|---|---|---|
| **V (pu)** | **Q+ (pu)** | **Q- (pu)** |
| **0.90** | 0.172 | 0 |
| **0.91** | 0.174 | -0.174 |
| **0.95** | 0.182 | -0.182 |
| **1.00** | 0.158 | -0.192 |
| **1.05** | 0.125 | -0.201 |
| **1.10** | 0.090 | -0.211 |
| **1.12** | 0.074 | -0.215 |
| **1.13** | 0 | -0.216 |

**Table 3**: Reactive Power Capability values (pu) at no wind conditions, at LV terminals, 50/60Hz.
Case of Wind turbine not in operation, with generator stopped or below the connection speed.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.




# 20. SCADA System Description

The SGRE SCADA system is a system for supervision, data acquisition, control, and reporting for wind farm performance.

## 20.1. Main features

The SCADA system has the following main features:

- On-line supervision and control accessible via secured tunnel over the Internet.
- Data acquisition and storage of data in a historical database.
- Local storage of data at wind turbines if communication is interrupted and transferred to historical database when possible.
- System access from anywhere using a standard web browser. No special client software or licenses are required.
- Users are assigned individual usernames and passwords, and the administrator can assign a user level to each username for added security.
- Email function can be configured for fast alarm response for both turbine and substation alarms. Configuration can also support alarm notification via SMS service.
- Interface to power plant control functions for enhanced control of the wind farm and for remote regulation, e.g. MW / Voltage / Frequency / Ramp rate.
- Interface for integration of substation equipment for monitoring and control.
- Interface for monitoring of Reactive compensation equipment, control of this equipment is achieved via the SGRE power plant controller
- Integrated support for environmental control such as noise, shadow/flicker, bat/wildlife and ice.
- Capabilities for monitoring hybrid power plant equipment such as Battery Energy Storage Systems (BESS) and Photo Voltaic (PV) systems. Control of such equipment is achieved via the SGRE power plant controller.
- Power curve plots and efficiency calculations with pressure and temperature correction (pressure and temperature correction available only if SGRE MET system supplied).
- Condition monitoring integrated with the turbine controller using designated server.
- Ethernet-based system with secure compatible interfaces (OPC UA / IEC 60870-5-104) for online data access.
- Legacy protocols like OPC-(XML)-DA or Modbus TCP can be supported on request
- Access to historical - scientific and optional high resolution data via Restfull API.
- Virus Protection Solution.
- Back-up & restore.

## 20.2. Wind turbine hardware

Components within the wind turbine are monitored and controlled by the individual local wind turbine controller (SICS). The SICS can operate the turbine independently of the SCADA system, and turbine operation can continue autonomously in case of, e.g. damage to communication cables.

Data recorded at the turbine is stored at the SICS. In the event that communication to the central server is temporarily interrupted data is kept in the SICS and transferred to the SCADA server when possible.

## 20.3. Communication network in wind farm

The communication network in the wind farm must be established with optical fibers. The optimum network design is typically a function of the wind farm layout. Once the layout is selected, SGRE will define the minimum requirements for the network design.

The supply, installation, and termination of the communication network are typically carried out by the Employer. If specifically agreed the division of responsibility for the communication network can be changed.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

## 20.4. SCADA server panel

The central SCADA server panel supplied by SGRE is normally placed at the wind farm substation or control building. The server panel comprises amongst others:

- The server is configured with standard disk redundancy (RAID) to ensure continuous operation in case of disk failure. Network equipment. This includes all necessary switches and media converters.
- UPS back up to ensure safe shut down of servers in case of power outage.

For large sites or as option a virtualized SCADA solution can be supplied.

On the SCADA server the data is presented online as a web-service and simultaneously stored in an SQL database. From this SQL database numerous reports can be generated.

Employer “client” connection to the SCADA system establishing via the internet through a point to point TCP/IP VPN-connection.

## 20.5. Grid measuring station and Wind Farm Controller

The SCADA system includes a grid measuring station located in one / more module panels or in the SCADA server panel. Normally the grid measuring station is placed at the wind farm substation or control building.

The heart of the grid measuring station is a PQ meter. The Wind Farm Control /grid measuring station can be scaled to almost any arrangement of the grid connection. The grid measuring station requires voltage and current signals from VT’s and CT’s fitted at the wind farm PCC to enable the control functions.

The grid measuring station and the Wind Farm Control interfaces to the SGRE SCADA servers and turbines are via a LAN network.

The Wind Farm Control can on request be supplied in a high availability (HA) setup with a redundant server cluster configuration.

Note: In small SGRE SCADA systems (typically <10 turbines) and if the small SGRE SCADA system is placed in a turbine the Wind Farm Control and grid measuring station may be arranged otherwise.

## 20.6. Signal exchange

Online signal exchange and communications with third party systems such as substation control systems, remote control systems, and/or maintenance systems is possible from both the module and/or the SGRE SCADA server panel. For communication with third party equipment OPC UA and IEC 60870-5-104 are supported. Legacy protocols like OPC-(XML)-DA or Modbus TCP can be supported on request

## 20.7. SGRE SCADA software

The normal SGRE SCADA user interface presents online and historical data. The screen displays can be adjusted to meet individual customer requirements.

Historical data are stored in an MS SQL database as statistical values and can be presented directly on the screen or exported for processing in MS Access or via a RESTfull API.

The SGRE SCADA software can also serve as user interface to the Wind Farm Control functions.

## 20.8. Virus protection solution

A virus protection solution can be offered as a part of the Service Agreement (SA). An anti-virus client software will in that case be installed on all MS-Windows based components at the SCADA system and the WTGs.

The virus protection solution is based on a third-party anti-virus product. Updates to the anti-virus client software and pattern files are automatically distributed from central SGRE based servers.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

## 20.9. Back-up & restore

For recovery of a defect SCADA system or component, the SGRE SCADA system provides back-up of configuration files and basic production data files. Both configuration and selected production data are backed up automatically on a regular time basis for major components. The back-up files are stored both locally on the site servers and remotely on SGRE back-up storage servers.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

# 21. Codes and Standards

This document lists codes and standards according to which turbines are designed, manufactured and tested. The scope of this document is limited to the Siemens Gamesa 5.X platform.

SGRE Onshore geared turbines are designed, manufactured, and tested to SGRE's technical drawings, procedures, and processes that are generally in compliance with the applicable sections of the codes and standards listed herein. This list of codes and standards for design, manufacturing, and testing forms a part of the design basis documentation. The edition of the codes and standards is the version used for the certification process which is conducted by an external certifying body.

## 21.1. GENERAL

- IEC-RE Operational Document: OD-501, Type and Component Certification Scheme*
  - *IEC-RE is the substitute of IEC 61400-22:2010 Ed.1, Wind turbines – Part 22: Conformity testing and certification.

- IEC 61400-1:2019 Ed.4 Wind turbines –. Part 1: Design requirements
- IEC 61400-11:2012 + AMD1:2018, Wind turbine generator systems Part 11: Acoustic noise measurement techniques
- IEC 61400-12-1:2017, Ed.1, Wind Turbine Generator Systems Part 12: Power performance measurements of electricity producing wind turbines
- IEC 61400-13: 2015 Wind Turbine Generator Systems - Part 13: Measurement of Mechanical Loads
- IEC 61400-23 Ed. 1.0 EN :2014 Wind turbines - Part 23: Full-scale structural testing of rotor blades

- EN 10025-1:2004, Hot rolled products of structural steels - Part 1: General technical delivery conditions
- EN 10025-2:2004, Hot rolled products of structural steels - Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels
- EN 10025-3:2004, Hot rolled products of structural steels - Part 3: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels
- EN 10029:2010, Hot rolled steel plates 3 mm thick or above - Tolerances on dimensions, shape and mass
- EN ISO 683-1:2018: Heat-treatable steels, alloy steels and free cutting steels – Part 1 Non-alloy steels for quenching and tempering
- EN ISO 683-2:2018: Heat-treatable steels, alloy steels and free cutting steels – Part 2 Alloy steels for quenching and tempering
- EN 1563:2018, Founding - Spheroidal graphite cast irons
- EN 1993-1-8:2005/AC:2009: Eurocode 3: Design of steel structures Part 1-8: Joints
- EN 1999-1-1-2008 Design of aluminum structures – part 1-1: General structural rules
- ISO 16281:2008 Rolling bearings - Methods for calculating the modified reference rating life for universally loaded bearings
- ISO 16281:2008 / Cor. 1:2009 Rolling bearings - Methods for calculating the modified reference rating life for universally loaded bearings
- ISO 281:2007 Rolling bearings - Dynamic load ratings and rating life - Life modification factor aDIN and calculation of the modified rating life
- ISO 76:2006 Rolling bearings - Static load ratings
- ISO 898-1:2013, Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel – Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes -- Coarse thread and fine pitch thread
- VDI 2230 Blatt 1, 2016, Systematic calculation of highly stressed bolted joints - Joints with one cylindrical bolt

- ISO 4413:2011 Hydraulic fluid power – General rules and safety requirements for systems and their components
- DIN 51524-3_1990 Pressure fluids - Hydraulic oils - Part 3: HVLP hydraulic oils, Minimum requirements
- ISO 16889:2008 Hydraulic fluid power – Filters -- Multi-pass method for evaluating filtration performance of a filter element


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

- EN 14359:2017: Gas-loaded accumulators for fluid power applications.
- PED 2014/68/EU Pressure Equipment Directive

- DNV-DS-J102:2010 Design and Manufacture of Wind Turbine Blades, Offshore and Onshore Wind Turbines
- DNVGL-ST-0126:2018 Support structures for wind turbines

- DIBt - Richtlinie für Windenergieanlagen - Oktober 2012, korrigierte Fassung März 2015
- DIBt – Richtlinie für Windenergieanlagen:2012, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung.

## 21.2. GEARBOX

- IEC 61400-4:2012 Wind turbines -- Part 4: Design requirements for wind turbine gearboxes

## 21.3. ELECTRICAL

- IEC 61400-21:2008 Wind turbine generator systems - Part 21: Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines
- EN IEC 61400-24:2019 Wind turbines - Part 24: Lightning protection
- IEC 60076-16:2018 – Power transformers - Part 16: Transformers for wind turbine applications

- EN 60204-1:2006 (+correct 2010) Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements
- EN IEC 61000-6-2:2019 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments.
- EN IEC 61000-6-4:2019 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments.
- EN 61439-1:2014 Low-voltage switchgear and control gear assemblies. General rules
- EN 61439-2:2011 Low-voltage switchgear and control gear assemblies. Power switchgear and control gear assemblies

- Low Voltage Directive 2014/35/EU
- EMC Directive 2014/30/EU

## 21.4. QUALITY

- ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements

## 21.5. PERSONAL SAFETY

- 2006/42/EC Machinery Directive
- EN 50308:2004, Wind turbines – Protective measures – Requirements for design, operation and maintenance.
- OSHA 2005 Requirements for clearances at doorways, hatches, and caged.
  - OSHA's Subpart D Walking-Working Surfaces Section 1910.27v
- ISO12100:2011 Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

- ISO 13849-1:2015 – Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design
- ISO 13849-2:2013 - Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation

## 21.6. CORROSION

- ISO 12944-1:2017, Paints and varnishes - Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 1: General introduction (class C3 to C4)


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.


Product customer documentation
SG 6.0-155 – Developer Package
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# 22. Other Performance Features

Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) offers the following optional performance features for the SG 6.0-155 that can optimize your wind farm by boosting performance, enhancing environmental agility, supporting compliance with legal regulation, and supporting grid stability.

## 22.1. High Wind Derated operational mode

In the case of SG 6.0-155 high wind derated mode default functionality, the power production is limited once wind speed exceeds a threshold value defined by design, until cut-out wind speed is reached and the wind turbine stops producing power. This functionality extends the range of operation in high wind conditions limiting turbine loads dependent of maximum operational wind speed, providing more predictable energy output, minimizing production losses, and improving grid stability by reducing the risk of simultaneous power cut outs.

## 22.2. High Temperature Ride Through (also known as Temperature De-rating)

Ventilation and cooling systems are designed to allow the WTG operation at rated power up to a certain external nominal temperature and a certain altitude. For sites located beyond 1000m above the sea level, the air density reduction affects the turbine components ventilation capacity, reducing the maximum operational temperature at rated power. However, this maximum ambient temperature can be extended by reducing the delivered power.

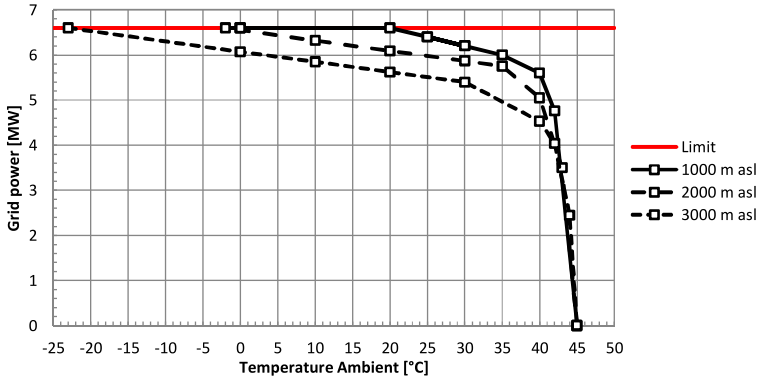
Considering the individual components requirements in temperatures at different altitude levels, and their dissipated heat at different power limits, several curves power-temperature will be generated. These curves will define the envelopes inside which the SG 6.0-155 could operate assuring the integrity of all components.

The High temperature configuration could be included in case operating range needs to be extended.

The control system, considering the defined turbine type and altitude above sea level, will dynamically adjust the maximum allowed power as a function of the ambient temperature.

Power derating curves are shown in below figures and further details can be found in D2294354:

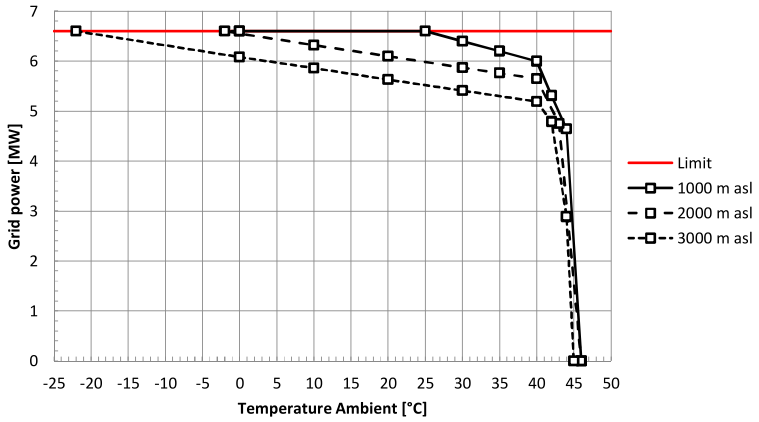
### 22.2.1. Derating curves SG 6.0-155 (AM 0 @6600 kW) Standard & Low Temperature Configurations





© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

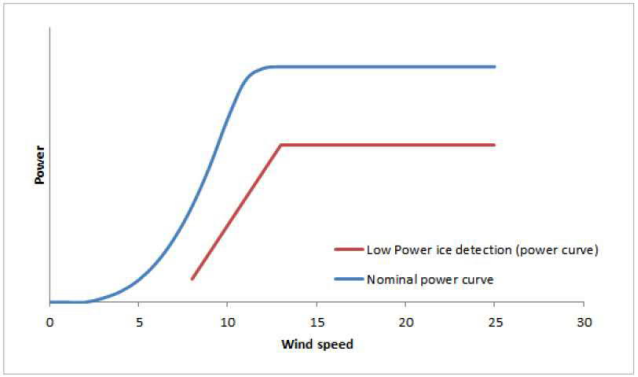
22.2.2. Derating curves SG 6.0-155 (AM 0 @6600 kW) High Temperature Configurations




# 23. Ice Detection System

## 23.1. Ice Detection System (Default)

The default ice detection method is an integrated part of the Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) wind turbine controller. It is a software solution that can be used to detect ice on the turbine blades by comparing actual performance data to the turbine nominal power curve. The actual performance is based on 10 minutes average data. If the actual performance is below the low power ice detection power curve, then under certain conditions it is reasonable to assume that the low power production is caused by ice build-up on the blades. This method of ice detection is only available when the turbine is operating.





© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.




Figure 1: Illustrative comparison of the low power ice detection power curve and the nominal power curve.

## 23.2. Ice Detection Sensors

### 23.2.1. Nacelle Based Ice Detection Sensor (Optional)

The nacelle ice detection sensor is an optional system intended for installation on wind turbines located in areas where ice can build up on the turbine. The purpose of the ice detector system is to provide the turbine controller information about potential risk for ice on the turbine. The ice detection system can detect in-cloud icing as well as freezing rain.

Depending on requirements, when ice is detected an ice alarm can initiate a turbine stop. This may be followed by a de-icing sequence (if de-icing is installed), or yaw to a predefined position until it is deemed safe to restart.

### 23.2.2. Certification

The systems can come with a valid certification from accredited institutes.

## 23.3. Improved Ice Detection (Optional)

An improved ice detection function is an optional safety system, which is primarily used on sites exposed to icy conditions, where ice built on the rotor blades is possible. The system will provide information to the wind turbine controller about the potential risk of ice on the rotor blades.

The algorithm is based on an ice probability calculation evaluating performance, temperature, humidity (additional sensor), wind speed and ice sensor (additional sensor). Depending on the site requirements the alarm may cause a turbine stop, a visual and/or acoustic warning on site (optional) and/or – if installed – the rotor blade de-icing is activated. The alarm is active until the site conditions are back to a regular state.

### 23.3.1. Certification

The systems can come with a valid certification from accredited institutes.

## 23.4. Blade Based Ice Detection (Optional)

An additional option is to install blade-based ice detection system set, in order to trigger the Ice Operation. Such system includes a set of sensors (accelerometers) on each blade, plus a central monitoring unit. The ice detection is performed by analysis of blade eigenfrequencies with respect to ice accumulation. Therefore, the system shall need a calibration prior to enter into service (varying, and up to 3 months depending on the conditions and WTG configuration).

Ice detection is possible at standstill and during operation. A minimum wind speed of 2 m/s is required. There is no minimum rotation per minute (rpm) required. How-ever, no evaluation is possible during idling since there is usually not enough excitation due to low wind speed.

### 23.4.1. Certification

The systems can come with a valid certification from accredited institutes.

## 23.5. System Architecture

The system consists of the following parts:


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

- Sensors including control and evaluation units (Optional)
- Interface to the SGRE wind turbine controller
- Alarm communication to the SGRE SCADA system
- Installation and maintenance according to the valid contract clauses

## 23.6. Integration in SCADA System

SCADA interface for Ice Detection system enables the following:

- Set predefined ice conditions using ice parameters
- Enable or disable automatic stop of turbines
- Enable or disable automatic restart of turbines
- Group turbines for auto stop and auto restart. The SCADA system recommends to group ice sensor installed turbines along with turbines on which ice sensors are not installed.

Default ice parameters are set in SCADA interface. Depending on requirements, default ice parameters can be modified to configure new ice conditions through the SCADA interface.

- Ice Restart Delay: Turbines which are stopped due to ice is restarted only if ice is not reported during the ice restart delay in seconds configured by the user.
- Ice Stop Delay: Turbines are stopped due to ice only if ice is detected on turbines for more than the ice stop delay in seconds configured by the user.
- Ambient Temperature Duration: Duration in seconds when Ice Ambient Temperature configured by the user remains or exceeds, to restart the turbines which are stopped due to ice.
- Ambient Temperature Threshold: The minimum temperature in Celsius configured by the user which sets a condition to restart turbines stopped due to ice formation on blades. The ambient temperature must exceed the Ice Ambient temperature configured by the user for duration in seconds as specified in Ambient Temperature duration. Setting of ice ambient temperature and Ambient temperature duration prevents turbines from rapidly switching between ice start and ice stop operations.
- Activation Time: The Ice Control Start time and Ice Control End time configured by the user in the interface defines the activation time. Turbines are stopped due to ice when current time falls within the time range configured in Ice Control Start Time and Ice Control End time. When the current time falls outside the range specified in Ice Control Start Time and Ice Control End time, the turbines are restarted. SCADA system recommends setting time ranges such that turbines can be stopped during the day and started at night.

Ice build-up on the turbine can possibly cause damage to objects and people in the vicinity. It is the sole responsibility of the owner of the turbine(s) to ensure that the public is protected from ice being thrown from the turbine(s). The Owner must always ensure that the operation of the turbine(s) comply with any restriction applicable to the turbine(s), irrespective of whether such restrictions follows from permits, legislation or otherwise. Siemens Gamesa Renewable Energy accepts no responsibility for any violation of requirements.


© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

# ANNEXE Q FICHES TECHNIQUES DES CONSTRUCTEURS RELATIVES AU SYSTÈME D'ARRÊT DES ÉOLIENNES EN CAS DE GIVRE

**CONFIDENTIAL**

Vestas

TECHNICAL SUPPLIER SPECIFICATION

DOCUMENT: 0078-6338 VER 01

DESCRIPTION: NID - Nacelle Ice Detection TSS

# Table of Contents


| CHAPTER: | DESCRIPTION: | PAGE: |
|---|---|---|
| **1.** | **Revision History** | **2** |
| **2.** | **Supplier Information** | **2** |
| **3.** | **Pictures** | **3** |
| **4.** | **Technical Information** | **5** |
| 4.1 | Nacelle Ice Detection components: | 5 |
| 4.2 | Replaceable parts / units: | 6 |
| 4.3 | Datasheet | 7 |
| 4.3.1 | System specification | 7 |
| 4.3.2 | CONTROL BOX NID (29127320) | 8 |
| 4.3.2.1 | LID-3300IP Type 2 Control Unit 29143210 | 11 |
| 4.3.2.2 | Cable glands on NID CONTROL BOX | 13 |
| 4.3.2.2.1 | LID/ISD Type 2 ICE SENSOR NID (29127322) | 13 |
| 4.3.2.2.2 | Bracket for Ice Sensor | 13 |
| 4.3.2.2.3 | Bracket for Control Box NID | 14 |
| 4.4 | Dimensions | 16 |
| 4.4.1 | CONTROL BOX NID | 16 |
| 4.4.2 | LID/ISD Type 2 ICE SENSOR NID | 17 |
| 4.5 | Marking | 18 |


T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT



Copyright © - Vestas Wind Systems A/S, Hedeager 42, DK-8200 Aarhus N, Denmark www.vestas.com

Classification: Restricted

**VESTAS PROPRIETARY NOTICE:** This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties except as expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized uses, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.

# 1. Revision History

| Version | Description |
|---|---|
| 00 | Initial version created |
| 01 | 3. Pictures – updated<br>4.1 Nacelle Ice Detection components – updated<br>4.2 Replaceable parts/units – updated<br>4.3.4 Bracket for Ice Sensor NID – added<br>4.3.5 Bracket for Control Box NID – added<br>4.3.1, 4.3.2,4.3.2.1, 4.3.3, 4.4.2 - updated components type and parameters |

The Technical Supplier Specification (TSS) has been prepared by Vestas to describe the technical requirements for NID – Nacelle Ice Detection.

# 2. Supplier Information

| | |
|---|---|
| Supplier Name: | Labkotec Oy |
| Supplier Website: | https://www.labkotec.fi/ |
| Supplier e-mail: | info@labkotec.fi |
| Supplier Address: | Myllyhaantie 6, FI-33960 Pirkkala, Finland |

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

# 3. Pictures

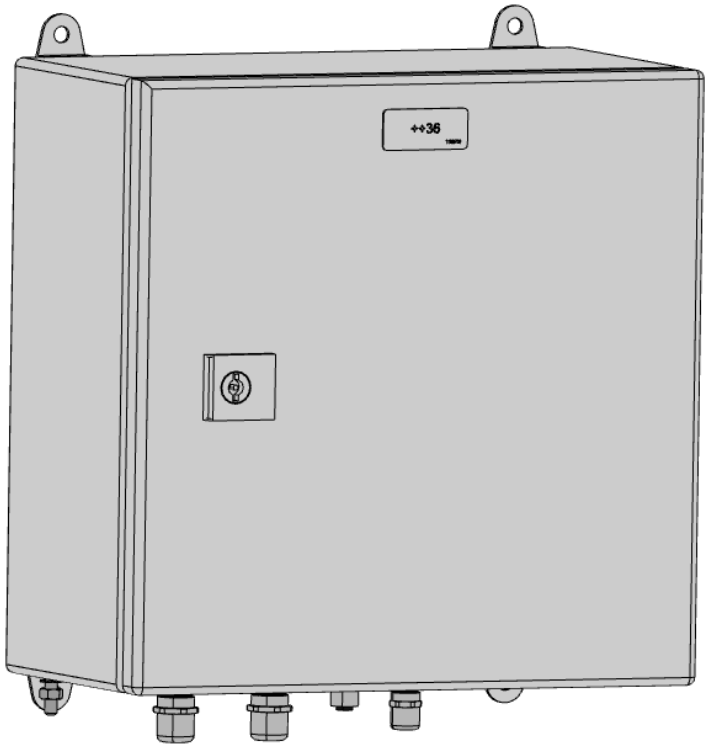


Figure 1. Control Box NID – external view

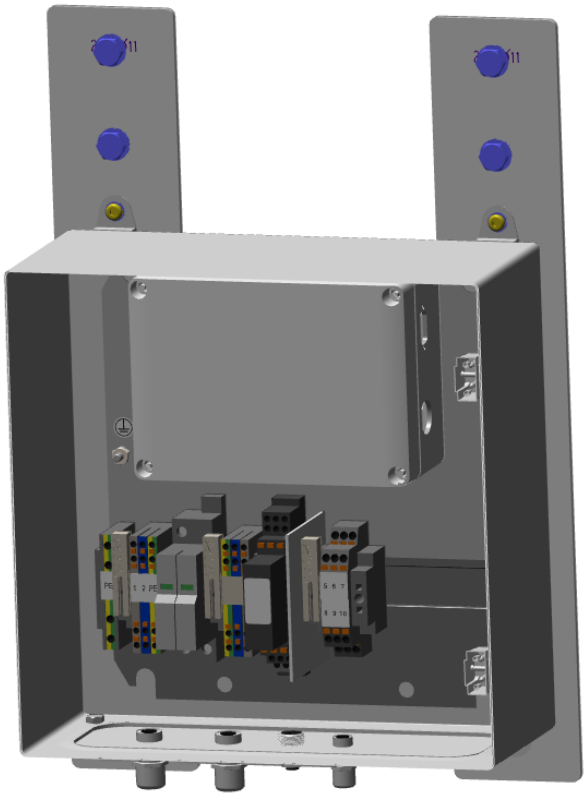


Figure 2. Control Box NID – internal view

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

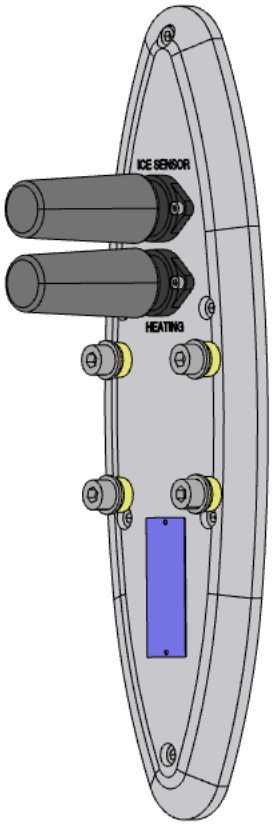



Figure 3. LID Ice Sensor NID

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

# 4. Technical Information

## 4.1 Nacelle Ice Detection components:

| Vestas Item Number | Vestas Item Description | Supplier name | Supplier Item Number | Supplier Item Description |
|---|---|---|---|---|
| 29127326 | NACELLE ICE DETECTION KIT SET(MK3E) | Labkotec Oy | 8541135 | LID-3300IP ICE DETECTION SYSTEM WITH SURGE PROTECTION; - SURGE PROTECTION CABINET INCL. PROTECTION COMPONENTS, LID-3300IP Type 2 CONTROL UNIT, LID/ISD Type 2 ICE SENSOR, BRACKETS FOR CONTROL BOX AND SENSOR, SIGNAL CABLE, HEATING CABLE, RELAY OUTPUT CABLE, POWER CABLE |
| 29128178 | NACELLE ICE DETECTION KIT SET (MK3A/B) | Labkotec Oy | 8541135 | LID-3300IP ICE DETECTION SYSTEM WITH SURGE PROTECTION; - SURGE PROTECTION CABINET INCL. PROTECTION COMPONENTS, LID-3300IP Type 2 CONTROL UNIT, LID/ISD Type 2 ICE SENSOR, BRACKETS FOR CONTROL BOX AND SENSOR, SIGNAL CABLE, HEATING CABLE, RELAY OUTPUT CABLE, POWER CABLE |
| 29132159 | NACELLE ICE DETECTION KIT SET EnVentus | Labkotec Oy | 8541245 | LID-3300IP ICE DETECTION SYSTEM WITH SURGE PROTECTION; - SURGE PROTECTION CABINET INCL. PROTECTION COMPONENTS, LID-3300IP Type 2 CONTROL UNIT, LID/ISD Type 2 ICE SENSOR, BRACKETS FOR CONTROL BOX AND SENSOR, SIGNAL CABLE, HEATING CABLE, RELAY OUTPUT CABLE, POWER CABLE |
| 29127320 | CONTROL BOX NID | Labkotec Oy | 8541134 | ENCLOSURE INCL. SURGE PROTECTION COMPONENTS FOR LID-3300IP Type 2 CONTROL UNIT + LID-3300IP Type 2 CONTROL UNIT. WITHOUT BRACKET |
| 29127322 | LID ICE SENSOR NID | Labkotec Oy | 8540796 | LID/ISD Type 2 ICE SENSOR WITHOUT BRACKET |
| 29127324 | BRACKET FOR CONTROL BOX NID | Labkotec Oy | 8541160 | BRACKET FOR CONTROL BOX NID |
| 29143179 | BRACKET FOR NID BOX EnVentus | Labkotec Oy | 8541243 | BRACKET FOR CONTROL BOX NID |
| 29127325 | BRACKET FOR ICE SENSOR | Labkotec Oy | 8541159 | BRACKET FOR ICE SENSOR |
| 29132324 | BRACKET FOR NID ICE SENSOR EnVentus | Labkotec Oy | 8541244 | BRACKET FOR ICE SENSOR |
| 29116901 | CABLE -655-04-W1 | Labkotec Oy | 8541155 | Signal cable |
| 29116903 | CABLE -655-04-W2 | Labkotec Oy | 8541157 | Relay output cable |
| 29116904 | CABLE -655-04-W3 | Labkotec Oy | 8541158 | Power cable |
| 29132327 | CABLE -655-04-W4 | Labkotec Oy | 8541156 | Heater cable |
| 29187177 | CABLE -655-04-W1 | Labkotec Oy | 8541439 | Signal cable – EnVentus 17m |
| 29187179 | CABLE -655-04-W2 | Labkotec Oy | 8541440 | Relay output cable – EnVentus 7,5m |
| 29187178 | CABLE -655-04-W3 | Labkotec Oy | 8541441 | Power cable – EnVentus 13m |
| 29187176 | CABLE -655-04-W4 | Labkotec Oy | 8541442 | Heater cable – EnVentus 17m |

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

## 4.2 Replaceable parts / units:

| Vestas Item Number | Vestas Item Description | Supplier Item Number | Supplier Item Description |
|---|---|---|---|
| 29127320 | CONTROL BOX NID | 8541134 | ENCLOSURE INCL. SURGE PROTECTION COMPONENTS FOR LID-3300IP Type 2 CONTROL UNIT + LID-3300IP Type 2 CONTROL UNIT. WITHOUT BRACKET |
| 29127322 | LID ICE SENSOR NID | 8540796 | LID/ISD Type 2 ICE SENSOR WITHOUT BRACKET |
| 29143210 | CONTROL UNIT NID | 8540753 | Control Unit for LID-3300 IP type2 |
| 29116901 | CABLE -655-04-W1 | 8541155 | Signal cable |
| 29116903 | CABLE -655-04-W2 | 8541157 | Relay output cable |
| 29116904 | CABLE -655-04-W3 | 8541158 | Power cable |
| 29132327 | CABLE -655-04-W4 | 8541156 | Heater cable |
| 29187177 | CABLE -655-04-W1 | 8541439 | Signal cable – EnVentus 17m |
| 29187179 | CABLE -655-04-W2 | 8541440 | Relay output cable – EnVentus 7,5m |
| 29187178 | CABLE -655-04-W3 | 8541441 | Power cable – EnVentus 13m |
| 29187176 | CABLE -655-04-W4 | 8541442 | Heater cable – EnVentus 17m |

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

## 4.3 Datasheet

### 4.3.1 System specification

The ice detector system is nacelle mounted and intended to be used to detect the presence of freezing rain icing conditions. The system is connected to the WTG controller in the nacelle and can be configured to stop the turbine when the presence of certain levels of freezing rain icing conditions is detected. NID Nacelle Ice Detection System consists of CONTROL BOX NID and LID ICE SENSOR NID.

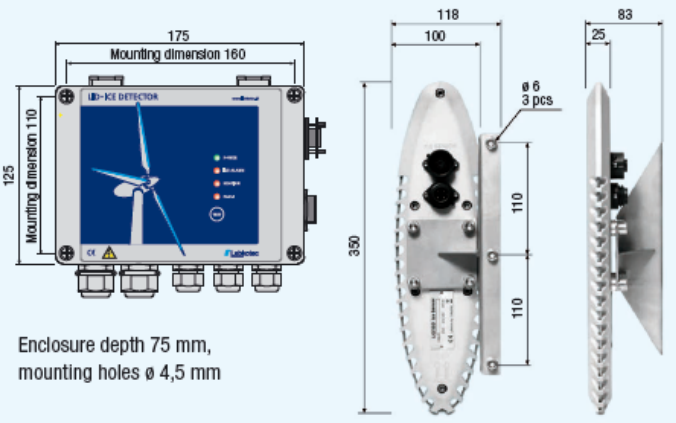
**LID-3300IP Ice Detector, control unit**

| | |
|---|---|
| Enclosure | 125 x 175 x 75 mm (h x w x d) |
| Material | Polycarbonate |
| Degree of protection | IP 65 |
| Operating temperature | -30 °C...+55 °C |
| Power supply | 230 VAC, 50/60 Hz |
| Power consumption | Normally 7 VA<br>Max. 350 W during sensor heating |
| Analog output | 2 pcs, 4-20 mA (for Ice Signal and Temperature) |
| Relay output | 2 pcs (Ice Alarm and Fault), potential free relay output |
| Optical fibre serial output | For configuration and automatic reading |
| Front panel | LED indication to Power, Ice Alarm, Heating and Fault. Test button to simulate Ice Alarm. |
| Serial output | RS-232 serial output for configuration and automatic reading. |
| Web server | Integrated Web server and web based user interface for remote access to Ice Detector via Internet. Standard RJ-45 connector. IP address is configured via RS-232. |
| Electrical safety (LVD) | EN 61010-1 |
| EMC | EN 61000-6-4<br>EN 61000-6-2 |

**LID/ISD Ice Sensor**

| | |
|---|---|
| Dimensions | 350 x 100 x 25 mm (h x w x d) |
| Material | Aluminium |
| Degree of protection | IP 65 |
| Operating temperature | -40 °C...+60 °C |

Hardware of LID-3300IP ice detector system fulfils the requirements of PL b and LID-3300IP Type 2 corresponds with PL d according to ISO 13849-1.




Enclosure depth 75 mm,
mounting holes ø 4,5 mm

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

CONTROL BOX NID has LID-3300IP Type 2 control unit and following connections available. GROUNDING POINT, POWER 230 VAC IN, HEATER 230 VAC OUT, ICE SENSOR SIGNAL OUT and RELAY OUT.

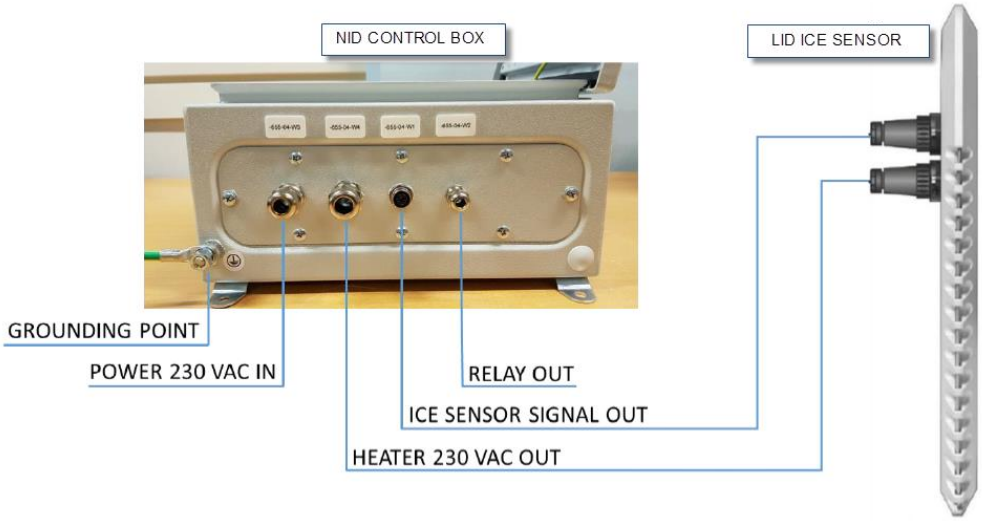



Figure 4. CONTROL BOX NID and LID ICE SENSOR NID connections

## 4.3.2 CONTROL BOX NID (29127320)

Current version: LID-3300IP Type 2

Features:

- compact, rugged design;
- easy and quick installation, for new or old wind turbines, for all models in the world. Installation time only couple of hours;
- ready to use, no calibration needed on site;
- sensors are fully replaceable to each other. No need to calibrate the sensor with the specific control unit;
- temperature compensation of the sensor;
- TCP/IP interface and a web user interface for remote access;

2 pcs of analog outputs, e.g. Ice value and ambient temperature. (Earlier only Ice value).

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

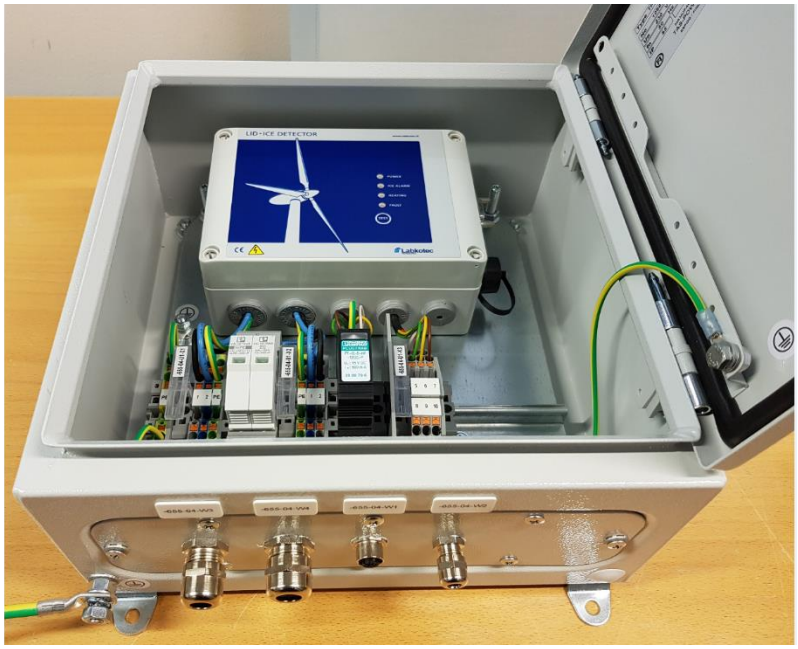


Figure 5. NID CONTROL BOX (cabinet with LABKOTEC Control Unit LID-3300IP Type 2) INSIDE VIEW

Figure 6. NID CONTROL BOX (cabinet with LABKOTEC Control Unit LID-3300IP Type 2) BOTTOM VIEW

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

| Designation | Specification |
|---|---|
| Enclosure | Dimensions : 300 x 300 x 155 mm (h x w x d)<br><br>Material: Enclosure and door: Dipcoat primed, powder-coated on the outside, textured paint. Mounting plate: Zinc-plated<br><br>Degree of protection: IP 65 |
| Operating environment | Temperature: -30 ºC …+55 ºC<br>Max. altitude above sea level: 4000 m |
| Power supply | 230 VAC±10%, 50/60 Hz.<br>Recommended fuse size in the supply line is 10 A, max.16 A |
| Power consumption | Normally 7 VA. Max 350 W during sensor heating |
| Fuses (inside LID-3300IP Type 2 control unit) | 50 mAT and 4 AT, IEC 127 5 x 20 mm |
| Lightning protection for ice sensor heating | Surge arrester, VAL-SEC-T2-1S-350-FM, for LID/ISD Ice Sensor heating, com-plies with IEC Type 2 / Class II |
| Lightning protection for ice sensor signal | Surge protection device, PT-IQ-5-HF-12DC-PT, for LID/ISD Ice Sensor signal, C1, C2, C3 ja D1 compliant according to IEC-61643-21 MCR surge protection specifications |
| Lightning protection | PHOENIX CONTACT<br><br>Test report No.: PB17350, Phoenix Con-tact GmbH & Co. KG, TRABTECH Laboratory, Date of issue 2017-06-23, Issued for surge protection cabinet described in document DOC001608, including also e.g. analog output, RS-232 and RJ-45 connectors. |
| LID-3300IP Type 2 Ice Detector system technical data | See LID-3300IP Type 2 Ice Detector Installation and Operating Instructions DOC001181. |

Table 6-1. Technical specification CONTROL BOX NID

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

### 4.3.2.1 LID-3300IP Type 2 Control Unit 29143210

**Part of 29127320**

| Indicator / button | Meaning |
|---|---|
| POWER | Green light (flashing) means power is on.<br>No light means no power. |
| ICE ALARM | Red light means ICE ALARM.<br>No light means NO ICE ALARM. |
| HEATING | Red light means HEATING is ON.<br>No light means HEATING is NOT ON. |
| FAULT | Red light means FAULT is ON.<br>No light means FAULT is NOT ON. |
| TEST BUTTON | To test ice alarm, push the TEST button (about 3 s) until the ICE ALARM led starts to flash. Wait until ICE ALARM led stops to flash and stays on. Ice alarm is now activated. Wait until ICE ALARM led goes out. Ice alarm test is now completed.<br><br>To reset (restart) device, push the TEST button continuously (about 10 s) until the device is restarting. |

Figure 7. Front panel LID-3300IP Type 2 Control Unit

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

| Designation | Specification |
|---|---|
| Control unit box | Dimensions: 125 x 175 x 75 mm (h x w x d)<br>Material: Polycarbonate<br>Weight: 800 g<br>Degree of protection: IP 65 |
| Operating environment | Temperature: -30 ºC …+55 ºC<br>Max. altitude above sea level: 4000 m |
| Power supply | 230 VAC±10%, 50/60 Hz.<br>Recommended fuse size in the supply line is 10 A, maximum 16 A. |
| Power consumption | Normally 7 VA. Max 350 W during sensor heating |
| Analog outputs (source) | 2 pcs, active and galvanic isolated current output 4-20 mA to max. 1 kΩ load (for Ice signal and temperature) |
| Relay outputs | 2 pcs (Ice alarm and fault), potential free relay output.<br>Umax = 120VDC (ripple-free) or 50VAC<br>Imax = 1A |
| Front panel | LED indication for Power, Ice Alarm, Heating and Fault.<br>Test button to simulate Ice Alarm. |
| Electrical Safety (LVD) | EN/IEC 61010-1, Class I, CAT II<br>UL 61010-1<br>CAN/CSA-C22.2 NO. 61010-1-12 |
| EMC | EN/IEC 61000-6-4: 2007 / A1:2011 (Emission)<br>EN/IEC 61000-6-2: 2005 (Immunity) |
| Functional Safety | LID-3300IP Type 2 ice detector system fulfils the requirements of PL d ac-cording to ISO 13849-1. |

Table 7-1. Technical specification LID-3300IP Type 2 Control Unit

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

#### 4.3.2.2 Cable glands on NID CONTROL BOX

**Cable glands:**

| Type | Description |
|---|---|
| M12 EMC BMEM-ES | M12 Cable Gland for Relay cable |
| M16 EMC BMEM-E1 | Power cable |
| M20 EMC MBEM-E2 | Heating cable |

Table 8. List of cable glands on the NID Control Box

#### 4.3.2.2.1 LID/ISD Type 2 ICE SENSOR NID (29127322)

Figure 8-1. LID/ISD Type 2 ICE SENSOR NID WITHOUT BRACKET

Hardware of LID-3300IP ice detector system fulfils the requirements of PL b and LID-3300IP Type 2 corresponds with PL d according to ISO 13849-1.

| Designation | Specification |
|---|---|
| Dimensions | 350 x 100 x 25 mm (h x w x d) |
| Material | Aluminium |
| Degree of protection | IP65 |
| Operating temperature | -40…60 °C |
| Power supply | 230 VAC, 50/60Hz |

Table 8-2. Technical Data LID/ISD Type 2 ICE SENSOR NID

#### 4.3.2.2.2 Bracket for Ice Sensor

Bracket for Ice Sensor NID for MK 3A/B/E (29127325)



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

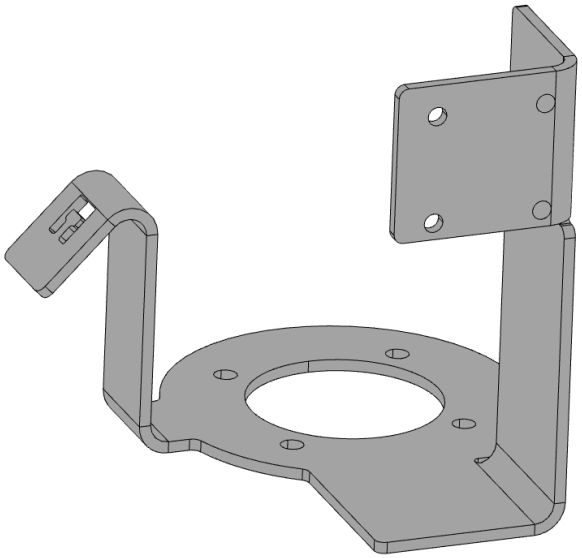


Figure 9. Bracket for Ice Sensor NID for MK 3A/B/E

Bracket for Ice Sensor NID for EnVentus (29132324)

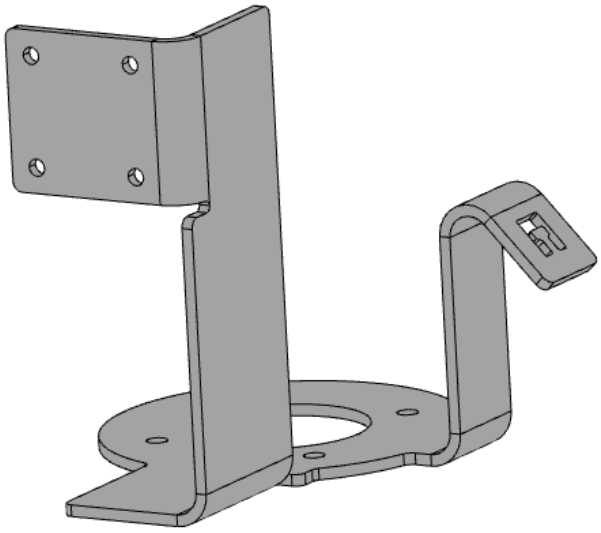


Figure 10. Bracket for Ice Sensor NID for EnVentus

#### 4.3.2.2.3 Bracket for Control Box NID

Bracket for Control Box NID for MK 3A/B/E (29127324)

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

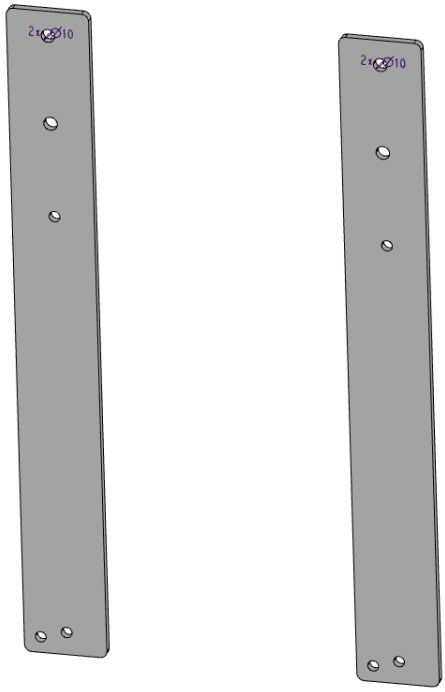


Figure 11. Bracket for Ice Sensor NID for MK 3A/B/E

Bracket for Control Box NID for EnVentus (29143179)

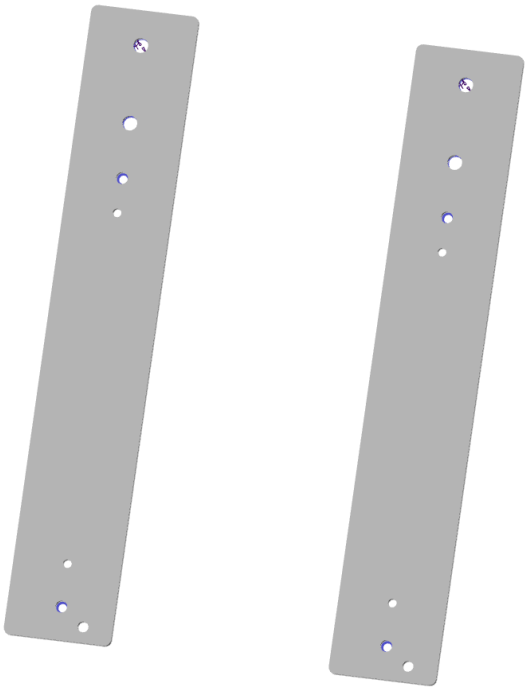


Figure 12. Bracket for Ice Sensor NID for EnVentus

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

## 4.4 Dimensions

### 4.4.1 CONTROL BOX NID

**Weight:** 7,9 Kg (including control unit box)

Dimensions:

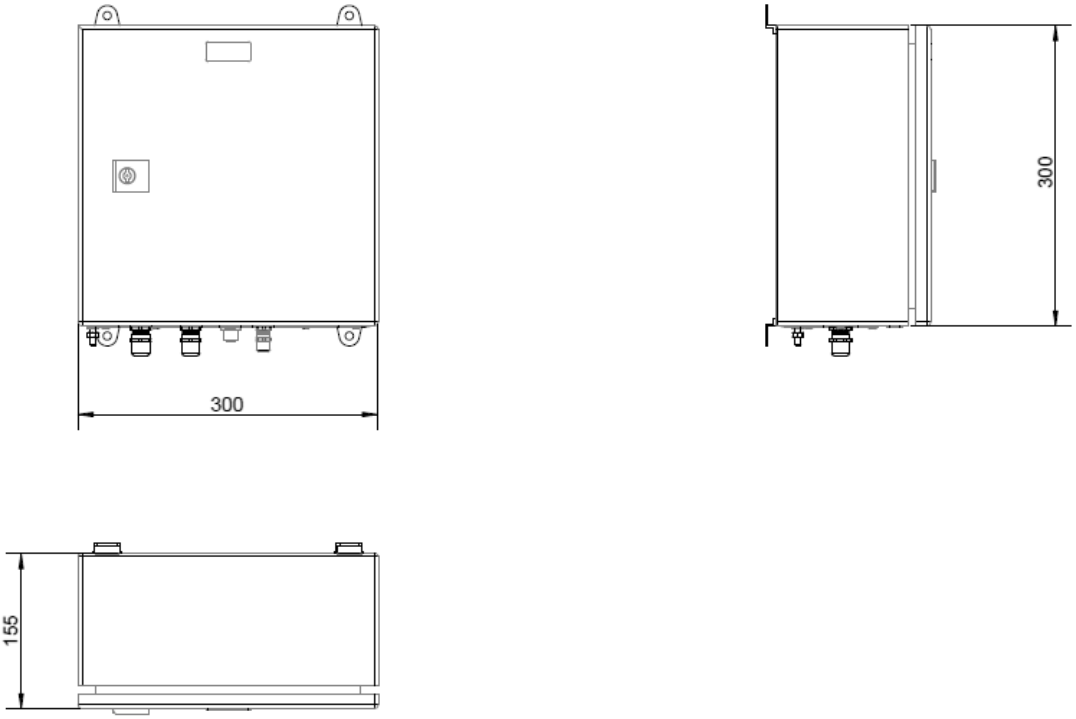



Figure 13-1. CONTROL BOX NID dimensions

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

## 4.4.2 LID/ISD Type 2 ICE SENSOR NID

**Weight:** 1,3 Kg (without brackets)

Dimensions:

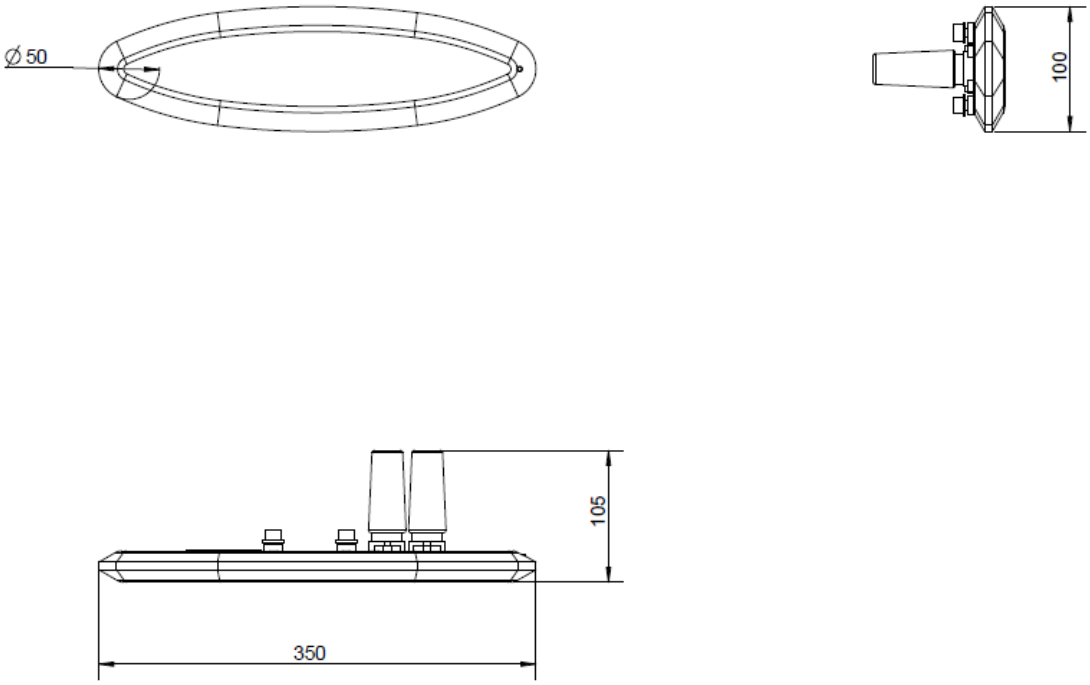



Figure 13-2. LID/ISD Type 2 Ice sensor NID dimensions

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

## 4.5 Marking

The CONTROL BOX NID must be with an RDS location label “++36” and a label with Vestas item no: “29127320”

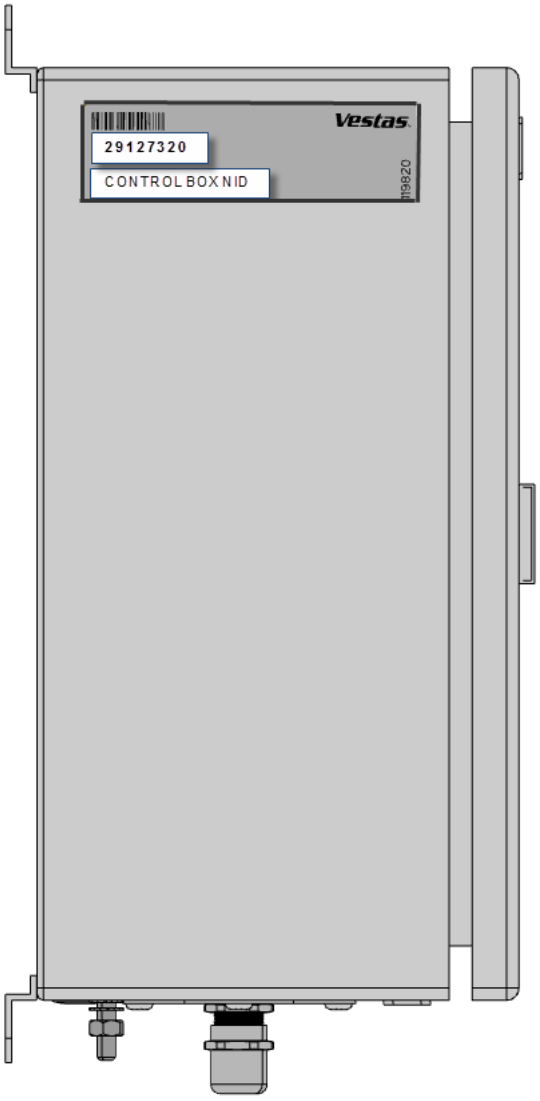



Figure 14-1. CONTROL BOX NID (side view with label)

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

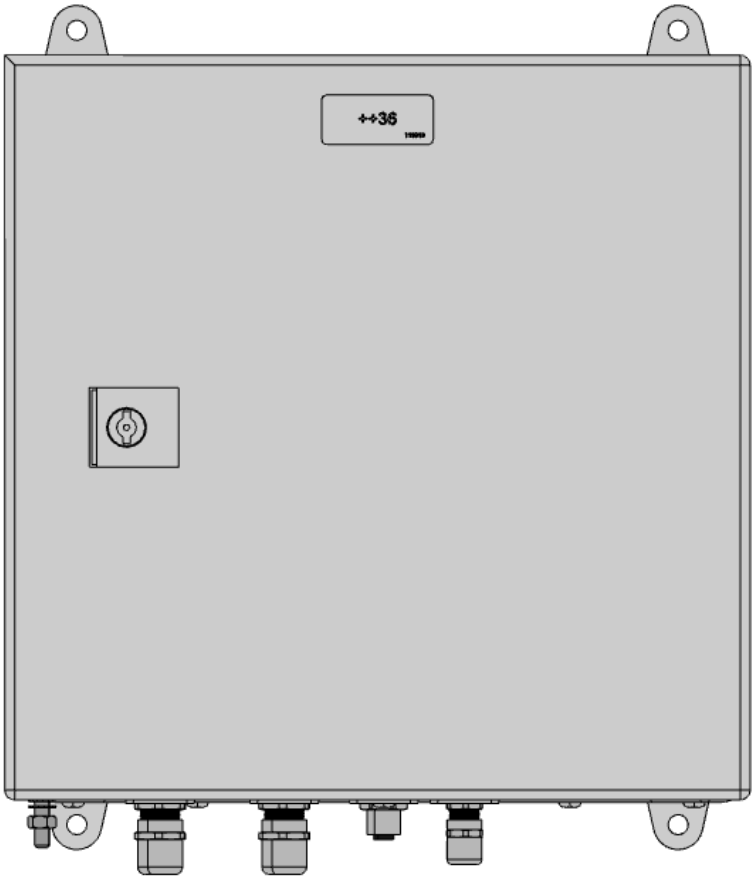



Figure 14-2. CONTROL BOX NID (front view with label “++36”)

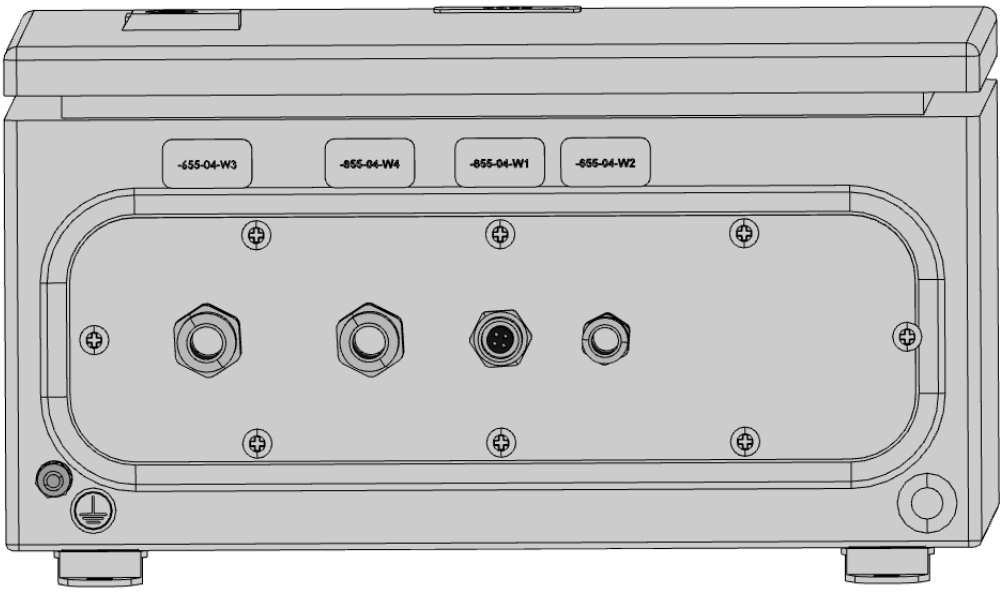



Figure 14-3. CONTROL BOX NID (bottom view with labels)

T07 0078-6338 Ver 01 - Approved- ECO: 461298 - Exported from DMS: 2020-06-09 by MHEIT

# Winterwind 2018

## Leveraging insight from operational data to optimize performance in cold climates

SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY

# Contents

1. Health and safety under icy conditions for Siemens Gamesa turbines
2. The ice problem
3. Three different solutions to the ice problem
4. The Operation With Ice feature
5. Field experience with Operation With Ice

© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A

# Health and safety under icy conditions for Siemens Gamesa turbines

- The risk of ice throw cannot be entirely eliminated by the current technologies within the area of de-icing and anti-icing, as their purpose is to reduce ice buildup primarily on the leading edge.
- The risk of ice throw can be contained by acknowledged guidelines of safe zones, typically in the order of 250 m to 400 m depending on the turbine type.
- The turbine owner is responsible for taking the appropriate risk mitigation measures to protect the public from being exposed to falling ice in accordance with local legislation.
- The site personnel are typically more exposed to ice-throw than the public. Site personnel must, in the event of icing conditions, always follow the health and safety rules and procedures provided by Siemens Gamesa

© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A 

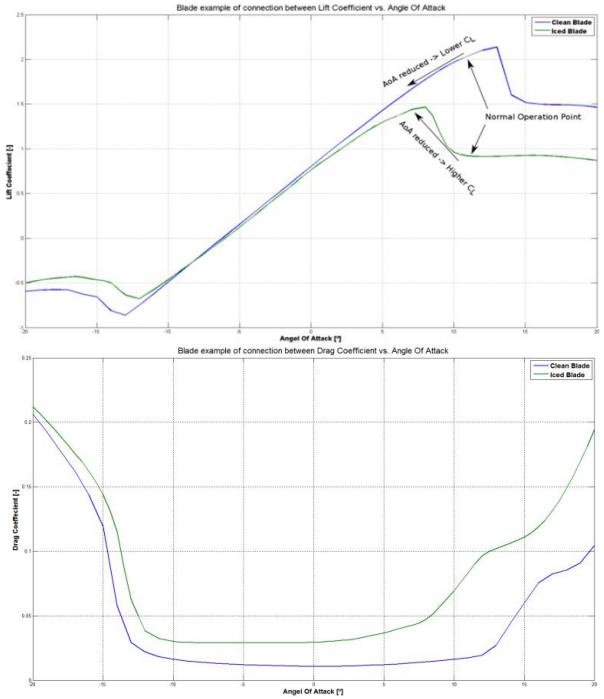
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# The ice problem

SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY

# The ice problem

- A turbine affected by ice will have its aerodynamic performance altered due to the natural change in profile caused by ice buildup.
- The lift coefficient is reduced and with ”normal control strategy”, the operation point is now in the area of stall.
- In addition to reduced production, operation in stall also introduces risk of vibrations and over speed.
- A standard turbine certificate does not cover this situation and therefore the normal action is to bring the turbine to a stop, with significant production loss as a consequence.




© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A 

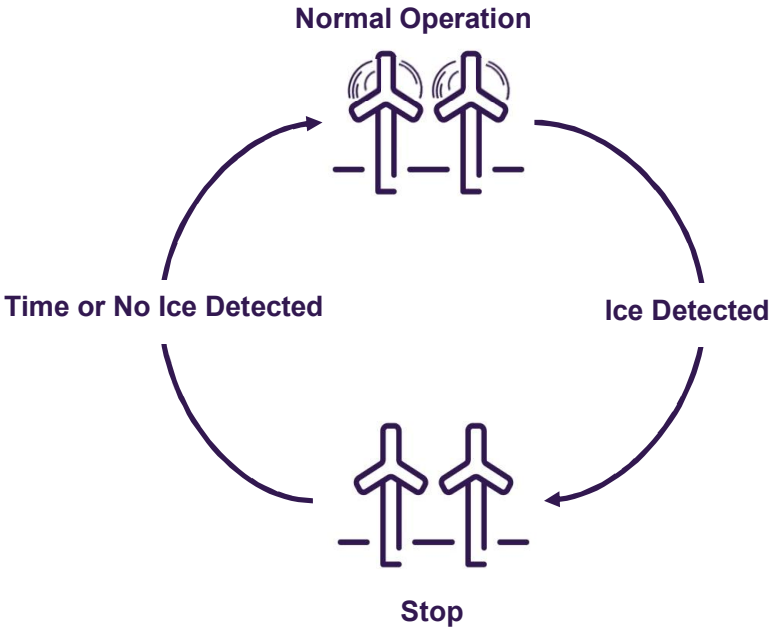
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# Three different solutions to the ice problem

SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY

# “Ignore the problem” Strategy

- Ice builds up on the blades
- Aerodynamic performance decreases
- Power production decreases
- Ice is detected by low power production or by ice detection sensor
- Turbine stops
- Turbine is restarted after a specific period, or when ice is no longer detected




Standard certificate doesn’t include ice on the blade

Significant production loss

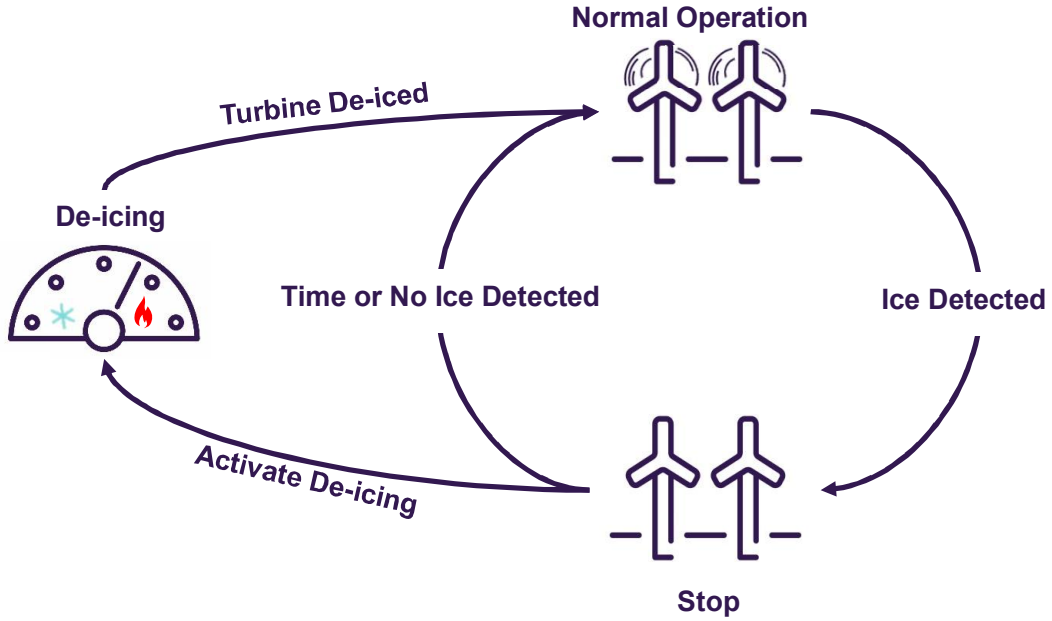
© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A



SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# “Try to remove the problem” Strategy using de-icing

- Ice builds up on the blades
- Aerodynamic performance decreases
- Power production decreases
- Ice is detected by low power production or by ice detection sensor
- Turbine stops and de-icing process is activated
- Turbine is restarted once de-icing is complete



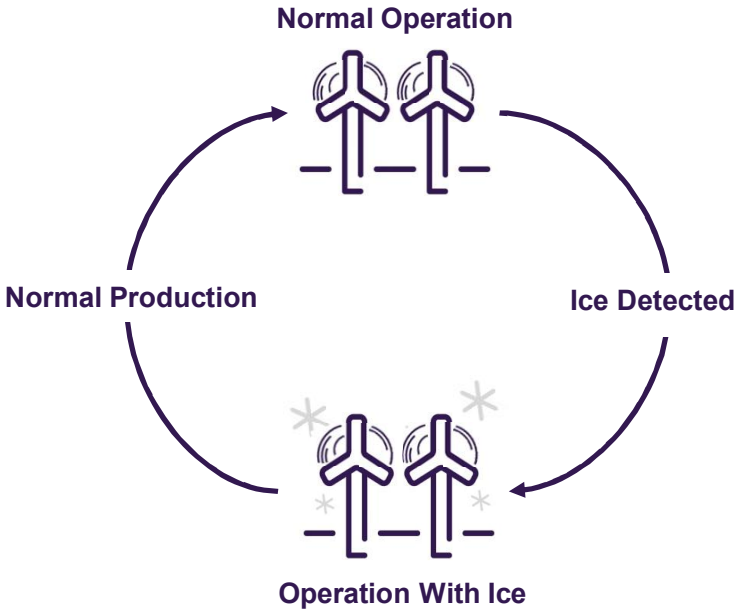

Costly and complex



SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# ”Accept and live with  the problem” strategy using OWI (Operation With Ice)

- Ice builds up on the blades
- Aerodynamic performance decreases
- Power production decreases
- Ice is detected by low power production or by ice detection sensor
- Turbine changes control strategy to avoid stops and keep operational
- Turbine leveraging on operational data and adapt to the most optimum controller setting




Low cost
No additional hardware

© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A 

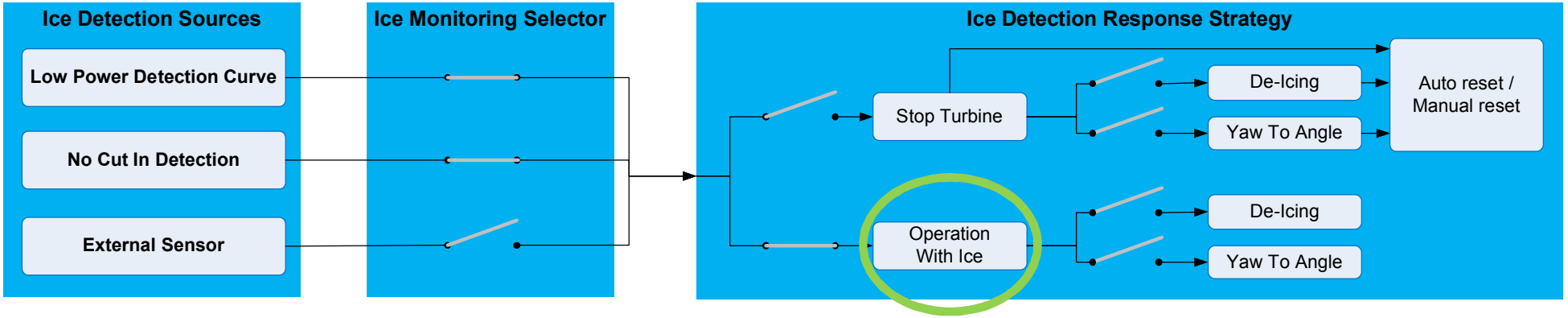
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# Operation With Ice controller feature

SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY

# Flexible configuration for cold climate strategy

- Siemens Gamesa's ice detection and response system offers a functionality that extends the range of operation during ice conditions.
- The configurable options determine how ice is detected and the associated action taken to e.g. comply with building permits
- Default configuration maximizes the power production




© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A 

SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

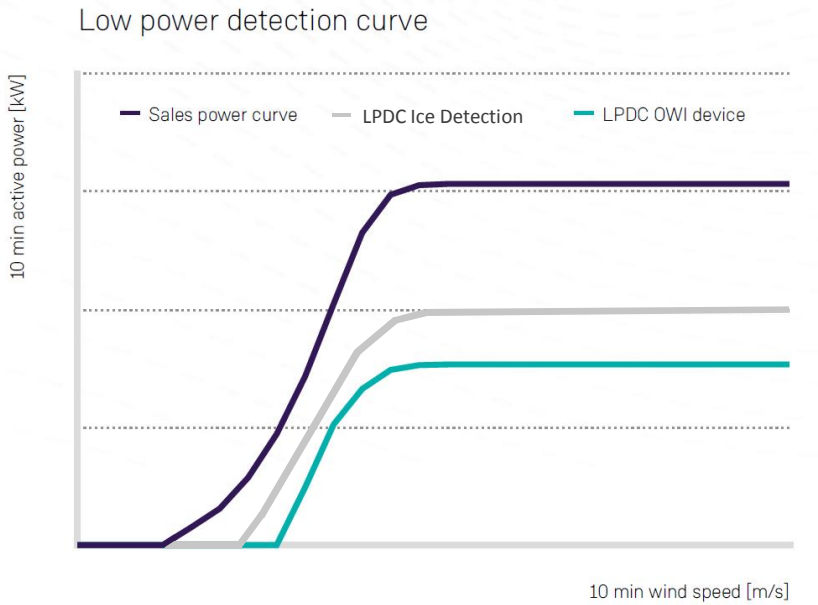
# Standard ice detection method

## Low Power Detection Curve (LPDC) Ice Detection

- Ice buildup on the blades reduces power production and degrades the power curve.
- Operation With Ice is activated once the measured power falls below the level of the Low Power Detection Curve (LPDC).
- If installed, the de-icing system is triggered by heavier ice buildup once the power falls below the OWI De-Icing power curve.

## No Cut-in Ice Detection

- Indications are that there is sufficient wind for the turbine to produce power, but the rotor speed is not high enough for the turbine to cut-in
- It is reasonable to assume that this is caused by ice buildup.

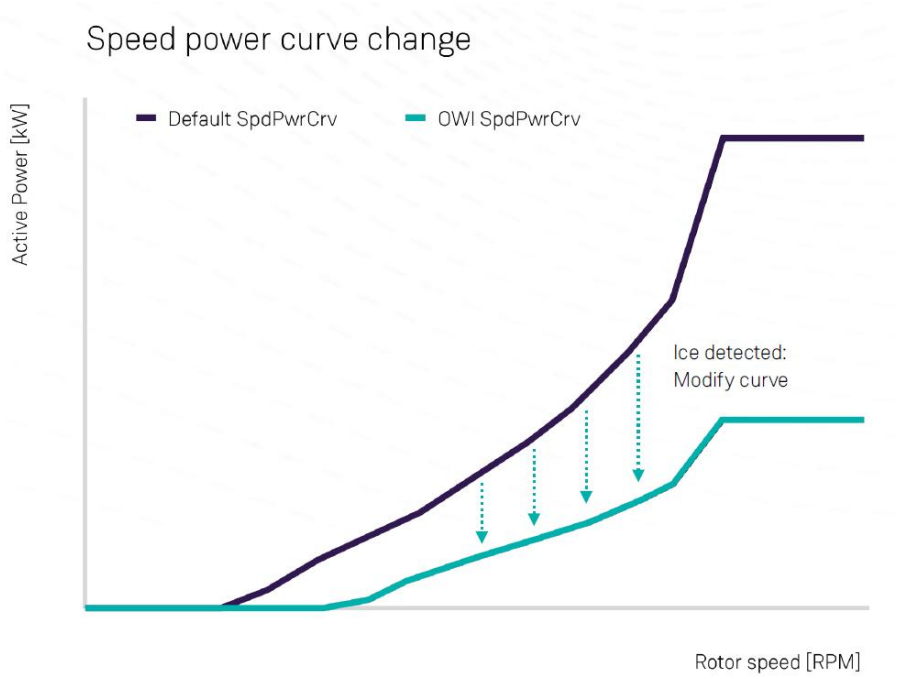



Illustrative comparison of the standard, LPDC, OWI De-Icing power curves

© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A

# Step 1: Get the rotor speed back to normal speed

- In low wind conditions, the rotor speed is controlled by a lookup table, where the generator power demand is a function of the generator speed (Speed Power Curve).
- The lookup table ensures a constant tip speed ratio under normal conditions, but with icy conditions this table setting results in reduced rotor speed
- OWI brings the rotor speed back to normal speed to avoid blade stall and turbine cut out.

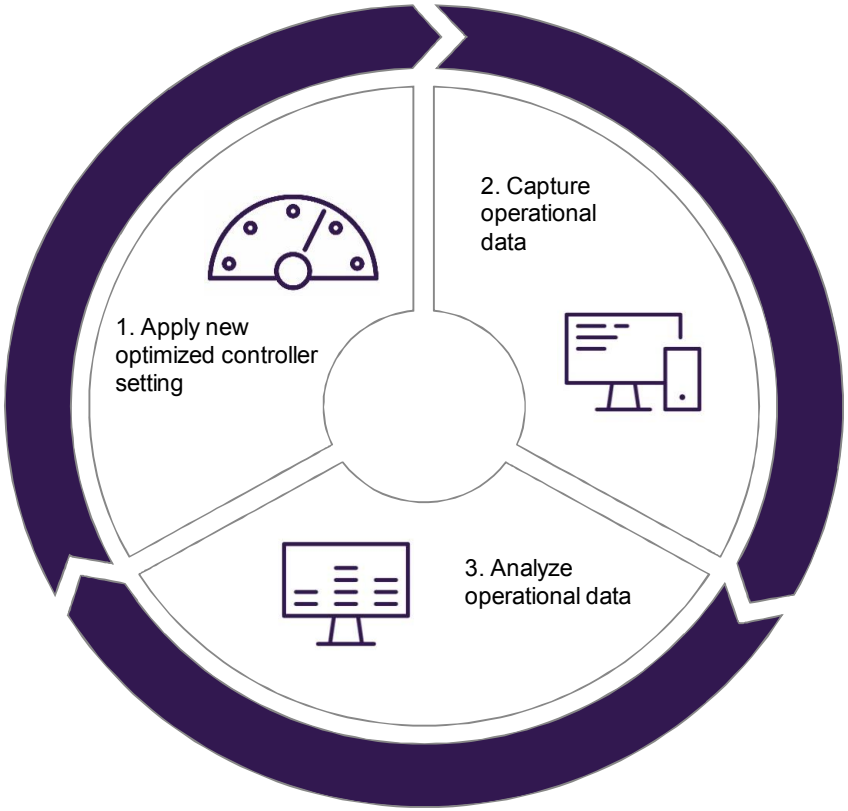



© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A 

SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# Step 2: Optimize pitch angle to avoid stall

- The minimum pitch angle is increased to move the Angle Of Attack (AOA) away from the stall area
- Turbine leverages operational data and adapts to the most optimal setting
- It continues to optimize until the optimum angle matches the default setting




© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A



SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# Same or reduced risk of ice throw, compared to de-icing solutions

- The de-icing system does not provide an ice-free turbine/blade scenario.
- Only the leading edge is de-iced, and the remaining part of the blade isn't cleaned. There's even a greater chance of large chunks of ice building up on the blade while the turbine is stopped for de-icing during ~60 minutes.
- OWI attempts to keep the turbine running, meaning it is less likely for ice to build up in large chunks compared to a rotor standing still.

© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A

# Operation With Ice can be combined with Noise Restricted Operation at noise sensitive sites

- Operation With Ice reduces stall and thereby noise emissions as well.
- Operation With Ice is compatible with Noise Restricted Operation and will respect a low speed set point from the noise control feature.

© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A

# Field experience with Operation With Ice

SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY

# The Relative Ice Loss Recovery (RILR) can be calculated from SCADA data

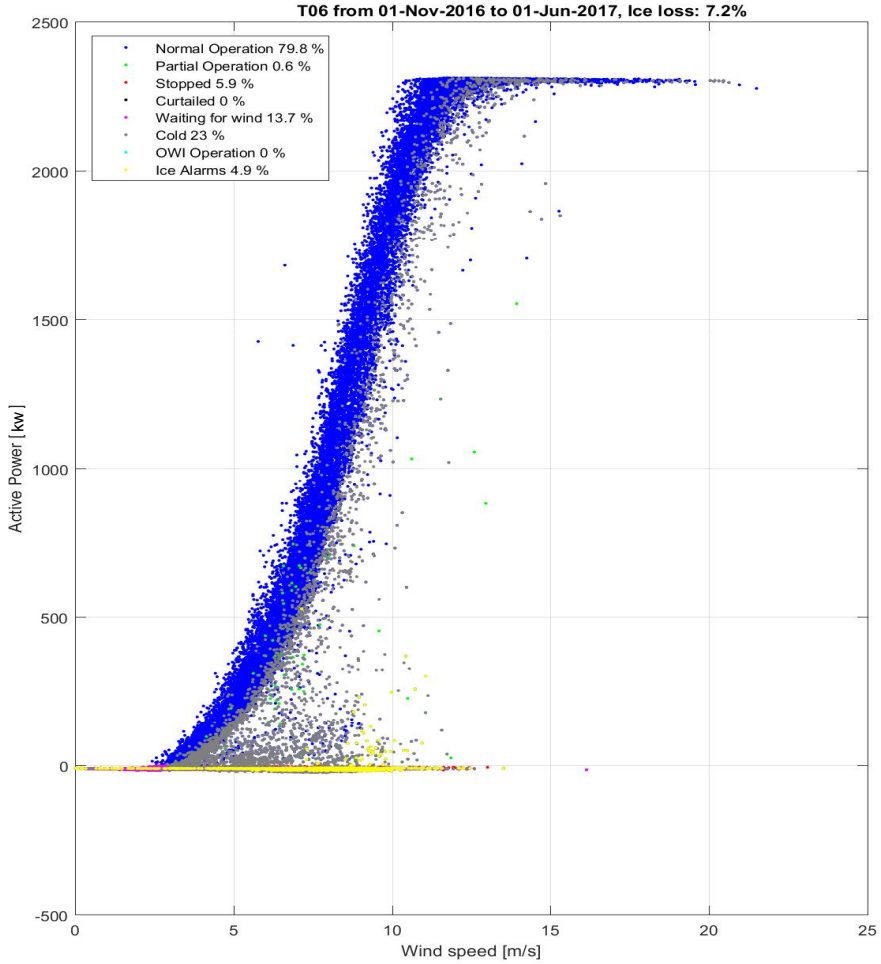
1. Select a pair of turbines with same conditions, where one is operating with a cold weather feature, and the other one is not.
2. Create “warm power curves” for both turbines based on operational data with no icy conditions.
3. Compensate nacelle wind speed for stopped operation based on wind speed at the peer turbine.
4. Calculate ice loss based on difference between actual power and the “warm power curve”.
5. Calculate relative ice loss recovery by comparing the cumulated ice loss of the turbine with and without cold climate feature.

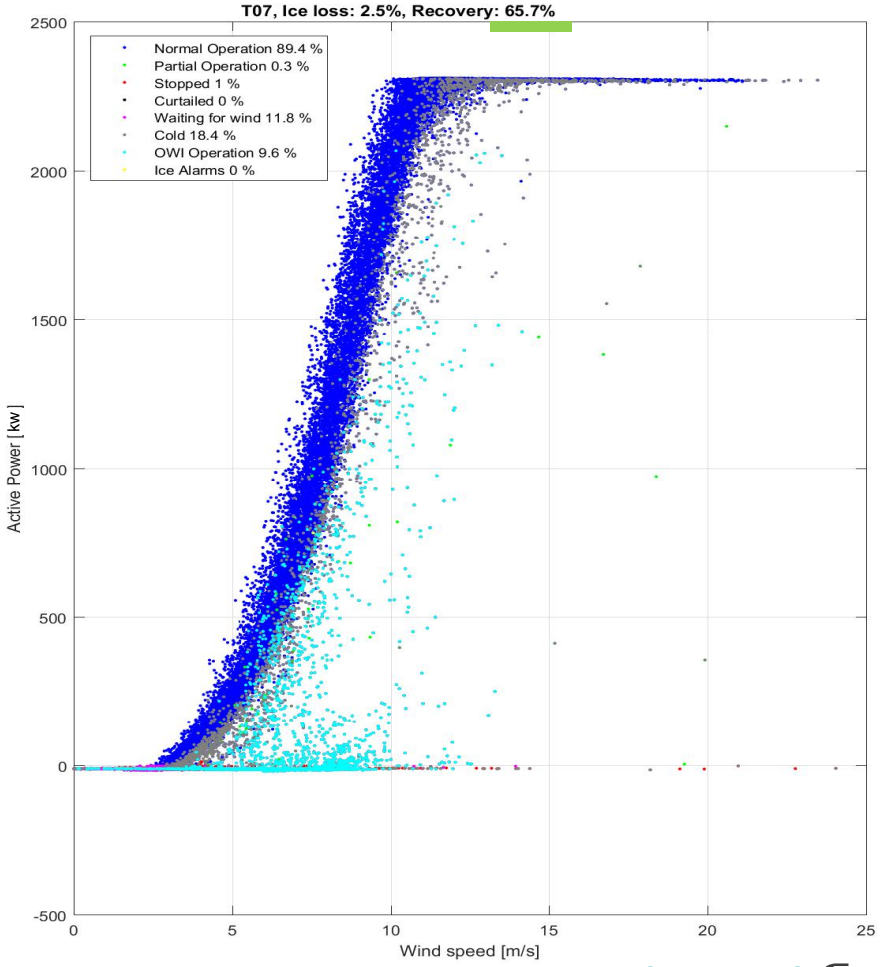
$$RILR = \frac{E^{B}_{iceloss,\%} - E^{A}_{iceloss,\%}}{E^{B}_{iceloss,\%}}$$

© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A

SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# RILR calculation example, SWT-2.3-101

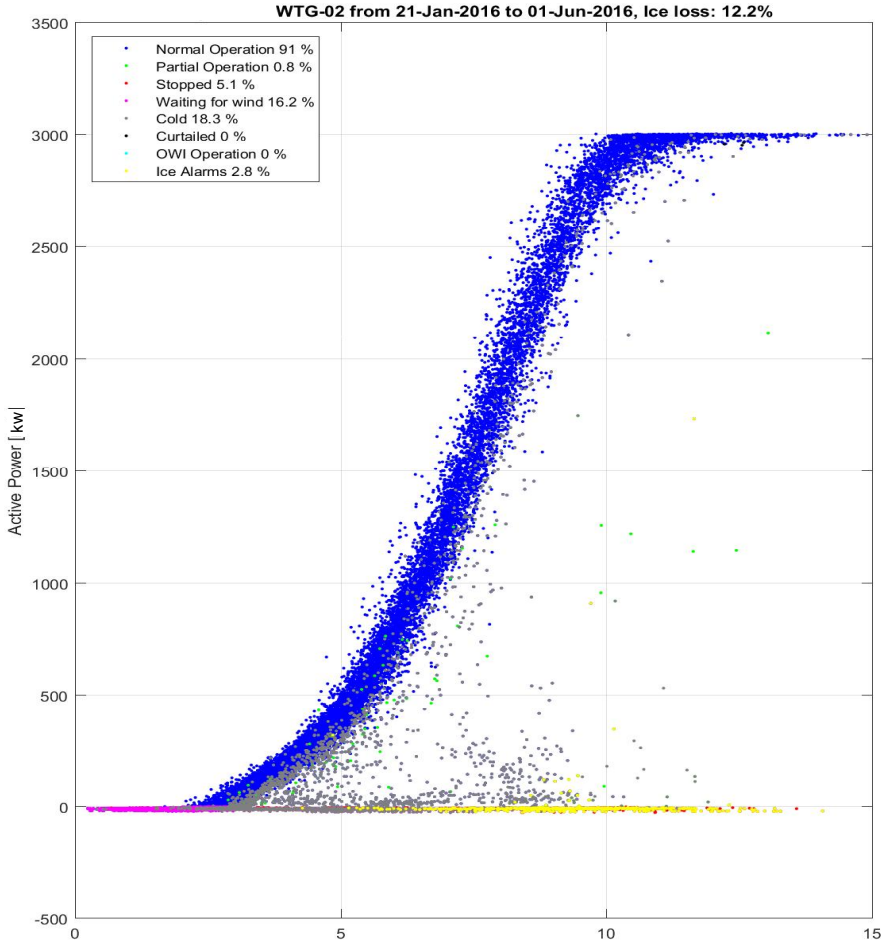


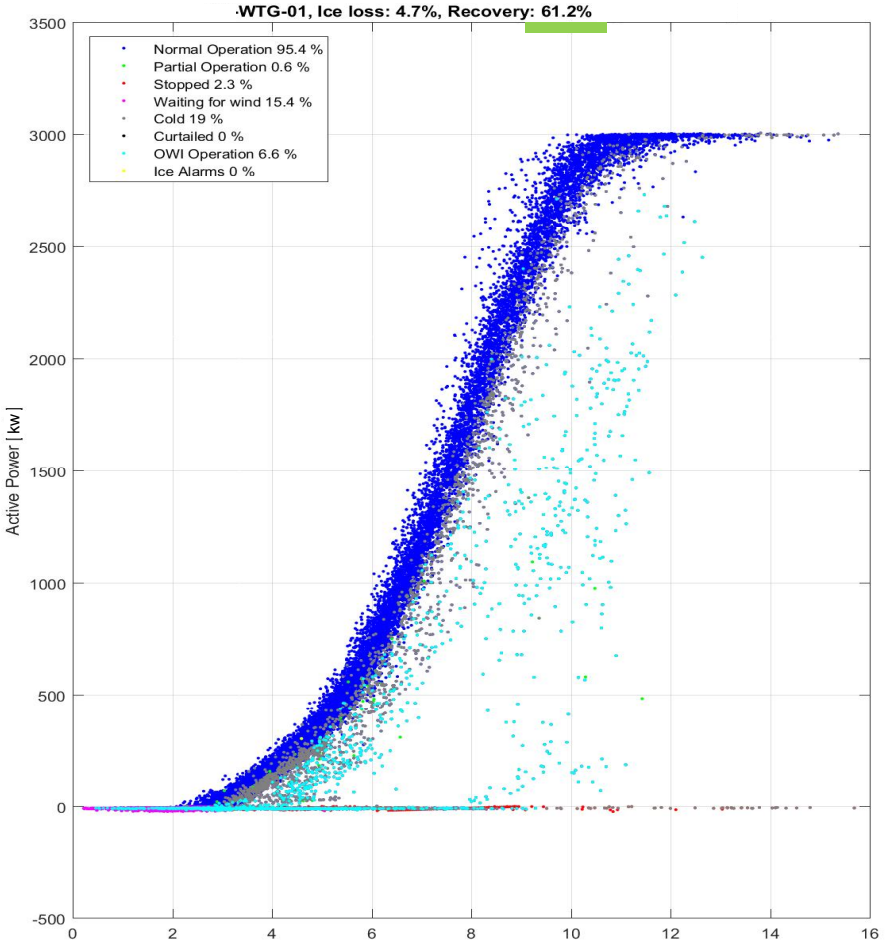




© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A Marketing Department

SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# RILR calculation example, SWT-3.0-113



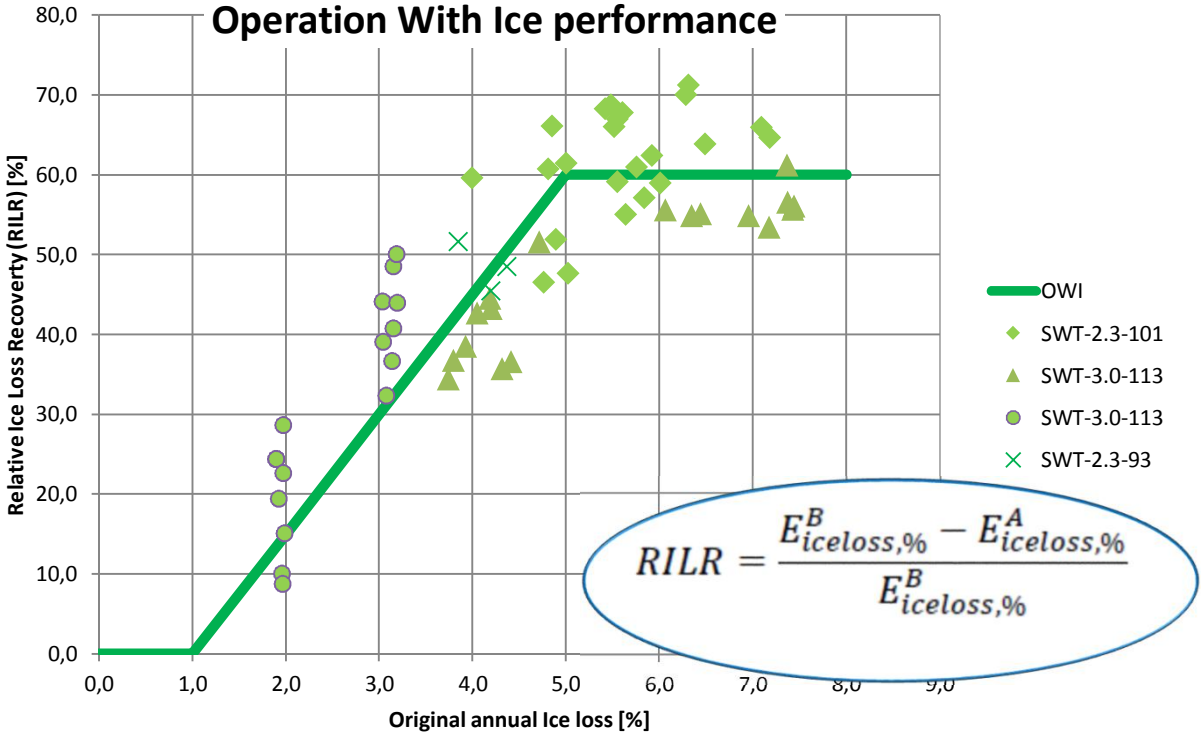




© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A Marketing Department

SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY

# The Relative Ice Loss Recovery (RILR) can be calculated from SCADA data

- Operation With Ice is now running at +300 turbines
- Has been validated over the last two winter seasons
- Average relative ice loss recovery at 60% annual ice loss > 5%




© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A 

SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY

# Thank you!

Per Egedal
Chief Engineer, Control and Monitoring,
Siemens Gamesa Renewable Energy

SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY

# ANNEXE R AVIS PRÉALABLE D'INFRABEL

**From:** Borromeo Catherine **On Behalf Of** 51.SO:FMB Bureau T Charleroi
**Sent:** Friday, 26 June 2020 09:42
**To:** [redacted]
**Cc:** Contact Infrabel
**Subject:** RE: Projet éolien Storm 60 à Quévy - Construction le long de la voie L96 - Demande d'avis

Madame [redacted],
Bonjour,

Suite à votre demande par mail ci-dessous, daté du 26.05.2020, concernant un projet de construction et d'exploitation de 6 éoliennes à Quévy, le long de la ligne 96, nous vous informons que nous émettons un **avis défavorable en ce qui concerne l'éolienne 4**. La distance entre l'éolienne et le domaine d'Infrabel doit être au minimum égale à la hauteur totale de l'éolienne. Par ailleurs, nous vous demandons de respecter les conditions suivantes :

- Le projet n'empiète pas sur le domaine INFRABEL ;
- Aucun rejet d'eau n'ait lieu sur notre domaine ;
- Sur la zone asservie le long du chemin de fer, soit respectée la loi du 25/07/1891, modifiée par la loi du 21/03/1991 et du 27/04/2018 sur la police des chemins de fer, en particulier en ce qui concerne les plantations, les distances à respecter par rapport au franc bord du rail le plus proche, pour les constructions, les dépôts ou les excavations, etc. (nous pouvons vous documenter sur le sujet) ;
- Une autorisation de réalisation des travaux soit sollicitée auprès de nos Services en temps utiles (avant les travaux). Celle-ci précisera les conditions techniques, financières et de sécurité à respecter pour les travaux et tiendra compte des méthodes d'exécution des travaux à proximité du domaine d'Infrabel qui seront soumises à notre approbation.

Notre avis pourra bien entendu être complété et/ou revu en fonction du permis qui sera introduit auprès de l'administration concernée.

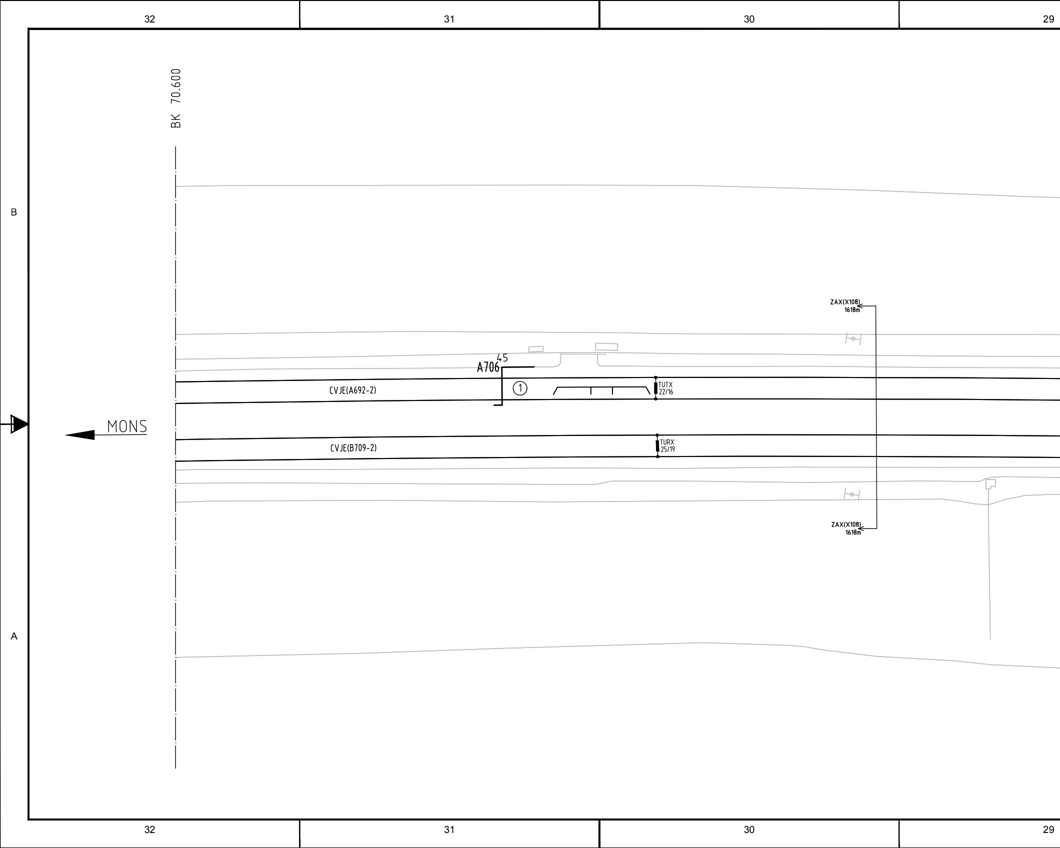
Nous vous prions d'agréer, Madame [redacted], l'assurance de notre considération distinguée.

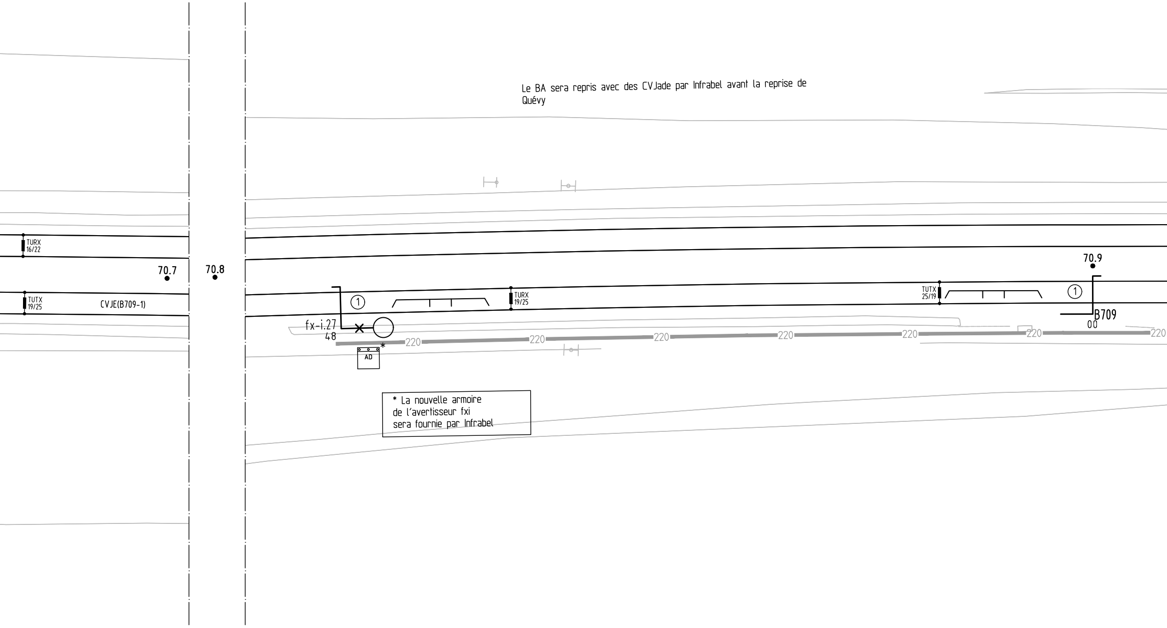
Catherine BORROMEO
Bureau des Terrains

INFRABEL
Right On Track

I-AM. Asset Management
Area South-West
1, Quai de la Gare du Sud
6000 Charleroi
071/60.24.18

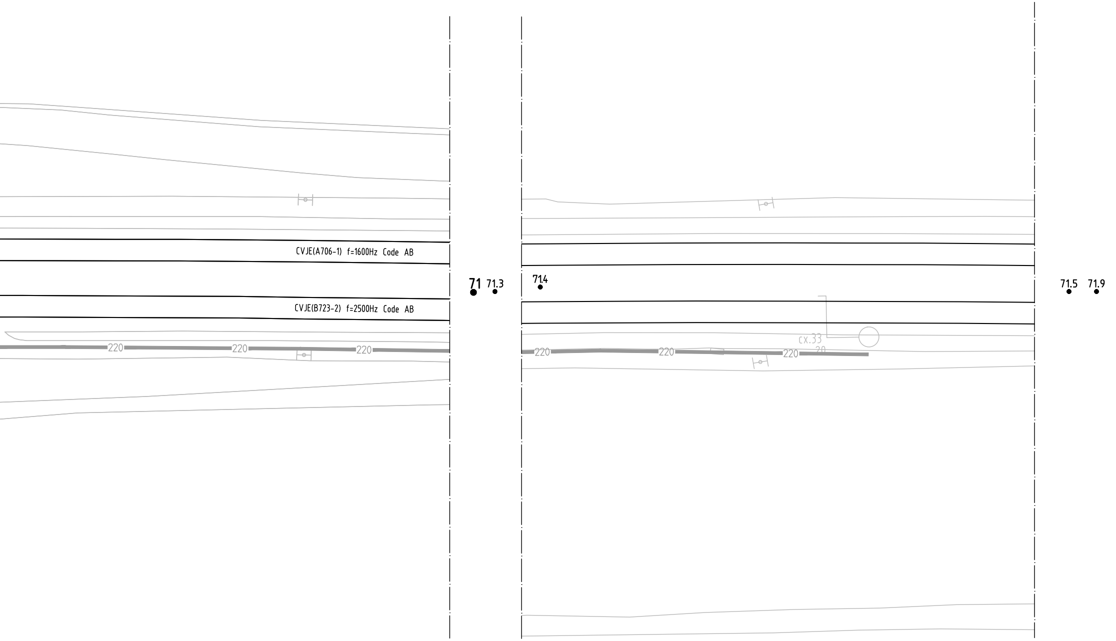
E catherine.borromeo@infrabel.be

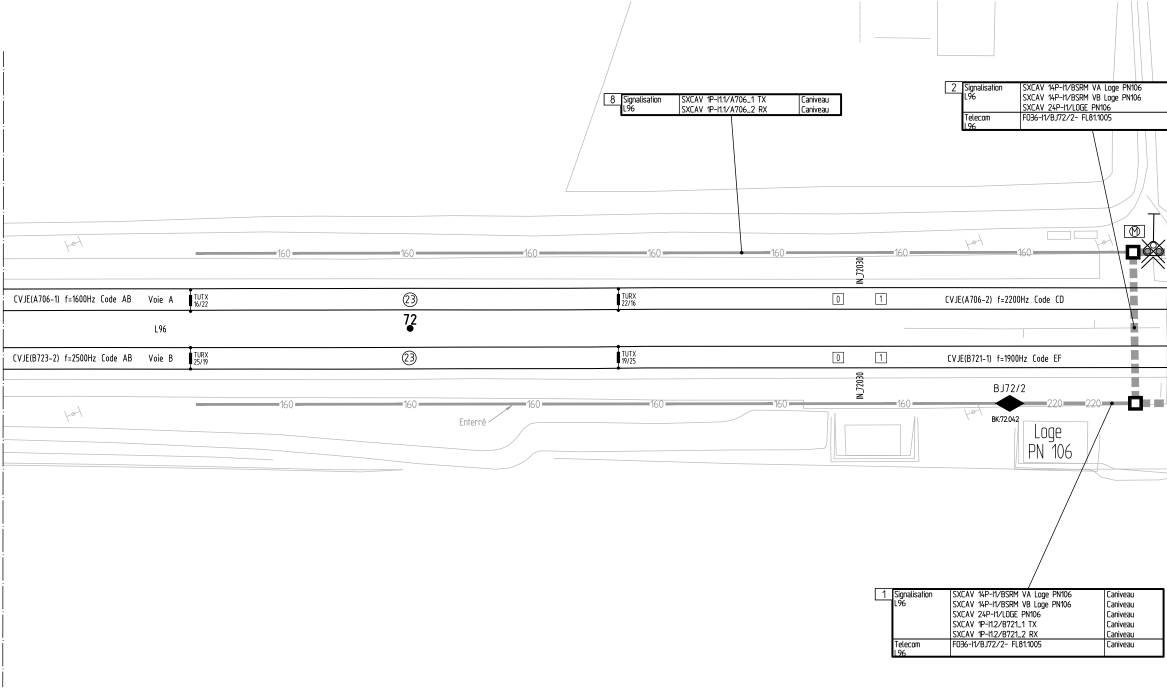

32
31
30
29
B
A
BK 70.600
MONS
A706
45
①
CVJE(A692-2)
TUTX
22/16
CVJE(B709-2)
TURX
25/19
ZAX(X108)
1618m
ZAX(X108)
1618m


TURX 16/22
TUTX 19/25
CVJE(B709-1)
70.7
70.8
70.9
fx-i.27
48
AD
①
TURX 19/25
TUTX 25/19
B709
00
220

Le BA sera repris avec des CVJade par Infrabel avant la reprise de Quévy

* La nouvelle armoire
de l'avertisseur fxi
sera fournie par Infrabel

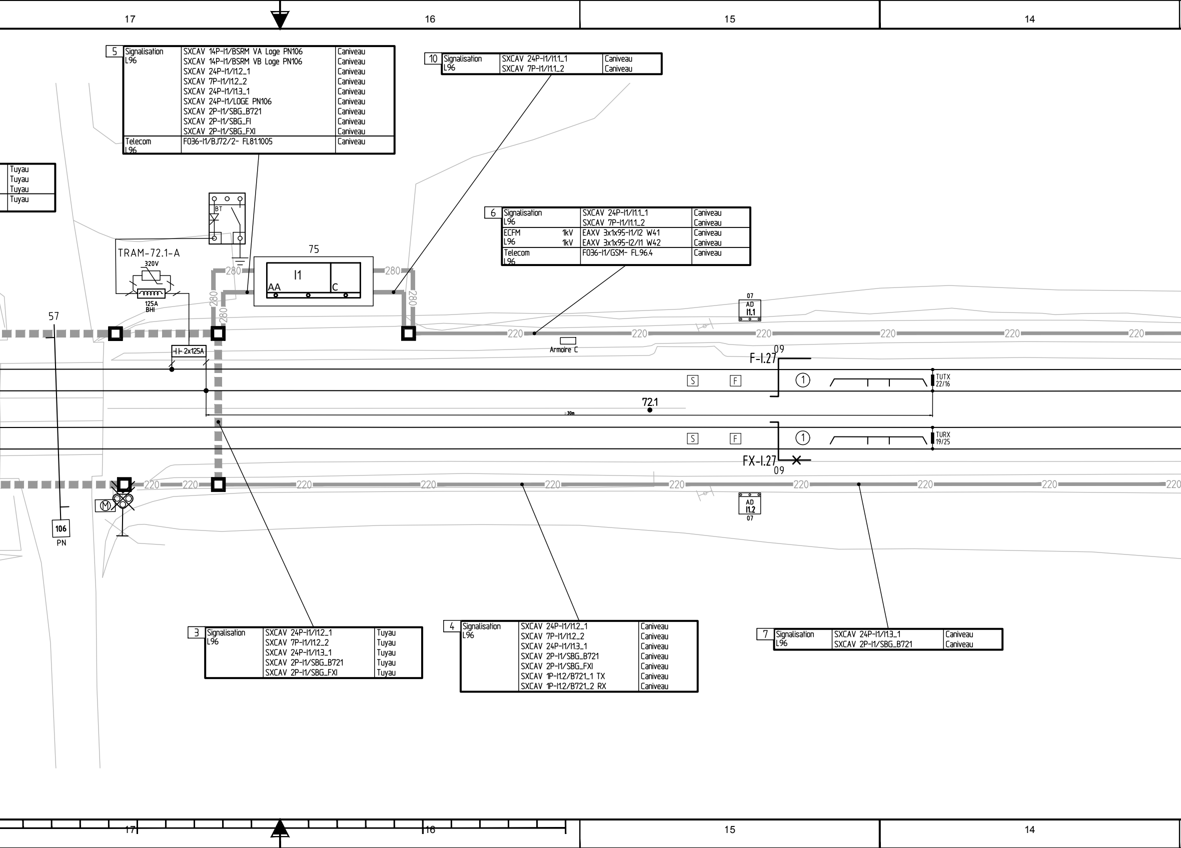

CVJE(A706-1) f=1600Hz Code AB
CVJE(B723-2) f=2500Hz Code AB
220
220
220
71
71.3
71.4
220
220
220
cx.33
20
71.5
71.9


160
IN_72030
Ⓜ
CVJE(A706-1) f=1600Hz Code AB
Voie A
TUTX 16/22
㉓
TURX 22/16
0
1
CVJE(A706-2) f=2200Hz Code CD
72
L96
CVJE(B723-2) f=2500Hz Code AB
Voie B
TURX 25/19
㉓
TUTX 19/25
0
1
CVJE(B721-1) f=1900Hz Code EF
IN_72030
BJ72/2
160
220
Enterré
BK:72.042
Loge PN 106

8			
	Signalisation L96	SXCAV 1P-I1.1/A706_1 TX SXCAV 1P-I1.1/A706_2 RX	Caniveau Caniveau

2		
	Signalisation L96	SXCAV 14P-I1/BSRM VA Loge PN106 SXCAV 14P-I1/BSRM VB Loge PN106 SXCAV 24P-I1/LOGE PN106
	Telecom L96	F036-I1/BJ72/2- FL81.1005

1			
	Signalisation L96	SXCAV 14P-I1/BSRM VA Loge PN106 SXCAV 14P-I1/BSRM VB Loge PN106 SXCAV 24P-I1/LOGE PN106 SXCAV 1P-I1.2/B721_1 TX SXCAV 1P-I1.2/B721_2 RX	Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau
	Telecom L96	F036-I1/BJ72/2- FL81.1005	Caniveau


17
16
15
14
TRAM-72.1-A
320V
125A
BHI
BT
75
I1
AA
C
280
57
2x125A
220
Armoire C
07
AD
I1.1
F-I.27
09
S
F
①
TUTX
22/16
72.1
≥30m
TURX
19/25
FX-I.27
09
AD
I1.2
07
M
106
PN

5		
Signalisation L96	SXCAV 14P-I1/BSRM VA Loge PN106 SXCAV 14P-I1/BSRM VB Loge PN106 SXCAV 24P-I1/I1.2_1 SXCAV 7P-I1/I1.2_2 SXCAV 24P-I1/I1.3_1 SXCAV 24P-I1/LOGE PN106 SXCAV 2P-I1/SBG_B721 SXCAV 2P-I1/SBG_FI SXCAV 2P-I1/SBG_FXI	Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau
Telecom L96	F036-I1/BJ72/2- FL81.1005	Caniveau

10		
Signalisation L96	SXCAV 24P-I1/I1.1_1 SXCAV 7P-I1/I1.1_2	Caniveau Caniveau

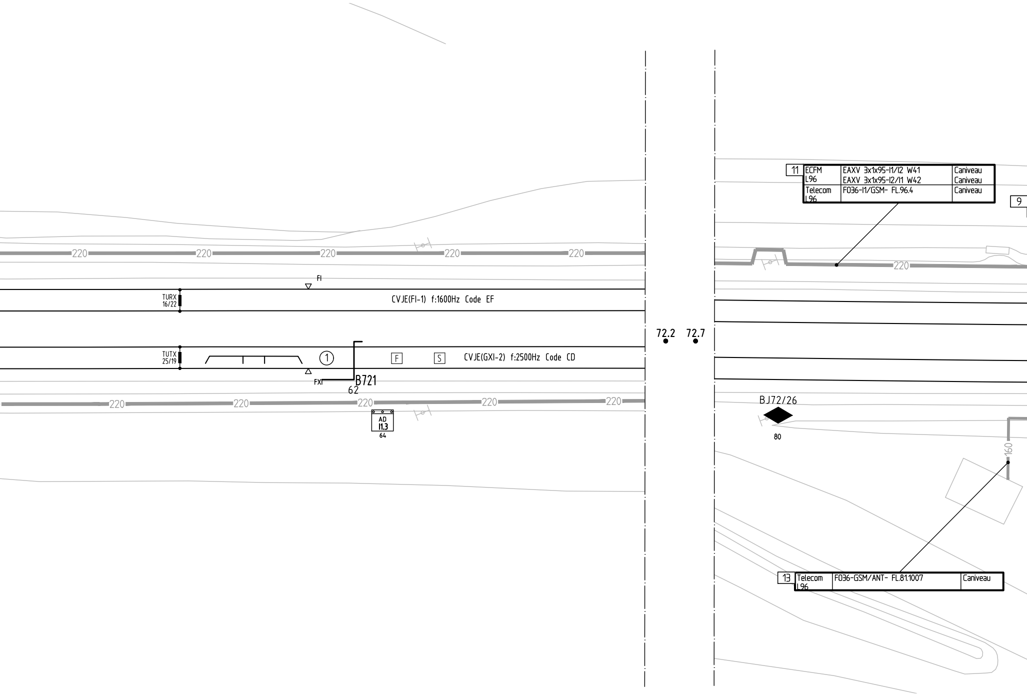
	Tuyau Tuyau Tuyau
	Tuyau

6			
Signalisation L96		SXCAV 24P-I1/I1.1_1 SXCAV 7P-I1/I1.1_2	Caniveau Caniveau
ECFM L96	1kV 1kV	EAXV 3x1x95-I1/I2 W41 EAXV 3x1x95-I2/I1 W42	Caniveau Caniveau
Telecom L96		F036-I1/GSM- FL96.4	Caniveau

3		
Signalisation L96	SXCAV 24P-I1/I1.2_1 SXCAV 7P-I1/I1.2_2 SXCAV 24P-I1/I1.3_1 SXCAV 2P-I1/SBG_B721 SXCAV 2P-I1/SBG_FXI	Tuyau Tuyau Tuyau Tuyau Tuyau

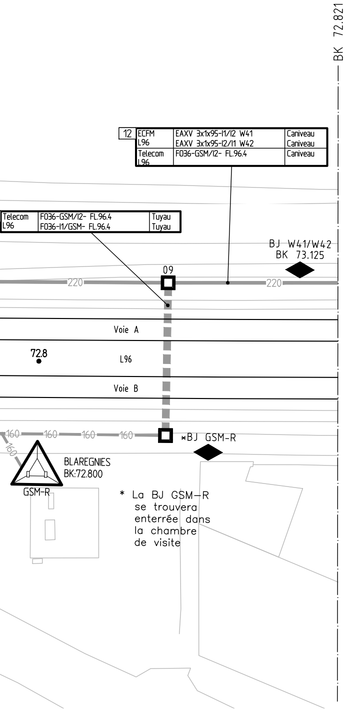
4		
Signalisation L96	SXCAV 24P-I1/I1.2_1 SXCAV 7P-I1/I1.2_2 SXCAV 24P-I1/I1.3_1 SXCAV 2P-I1/SBG_B721 SXCAV 2P-I1/SBG_FXI SXCAV 1P-I1.2/B721_1 TX SXCAV 1P-I1.2/B721_2 RX	Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau

7		
Signalisation L96	SXCAV 24P-I1/I1.3_1 SXCAV 2P-I1/SBG_B721	Caniveau Caniveau

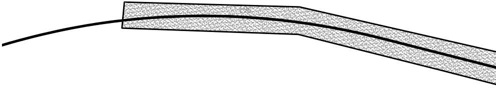

220
220
220
220
220
FI
TURX
16/22
CVJE(FI-1) f:1600Hz Code EF
TUTX
25/19
①
F
S
CVJE(GXI-2) f:2500Hz Code CD
FXI
B721
62
220
220
220
220
220
AD
I1.3
64
72.2
72.7
220
9
BJ72/26
80
160

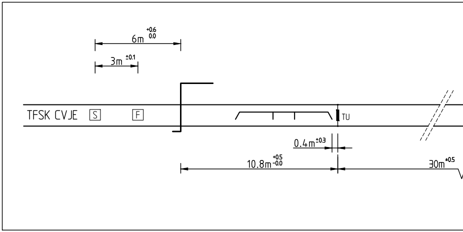
11	ECFM L96	EAXV 3x1x95-I1/I2 W41 EAXV 3x1x95-I2/I1 W42	Caniveau Caniveau
	Telecom L96	F036-I1/GSM- FL.96.4	Caniveau

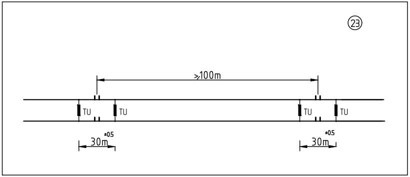
13	Telecom L96	F036-GSM/ANT- FL.81.1007	Caniveau

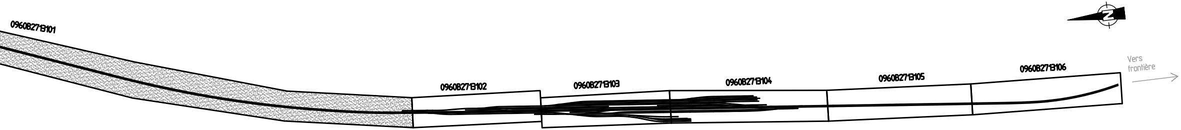

BK 72.821
12
ECFM L96
EAXV 3x1x95-I1/I2 W41
EAXV 3x1x95-I2/I1 W42
Caniveau
Caniveau
Telecom L96
F036-GSM/I2- FL.96.4
Caniveau
Telecom L96
F036-GSM/I2- FL.96.4
F036-I1/GSM- FL.96.4
Tuyau
Tuyau
BJ W41/W42
BK 73.125
09
220
220
Voie A
72.8
L96
Voie B
160
160
160
160
160
*BJ GSM-R
BLAREGNIES
BK:72.800
GSM-R
* La BJ GSM-R se trouvera enterrée dans la chambre de visite

Voir Plan
1-LQV-B27-1008-13/102 →
n°TUC 0960B2713102




6m +0.6 0.0
3m ±0.1
TFSK CVJE
S
F
TU
0.4m ±0.3
10.8m +0.5 -0.0
30m ±0.5


㉓
>100m
TU
TU
TU
TU
30m ±0.5
30m ±0.5


0960B2713101
0960B2713102
0960B2713103
0960B2713104
0960B2713105
0960B2713106
Vers frontière
N

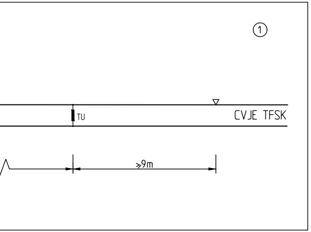

①
TU
CVJE TFSK
≥9m

Tableau Balises

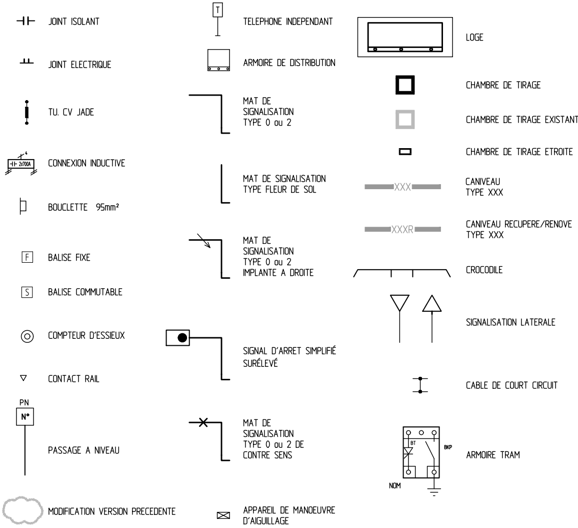
BG/Sign	FX-I.27
SBG	S_253_15074_0(FX-I.27) F_253_15074_1(FX-I.27)

BG/Sign	F-I.27
SBG	S_253_15073_0(F-I.27) F_253_15073_1(F-I.27)

BG/Sign	B721
SBG	S_253_15546_0(B271) F_253_15546_1(B721)

Gr. Balise/BakenGr.	Voie/Spoor	Id. Gr. Balise/BakenGr.
IN_72030	B	F_253_15076_0_IN F_253_15076_1_IN
IN_72030	A	F_253_15075_0_IN F_253_15075_1_IN

NOMENCLATURE


JOINT ISOLANT
JOINT ELECTRIQUE
TU. CV JADE
2x700A
CONNEXION INDUCTIVE
BOUCLETTE 95mm²
F
BALISE FIXE
S
BALISE COMMUTABLE
COMPTEUR D'ESSIEUX
CONTACT RAIL
PN
N°
PASSAGE A NIVEAU
MODIFICATION VERSION PRECEDENTE
T
TELEPHONE INDEPENDANT
ARMOIRE DE DISTRIBUTION
MAT DE SIGNALISATION TYPE 0 ou 2
MAT DE SIGNALISATION TYPE FLEUR DE SOL
MAT DE SIGNALISATION TYPE 0 ou 2 IMPLANTE A DROITE
SIGNAL D'ARRET SIMPLIFIÉ SURÉLEVÉ
MAT DE SIGNALISATION TYPE 0 ou 2 DE CONTRE SENS
APPAREIL DE MANOEUVRE D'AIGUILLAGE
LOGE
CHAMBRE DE TIRAGE
CHAMBRE DE TIRAGE EXISTANT
CHAMBRE DE TIRAGE ETROITE
XXX
CANIVEAU TYPE XXX
XXXR
CANIVEAU RECUPERE/RENOVE TYPE XXX
CROCODILE
SIGNALISATION LATERALE
CABLE DE COURT CIRCUIT
BT
BKP
NOM
ARMOIRE TRAM

01	03.08.2018	Suite EBP du 17.12.2017, plan 0960B2713101 du 20.04.2018 cédé par TUC RAIL le 18/07/2018 - TBM pour publication DRAW IN - AH-JA	266/18	GDW	
Révision		Modification	Dossier	Dressé	Paraphes

Draftsman:
Signé
Neukermans J.

Verifier:
Signé
Brack M.

Designer:
Signé
Chayef J.

Design Engineer:
ing
Signé
Freda G.

Design Coordinator:
ir
Signé
Vos J.

Manager:
ir
Signé
Lemaire E.

Approuvé: ir
Head of Department Design
Signé
TUC RAIL s.a.
Vyncke J.

Ligne 96
Bruxelles-Midi – Frontière RFF (Feignies)

Mons

Cabine EBP B.27
Zone de Quévy (ex B.33)
Km 70,600 au km 72,821

Chemin des câbles
Isolement des voies
Echelle 1/200

PLAN DE REFERENCE : TUC RAIL 0960B2713101 n° de projet 155316
statut du plan AS BUILT Analyse Form: AFS007 ind. B

ACN6100

INFRABEL

Infrastructure
I-AM Area SW 06
Mons

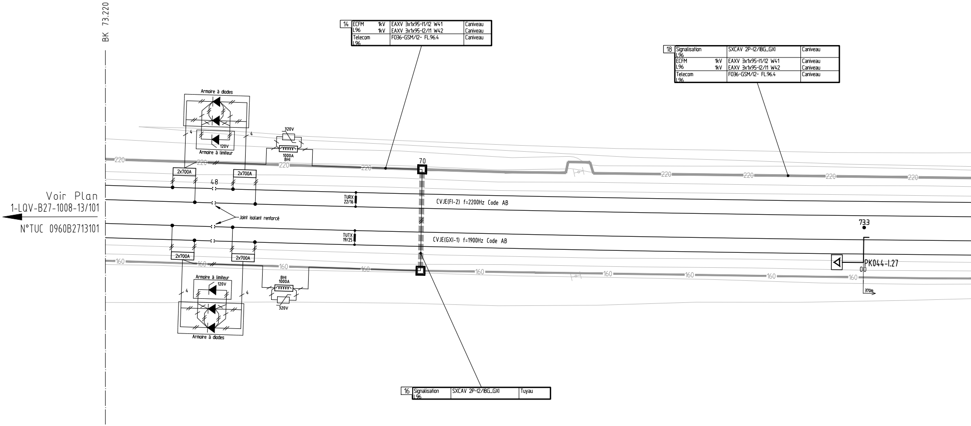
Signalisation

	Surface 1.06 m²	Surface totale 1.06 m²	Code distribution 524

N° du plan
1-LQV-B27-1008-13/101

Version	Date d'édition	Langue	Feuille
01	03.08.2018	fr	1/1

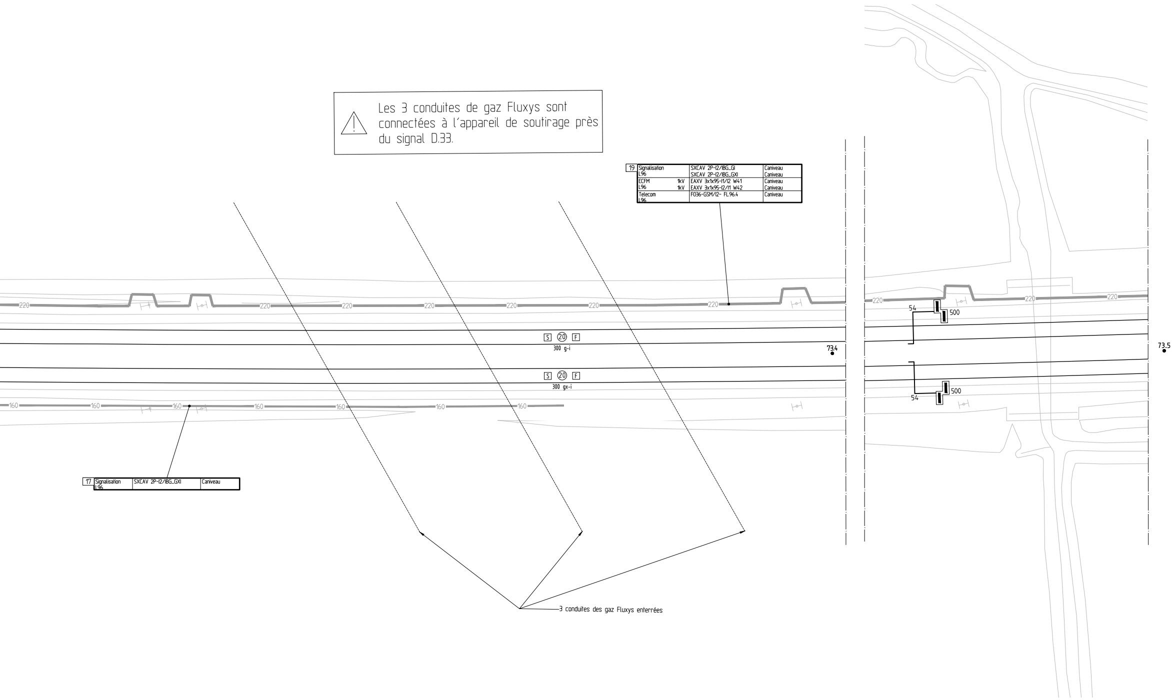
22/08/2018 10:49:401-LQV-B27-1008-13-1.dwg


BK 73.220
Voir Plan
1-LQV-B27-1008-13/101
N°TUC 0960B2713101
Armoire à diodes
Armoire à limiteur
120V
4
320V
1000A
BHI
220
2x700A
48
70
Joint isolant renforcé
TURX
22/16
TUTX
19/25
CVJE(FI-2) f=2200Hz Code AB
CVJE(GXI-1) f=1900Hz Code AB
160
73.3
PK044-I.27
0.0
370m

14			
	ECFM 1kV L96 1kV	EAXV 3x1x95-I1/I2 W41 EAXV 3x1x95-I2/I1 W42	Caniveau Caniveau
	Telecom L96	F036-GSM/I2- FL.96.4	Caniveau

18			
	Signalisation L96	SXCAV 2P-I2/IBG_GXI	Caniveau
	ECFM 1kV L96 1kV	EAXV 3x1x95-I1/I2 W41 EAXV 3x1x95-I2/I1 W42	Caniveau Caniveau
	Telecom L96	F036-GSM/I2- FL.96.4	Caniveau

16			
	Signalisation L96	SXCAV 2P-I2/IBG_GXI	Tuyau



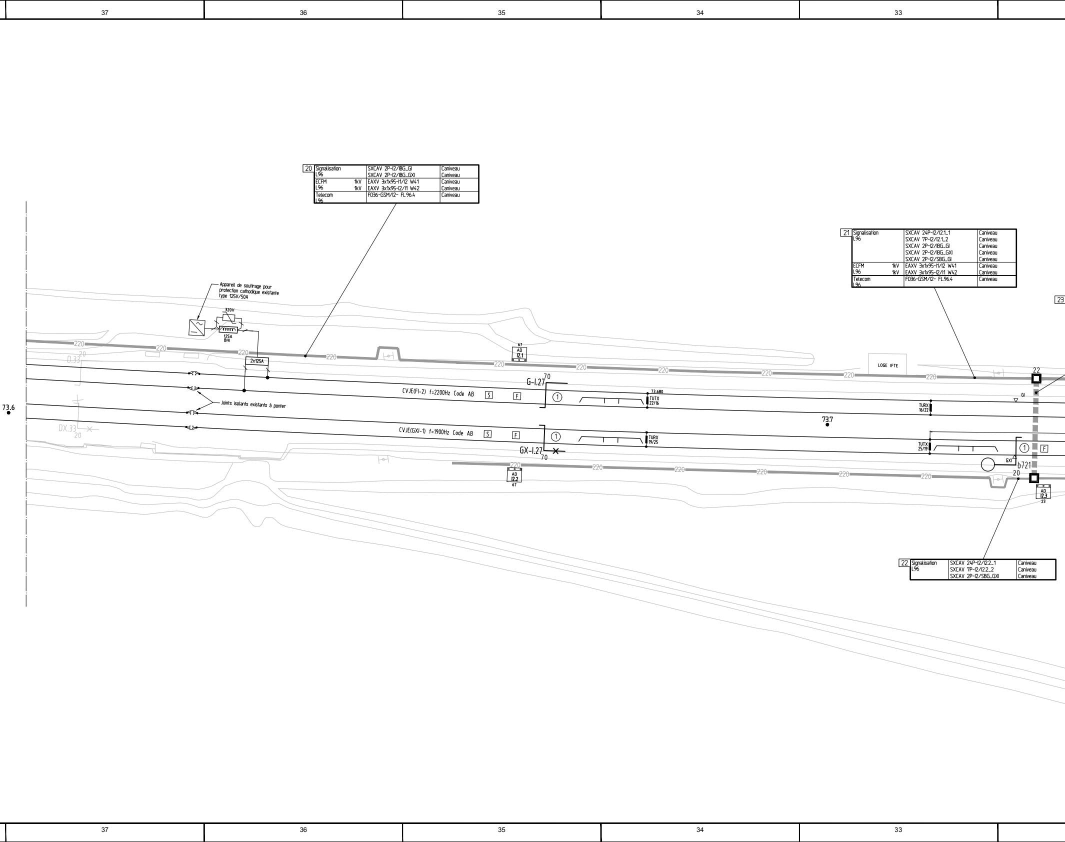
Les 3 conduites de gaz Fluxys sont connectées à l'appareil de soutirage près du signal D.33.

19			
	Signalisation L96	SXCAV 2P-12/IBG_GI SXCAV 2P-12/IBG_GXI	Caniveau Caniveau
	ECFM 1kV L96 1kV	EAXV 3x1x95-I1/I2 W41 EAXV 3x1x95-I2/I1 W42	Caniveau Caniveau
	Telecom L96	F036-GSM/I2- FL.96.4	Caniveau

17			
	Signalisation L96	SXCAV 2P-12/IBG_GXI	Caniveau

3 conduites des gaz Fluxys enterrées

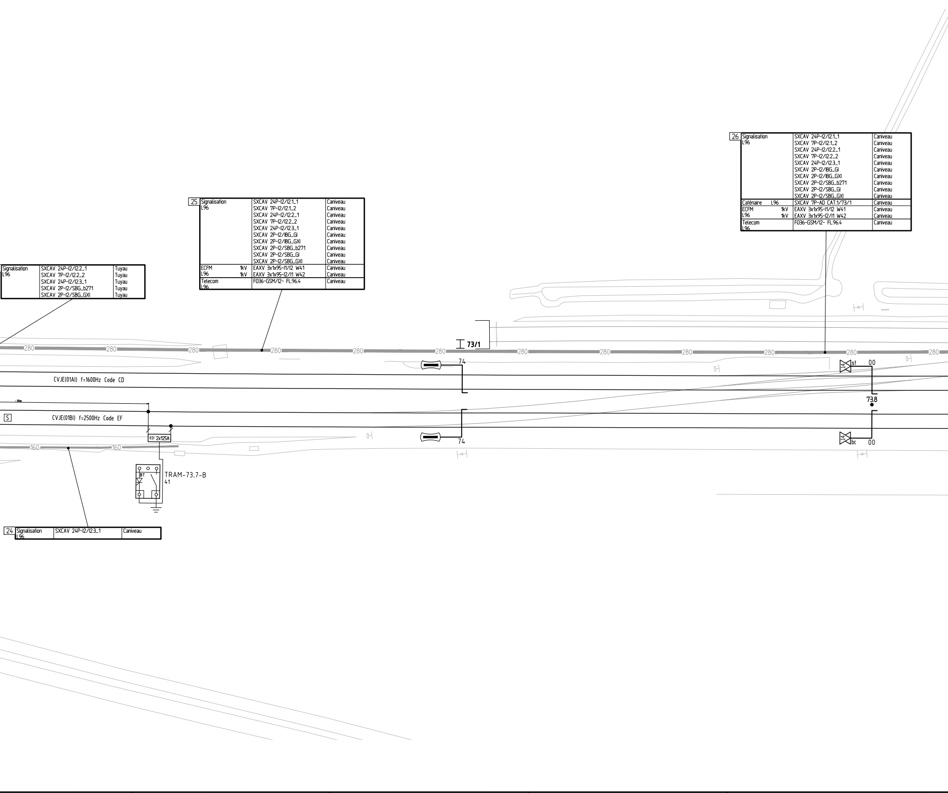
220
S 20 F
300 g-i
S 20 F
300 gx-i
160
73.4
54
500
54
500
73.5


37
36
35
34
33
Appareil de soutirage pour protection cathodique existante type 125V/50A
320V
125A
BHI
2x125A
Joints isolants existants à ponter
73.6
D.33
20
DX.33
20
220
67
AD
12.1
AD
12.2
67
LOGE IFTE
G-I.27
70
GX-I.27
70
CVJE(FI-2) f=2200Hz Code AB
CVJE(GXI-1) f=1900Hz Code AB
S
F
①
73.680
TUTX
22/16
TURX
19/25
73.7
TURX
16/22
TUTX
25/19
GI
GXI
b721
22
20
AD
12.3
23

20			
	Signalisation L96	SXCAV 2P-I2/IBG_GI SXCAV 2P-I2/IBG_GXI	Caniveau Caniveau
	ECFM 1kV L96 1kV	EAXV 3x1x95-I1/I2 W41 EAXV 3x1x95-I2/I1 W42	Caniveau Caniveau
	Telecom L96	F036-GSM/I2- FL.96.4	Caniveau

21			
	Signalisation L96	SXCAV 24P-I2/I2.1_1 SXCAV 7P-I2/I2.1_2 SXCAV 2P-I2/IBG_GI SXCAV 2P-I2/IBG_GXI SXCAV 2P-I2/SBG_GI	Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau
	ECFM 1kV L96 1kV	EAXV 3x1x95-I1/I2 W41 EAXV 3x1x95-I2/I1 W42	Caniveau Caniveau
	Telecom L96	F036-GSM/I2- FL.96.4	Caniveau

22			
	Signalisation L96	SXCAV 24P-I2/I2.2_1 SXCAV 7P-I2/I2.2_2 SXCAV 2P-I2/SBG_GXI	Caniveau Caniveau Caniveau


280
160
73/1
74
74
st
bc
14
14
00
00
73.8
CVJE(01AI) f=1600Hz Code CD
S
CVJE(01BI) f=2500Hz Code EF
>30m
HF 2x125A
BT
TRAM-73.7-B
41

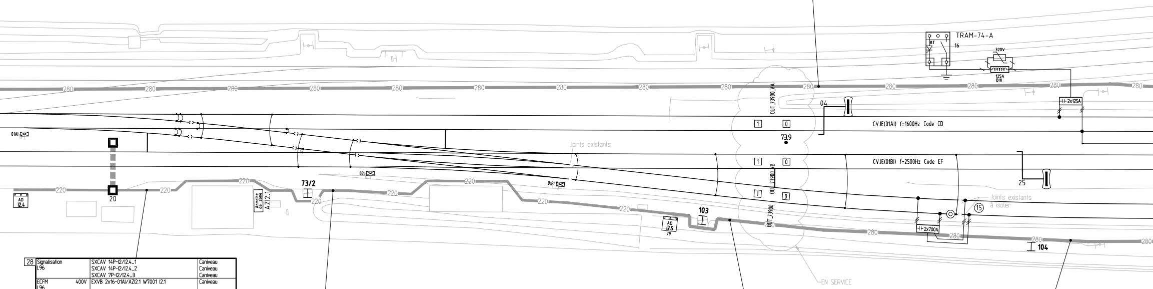
Signalisation L96	SXCAV 24P-I2/I2.2_1 SXCAV 7P-I2/I2.2_2 SXCAV 24P-I2/I2.3_1 SXCAV 2P-I2/SBG_b271 SXCAV 2P-I2/SBG_GXI	Tuyau Tuyau Tuyau Tuyau Tuyau

25	Signalisation L96	SXCAV 24P-I2/I2.1_1 SXCAV 7P-I2/I2.1_2 SXCAV 24P-I2/I2.2_1 SXCAV 7P-I2/I2.2_2 SXCAV 24P-I2/I2.3_1 SXCAV 2P-I2/IBG_GI SXCAV 2P-I2/IBG_GXI SXCAV 2P-I2/SBG_b271 SXCAV 2P-I2/SBG_GI SXCAV 2P-I2/SBG_GXI	Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau
	ECFM 1kV L96 1kV	EAXV 3x1x95-I1/I2 W41 EAXV 3x1x95-I2/I1 W42	Caniveau Caniveau
	Telecom L96	F036-GSM/I2- FL.96.4	Caniveau

26	Signalisation L96	SXCAV 24P-I2/I2.1_1 SXCAV 7P-I2/I2.1_2 SXCAV 24P-I2/I2.2_1 SXCAV 7P-I2/I2.2_2 SXCAV 24P-I2/I2.3_1 SXCAV 2P-I2/IBG_GI SXCAV 2P-I2/IBG_GXI SXCAV 2P-I2/SBG_b271 SXCAV 2P-I2/SBG_GI SXCAV 2P-I2/SBG_GXI	Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau
	Caténaire L96	SXCAV 7P-AD CAT.1/73/1	Caniveau
	ECFM 1kV L96 1kV	EAXV 3x1x95-I1/I2 W41 EAXV 3x1x95-I2/I1 W42	Caniveau Caniveau
	Telecom L96	F036-GSM/I2- FL.96.4	Caniveau

24	Signalisation L96	SXCAV 24P-I2/I2.3_1	Caniveau

30			
Signalisation L96		SXCAV 24P-I2/I2.1_1	Caniveau
		SXCAV 7P-I2/I2.1_2	Caniveau
		SXCAV 24P-I2/I2.2_1	Caniveau
		SXCAV 7P-I2/I2.2_2	Caniveau
		SXCAV 24P-I2/I2.3_1	Caniveau
		SXCAV 2P-I2/IBG_GI	Caniveau
		SXCAV 2P-I2/IBG_GXI	Caniveau
		SXCAV 2P-I2/SBG_b271	Caniveau
		SXCAV 2P-I2/SBG_GI	Caniveau
		SXCAV 2P-I2/SBG_GXI	Caniveau
Caténaire L96		SXCAV 7P-AD CAT.1/73/1	Caniveau
ECFM L96	1kV	EAXV 3x1x95-I1/I2 W41	Caniveau
	1kV	EAXV 3x1x95-I2/I1 W42	Caniveau
Telecom L96		FO36-GSM/I2- FL.96.4	Caniveau

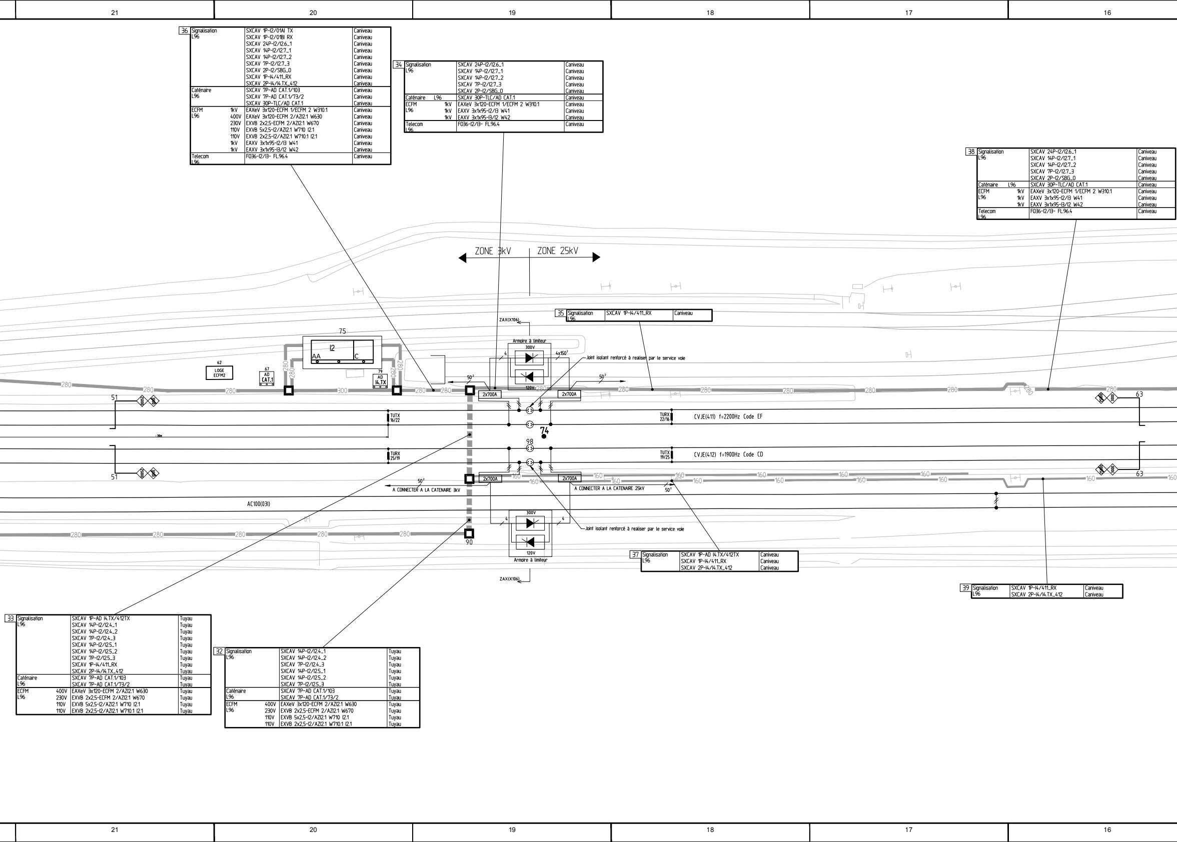

TRAM-74-A
BT
16
320V
125A
BHI
280
2x125A
04
OUT_73900_VA
1
0
CVJE(01AI) f=1600Hz Code CD
73.9
Joints existants
01AI
02I
01BI
CVJE(01BI) f=2500Hz Code EF
OUT_73900_VB
OUT_73900
25
Joints existants
à isoler
15
2x700A
104
220
AD
I2.4
20
Armoire de zone
AZI2.1
73/2
103
AD
I2.5
79
EN SERVICE

28			
Signalisation L96		SXCAV 14P-I2/I2.4_1	Caniveau
		SXCAV 14P-I2/I2.4_2	Caniveau
		SXCAV 7P-I2/I2.4_3	Caniveau
ECFM L96	400V	EXVB 2x16-01AI/AZI2.1 W7001 I2.1	Caniveau

27			
Signalisation L96		SXCAV 14P-I2/I2.4_1	Caniveau
		SXCAV 14P-I2/I2.4_2	Caniveau
		SXCAV 7P-I2/I2.4_3	Caniveau
ECFM L96	400V	EXVB 2x6-01BI/AZI2.1 W7002 I2.1	Caniveau
	400V	EXVB 2x6-01BI/AZI2.1 W7003 I2.1	Caniveau
	230V	EXVB 2x2,5-01BI/AZI2.1 W811 I2.1	Caniveau
	400V	EXVB 2x6-02AI/AZI2.1 W7004 I2.1	Caniveau
	400V	EXVB 2x6-02AI/AZI2.1 W7005 I2.1	Caniveau
	400V	EAXeV 3x120-ECFM 2/AZI2.1 W630	Caniveau
	230V	EXVB 2x2,5-ECFM 2/AZI2.1 W670	Caniveau
	110V	EXVB 5x2,5-I2/AZI2.1 W710 I2.1	Caniveau
	110V	EXVB 2x2,5-I2/AZI2.1 W710.1 I2.1	Caniveau

29			
Signalisation L96		SXCAV 14P-I2/I2.4_1	Caniveau
		SXCAV 14P-I2/I2.4_2	Caniveau
		SXCAV 7P-I2/I2.4_3	Caniveau
		SXCAV 14P-I2/I2.5_1	Caniveau
		SXCAV 14P-I2/I2.5_2	Caniveau
		SXCAV 7P-I2/I2.5_3	Caniveau
Caténaire L96		SXCAV 7P-AD CAT.1/103	Caniveau
		SXCAV 7P-AD CAT.1/73/2	Caniveau
ECFM L96	400V	EAXeV 3x120-ECFM 2/AZI2.1 W630	Caniveau
	230V	EXVB 2x2,5-ECFM 2/AZI2.1 W670	Caniveau
	110V	EXVB 5x2,5-I2/AZI2.1 W710 I2.1	Caniveau
	110V	EXVB 2x2,5-I2/AZI2.1 W710.1 I2.1	Caniveau

31			
Signalisation L96		SXCAV 14P-I2/I2.4_1	Caniveau
		SXCAV 14P-I2/I2.4_2	Caniveau
		SXCAV 7P-I2/I2.4_3	Caniveau
		SXCAV 14P-I2/I2.5_1	Caniveau
		SXCAV 14P-I2/I2.5_2	Caniveau
		SXCAV 7P-I2/I2.5_3	Caniveau
Caténaire L96		SXCAV 7P-AD CAT.1/103	Caniveau
		SXCAV 7P-AD CAT.1/73/2	Caniveau
ECFM L96	400V	EAXeV 3x120-ECFM 2/AZI2.1 W630	Caniveau
	230V	EXVB 2x2,5-ECFM 2/AZI2.1 W670	Caniveau
	110V	EXVB 5x2,5-I2/AZI2.1 W710 I2.1	Caniveau
	110V	EXVB 2x2,5-I2/AZI2.1 W710.1 I2.1	Caniveau


21
20
19
18
17
16
ZONE 3kV
ZONE 25kV
75
I2
AA
C
62
LOGE
ECFM2
67
AD
CAT.1
79
AD
I4.TX
280
300
160
51
63
90
98
74
TUTX
16/22
TURX
25/19
TURX
22/16
TUTX
19/25
CVJE(411) f=2200Hz Code EF
CVJE(412) f=1900Hz Code CD
AC100(03I)
ZAX(X106)
Armoire à limiteur
300V
120V
4
4x150²
50²
2x700A
A CONNECTER A LA CATENAIRE 3kV
A CONNECTER A LA CATENAIRE 25kV
Joint isolant renforcé à realiser par le service voie

36	Signalisation L96		SXCAV 1P-I2/01AI TX	Caniveau
			SXCAV 1P-I2/01BI RX	Caniveau
			SXCAV 24P-I2/I2.6_1	Caniveau
			SXCAV 14P-I2/I2.7_1	Caniveau
			SXCAV 14P-I2/I2.7_2	Caniveau
			SXCAV 7P-I2/I2.7_3	Caniveau
			SXCAV 2P-I2/SBG_0	Caniveau
			SXCAV 1P-I4/411_RX	Caniveau
			SXCAV 2P-I4/I4.TX_412	Caniveau
	Caténaire L96		SXCAV 7P-AD CAT.1/103	Caniveau
			SXCAV 7P-AD CAT.1/73/2	Caniveau
			SXCAV 30P-TLC/AD CAT.1	Caniveau
	ECFM L96	1kV	EAXeV 3x120-ECFM 1/ECFM 2 W310.1	Caniveau
		400V	EAXeV 3x120-ECFM 2/AZI2.1 W630	Caniveau
		230V	EXVB 2x2,5-ECFM 2/AZI2.1 W670	Caniveau
		110V	EXVB 5x2,5-I2/AZI2.1 W710 I2.1	Caniveau
		110V	EXVB 2x2,5-I2/AZI2.1 W710.1 I2.1	Caniveau
		1kV	EAXV 3x1x95-I2/I3 W41	Caniveau
		1kV	EAXV 3x1x95-I3/I2 W42	Caniveau
	Telecom L96		F036-I2/I3- FL.96.4	Caniveau

34	Signalisation L96		SXCAV 24P-I2/I2.6_1	Caniveau
			SXCAV 14P-I2/I2.7_1	Caniveau
			SXCAV 14P-I2/I2.7_2	Caniveau
			SXCAV 7P-I2/I2.7_3	Caniveau
			SXCAV 2P-I2/SBG_0	Caniveau
	Caténaire L96		SXCAV 30P-TLC/AD CAT.1	Caniveau
	ECFM L96	1kV	EAXeV 3x120-ECFM 1/ECFM 2 W310.1	Caniveau
		1kV	EAXV 3x1x95-I2/I3 W41	Caniveau
		1kV	EAXV 3x1x95-I3/I2 W42	Caniveau
	Telecom L96		F036-I2/I3- FL.96.4	Caniveau

38	Signalisation L96		SXCAV 24P-I2/I2.6_1	Caniveau
			SXCAV 14P-I2/I2.7_1	Caniveau
			SXCAV 14P-I2/I2.7_2	Caniveau
			SXCAV 7P-I2/I2.7_3	Caniveau
			SXCAV 2P-I2/SBG_0	Caniveau
	Caténaire L96		SXCAV 30P-TLC/AD CAT.1	Caniveau
	ECFM L96	1kV	EAXeV 3x120-ECFM 1/ECFM 2 W310.1	Caniveau
		1kV	EAXV 3x1x95-I2/I3 W41	Caniveau
		1kV	EAXV 3x1x95-I3/I2 W42	Caniveau
	Telecom L96		F036-I2/I3- FL.96.4	Caniveau

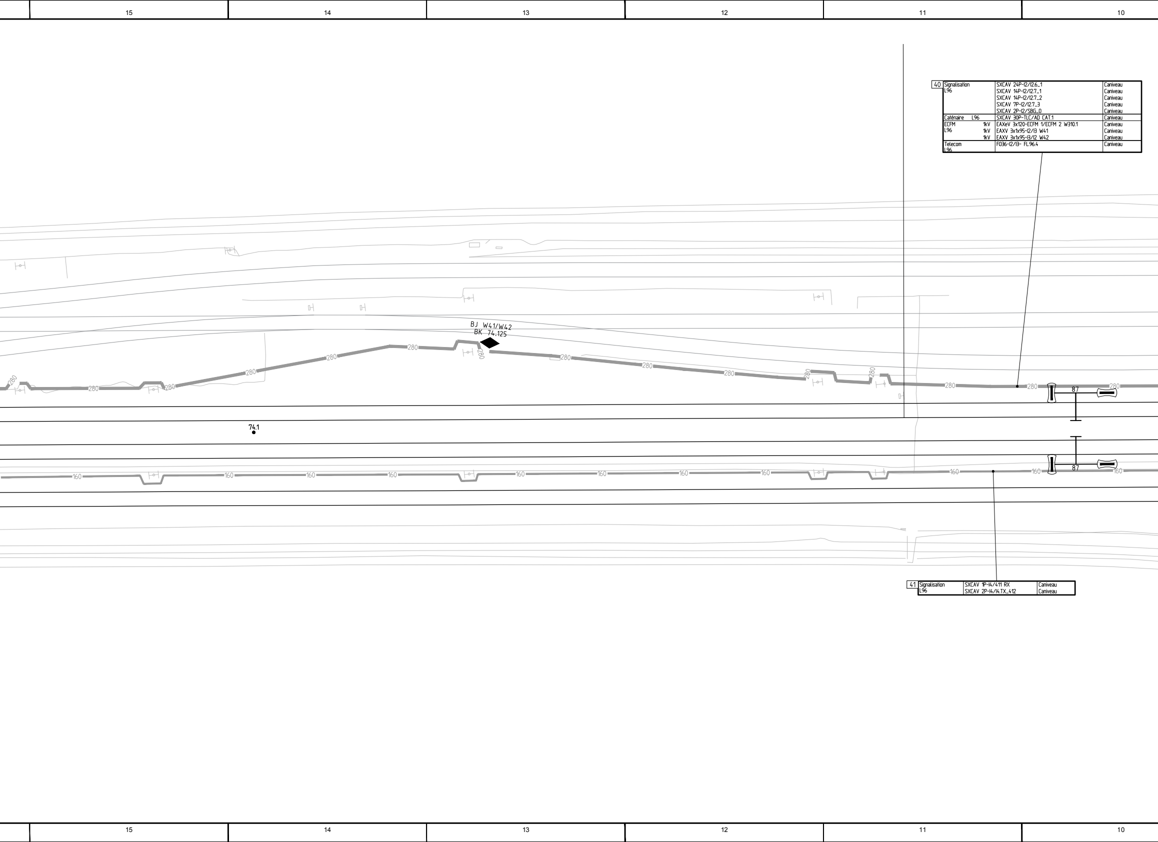
35	Signalisation L96	SXCAV 1P-I4/411_RX	Caniveau

37	Signalisation L96	SXCAV 1P-AD I4.TX/412TX	Caniveau
		SXCAV 1P-I4/411_RX	Caniveau
		SXCAV 2P-I4/I4.TX_412	Caniveau

39	Signalisation L96	SXCAV 1P-I4/411_RX	Caniveau
		SXCAV 2P-I4/I4.TX_412	Caniveau

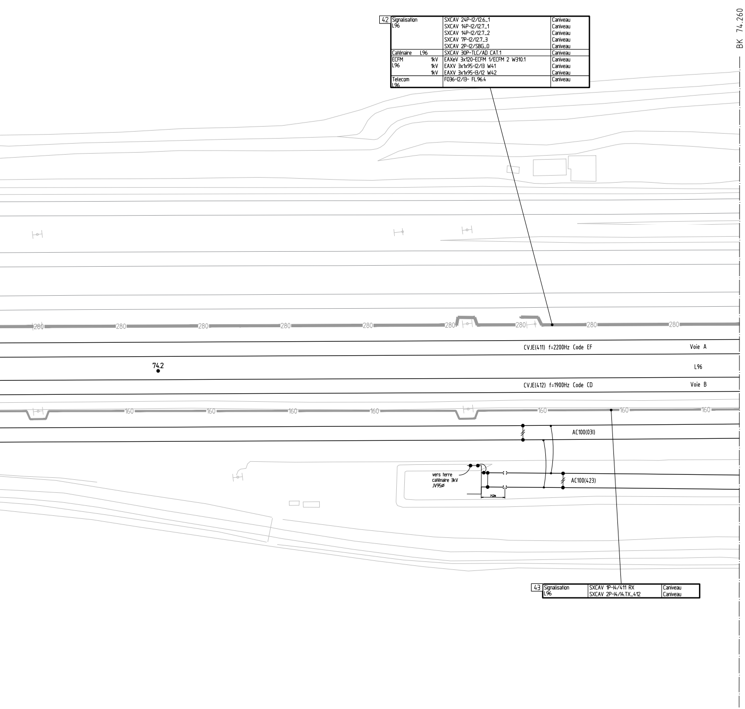
33	Signalisation L96		SXCAV 1P-AD I4.TX/412TX	Tuyau
			SXCAV 14P-I2/I2.4_1	Tuyau
			SXCAV 14P-I2/I2.4_2	Tuyau
			SXCAV 7P-I2/I2.4_3	Tuyau
			SXCAV 14P-I2/I2.5_1	Tuyau
			SXCAV 14P-I2/I2.5_2	Tuyau
			SXCAV 7P-I2/I2.5_3	Tuyau
			SXCAV 1P-I4/411_RX	Tuyau
			SXCAV 2P-I4/I4.TX_412	Tuyau
	Caténaire L96		SXCAV 7P-AD CAT.1/103	Tuyau
			SXCAV 7P-AD CAT.1/73/2	Tuyau
	ECFM L96	400V	EAXeV 3x120-ECFM 2/AZI2.1 W630	Tuyau
		230V	EXVB 2x2,5-ECFM 2/AZI2.1 W670	Tuyau
		110V	EXVB 5x2,5-I2/AZI2.1 W710 I2.1	Tuyau
		110V	EXVB 2x2,5-I2/AZI2.1 W710.1 I2.1	Tuyau

32	Signalisation L96		SXCAV 14P-I2/I2.4_1	Tuyau
			SXCAV 14P-I2/I2.4_2	Tuyau
			SXCAV 7P-I2/I2.4_3	Tuyau
			SXCAV 14P-I2/I2.5_1	Tuyau
			SXCAV 14P-I2/I2.5_2	Tuyau
			SXCAV 7P-I2/I2.5_3	Tuyau
	Caténaire L96		SXCAV 7P-AD CAT.1/103	Tuyau
			SXCAV 7P-AD CAT.1/73/2	Tuyau
	ECFM L96	400V	EAXeV 3x120-ECFM 2/AZI2.1 W630	Tuyau
		230V	EXVB 2x2,5-ECFM 2/AZI2.1 W670	Tuyau
		110V	EXVB 5x2,5-I2/AZI2.1 W710 I2.1	Tuyau
		110V	EXVB 2x2,5-I2/AZI2.1 W710.1 I2.1	Tuyau


15
14
13
12
11
10
BJ W41/W42
BK 74.125
280
160
87
74.1

40	Signalisation L96		SXCAV 24P-12/12.6_1 SXCAV 14P-12/12.7_1 SXCAV 14P-12/12.7_2 SXCAV 7P-12/12.7_3 SXCAV 2P-12/SBG_0	Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau
	Caténaire L96		SXCAV 30P-TLC/AD CAT.1	Caniveau
	ECFM L96	1kV 1kV 1kV	EAXeV 3x120-ECFM 1/ECFM 2 W310.1 EAXV 3x1x95-12/13 W41 EAXV 3x1x95-13/12 W42	Caniveau Caniveau Caniveau
	Telecom L96		F036-12/13- FL.96.4	Caniveau

41	Signalisation L96	SXCAV 1P-14/411 RX SXCAV 2P-14/14.TX_412	Caniveau Caniveau


BK 74.260
280
CVJE(411) f=2200Hz Code EF
Voie A
74.2
L96
CVJE(412) f=1900Hz Code CD
Voie B
160
AC100(031)
AC100(423)
vers terre
caténaire 3kV
JV95Ø
>12m

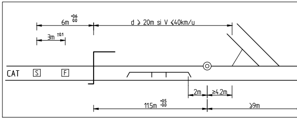
42	Signalisation L96	SXCAV 24P-I2/I2.6_1 SXCAV 14P-I2/I2.7_1 SXCAV 14P-I2/I2.7_2 SXCAV 7P-I2/I2.7_3 SXCAV 2P-I2/SBG_0	Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau Caniveau
	Caténaire L96	SXCAV 30P-TLC/AD CAT.1	Caniveau
	ECFM 1kV L96 1kV 1kV	EAXeV 3x120-ECFM 1/ECFM 2 W310.1 EAXV 3x1x95-I2/I3 W41 EAXV 3x1x95-I3/I2 W42	Caniveau Caniveau Caniveau
	Telecom L96	F036-I2/I3- FL.96.4	Caniveau

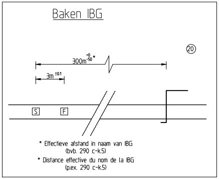
43	Signalisation L96	SXCAV 1P-I4/411 RX SXCAV 2P-I4/I4.TX_412	Caniveau Caniveau

Voir Plan
1-LQV-B27-1008-13/103

n°TUC 0960B2713103

L96
0960B2713101


6m +0.6 0.0
d ≥ 20m si V ≤40km/u
3m ±0.1
CAT
S
F
2m
≥4.2m
11.5m +0.5 -0.0
≥9m


Baken IBG
20
300m +0 -50 *
3m ±0.1
S
F

* Effectieve afstand in naam van IBG
(bvb. 290 c-k.5)

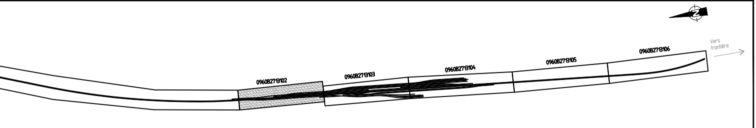
* Distance effective du nom de la IBG
(p.ex. 290 c-k.5)

Tableau Balises

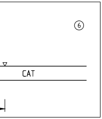
BG/Sign	b721
SBG	S_253_15547_0(b271)
	F_253_15547_1(b721)

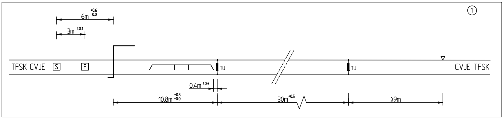
BG/Sign	GX-I.27
SBG	S_253_15071_0(GX-I.27)
	F_253_15071_1(GX-I.27)
IBG	S_253_15072_0(GX-I.27)
	F_253_15072_1(GX-I.27)

BG/Sign	G-I.27
SBG	S_253_15069_0(G-I.27)
	F_253_15069_1(G-I.27)
IBG	S_253_15070_0(G-I.27)
	F_253_15070_1(G-I.27)

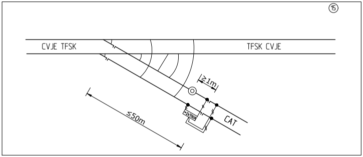


0960B2713102
0960B2713103
0960B2713104
0960B2713105
0960B2713106
Vers frontière





①
6m +0.6 0.0
3m ±0.1
TFSK CVJE
S
F
TU
TU
CVJE TFSK
0.4m ±0.3
10.8m +0.5 -0.0
30m +0.5
≥9m



⑮
CVJE TFSK
TFSK CVJE
≥1m
≤50m
CAT

NOMENCLATURE

JOINT ISOLANT
JOINT ELECTRIQUE
TU. CV JADE
CONNEXION INDUCTIVE
BOUCLETTE 95mm²
BALISE FIXE
BALISE COMMUTABLE
COMPTEUR D'ESSIEUX
CONTACT RAIL
PASSAGE A NIVEAU
MODIFICATION VERSION PRECEDENTE

TELEPHONE INDEPENDANT
ARMOIRE DE DISTRIBUTION
MAT DE SIGNALISATION TYPE 0 ou 2
MAT DE SIGNALISATION TYPE FLEUR DE SOL
MAT DE SIGNALISATION TYPE 0 ou 2 IMPLANTE A DROITE
SIGNAL D'ARRET SIMPLIFIÉ SURÉLEVÉ
MAT DE SIGNALISATION TYPE 0 ou 2 DE CONTRE SENS
APPAREIL DE MANOEUVRE D'AIGUILLAGE

LOGE
CHAMBRE DE TIRAGE
CHAMBRE DE TIRAGE EXISTANT
CHAMBRE DE TIRAGE ETROITE
CANIVEAU TYPE XXX
CANIVEAU RECUPERE/RENOVE TYPE XXX
CROCODILE
SIGNALISATION LATERALE
CABLE DE COURT CIRCUIT
ARMOIRE TRAM

01	03.08.2018	Suite EBP du 17.12.2017, plan 0960B2713102 du 20.04.2018 cédé par TUC RAIL le 18/07/2018 - TBM pour publication DRAW IN - AH-JA	266/18	GDW	
Révision		Modification	Dossier	Dressé	Paraphes

Draftsman:
Signé
Neukermans J.

Verifier:
Signé
Brack M.

Designer:
Signé
Chayef J.

Design Engineer:
ing
Signé
Freda G.

Design Coordinator:
ir
Signé
Vos J.

Manager:
ir
Signé
Lemaire E.

Approuvé: ir
Head of Department Design
Signé
TUC RAIL s.a.
Vyncke J.

Ligne 96
Bruxelles-Midi – Frontière RFF (Feignies)

Mons

Cabine EBP B.27
Zone de Quévy (ex B.33)
Km 73,220 au km 74,260

Chemin des câbles
Isolement des voies
Echelle 1/200

PLAN DE REFERENCE : TUC RAIL 0960B2713102 n° de projet 155316
statut du plan AS BUILT Analyse Form: AFS007 ind. B

INFRABEL

Infrastructure
I-AM Area SW 06
Mons

Signalisation

	Surface 1.47 m²	Surface totale 1.47 m²	Code distribution 524
N° du plan 1-LQV-B27-1008-13/102			
Version 01	Date d'édition 03.08.2018	Langue fr	Feuille 1/1

ACN6100

22/08/2018 11:09:581-LQV-B27-1008-13-2.dwg

SERVICE **E.S.**

GROUPE DE **MONS.**

15 - 96 - 2
4

Dessiné :

Calqué : Chevalier

Vérifié :

Surface : 1,12 m²

Prix : 28 frs.

Dressé, le Chsc.
28-8-62

Proposé, l'Ingénieur Ppal.
Plenevaux
28-8-62

Approuvé, l'Ingr en Chef, Adjt
Dinter
21-9-62
28-9-62

LIGNE 96.

MONS - QUEVY.

B.K. 70840 à B.K. 74050.

BLAREGNIES.

POSE DE CABLES A 1000 V. ∿.

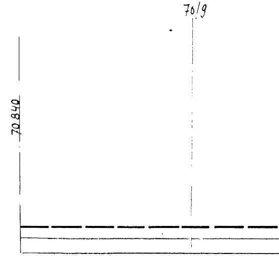
ALIMENTATION DE LA SIGNALISATION LUMINEUSE.

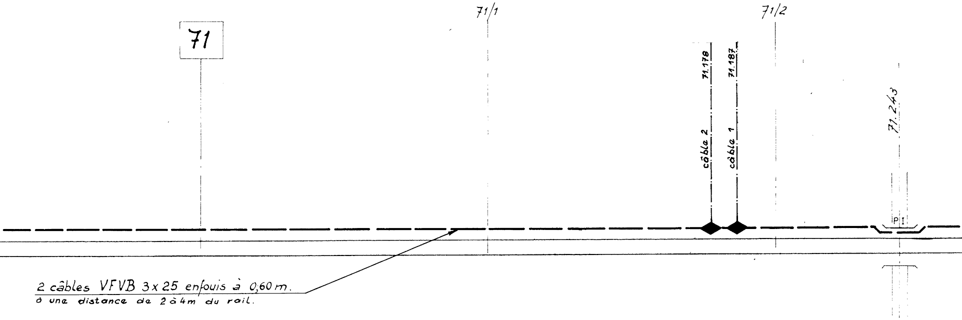
ECHELLES: Plan de pose 1 / 1000
Profils transversaux 1 / 100

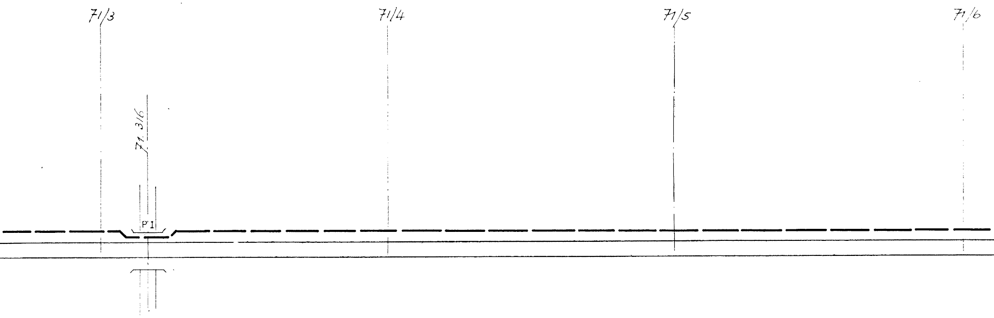
19/03/2012-09h56m28s E96_15-96-2-4

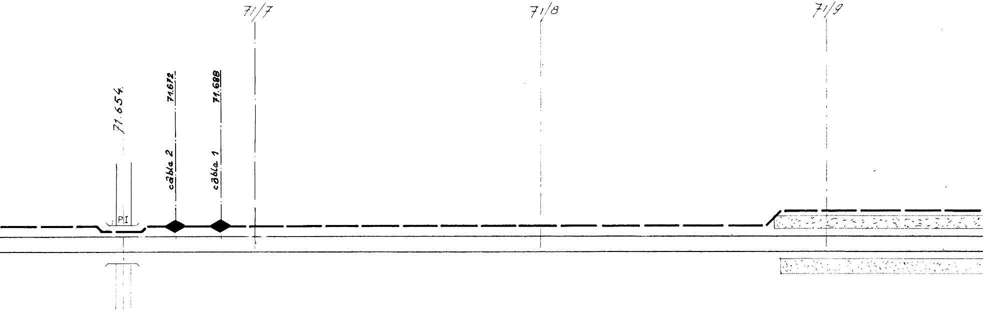
DATES.	MODIFICATIONS.	SIGNATURES
16-3-82	Mise à jour Sé	MELCHIOR.

N.B. Pour la légende voir plan n° 15 - 96 - 2 / 3 .

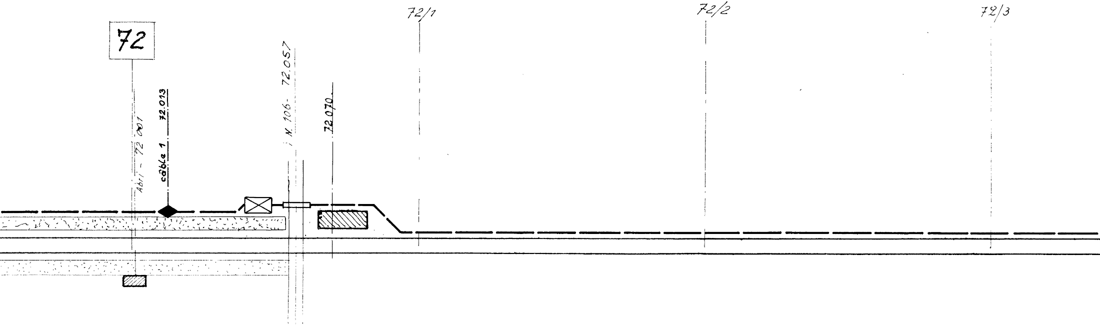


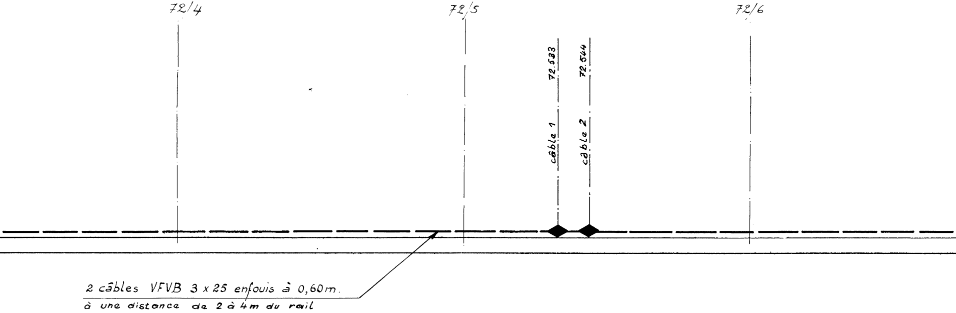

71
71/1
71/2
71.178
71.187
câble 2
câble 1
71.243
PI
2 câbles VFVB 3 x 25 enfouis à 0,60 m.
à une distance de 2 à 4m du rail.


71/3
71/4
71/5
71/6
71.3/6
P'1

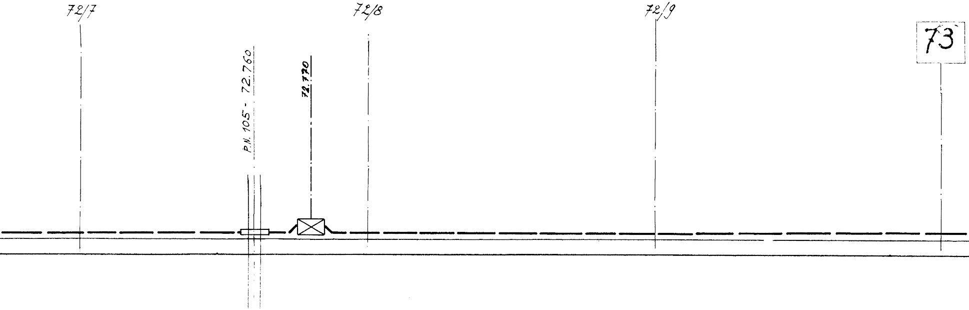

71.654
PI
câble 2
71.672
câble 1
71.688
71/7
71/8
71/9

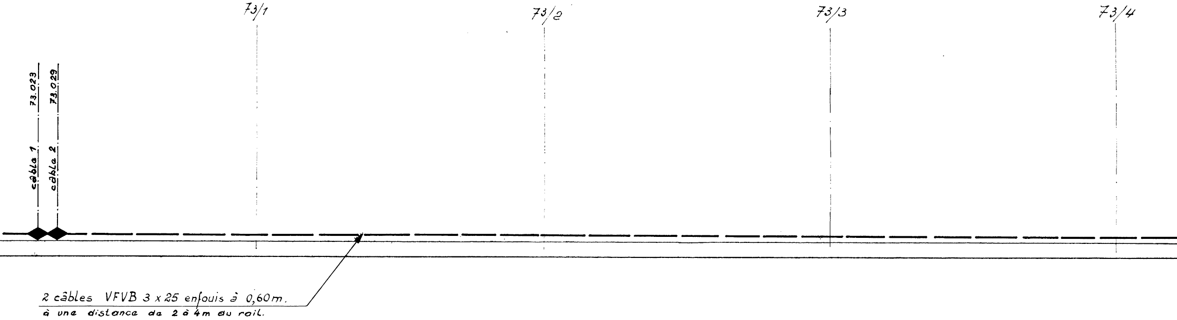
BLAREGNIES


72
Abri - 72 001
câble 1 72.013
N. 106- 72.057
72.070
72/1
72/2
72/3

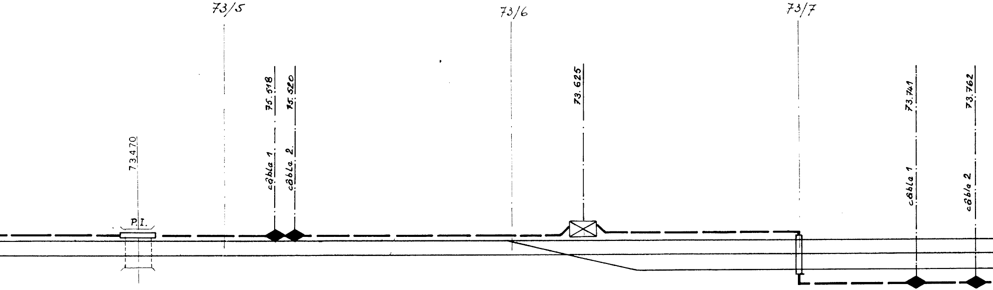

72/4
72/5
72/6
72.533
câble 1
72.544
câble 2

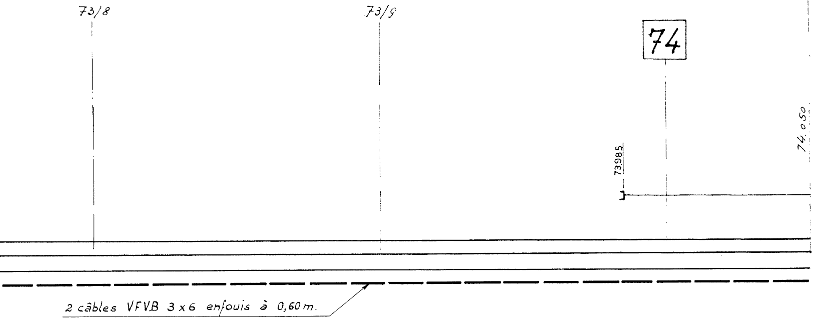
2 câbles VFVB 3 x 25 enfouis à 0,60m.
à une distance de 2 à 4m du rail

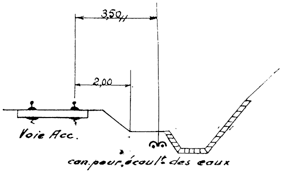

72/7
P.N. 105 - 72.760
72.770
72/8
72/9
73


câble 1 73.023
câble 2 73.029
73/1
73/2
73/3
73/4

2 câbles VFVB 3 x 25 enfouis à 0,60m.
à une distance de 2 à 4m du rail.


73/5
73/6
73/7
73.470
P. I.
75.518
câbla 1
75.520
câbla 2.
73.625
73.741
câbla 1
73.762
câbla 2


73/8
73/9
74
73985
74.050
2 câbles VFVB 3 x 6 enfouis à 0,60 m.


3,50
2,00
Voie Acc.
can. pour écoult. des eaux

De B.K. 73.700 à 74.050

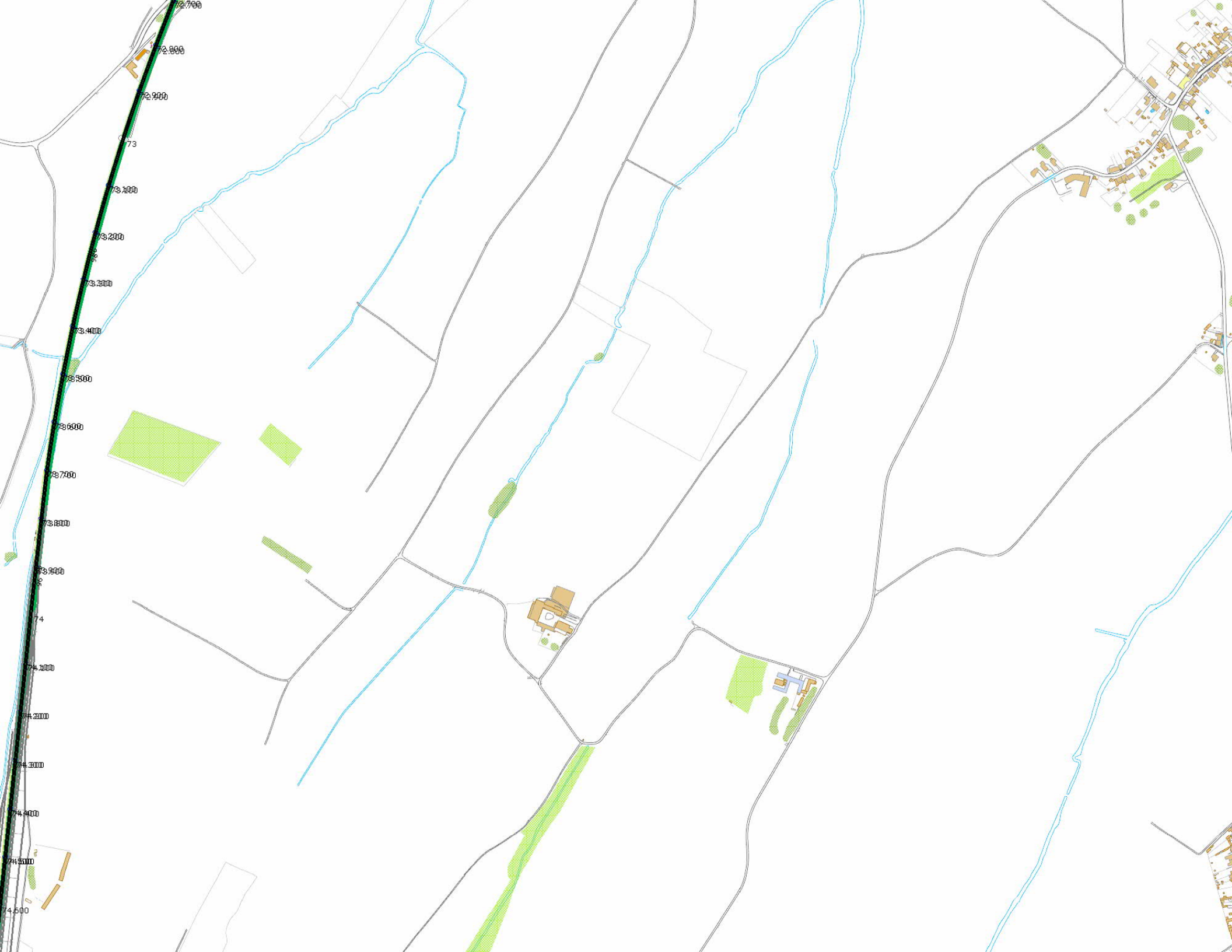
| | Règles de base de risque à côté des voies | PBW-9206.01<br>Versie 05.07.2013<br><br>Klip-Klim/Cicc 07/12/2018 |
|---|---|---|

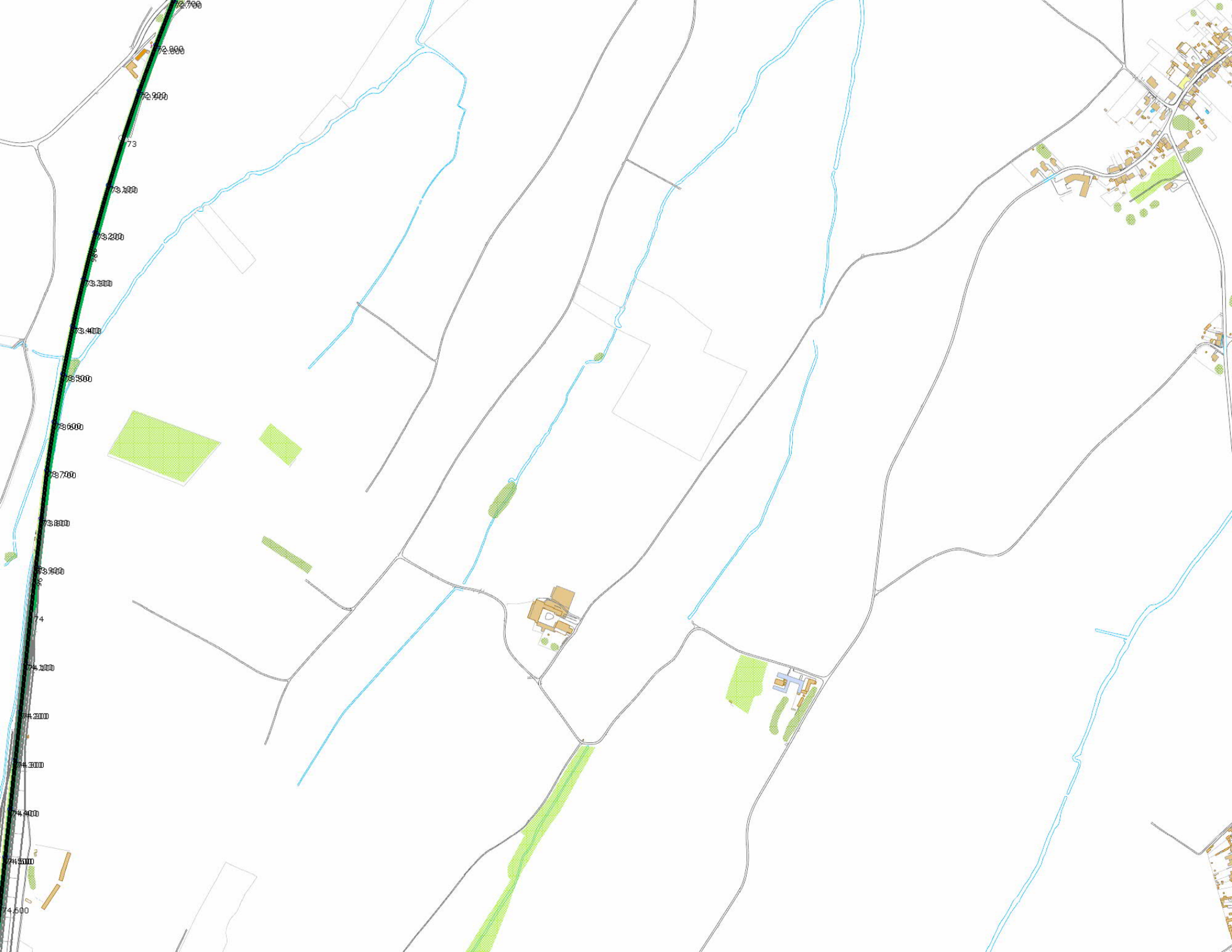
**L'environnement du chemin de fer n'est pas sans danger.**
**Pour éviter d'être heurté par un train ou qu'une électrocution se produise il faut suivre les règles de base suivantes:**

# 0. Vous devez disposer d'une autorisation écrite d'Infrabel.

1. je reste toujours à 1,50m de la voie.
2. Je reste toujours à 3m des caténaires au-dessus de la voie.
3. je ne traverse jamais les voies, j'emprunte toujours les passages prévus comme les passerelles, tunnels et ponts.
4. En aucun cas, Je ne conduis un véhicule sur les goulottes à câbles situées aux alentours de la voie.
5. Je regarde, lors de la conduite de mon véhicule aux alentours de la voie, si le sol est instable dû à des affaissements.
6. Je reste avec mon véhicule et matériel sans accompagnement à 4,50m de la voie.
7. Si, il n'est pas possible de respecter les règles ci-dessus, ou en cas de doute, je contacte Infrabel. Infrabel aura des mesures de sécurité supplémentaires (guidage de véhicule à l'intérieur de 4,5 mètre.) Les règles sont imposées à ceux qui suivent une formation spécifique et obtiennent un badge spécial après avoir suivis une formation spécifique.

**Pour des cas d'urgence, il faut contacter le Traffic Control au : 02/525.91.40**


72.700
72.800
72.900
73
73.100
73.200
73.300
73.400
73.500
73.600
73.700
73.800
73.900
74
74.100
74.200
74.300
74.400
74.500


72.700
72.800
72.900
73
73.100
73.200
73.300
73.400
73.500
73.600
73.700
73.800
73.900
74
74.100
74.200
74.300
74.400
74.500

Guy GILSON
Asset Management
Area SW - Charleroi
Quai de la Gare du Sud, 1
6000 Charleroi

Vanstockem Wies
Storm
Katwilgweg 2
2050 Antwerpen
BE
E-mail: wies.vanstockem@storm.be

**Votre demande CICC du:**
17/12/2019

**Votre référence CICC:**
Quevy

**Demande de plans de situation de câbles**

Madame, Monsieur,

En réponse à votre demande du 17/12/2019, veuillez trouver, dans la CICC Plan Library, les données et plans de situation des câbles et conduites INFRABEL correspondant à la zone de travaux que vous avez introduite.

Les positions et dimensions figurant sur les plans ne constituent que des indications permettant de retrouver le parcours réel de nos canalisations et câbles électriques. Leur exactitude ne peut être garantie de façon absolue. Nos réseaux de câblage subissant régulièrement des modifications, nous ne sommes pas toujours en mesure de garantir le caractère « à jour » optimal de nos plans de câblage. Les dérivations locales vers les installations fixes ne seront pas toujours renseignées sur nos plans de câblage.

Ces informations sont donc transmises sous toutes réserves. Le demandeur reste responsable des contrôles, parmi lesquels des fouilles-tests manuelles.

Les plans ont une durée de validité limitée dans le temps. Il est de votre responsabilité de nous demander des renseignements complémentaires si vos travaux sont retardés ou s'étendent sur une longue durée.
Il est possible que tous les câbles d'une même zone n'apparaissent pas sur un seul et même plan, mais soient repris par spécialité sur des plans séparés.

Nous voulons mettre votre attention sur le fait que nos plans ne contiennent pas de câbles et conduites de SNCB (surtout d'importance au gares et ateliers), ni de tiers.

Dans l'intérêt de votre sécurité ainsi que de la sécurité et de la régularité du trafic ferroviaire, nous attirons votre attention sur le fait qu'une autorisation écrite préalable est requise avant toute pose d'installations de tiers sur le domaine ferroviaire et dans les installations ferroviaires. Il peut y figurer la condition selon laquelle une surveillance est requise de la part de nos services pendant les travaux.

En cas de dommages aux câbles, nous devons être informés sans tarder, afin d'éviter que la liste des coûts ne s'allonge. Tout endommagement de nos câbles peut en effet avoir de lourdes conséquences pour notre signalisation et téléphonie, pour l'alimentation de nos installations et pour la sécurité et la régularité du trafic ferroviaire.

Nos services techniques doivent être contactés, même si, éventuellement, les travaux devaient s'étendre au voisinage immédiat de nos voies.

Veuillez agréer, Madame, Monsieur, l'expression de nos meilleures salutations.

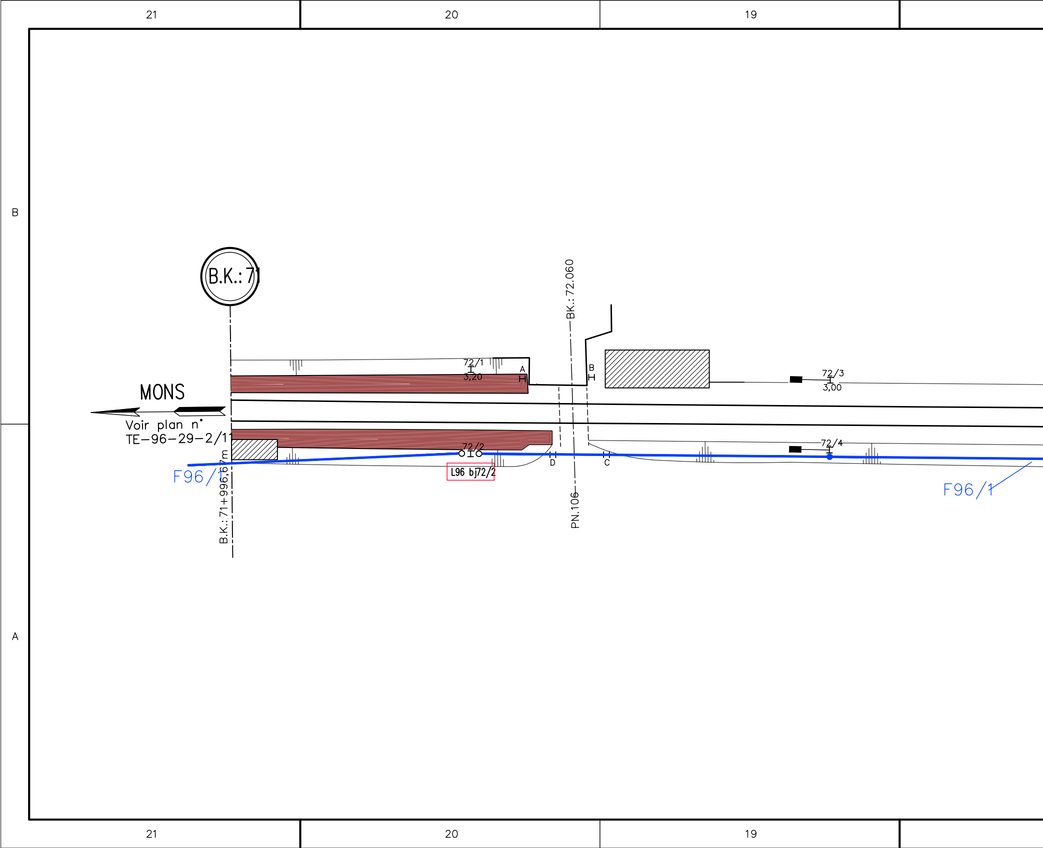
Guy GILSON
Head of Area SW

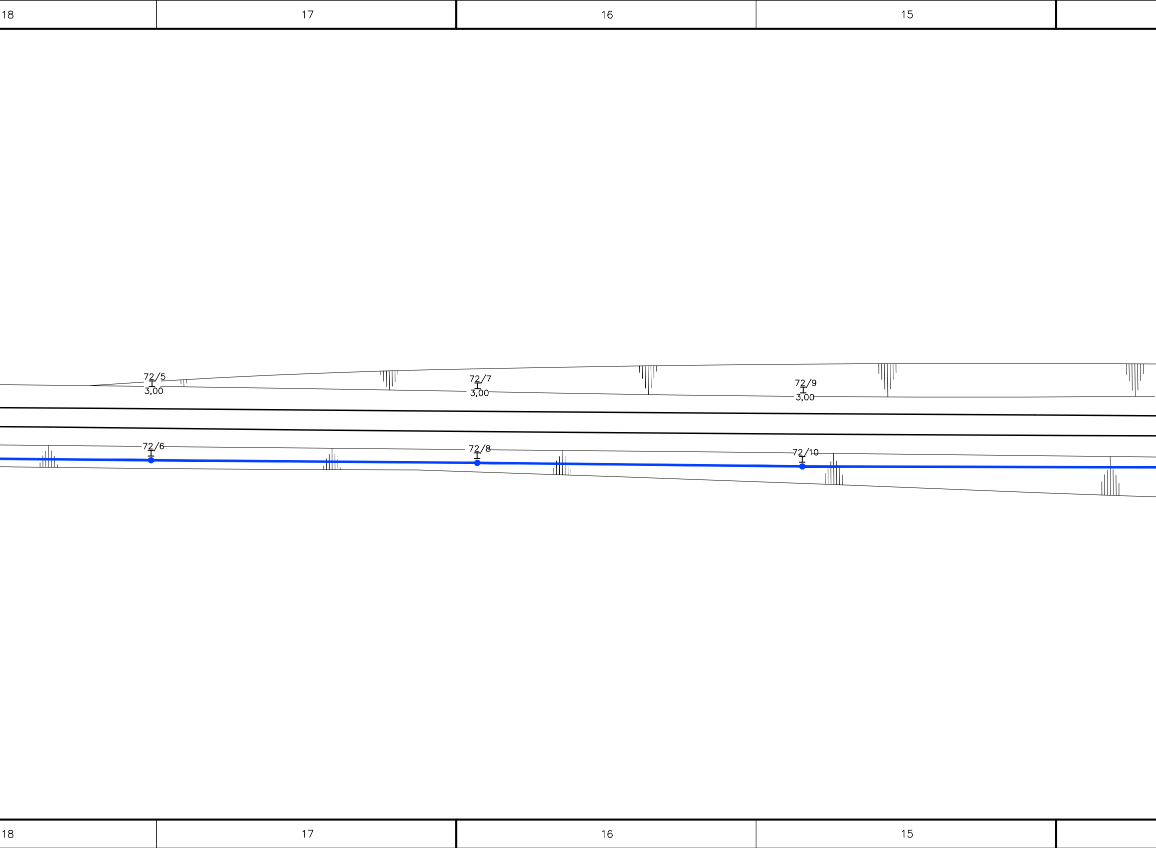
**Personne de contact administrative et autorisation travaux** (Area)
Cynthia MARTIN
071/60.23.96 51so.bureautcharleroi@infrabel.be
Asset Management Area SO - Bureau tiers

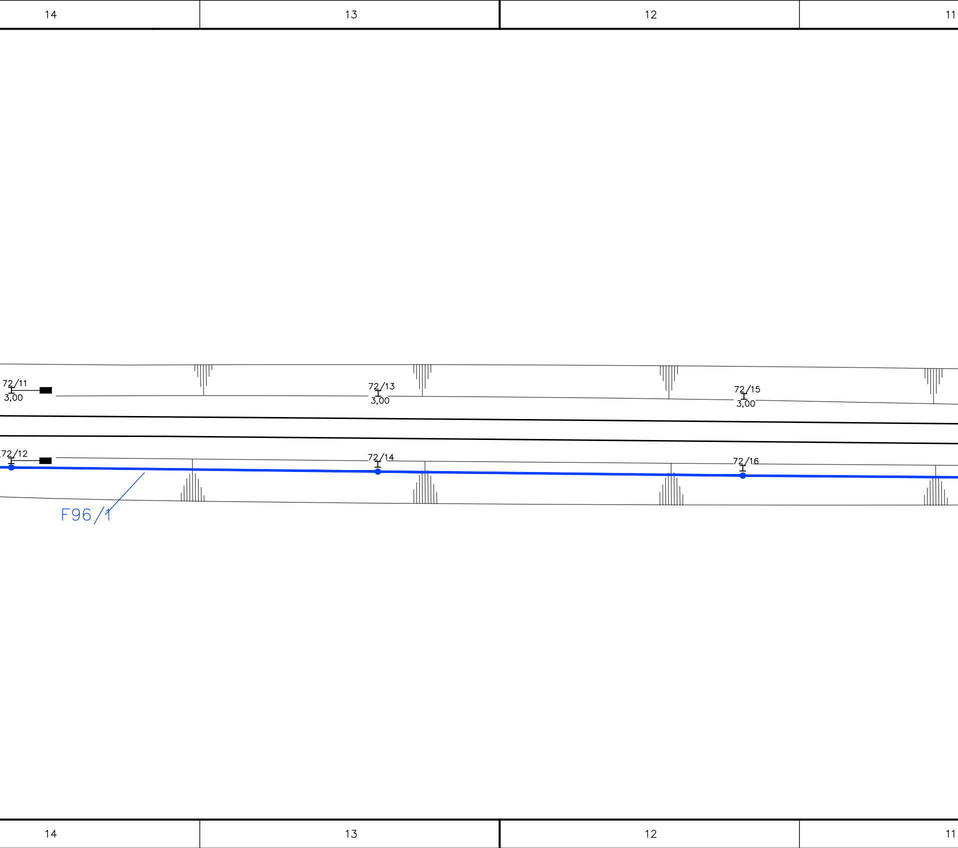
**Personne de contact Câbles I-AM** (Arrondissement)
Anne VAN NIEUWENHUYZE
065/58.21.33 anne.vannieuwenhuyze@INFRABEL.BE
Manager Maintenance I-AM.A53

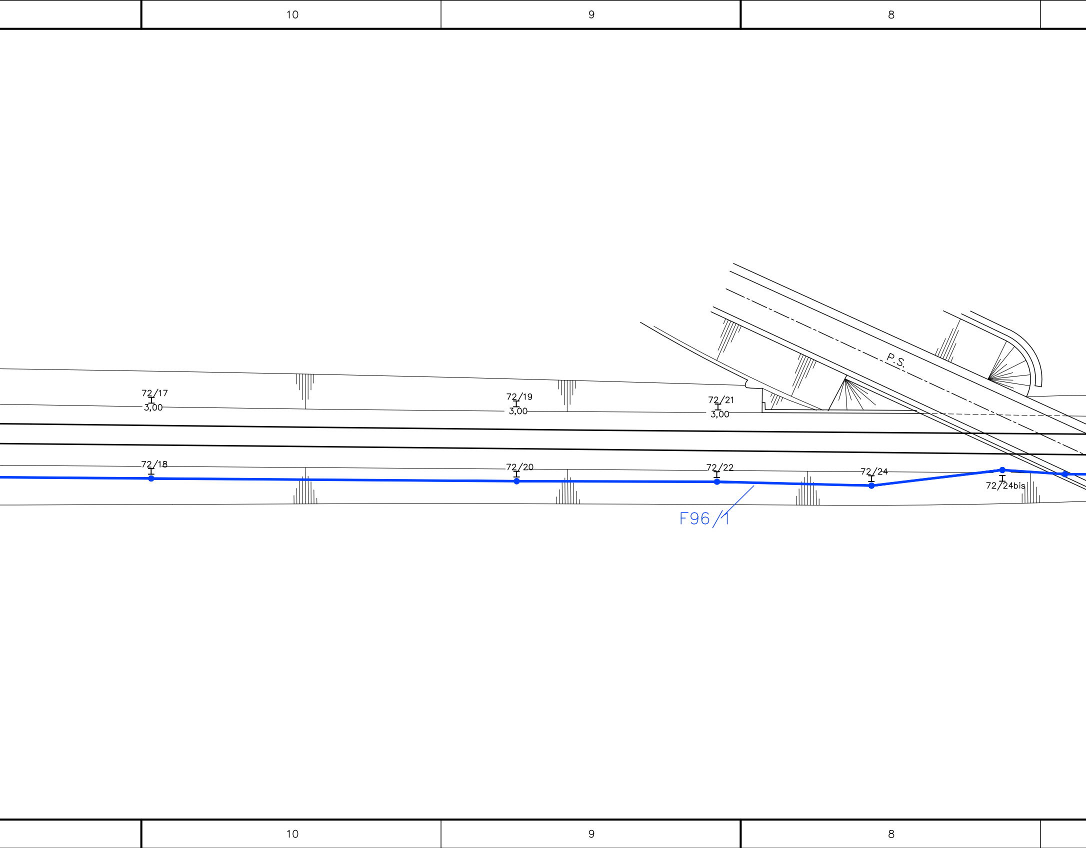
**Personne de contact Câbles I-ICT Optic Fibre**
Mignon Eric
065/582374
ICT Sud Mons

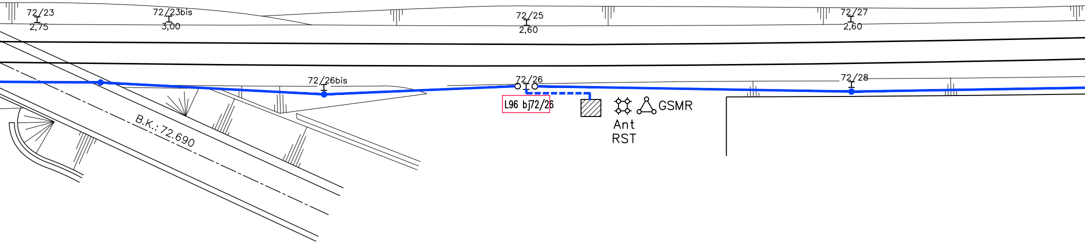
**Numéro d'urgence du Traffic control**
02/525.91.40

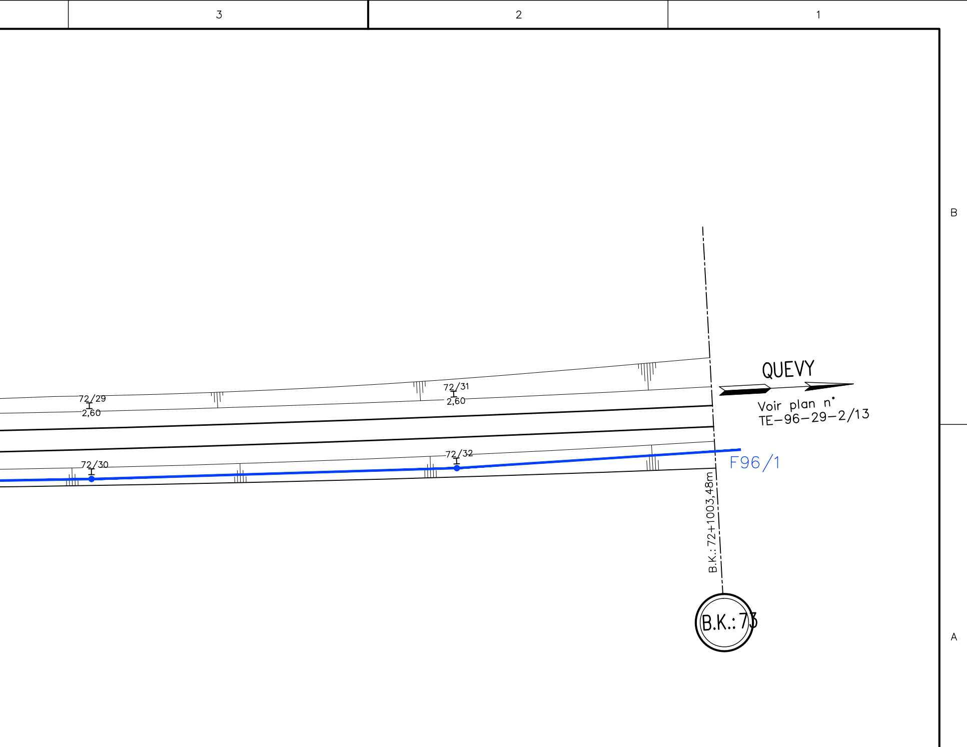

21
20
19
B
A
B.K.: 71
MONS
Voir plan n°
TE–96–29–2/11
F96/1
B.K.: 71+996,67m
72/1
3,20
A
BK.: 72.060
B
72/3
3,00
72/2
L96 bj72/2
D
C
PN.106
72/4
F96/1
21
20
19


18
17
16
15
72/5
3,00
72/7
3,00
72/9
3,00
72/6
72/8
72/10
18
17
16
15


14
13
12
11
72/11
3,00
72/13
3,00
72/15
3,00
72/12
72/14
72/16
F96/1
14
13
12
11


10
9
8
72/17
3,00
72/19
3,00
72/21
3,00
P.S.
72/18
72/20
72/22
72/24
72/24bis
F96/1
10
9
8


72/23
2,75
72/23bis
3,00
72/25
2,60
72/27
2,60
72/26bis
72/26
72/28
L96 bj72/26
Ant
RST
GSMR
B.K.: 72.690


3
2
1
B
A
QUEVY
Voir plan n°
TE-96-29-2/13
72/29
2,60
72/31
2,60
72/30
72/32
F96/1
B.K.: 72+1003,48m
B.K.: 73

L.96
Plan de pose de câbles
Fibre Optique
BK. 72.000 à B.K. 73.000

Indice

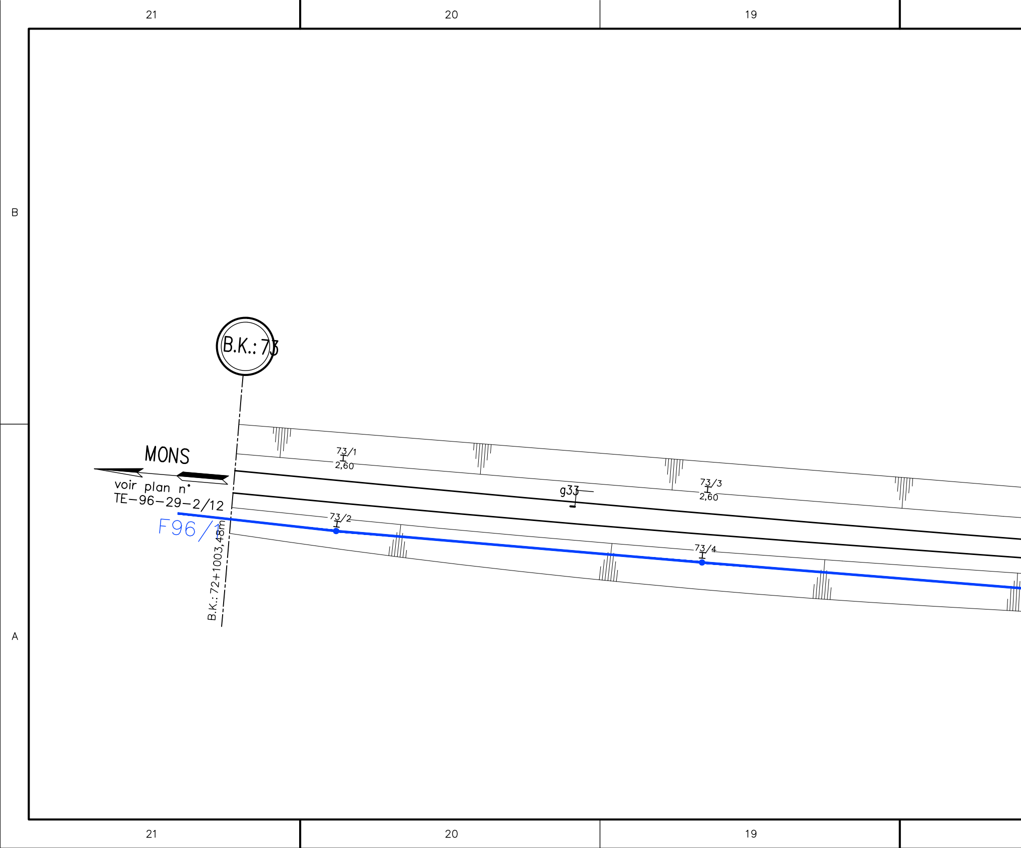
H-ICT
33-NM

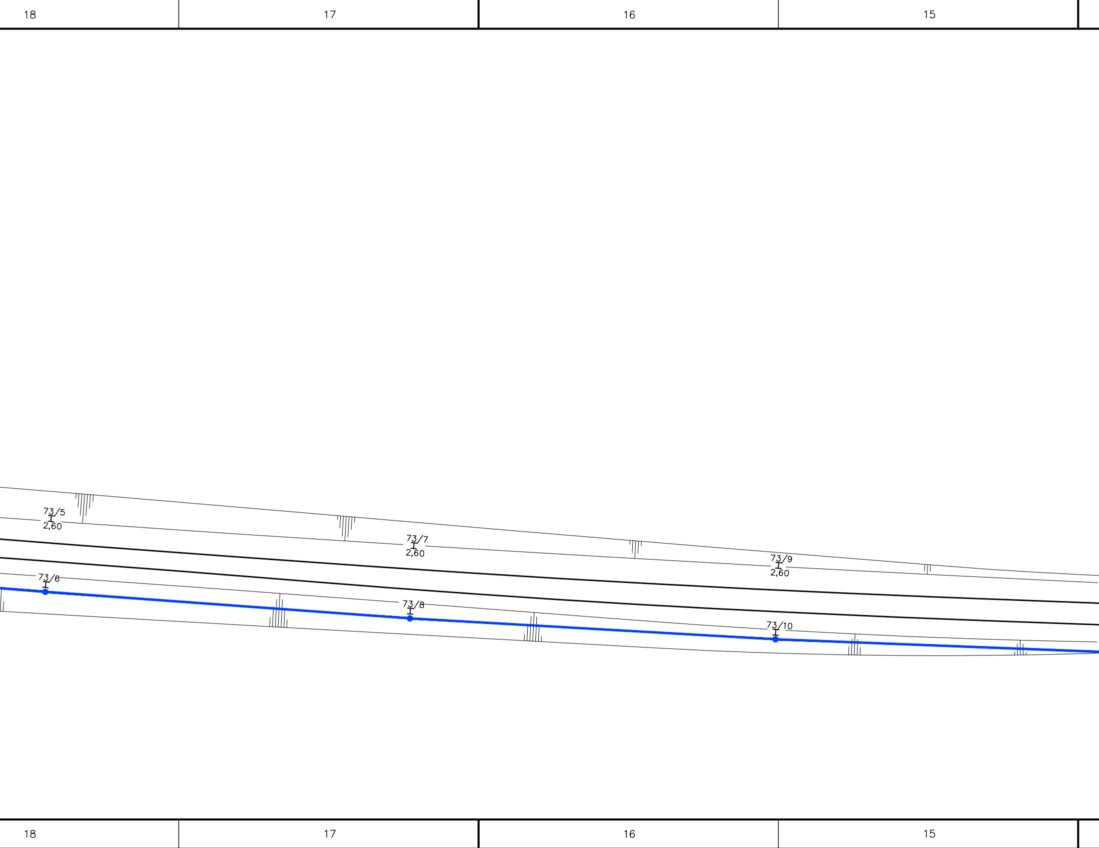
TE-96-29-2
12
F.55

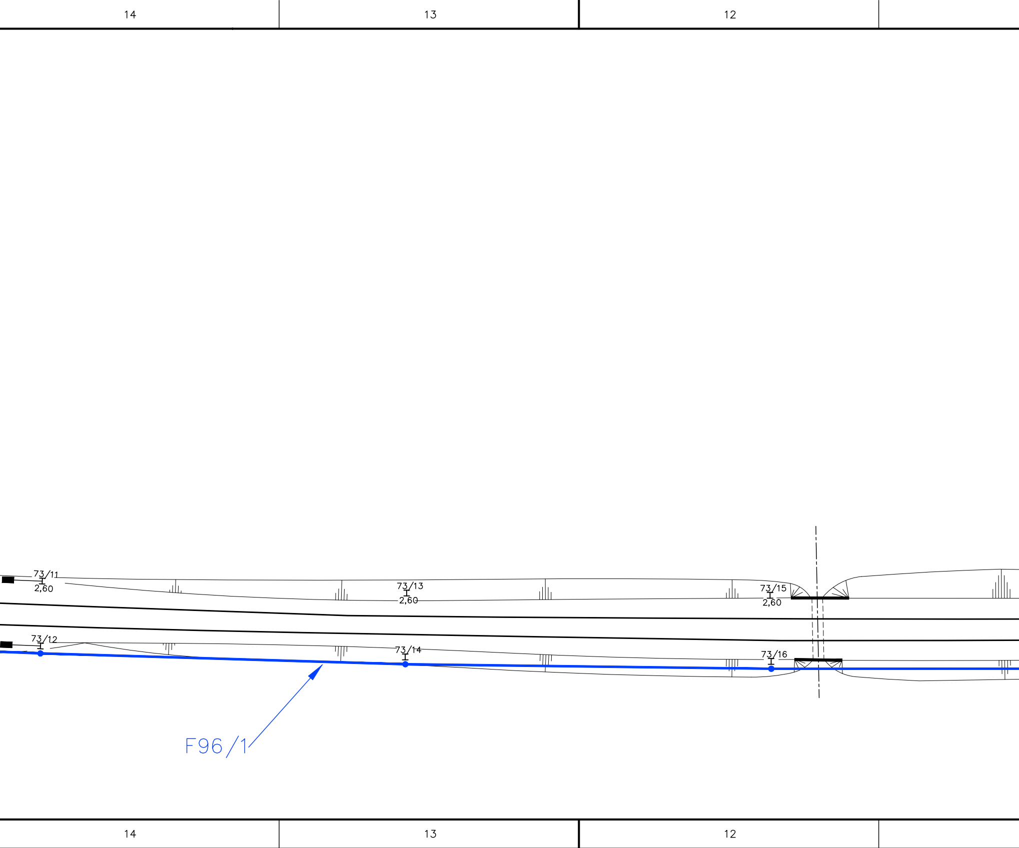
3

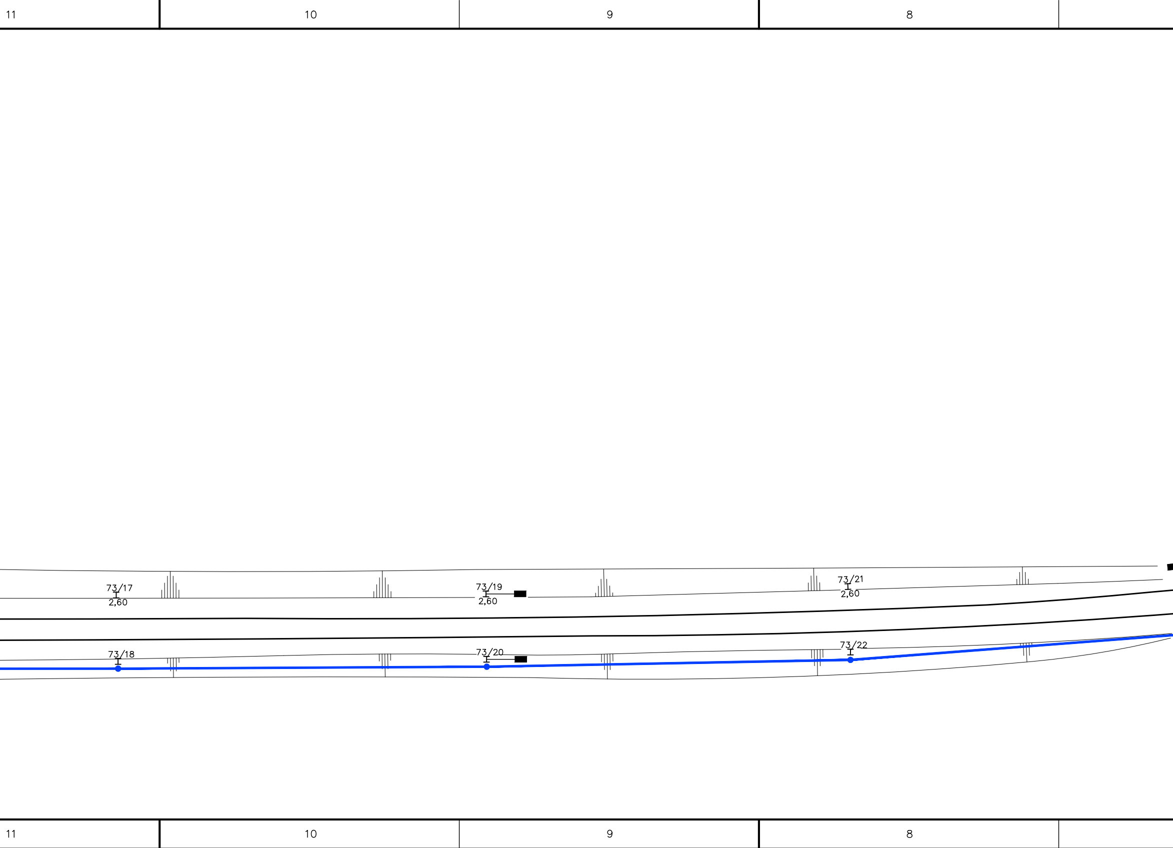
23/04/2002-08h33mn NT84 C: \DESSIN\plpL96\bk72-73

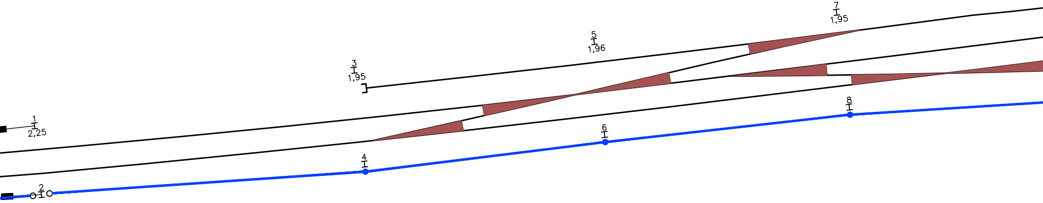
A': 0,80 m²

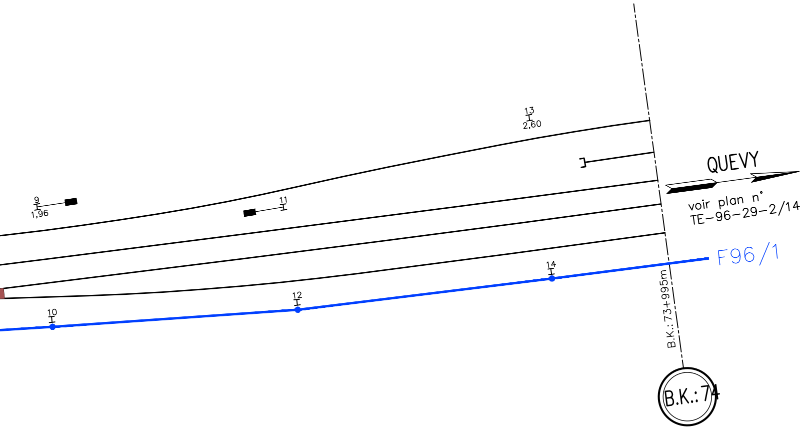

21
20
19
B
A
B.K.: 73
MONS
voir plan n°
TE-96-29-2/12
F96/1
B.K.: 72+1003,48m
73/1
2,60
g33
73/3
2,60
73/2
73/4
21
20
19


18
17
16
15
73/5
2,60
73/7
2,60
73/9
2,60
73/6
73/8
73/10
18
17
16
15


14
13
12
73/11
2,60
73/13
2,60
73/15
2,60
73/12
73/14
73/16
F96/1
14
13
12


11
10
9
8
73/17
2,60
73/19
2,60
73/21
2,60
73/18
73/20
73/22
11
10
9
8


7
1,95
5
1,96
3
1,95
1
2,25
8
6
4
2


13
2,60
9
1,96
11
QUEVY
voir plan n°
TE-96-29-2/14
F96/1
14
12
10
B.K.: 73+995m
B.K.: 74

L.96
Plan de pose de câbles
Fibre Optique
BK. 73.000 à B.K. 74.000

Indice

H-ICT
33-NM

TE-96-29-2
13
F.56

13/05/2002–09h18m21s N214 C:\DESSIN\plpL96\bk73–74

A': 0,80 m²

# ANNEXE S FICHES TECHNIQUES DES CONSTRUCTEURS RELATIVES AU 'SHADOW MODULE'

# Shadow Control System
# Siemens Wind Turbines

### Shadow Flicker Impact

In sunny weather conditions, the blades on a running wind turbine can cause shadow flicker impact to buildings located nearby. In order to keep the shadow flicker impact within permitted limits, the integration of automatic shutdown devices has become an increasing demand in the wind turbine's installation process.

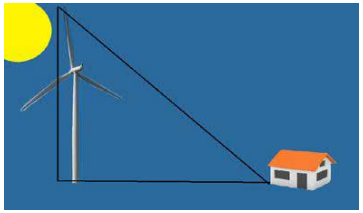


Figure 1. Shadow impact.

### Functionality

Sunlight intensity is measured using light sensors, which can indicate if the intensity of the direct sunlight is strong enough to cause shadow impact effects. The shadow impact module can also determine whether or not the position of the sun can cause shadow impact in any of the places of infiltration.

If a predefined point is affected by the turbine shadow and the sunlight intensity is above limits, the turbine is shut down. The turbine will start up again after the calculated period or until the measured light intensity is too low for shadows to appear. The shadow control system can generate, on request, a shadow report which is not a part of the Wind Power Supervisor (WPS) system.

### Shadow Impact Calculation

The shadow impact module can calculate the position and size of the rotor's shadow, based on the position of the sun, the wind turbine and that of the rotor towards the sun. The module regularly determines the position of the sun. The rotor's widest shadow ellipse is registered when the rotor is parallel to the sun's rays. The shadow ellipse decreases as the rotor's position approaches the direction of the sun rays. The results of this calculation will then be compared to the positions of the places of infiltration. Therefore, the shadow impact module can show at any time, whether shadow impact effects are possible in one or more points of infiltration. The accuracy of shadow impact calculations depend on the exact time of the day. The shadow impact module has a GPS receiver built-in to the light sensor for synchronization of the internal clock.

### Planning Information

One shadow impact module can monitor the shadow impact of up to 50 turbines in up to 300 points of infiltration. If the site area is larger than 1 km, additional sensors might be necessary. If needed, each turbine can be shut down by the shadow impact module and the stops caused by shadow effects are registered in the wind power supervisor alarm list as an error code.
Apart from shutting down and turning on commands, the shadow impact module can also register parameters such as nacelle position, current output power, etc. With these parameters, the shadow impact module will optimize the turbine's shutdown periods. In case shadow impact effects occur during low-wind periods, the current output power value is used to shut down the turbine in advance.


© All Rights Reserved 2014


SIEMENS

**Shadow Control System, SWT**
Document ID: E W EN-30-0000-1790-02
2014.07.17
Restricted
Siemens corporate proprietary information

### Programming

The location coordinates of the turbine and of the location which is going to be monitored are required for programming the shadow impact module,

As an option, the system can be flexibly programmed for a customer specific timer period.

### Light Sensors

The light sensor(s) of the shadow impact module will periodically measure the direct portion of the sunlight. The sensor is mounted on top of the nacelle (figure 2), which is a shadow-free location and the sensor is protected from vandalism. All metal parts used for mounting the sensor are made from stainless steel.
Each light sensor can be assigned to a single wind turbine or a wind farm.

Figure 2. Sensor mounted to the top of a wind turbine nacelle.

### Technical Data

| | |
|---|---|
| System operating temperature: | -20°C to 50°C |

### Light Sensor

| | |
|---|---|
| Dimensions: | 100 x 100 x 80 mm (H x W x D) |
| Weight: | approx. 1.5 kg |
| Protection class: | IP 66 |

**Siemens Wind Power and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.**

**Siemens Wind Power**
© All Rights Reserved 2014

Class I
2013-10-28

# Shadow Control

## General Specification

## Table of Contents

**Page**


**1. Introduction** ..... 3
2. General Description ..... 3
**3. Functionality** ..... 4
3.1 Shadow Sensors ..... 4
3.2 Time Function PLC ..... 5
3.3 Monitoring ..... 5
3.4 Log Function ..... 6
3.5 Reporting ..... 6
4. Appendix ..... 7
4.1 Light intensity sensors ..... 7
4.2 PLC Allen Bradley ..... 8


The information contained in this document is provided for informational purposes only, and may be out of date or include omissions, inaccuracies or other errors. The document is provided AS IS without warranty or commitment of any kind, express or implied. At any time, the information contained herein may be subject to change without notice.

References in this document to products or product capabilities do not imply that they will be available in all Vestas systems or product configurations. Nothing contained in this document is intended to, nor shall have the effect of, creating a commitment that may replace or alter any terms or conditions in written agreements with Vestas Wind Systems A/S.

# 1. Introduction

This document describes the s Shadow Detection System solution with Photasguard Sensors for Vestas turbines.

# 2. General Description

In the planning and erection of wind power installations, the visual impact on the environment plays an increasingly important role in terms of the approval of building permits and social acceptance of the wind power installation. For example, a wind power installation positioned in the proximity of a residential building could cause periodic shadow impact, depending on the position of the sun. If the sunshine is not affected by clouds, the rotor will continuously cast a shadow, which is often perceived by residents as being a very severe nuisance. For this reason, building permits for the erection of wind power plants increasingly demand the integration of automatic shutdown devices in order to prevent adjacent buildings from being impacted more than is acceptable according to the recommended values. Normally, local authorities specify limit values regarding the maximum permitted daily and annual load.

.

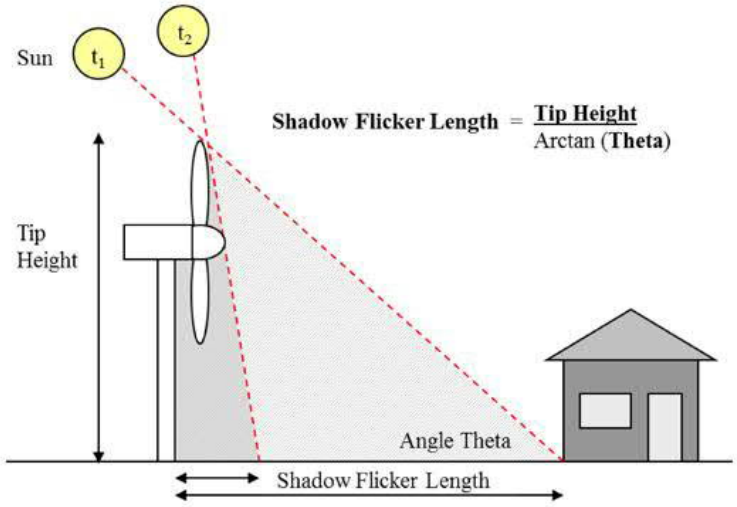



*Figure 2-1: Shadow flicker – concept drawing*

The Shadow Control is an optional system, integrated in the VestasOnline™ Scada system and in the turbine, which will stop the turbine in order to avoid shadow flickering over residential areas. The Shadow Control consists of two light intensity sensors and a PLC.







The sensors are mounted, by a bracket, on the sides of the WTG tower, facing south-east approx. $135^0$ and south-west approx. $225^0$ ( where North is $0^0$) On special request we can we can find another position. The default height of the light intensity sensors is 3 meters. In case of objects like buildings or trees we might consider to bring the sensors higher on the tower.

The PLC, will programmed specifically for each turbine, contains the time tables. In case that the intensity of the sunlight is strong enough to cause shadow impact, The WTG will be paused for the remaining part of the shadow time window. All these values and limits are free programmable. The Shadow time windows tables needs to provide in prior for shadow control installation.

# 3. Functionality

The shadow control is a flexible solution which allows to configure on customs requirements. Even other signals can be integrated in this solution.

As default the shadow control uses 2 Photasgard AHKF Light intensity sensors on each turbine.

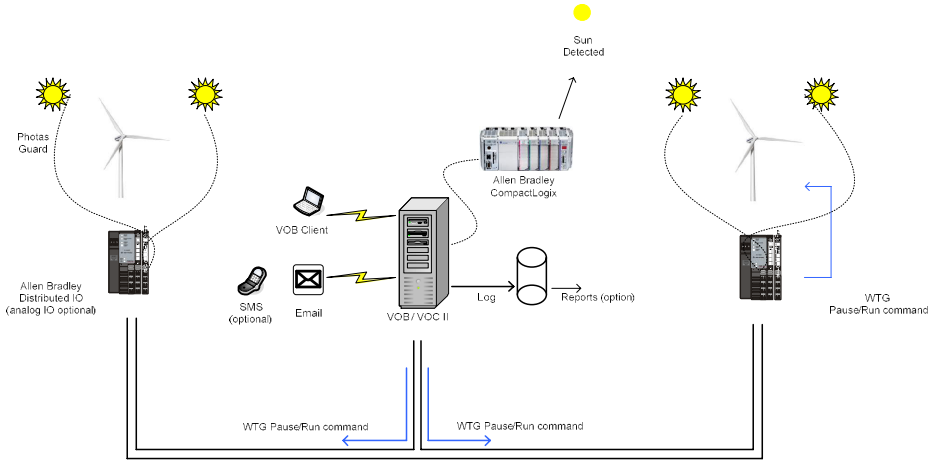



*Figure 3-1: Shadow control – Flexible solution*

## 3.1 Shadow Sensors

The shadow control uses 2 Photasgard AHKF Light intensity sensors. Also a configuration of 1 sensor is possible.

Document xxx for the specifications

## 3.2 Time Function PLC

All setup of the shadow control is done via a Vestas PLC and Remote IO. The setup can be changed with help from the Vestas Service Department.

## 3.3 Monitoring

The shadow control system will be integrated in the VestasOnline™ Scada system. The actual status of the Shadow Control can easily followed up by predefined mimics.

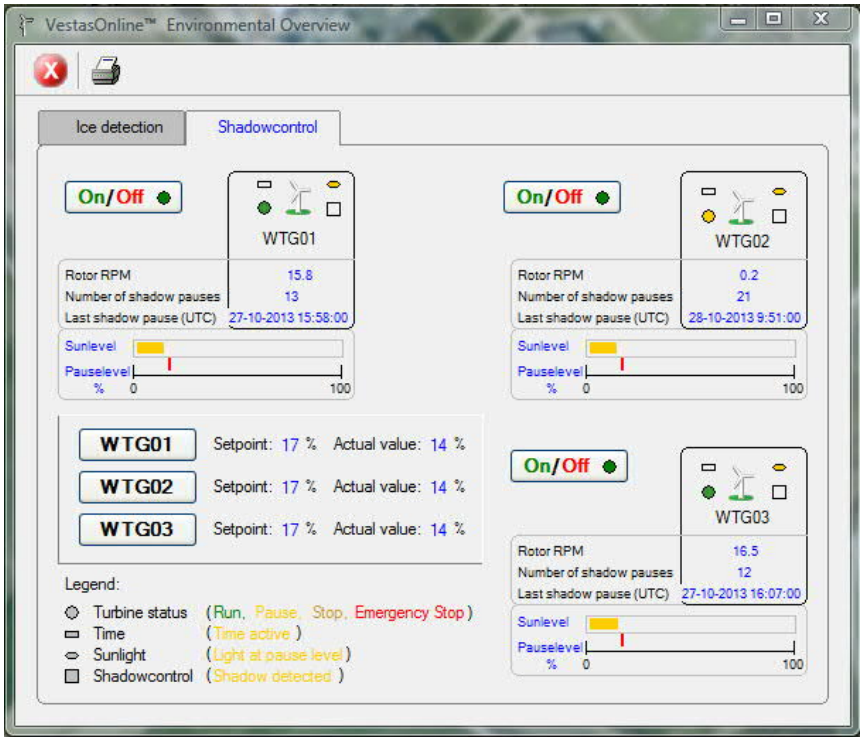



*Figure 3-2: Shadow control – mimic*







## 3.4 Log Function

The Shadow Control signals will be integrated the WTG controller about the status of shadow incidence. This status can also be monitored on the VestasOnline™ Scada system VOB and VOCII logbooks.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| WTG03 | 47259 | 3419 | Shadow Detected | 26-10-2013 9:26:27.000 |
| WTG03 | 47259 | 3419 | Shadow Detected | 26-10-2013 17:15:48.000 |
| WTG03 | 47259 | 3419 | Shadow Detected | 26-10-2013 17:30:58.000 |
| WTG03 | 47259 | 3419 | Shadow Detected | 27-10-2013 10:07:03.000 |
| WTG03 | 47259 | 3419 | Shadow Detected | 27-10-2013 17:05:46.000 |

*Figure 3-3: Shadow control – logbook*

An alarm notification can be send out by email or SMS when the turbine will set in pause due to Shadow control. Als a notification can be sendout when turbine(s) are released from shadow control.

## 3.5 Reporting

The Shadow Control data can be stored in the VestasOnline™ Scada database. With the collected dataviewer it is easily to create a datadump for reporting.

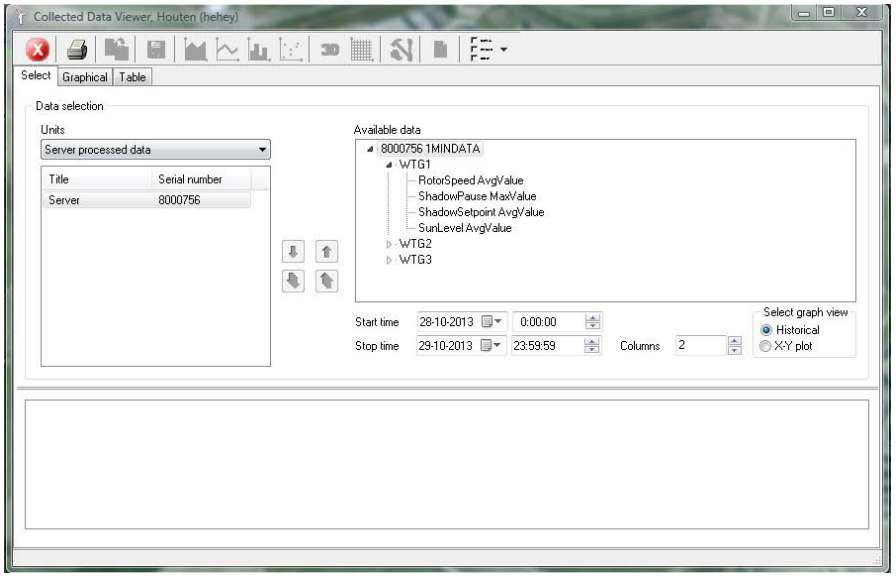



*Figure 3-4: Shadow control – database*

# 4. Appendix

## 4.1 Light intensity sensors

| Light Sensor-Photasgard AHKF-I | |
|---|---|
| Operating Temperature | -10° C / +50° C |
| Protection Class | IP-65 |
| Dimensions | 72x64x39,4 mm |
| Range | 0-20 Klux |
| Connector | M16 |
| Power Supply | 10 mA at 24VDC |
| Output | 4-20 mA |
| Fixture | Bracket |

*Figure 4-1: Light sensor specifications*

*Figure 4-2: Light sensor*







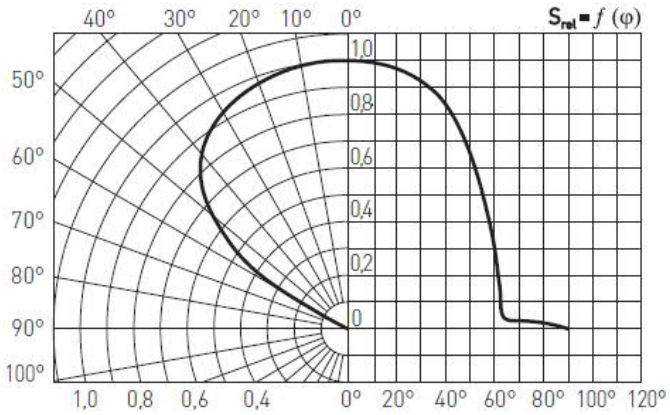



*Figure 4-3: Light sensor characteristics*

## 4.2 PLC Allen Bradley

| PLC-Allen Bradley CompactLogix Range L32E | |
|---|---|
| Power Supply | PA16 2A at 5VDC |
| Configuration L32E | 16DI-16DO and 4IA/2IO |
| Remote IO | AB 1734 AENT max 31 Remote IO |
| Configuration AENT | 4DI-4DO (sink output) 2AI |

*Figure 4-4: PLC specifications*

# ANNEXE T APPROCHE GÉOCENTRIQUE DES CAPTAGES

*Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement du*
*Ministère de la Région wallonne*

Avenue Prince de Liège, 15, B-5100 Namur (Belgique)

Tél.: +32 (0) 81 33 50 50
Fax : +32 81 33 63 22

# *Résultat de l'approche géocentrique*

***Définition du cercle de la recherche :***

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Coordonnées de centre X :* | 118.213 | *Mètres* | |
| *Coordonnées de centre Y :* | 114.932 | *Mètres* | |
| *Rayon du cercle :* | 1.300 | *Mètres* | |
| *Période du* | 28/04/2021 | *au* | 28/04/2051 |



## *Ouvrages de prise d'eau souterraine avec historique des débits*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 822 | *X(M) :* | 118.961 | *Code Ouvrage :* | 51/3/2/001 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | NEVERGIES |
| *Direction :* | N-E | *Y(M) :* | 115.273 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Oui |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS FORE | | |

**Nappe sollicitée :** CRAIES DU BASSIN DE MONS

***Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)***

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nom du titulaire :** | ASBL COMMUNAUTE SAINT-JEAN | **Code du titulaire :** | 53084/00001 | **Existence d'une zone de prévention ?** | Non |
| **Adresse :** | CHEMIN DE NEVERGIES, 2<br>704 QUEVY-LE-GRAND | **Numéro d'autorisation :** | 1970/5/1/04639 | | |
| | | **Usage principal de l'eau :** | USAGE DOMESTIQUE ET SANITAIRE | | |

***Caractéristiques de l'ouvrage***

DIAM FIN : 0,172
PROFONDEUR : 19,55M A PARTIR DU SOL
CHAMBRE DE VISITE DE 1,60M DE PROFONDEUR
HAUTEUR DU TUBE 18

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 1.299 | *X(M) :* | 116.994 | *Code Ouvrage :* | 51/3/5/001 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | AULNOIS AVENIR |
| *Direction :* | O | *Y(M) :* | 114.484 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Oui |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS TRADITIONNEL | | |

**Nappe sollicitée :** INCONNU OU INEXISTANT

***Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)***

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nom du titulaire :** | METENS CHANTAL | **Code du titulaire :** | 53084/00091 | **Existence d'une zone de prévention ?** | Non |
| **Adresse :** | RUE DE L'AVENIR 4<br>704 AULNOIS | **Numéro d'autorisation :** | 2000/5/D/00044 | | |
| | | **Usage principal de l'eau :** | USAGE DOMESTIQUE ET SANITAIRE | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 1.300 | *X(M) :* | 117.236 | *Code Ouvrage :* | 51/3/5/005 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | PT VIVRETS, 20 |
| *Direction :* | S-O | *Y(M) :* | 114.075 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Oui |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS TRADITIONNEL | | |

**Nappe sollicitée :** MASSIF SCHISTO-GRESEUX DU BASSIN DE DINANT(GEDIN.,SIEGENIEN,EMSIEN,COUVIN.)



***Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement du Ministère de la Région walonne***

Avenue Prince de Liège, 15, B-5100 Namur (Belgique)

Tél.: +32 (0) 81 33 50 50

Fax : +32 81 33 63 22

# *Résultat de l'approche géocentrique*

***Définition du cercle de la recherche :***

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Coordonnées de centre X :* | 118.451 | *Mètres* | |
| *Coordonnées de centre Y :* | 116.166 | *Mètres* | |
| *Rayon du cercle :* | 1.300 | *Mètres* | |
| *Période du* | 28/04/2021 | *au* | 28/04/2051 |

*Pour toute information complémentaire concernant les résultats d'analyse, vous pouvez contacter la Direction des Eaux Souterraines à l'adresse courriel suivante : DESO.DE.DGRNE@mrw.wallonie.be*

# Ouvrages de prise d'eau souterraine avec historique des débits

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 776 | *X(M) :* | 118.589 | *Code Ouvrage :* | 51/3/2/013 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | FERRIERES QUEVY LE PETIT |
| *Direction :* | N | *Y(M) :* | 116.930 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Non |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS FORE | | |

**Nappe sollicitée :** INCONNU OU INEXISTANT

*Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)*

**Nom du titulaire :** DESMET ERIC
**Code du titulaire :** 53084/00098
**Existence d'une zone de prévention ?** Non

**Adresse :** RUE DES FERRIERES, 2
704 QUEVY-LE-PETIT
**Numéro d'autorisation :** 2006/5/D/00055

**Usage principal de l'eau :** ELEVAGE

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 902 | *X(M) :* | 118.744 | *Code Ouvrage :* | 51/3/2/010 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | PUITS HOUBEN RUE FERRIÈRES À QUEVY-LE-PETIT |
| *Direction :* | N | *Y(M) :* | 117.019 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Oui |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS TRADITIONNEL | | |

**Nappe sollicitée :** INCONNU OU INEXISTANT

*Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)*

**Nom du titulaire :** HOUBEN PATRICK
**Code du titulaire :** 53084/00016
**Existence d'une zone de prévention ?** Non

**Adresse :** DES FERRIERES 1
704 QUEVY-LE-PETIT
**Numéro d'autorisation :** 1997/5/D/02129

**Usage principal de l'eau :** ELEVAGE

*Caractéristiques de l'ouvrage*

PUITS TRADITIONNEL DE 7 M DE PROFONDEUR L'ÉLEVAGE ET POUR
LE NETTOYAGE DE LOCAUX



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 1.028 | *X(M) :* | 118.961 | *Code Ouvrage :* | 51/3/2/001 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | NEVERGIES |
| *Direction :* | S-E | *Y(M) :* | 115.273 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Oui |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS FORE | | |

**Nappe sollicitée :** CRAIES DU BASSIN DE MONS

*Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)*

**Nom du titulaire :** ASBL COMMUNAUTE SAINT-JEAN
**Code du titulaire :** 53084/00001
**Existence d'une zone de prévention ?** Non

**Adresse :** CHEMIN DE NEVERGIES, 2
704 QUEVY-LE-GRAND
**Numéro d'autorisation :** 1970/5/1/04639

**Usage principal de l'eau :** USAGE DOMESTIQUE ET SANITAIRE

*Caractéristiques de l'ouvrage*

DIAM FIN : 0,172
PROFONDEUR : 19,55M A PARTIR DU SOL
CHAMBRE DE VISITE DE 1,60M DE PROFONDEUR
HAUTEUR DU TUBE 18

*Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement du*
*Ministère de la Région walonne*

Avenue Prince de Liège, 15, B-5100 Namur (Belgique)

Tél.: +32 (0) 81 33 50 50

Fax : +32 81 33 63 22

# *Résultat de l'approche géocentrique*

***Définition du cercle de la recherche :***

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Coordonnées de centre X :* | 118.128 | *Mètres* | |
| *Coordonnées de centre Y :* | 116.395 | *Mètres* | |
| *Rayon du cercle :* | 1.300 | *Mètres* | |
| *Période du* | 24/02/2021 | *au* | 24/02/2051 |



## *Ouvrages de prise d'eau souterraine avec historique des débits*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 706 | *X(M) :* | 118.589 | *Code Ouvrage :* | 51/3/2/013 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | FERRIERES QUEVY LE PETIT |
| *Direction :* | N-E | *Y(M) :* | 116.930 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Non |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS FORE | | |

**Nappe sollicitée :** INCONNU OU INEXISTANT

***Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)***

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nom du titulaire :** | DESMET ERIC | **Code du titulaire :** | 53084/00098 | **Existence d'une zone de prévention ?** | Non |
| **Adresse :** | RUE DES FERRIERES, 2<br>704 QUEVY-LE-PETIT | **Numéro d'autorisation :** | 2006/5/D/00055 | | |
| | | **Usage principal de l'eau :** | ELEVAGE | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 877 | *X(M) :* | 118.744 | *Code Ouvrage :* | 51/3/2/010 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | PUITS HOUBEN RUE FERRIÈRES À QUEVY-LE-PETIT |
| *Direction :* | N-E | *Y(M) :* | 117.019 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Oui |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS TRADITIONNEL | | |

**Nappe sollicitée :** INCONNU OU INEXISTANT

***Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)***

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nom du titulaire :** | HOUBEN PATRICK | **Code du titulaire :** | 53084/00016 | **Existence d'une zone de prévention ?** | Non |
| **Adresse :** | DES FERRIERES 1<br>704 QUEVY-LE-PETIT | **Numéro d'autorisation :** | 1997/5/D/02129 | | |
| | | **Usage principal de l'eau :** | ELEVAGE | | |

***Caractéristiques de l'ouvrage***

PUITS TRADITIONNEL DE 7 M DE PROFONDEUR L'ÉLEVAGE ET POUR LE NETTOYAGE DE LOCAUX

***Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement du Ministère de la Région walonne***

Avenue Prince de Liège, 15, B-5100 Namur (Belgique)

Tél.: +32 (0) 81 33 50 50

Fax : +32 81 33 63 22

# *Résultat de l'approche géocentrique*

***Définition du cercle de la recherche :***

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Coordonnées de centre X :* | 118.848 | *Mètres* | |
| *Coordonnées de centre Y :* | 115.846 | *Mètres* | |
| *Rayon du cercle :* | 1.300 | *Mètres* | |
| *Période du* | 28/04/2021 | *au* | 28/04/2051 |

# Ouvrages de prise d'eau souterraine avec historique des débits

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 584 | *X(M) :* | 118.961 | *Code Ouvrage :* | 51/3/2/001 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | NEVERGIES |
| *Direction :* | S | *Y(M) :* | 115.273 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Oui |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS FORE | | |

**Nappe sollicitée :** CRAIES DU BASSIN DE MONS

*Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)*

**Nom du titulaire :** ASBL COMMUNAUTE SAINT-JEAN
**Code du titulaire :** 53084/00001
**Existence d'une zone de prévention ?** Non

**Adresse :** CHEMIN DE NEVERGIES, 2
704 QUEVY-LE-GRAND

**Numéro d'autorisation :** 1970/5/1/04639

**Usage principal de l'eau :** USAGE DOMESTIQUE ET SANITAIRE

*Caractéristiques de l'ouvrage*

DIAM FIN : 0,172
PROFONDEUR : 19,55M A PARTIR DU SOL
CHAMBRE DE VISITE DE 1,60M DE PROFONDEUR
HAUTEUR DU TUBE 18

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 1.115 | *X(M) :* | 118.589 | *Code Ouvrage :* | 51/3/2/013 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | FERRIERES QUEVY LE PETIT |
| *Direction :* | N | *Y(M) :* | 116.930 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Non |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS FORE | | |

**Nappe sollicitée :** INCONNU OU INEXISTANT

*Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)*

**Nom du titulaire :** DESMET ERIC
**Code du titulaire :** 53084/00098
**Existence d'une zone de prévention ?** Non

**Adresse :** RUE DES FERRIERES, 2
704 QUEVY-LE-PETIT

**Numéro d'autorisation :** 2006/5/D/00055

**Usage principal de l'eau :** ELEVAGE



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 1.178 | *X(M) :* | 118.744 | *Code Ouvrage :* | 51/3/2/010 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | PUITS HOUBEN RUE FERRIÈRES À QUEVY-LE-PETIT |
| *Direction :* | N | *Y(M) :* | 117.019 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Oui |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS TRADITIONNEL | | |

**Nappe sollicitée :** INCONNU OU INEXISTANT

*Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)*

**Nom du titulaire :** HOUBEN PATRICK
**Code du titulaire :** 53084/00016
**Existence d'une zone de prévention ?** Non

**Adresse :** DES FERRIERES 1
704 QUEVY-LE-PETIT

**Numéro d'autorisation :** 1997/5/D/02129

**Usage principal de l'eau :** ELEVAGE

*Caractéristiques de l'ouvrage*

PUITS TRADITIONNEL DE 7 M DE PROFONDEUR L'ÉLEVAGE ET POUR
LE NETTOYAGE DE LOCAUX

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 1.293 | *X(M) :* | 119.881 | *Code Ouvrage :* | 51/3/3/038 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | PUITS LEGULIER RUE GEORGES TONDEUR À QUEVY |
| *Direction :* | N-E | *Y(M) :* | 116.623 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Non |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS NATUREL | | |

**Nappe sollicitée :** INCONNU OU INEXISTANT

*Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)*

**Nom du titulaire :** LEGULIER CHRISTIAN
**Code du titulaire :** 53084/00006
**Existence d'une zone de prévention ?** Non

**Adresse :** GEORGES TONDEUR 43
704 QUEVY-LE-GRAND

**Numéro d'autorisation :** 1997/5/D/02020

**Usage principal de l'eau :** USAGE DOMESTIQUE ET SANITAIRE

***Caractéristiques de l'ouvrage***

PUITS NATUREL DE 8,40 M DE PROFONDEUR POUR UN USAGE
DOMESTIQUE ET SANITAIRE



***Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement du Ministère de la Région walonne***

Avenue Prince de Liège, 15, B-5100 Namur (Belgique)

Tél.: +32 (0) 81 33 50 50

Fax : +32 81 33 63 22

# *Résultat de l'approche géocentrique*

***Définition du cercle de la recherche :***

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Coordonnées de centre X :* | 117.925 | *Mètres* | |
| *Coordonnées de centre Y :* | 115.211 | *Mètres* | |
| *Rayon du cercle :* | 1.300 | *Mètres* | |
| *Période du* | 28/04/2021 | *au* | 28/04/2051 |

# Ouvrages de prise d'eau souterraine avec historique des débits

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 1.038 | *X(M) :* | 118.961 | *Code Ouvrage :* | 51/3/2/001 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | NEVERGIES |
| *Direction :* | E | *Y(M) :* | 115.273 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Oui |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS FORE | | |

**Nappe sollicitée :** CRAIES DU BASSIN DE MONS

*Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)*

**Nom du titulaire :** ASBL COMMUNAUTE SAINT-JEAN
**Code du titulaire :** 53084/00001
**Existence d'une zone de prévention ?** Non

**Adresse :** CHEMIN DE NEVERGIES, 2
704 QUEVY-LE-GRAND

**Numéro d'autorisation :** 1970/5/1/04639

**Usage principal de l'eau :** USAGE DOMESTIQUE ET SANITAIRE

*Caractéristiques de l'ouvrage*

DIAM FIN : 0,172
PROFONDEUR : 19,55M A PARTIR DU SOL
CHAMBRE DE VISITE DE 1,60M DE PROFONDEUR
HAUTEUR DU TUBE 18

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 1.181 | *X(M) :* | 116.994 | *Code Ouvrage :* | 51/3/5/001 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | AULNOIS AVENIR |
| *Direction :* | S-O | *Y(M) :* | 114.484 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Oui |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS TRADITIONNEL | | |

**Nappe sollicitée :** INCONNU OU INEXISTANT

*Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)*

**Nom du titulaire :** METENS CHANTAL
**Code du titulaire :** 53084/00091
**Existence d'une zone de prévention ?** Non

**Adresse :** RUE DE L'AVENIR 4
704 AULNOIS

**Numéro d'autorisation :** 2000/5/D/00044

**Usage principal de l'eau :** USAGE DOMESTIQUE ET SANITAIRE



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 1.215 | *X(M) :* | 116.840 | *Code Ouvrage :* | 51/3/5/004 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | PUITS MALENGREAUX RUE DE LA GENDARMERIE À AULNOIS |
| *Direction :* | S-O | *Y(M) :* | 114.665 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Oui |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS TRADITIONNEL | | |

**Nappe sollicitée :** MASSIF SCHISTO-GRESEUX DU BASSIN DE DINANT(GEDIN.,SIEGENIEN,EMSIEN,COUVIN.)

*Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)*

**Nom du titulaire :** MALENGREAUX MARCEL
**Code du titulaire :** 53084/00086
**Existence d'une zone de prévention ?** Non

**Adresse :** DE LA GENDARMERIE 20
704 AULNOIS

**Numéro d'autorisation :** 1997/5/D/02019

**Usage principal de l'eau :** USAGE DOMESTIQUE ET SANITAIRE

*Caractéristiques de l'ouvrage*

PUITS TRADITIONNEL DE 10 M DE PROFONDEUR POUR UN USAGE
DOMESTIQUE ET SANITAIRE

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 1.251 | *X(M) :* | 116.950 | *Code Ouvrage :* | 51/3/5/006 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | PUITS RUE BASSE, 1 À AULNOIS |
| *Direction :* | S-O | *Y(M) :* | 114.427 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Oui |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS TRADITIONNEL | | |

**Nappe sollicitée :** INCONNU OU INEXISTANT

*Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)*

**Nom du titulaire :** HUVELLE ROSE-MARIE
**Code du titulaire :** 53084/00084
**Existence d'une zone de prévention ?** Non

**Adresse :** RUE BASSE, 1
704 AULNOIS

**Numéro d'autorisation :** 1998/5/D/01346

**Usage principal de l'eau :** USAGE DOMESTIQUE ET SANITAIRE

*Caractéristiques de l'ouvrage*

## *Caractéristiques de l'ouvrage*

PUITS DE CARACTÉRISTIQUES ET DE PROFONDEUR INCONNUES.
OUVRAGE MUNI D'UN COMPTEUR.
USAGES DOMESTIQUES ET SANITAIRES.



***Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement du Ministère de la Région walonne***

Avenue Prince de Liège, 15, B-5100 Namur (Belgique)

Tél.: +32 (0) 81 33 50 50

Fax : +32 81 33 63 22

# *Résultat de l'approche géocentrique*

***Définition du cercle de la recherche :***

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Coordonnées de centre X :* | 118.213 | *Mètres* | |
| *Coordonnées de centre Y :* | 114.932 | *Mètres* | |
| *Rayon du cercle :* | 1.300 | *Mètres* | |
| *Période du* | 28/04/2021 | *au* | 28/04/2051 |

# Ouvrages de prise d'eau souterraine avec historique des débits

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 822 | *X(M) :* | 118.961 | *Code Ouvrage :* | 51/3/2/001 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | NEVERGIES |
| *Direction :* | N-E | *Y(M) :* | 115.273 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Oui |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS FORE | | |

**Nappe sollicitée :** CRAIES DU BASSIN DE MONS

*Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)*

**Nom du titulaire :** ASBL COMMUNAUTE SAINT-JEAN
**Code du titulaire :** 53084/00001
**Existence d'une zone de prévention ?** Non

**Adresse :** CHEMIN DE NEVERGIES, 2
704 QUEVY-LE-GRAND

**Numéro d'autorisation :** 1970/5/1/04639

**Usage principal de l'eau :** USAGE DOMESTIQUE ET SANITAIRE

*Caractéristiques de l'ouvrage*

DIAM FIN : 0,172
PROFONDEUR : 19,55M A PARTIR DU SOL
CHAMBRE DE VISITE DE 1,60M DE PROFONDEUR
HAUTEUR DU TUBE 18

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 1.299 | *X(M) :* | 116.994 | *Code Ouvrage :* | 51/3/5/001 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | AULNOIS AVENIR |
| *Direction :* | O | *Y(M) :* | 114.484 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Oui |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS TRADITIONNEL | | |

**Nappe sollicitée :** INCONNU OU INEXISTANT

*Données de l'exploitation en cours (ou de la dernière exploitation clôturée)*

**Nom du titulaire :** METENS CHANTAL
**Code du titulaire :** 53084/00091
**Existence d'une zone de prévention ?** Non

**Adresse :** RUE DE L'AVENIR 4
704 AULNOIS

**Numéro d'autorisation :** 2000/5/D/00044

**Usage principal de l'eau :** USAGE DOMESTIQUE ET SANITAIRE



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Distance:* | 1.300 | *X(M) :* | 117.236 | *Code Ouvrage :* | 51/3/5/005 | *Dénomination ou lieu-Dit :* | PT VIVRETS, 20 |
| *Direction :* | S-O | *Y(M) :* | 114.075 | *Commune :* | QUEVY | *Ouvrage en activité :* | Oui |
| | | | | *Nature de l'ouvrage :* | PUITS TRADITIONNEL | | |

**Nappe sollicitée :** MASSIF SCHISTO-GRESEUX DU BASSIN DE DINANT(GEDIN.,SIEGENIEN,EMSIEN,COUVIN.)

# ANNEXE U ATTESTATION DE REPRISE DES TERRES DE DÉBLAI

NONET
CONSTRUCTEUR D'EXTÉRIEURS

Travaux publics & privés · Aménagements extérieurs · Terrains de sports & loisirs
Conduites & câbles enterrés · Traitement de sols & stabilisation de voiries · Travaux de démolition

**Storm**

Madame Georges
Borsbeeksebrug 22
2600 Anvers

Mornimont, le 05 avril 2022

**Concerne : attestation de revalorisation de terres de déblais**

Madame Georges,

Nous vous confirmons que dans le cadre d'éventuels travaux pour le projet de 6 éoliennes dans la commune de Quévy, l'ensemble des terres de déblais serait revalorisé sur d'autres chantiers.

Nous vous souhaitons bonne réception de la présente, et vous prions d'agréer, Madame Georges, l'expression de nos sentiments distingués.

Simon Nonet*
Administrateur délégué

**Représentant MLV sprl*

Rue de la Vieille Sambre 162 • 5190 Jemeppe-sur-Sambre • Tél. : +32 (0)81 43 32 43 • Fax : +32 (0)81 43 44 44
E-mail : info@nonet.be • Enregistrement : 12.05.12 • TVA : BE 0417 072 581
BNP : BE 75 2500 0541 8951 | BIC : GEBABEBB • CBC : BE 80 1931 2162 4277 | BIC : CREGGEBB
ING : BE 66 3500 1888 8043 | BIC : BBRUBEBB • BELFIUS : BE 39 0689 0637 6919 | BIC : GKCCBEBB
www.nonet.be
Une entreprise du Groupe Jean NONET

# ANNEXE V MESURES DE COMPENSATION BIOLOGIQUES

storm

# CONTRAT DE SERVICES

**Entre**

**Société Agricole Ewbank Louis Et Fils**

[redacted]

ci-après dénommé *«l'Exploitant » ;*

**et**

La société à responsabilité limitée **STORM 60**, ayant son siège social à 2600 Anvers, Borsbeeksebrug 22, inscrite au RPM (Anvers) sous le numéro BE 0735.346.904, représentée par Storm Management SA, avec représentant permanent Monsieur Jan Caerts, administrateur,

ci-après dénommée *« Storm »* ;

Ci-après conjointement dénommés *« les parties »* ou individuellement *« une partie ».*

## IL EST PRÉALABLEMENT EXPOSÉ CE QUI SUIT :

1. Dans le cadre de la réalisation d'un parc éolien composé de six éoliennes à Quévy (ci-après : « le Parc éolien »), Storm devra probablement appliquer des mesures compensatoires telles que proposées par le Département de la Nature et des Forêts (ci-après : « le DNF ») ;

2. Storm envisage d'implanter les mesures compensatoires sur des parcelles dont le droit de propriété (ou le droit réel d'usage, tel le droit d'usufruit ou d'emphytéose) est détenu par l'Exploitant ;

3. Storm envisage d'implanter les mesures compensatoires sur des parcelles dont l'exploitation est confiée à l'Exploitant ;

4. L'Exploitant est disposé à accueillir la réalisation de ces mesures compensatoires sur les parcelles visées à l'article 1er de la présente Convention, moyennant le paiement de la redevance fixée à l'article 2 de la présente Convention.

storm

**IL A ÉTÉ CONVENU CE QUI SUIT**

## ARTICLE 1. OBJET

1.1. Conformément à la présente Convention et aux conditions exposées ci-après, l'Exploitant s'engage, sur les parcelles reprises au cadastre sous les coordonnées suivantes (ci-après dénommées « les Parcelles ») :

| Commune | Division | Section | Numéros de parcelles |
|---|---|---|---|
| Quévy | 2 | C | 689, 693A, 693B, 694, 695, 701, 702, 703 |
| Quévy | 3 | D | 118A, 119C, 125L, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132 |
| Quévy | 2 | A | 102C |

à implanter et entretenir les mesures compensatoires localisées en annexe 1 et décrites en annexe 2.

1.2. L'Exploitant s'engage à mettre en œuvre les mesures compensatoires sur les Parcelles selon le cahier des charges repris en annexe 2, et ce pour une durée de maximum 30 ans prenant cours à compter de la réalisation des conditions suspensives mentionnées à l'article 4.2. Les frais d'entretien sont assumés par l'Exploitant.

1.3. Après l'obtention définitive du permis unique autorisant la construction et l'exploitation du Parc éolien, les Parties conviendront d'un planning pour la mise en œuvre des mesures compensatoires. La fixation de la date du début des travaux d'implantation relève de la responsabilité exclusive de Storm, le planning des travaux étant toutefois établi en coordination avec l'Exploitant.

1.4. L'Exploitant s'engage à ne pas détruire ou endommager les mesures compensatoires implantées sur les Parcelles jusqu'à l'expiration de la présente Convention.

1.5. L'Exploitant assume, à la décharge de Storm, la responsabilité de tout dommage qui lui serait causé, mais également de tout dommage causé à tout tiers généralement quelconque, et résultant des mesures compensatoires implantées sur les Parcelles.

## ARTICLE 2. REDEVANCE

2.1. Storm paie à l'Exploitant une redevance qui correspond à un montant fixe annuel. Ce montant est payable par anticipation et pour la première fois à la date du début effectif des travaux d'implantation des mesures compensatoires.

2.2. La redevance est établie à [redacted] € HTVA/ha de mesure, soit [redacted] € HTVA pour 6,5 ha. La redevance inclut l'emprise au sol et l'implantation et l'entretien par l'Exploitant, des mesures compensatoires.

2.3. La redevance est payable à l'Exploitant.

Si, pendant la durée de la présente convention, l'Exploitant confie l'exploitation des parcelles à un tiers, ce changement d'exploitant n'emporte aucune cession de la créance de paiement de la redevance tant que le changement d'exploitant (avec l'indication du numéro de compte bénéficiaire) n'a pas été notifié par l'Exploitant par courrier recommandé avec accusé de réception adressé à Storm. Si le changement d'exploitant n'est pas notifié à Storm, les paiements de la redevance effectués part Storm à l'Exploitant jusqu'au jour de la réception de la notification du changement d'exploitant seront censés avoir été valablement exécutés.

Le paiement de la redevance sera valablement effectué par virement au suivant numéro de compte de de l'Exploitant :

..... [redacted] ..... à la .....ING.....(banque).

L'Exploitant s'engage à communiquer à Storm au moins un mois à l'avance chaque modification concernant le compte bancaire sur lequel les montants dus doivent être versés par lettre recommandée avec accusé de réception.

2.4. A défaut de paiement, les sommes restant dues porteront de plein droit un intérêt annuel égal à l'EURIBOR à compter du jour de leur exigibilité.

2.5. Storm ne peut être tenue responsable pour quelconque plus- ou moins-value des parcelles. La plus- ou moins-value apportée par l'implantation des mesures compensatoires ne peut s'imputer d'aucune façon sur la redevance convenue à l'article 2.

2.6. L'Exploitant s'engage à ne pas introduire auprès de la Région wallonne une demande d'aide pour la mise en place des mesures agro-environnementales.

## ARTICLE 3. INDEXATION

3.1. La redevance convenue à l'article 2.2 est adaptée annuellement aux fluctuations de l'indice de santé, suivant la formule ci-après :

$$\frac{\text{redevance} \times G}{B} = \text{redevance adaptée}$$

où:

- Redevance : la redevance convenue à l'article 2.2 ;
- B : l'indice de départ, étant l'indice de santé du mois qui précède la mise en service du Parc éolien ;
- G : le nouvel indice, étant l'indice de santé du mois qui précède l'anniversaire du premier paiement conformément l'article 2.1.

3.2. L'adaptation de la redevance conformément à la formule reprise à l'article 3.1. se fera chaque année à la date anniversaire du premier paiement conformément l'article 2.1.

3.3. Dans l'hypothèse où l'indice de santé serait abrogé, les Parties choisiront de commun accord un indice de remplacement. Cet indice de remplacement doit être de nature à permettre à la redevance de suivre l'évolution du coût de la vie.

## ARTICLE 4. DURÉE

4.1. La présente Convention entrera en vigueur à partir de la réalisation de toutes et chacune des conditions suspensives mentionnées à l'article 5.1 ou à compter de la renonciation aux conditions suspensives mentionnée à l'article 5.3.

4.2. La présente Convention prendra fin à la première des trois dates suivantes : (i) la date d'expiration des permis relatifs à l'éolienne rendant l'exploitation de l'éolienne impossible, (ii) la date d'expiration des mesures compensatoires imposées par le permis relatif à l'éolienne, (iii) à l'expiration d'une durée de trente (30) ans prenant cours à compter de la réalisation des conditions suspensives mentionnées à l'article 5.1 ou à compter de la renonciation aux conditions suspensives mentionnée à l'article 5.3.

4.3. L'Exploitant s'engage pour une période de minimum de 5 années prenant cours à compter de la réalisation des conditions suspensives mentionnées à l'article 4.2. Il pourra par la suite décider de mettre fin à la Convention en envoyant un courrier recommandé avec accusé de réception à Storm au moins 12 mois avant la date de fin de Convention demandée. L'Exploitant s'engage à proposer à Storm d'autres parcelles présentant les mêmes caractéristiques, situées dans un rayon de minimum 500 mètres et maximum 5 kilomètres autour du Parc éolien, et qui seront acceptées par l'autorité compétente en remplacement des Parcelles visées dans la présente Convention en vue d'y implanter les mesures de compensation. En cas d'acceptation par l'autorité compétente, un avenant à la présente Convention visant ces nouvelles parcelles sera signé par Storm et par l'Exploitant, les termes et conditions de la présente Convention demeurant inchangés pour le surplus.

4.4. L'Exploitant déclare ne pas avoir connaissance d'un projet d'expropriation sur les Parcelles. A l'expiration de la présente Convention, l'Exploitant sera libre de conserver les mesures compensatoires qui auront été implantées sur les Parcelles qui seront la propriété de l'Exploitant ou de les retirer à ses propres frais et sans recours contre Storm.

storm

4.5. La présente Convention est résolue de plein droit si le ou les permis autorisant la construction et/ou l'exploitation du Parc éolien devait être retiré ou annulé ou si, pour quelque motif que ce soit, à la condition qu'il ne soit pas imputable à Storm, l'exploitation du Parc éolien devait s'arrêter de manière définitive. En cas de réalisation de la présente condition résolutoire, l'Exploitant est libre de conserver les mesures compensatoires qui auront été implantées sur les Parcelles qui seront la propriété de l'Exploitant ou de les supprimer à ses propres frais et sans recours contre Storm. Les redevances perçues par l'Exploitant (ou par tout tiers auquel l'exploitation serait ultérieurement confiée) jusqu'au jour de la réalisation de la condition résolutoire ne doivent pas être restituées.

4.6. Si, pendant la durée de la présente Convention, l'Exploitant perd le bénéfice d'exploitation sur les Parcelles, il s'engage à proposer à Storm, au plus tard 12 mois avant l'échéance de son droit, d'autres parcelles présentant les mêmes caractéristiques, situées dans un rayon compris entre 500 mètres minimum et 5 kilomètres maximum autour du Parc éolien, et qui seront acceptées par l'autorité compétente en remplacement des Parcelles visées dans la présente Convention en vue d'y implanter les mesures de compensation. En cas d'acceptation par l'autorité compétente, un avenant à la présente Convention visant ces nouvelles parcelles sera signé par Storm et par l'Exploitant, les termes et conditions de la présente Convention demeurant inchangés pour le surplus.

## ARTICLE 5. CONDITIONS SUSPENSIVES

5.1. A l'exception des articles 4.5, 4.6, 5, 6 et 7, la présente Convention est conclue sous les conditions suspensives cumulatives :

- de l'obtention par Storm de tous les permis et autorisations requis pour la construction et l'exploitation du Parc éolien ; la condition n'est réalisée qu'à partir du moment où ces permis ne sont plus susceptibles de recours administratifs par des tiers et ne sont plus susceptibles de recours en suspension ou en annulation devant le Conseil d'Etat par des tiers ou, si de tels recours en suspension ou en annulation ont été introduits, à partir du jour où ils ont été rejetés ;
- de l'imposition, par le ou les permis précité(s) des mesures compensatoires localisées en annexe 1 et décrites en annexe 2 ;
- de l'obtention par Storm du financement nécessaire pour la réalisation du Parc éolien.

5.2. Storm soumettra la demande pour les permis requis endéans un délai de 5 ans suivant la signature de la présente convention. A défaut, la présente convention sera censée n'avoir jamais existé, et les Parties seront libérées les unes envers les autres, sans indemnité de part ou d'autre.

5.3. Les Parties conviennent que les conditions suspensives mentionnées à l'article 5.1 sont exclusivement stipulées en faveur de Storm qui seule peut y renoncer. Si Storm veut invoquer le droit de renoncer au bénéfice des conditions suspensives, elle en informera l'Exploitant par lettre recommandée.

## ARTICLE 6. EXCLUSIVITÉ

6.1. L'Exploitant s'engage pour toute la durée de la présente Convention, à ne pas concéder sur les Parcelles ni sur d'autres parcelles situées dans un rayon de 500 mètres des limites des Parcelles visées par la présente Convention et dont il est propriétaires ou dont il assure l'exploitation, de droits à un tiers ou à des tiers qui sont directement ou indirectement liés à l'implantation d'un parc éolien.

## ARTICLE 7. DISPOSITIONS FINALES

7.1. Les articles 4.5, 4.6, 5, 6 et 7 sont applicables à partir de la signature de la présente Convention.

7.2. Si une des Parties devait manquer à l'une ou plusieurs dispositions de la présente Convention, l'autre Partie pourra demander une indemnisation sur la base du droit commun.

7.3. Une Partie ne peut être censée avoir renoncé à un droit ou un recours résultant de la présente Convention ou résultant d'un défaut de l'autre Partie, sauf si cette renonciation est explicite et exprimée par écrit. Au cas où une Partie renonce à des droits ou recours résultant de la présente Convention ou résultant d'un défaut ou d'une non-exécution par l'autre Partie, cette renonciation ne pourra jamais être

storm

interprétée comme étant une renonciation à quelconque autre droit résultant de la présente Convention ou résultant d'un autre manquement, même s'il s'agit de cas similaires ou présentant de grandes similitudes.

7.4. L'Exploitant s'engage à respecter une confidentialité totale et illimitée relative à toutes les informations et renseignements qu'il reçoit ou a reçu de la part de Storm à l'occasion de la conclusion de la présente Convention, de son exécution ou des négociations y afférentes. L'Exploitant est aussi responsable pour la confidentialité de ses administrateurs, gérants et employés. La divulgation de la présente Convention ou de son contenu par l'Exploitant pourra uniquement être effectuée après l'accord écrit préalable de Storm. Par dérogation à ce qui précède, l'Exploitant peut divulguer des informations confidentielles à un tiers, pour autant que ceci soit légalement exigé ou imposé par un tribunal ou une autorité compétente. L'Exploitant se porte fort de ce que tout tiers auquel l'exploitation serait ultérieurement confiée, prendra le même engagement de confidentialité.

7.5. Aucun amendement qui modifie la présente Convention ne sera opposable à une Partie, sauf si cette modification est de forme écrite et signée par toutes les Parties.

7.6. Storm est autorisée à céder la présente Convention sans accord préalable de l'Exploitant (ni de tout éventuel exploitant ultérieur) à une autre entité du même groupe de sociétés dont Storm fait partie, ainsi qu'à une institution financière qui fournira éventuellement le financement du projet de réalisation du Parc éolien.

7.7. La présente Convention est exclusivement régie par et doit être interprétée selon le droit belge.

7.8. Seuls les tribunaux de l'arrondissement judiciaire où est situé le Bien seront compétents pour tous litiges qu'il ne serait pas possible de régler à l'amiable.

7.9. L'Exploitant reconnait et accepte que l'octroi du permis et la construction du Parc éolien ne sont pas garantis. Si le Parc éolien n'est finalement pas réalisé quelle que soit la raison, l'Exploitant ne peut exiger aucune redevance ou dédommagement d'aucune sorte de Storm, la présente Convention étant censée n'avoir jamais existé à défaut de réalisation des conditions suspensives visées à l'article 5.1 ou dans l'hypothèse visée à l'article 5.2.

7.10.

Fait le 22/07/22 à HARUENG en trois exemplaires originaux. Chaque partie confirme avoir reçu un exemplaire signé.

Lu et approuvé,

**L'Exploitant** lu et approuvé

**Storm 60 SRL,**
Storm Management SA,
représentée par Jan Caerts, Administrateur

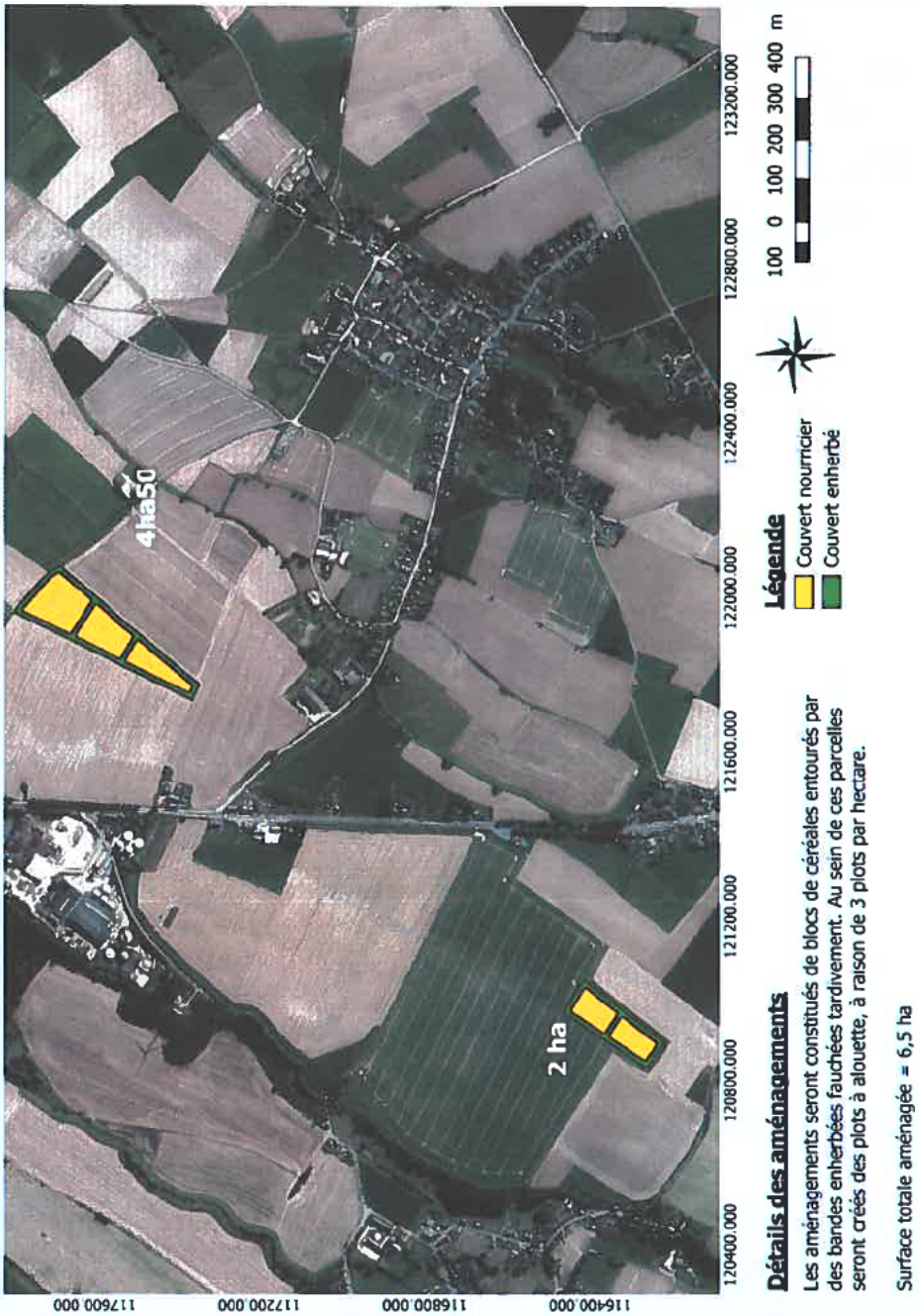
lu et approuvé
P.O.

storm

Annexes :

1) Plan des aménagements
2) Cahier des charges

## Annexe 1 – Plan des aménagements



storm

## Annexe 2 – Cahier des charges

# COA1 « Maintien de couverts nourriciers durant l'hiver » avec plots à alouettes et COA2 « Couvert enherbé permanent »

## Finalité du projet

La priorité de l'aménagement sera l'augmentation simultanée de la quiétude, de la disponibilité en nourriture et des zones de refuges pour la faune. Pour ce faire, différents modes de gestion et différents couverts sont requis sur les terres concernées.

## Présentation des aménagements à mettre en place

- Les aménagements seront situés sur les parcelles localisées en annexe 1.
- La surface totale des aménagements est de 6 ha, répartis comme suit :
    1) parcelle de 4,5ha
    2) parcelle de 2ha
- Les parcelles (Annexe 1) seront recouvertes de 5 blocs de couvert nourricier à base de céréales entourés par une bande enherbée de 12 mètres de large qui sera fauchée tardivement.
- En outre, des **plots à Alouette** seront créés au sein des couverts nourriciers, à raison de **3 plots par hectare**. Lors du semis, le semoir sera relevé sur quelques mètres (5 mètres minimum), créant ainsi des zones nues favorables à la nidification de l'Alouette des champs. Si la taille des parcelles le permet, les plots seront idéalement installés à une trentaine de mètres des bords de la parcelle afin de limiter la prédation.
- Les descriptions suivantes proviennent de la note de référence du DEMNA et seront adaptées aux terres engagées.

**Version :** Avril 2018

**Réalisation :**

Jérémy Simar (SPW - DGO3-Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole)
Isabelle Van Driessche (SPW - DGO3-Département de la Nature et des Forêts)

**Avec la collaboration de :**

Amandine Delalieux et Augustin Rommelaere (FAUNE & BIOTOPE)
François Grogna (BIOWALONNIE)
Julien Piqueray (NATAGRIWAL)
Alain Le Roi (SPW - DGO3 - Département de la Ruralité et des Cours d'Eaux

storm

## COA 1 : Maintien de couverts nourriciers durant l'hiver

La mesure COA1 consiste à maintenir des céréales sur pied durant l'hiver. Le semis de printemps est privilégié. Il fournira une céréale mature plus tardive et donc disponible plus longtemps durant l'hiver. Nous limitons ainsi la verse hâtive des graines et leur germination avant l'hiver.

De plus, alterner uniquement différents semis de printemps permettra de fournir un couvert nourricier mature durant trois hivers de suite.

Le semis d'automne ne sera envisagé que de façon exceptionnelle et justifié par exemple par l'échec d'un semis de printemps.

Le couvert nourricier reste sur pied durant un hiver et le sol sera retravaillé à chaque printemps. Le couvert hivernal ne sera pas détruit avant le 15 mars, sauf autorisation du DNF. Si possible, en cas de conditions hivernales difficiles qui se prolongeraient au-delà du 15 mars, le couvert nourricier sera maintenu pour offrir la nourriture souhaitée aux oiseaux.

Afin de garantir une levée correcte et une production en graines suffisante pour tout l'hiver d'une année à l'autre et d'en limiter son salissement, 3 mélanges différents à dominance de céréales se succèderont l'année 1, 2 et 3. L'année 4, la parcelle sera occupée par un couvert nettoyant. Le cycle cultural d'une parcelle se déroule donc sur 4 années successives. Les mélanges proposés assureront le maintien, voire l'amélioration de la fertilité des parcelles, tout en y évitant le développement d'adventices. L'incorporation d'avoine dans les mélanges imposés a pour objectif de lutter contre les adventices de par son effet allélopathique. L'avoine permet également d'éviter la verse des mélanges contenant du pois. Le radis est utile pour lutter contre le rumex. Par sécurité, on en ajoutera dans chaque mélange. La variété de radis « structurator » est recommandée.

Les mélanges qui se succèderont sur une parcelle sont les suivants (avec des variétés de printemps et en cas de besoin adaptées pour les semis après le 15 mars):

| | | |
|---|---|---|
| **Mélange 1 :** | | |
| Froment | 150 kg/ha | (Association de deux variétés en proportion égale) |
| Avoine | 30 Kg/ha | |
| Radis | 3 Kg/ha | |
| Pois protéagineux | 60 Kg/ha | |
| **Mélange 2 :** | | |
| Triticale | 180 Kg/ha | |
| Vesce | 6 Kg/ha | |
| Avoine | 20 Kg/ha | |
| Pois fourrager | 5 kg/ha | |
| Radis | 3 kg/ha | |

storm

**Mélange 3 :**

| | |
|---|---|
| Seigle | 50 Kg/ha |
| Orge | 50 Kg/ha |
| Pois protéagineux | 50 Kg/ha |
| Epeautre | 70 Kg/ha |
| Radis | 3 kg/ha |

**Mélange 4 (couvert nettoyant) :**

| | |
|---|---|
| Trèfle d'Alexandrie | 20 Kg/ha |
| Avoine | 45 Kg/ha |

Un aménagement alterné sera réalisé sur plusieurs parcelles proches les unes des autres de sorte à ce que les différents mélanges de céréales soient représentés et couvrent environ les ¾ des parcelles durant chaque hiver.
Si les parcelles sont de grandes tailles, celles-ci peuvent-être divisées et recevoir différents mélanges.

En cas de nécessité de semis d'automne celui-ci sera constitué du mélange suivant :

**Semis d'automne (variétés d'hiver) :**

Triticale .....160 Kg/ha
Vesce .....10 Kg/ha
Avoine .....40 Kg/ha

La vesce peut éventuellement être remplacée par du pois fourrager (variété Picar) en cas de rupture de stock de semences.

En cas de présence de rumex, on pourra également ajouter aux mélanges ci-dessus de la chicorée fourragère à raison de 1 Kg/ha.

## *Recommandations spécifiques à la mesure COA1 :*

Le semis sera réalisé uniquement dans de bonnes conditions de sol, dans le respect des bonnes pratiques agricoles. Le semis de printemps doit être idéalement réalisé au plus tard à la mi-avril. En cas d'impossibilité, il doit être prévu au moins un travail du sol avant cette date pour éviter la destruction d'oiseaux nicheurs installés précocement dans la parcelle.

Un ou plusieurs faux semis sont recommandés. L'incorporation d'avoine dans les mélanges imposés a également pour objectif de lutter contre les adventices.

Un premier contrôle sera réalisé par l'exploitant après la levée. Si la densité de céréales est trop faible, celui-ci procèdera à un sursemis au moyen d'un mélange de radis structurator et fourrager. Ce sursemis sera réalisé idéalement avant la fin du mois de mai mais peut encore s'envisager jusqu'en juillet. Un

second contrôle aura lieu début septembre. En cas de mauvais résultat, c'est-à-dire si la parcelle ne permet pas de fournir une alimentation hivernale valable pour les oiseaux, on optera pour un nouveau semis dès l'automne. Ceci reste néanmoins une opération de secours et doit rester exceptionnel.

La fertilisation azotée quant à elle reste soumise à l'accord du comité de suivi et doit être justifiée par l'agriculteur. L'enrichissement du sol sera naturel du fait de l'absence d'exportation de la matière organique et par la composition des mélanges proposés comportant spécifiquement des légumineuses (pois, vesce, trèfle). La teneur en humus du sol peut être contrôlée tous les 4 ou 5 ans afin d'évaluer la nécessité d'un enrichissement artificiel du sol.

Les opérations culturales ne peuvent en aucun cas comprendre un désherbage de la culture quel qu'il soit (mécanique par herse étrille ou bineuse par exemples ou chimique en pulvérisation) ni une récolte des graines produites. L'utilisation de semences traitées (enrobage) est interdite.

On privilégiera le labour peu profond (15 cm) pour la gestion de ces parcelles. Le non labour est également possible avec destruction du couvert précédent ou résiduel par broyage (si biomasse importante, par exemple après la culture nettoyante) et/ou déchaumage superficiel (10-15 cm) et/ou passage d'une herse ou fraise rotative et utilisation d'un semoir à disques pour le semis.

Afin de favoriser le tallage des céréales et leur bon développement, il est fortement recommandé de passer la parcelle au rouleau une à deux fois durant le printemps. Le passage du rouleau se fera dans de bonnes conditions climatiques et de sol (temps sec, 14°C en journée, pas par vent d'Est et pas de gel nocturne durant les deux jours précédents). On s'assurera avant cette opération de l'absence de nidification sur la parcelle. Cette opération est particulièrement importante les années séchantes. Le test du pied permet de s'assurer qu'il est encore possible de passer le rouleau sans altérer la céréale : on marche sur la céréale ; si après 5 secondes elle se relève, cela signifie qu'on peut encore rouler la parcelle. Cette opération sera surtout importante pour le mélange 3 (COA1-année 3).

La parcelle est entourée d'une tournière enherbée permanente de 16 m de large maximum répondant aux spécificités de la mesure COA 2. La gestion de cette tournière devra donc respecter scrupuleusement les directives indiquées (fauches par bandes alternées, période de fauche,...) afin qu'elle puisse jouer son rôle dans la nidification des oiseaux, dans la production de micromammifères et d'insectes. Elle offrira également une zone de chasse idéale pour les rapaces.
La mesure COA 1 est donc indissociable de la mesure COA 2. Cette association a pour objectif d'optimiser le rôle joué par chacune des mesures de façon indépendante en créant un habitat optimal pour la prolifération des micromammifères. Cette tournière COA 2 joue aussi un rôle de tampon vis-à-vis des cultures adjacentes en termes de développement éventuel d'adventices. La mesure COA 2 peut néanmoins être implantée seule. La disposition des tournières enherbées doit alors favoriser la connexion entre les divers éléments du réseau de mesures.

La parcelle est réservée à la compensation sur la durée du permis d'exploiter, soit 20 ans.

**Le calendrier cultural ainsi que les semis proposés ci-dessus seront systématiquement proposés dans le cahier des charges initial. Toute modification dans les semis et le calendrier cultural devra être soumis au DNF et au comité de suivi.**

storm

Variétés conseillées pour les mélanges COA1 :

Semis de printemps :

Avoine : Duffy ou Tatran
Radis Structurator
Pois protéagineux Respect, Bluemoon ou rocket
Triticale : Dublet
Pois fourrager : Picar
Seigle : pas de préférence
Orge : Prestige, Calcul, Grace ou Extase
Epeautre : Zollernspelt
Trèfle d'Alexandrie : Alex ou Akhénaton

Semis d'automne :

Triticale : Vuca, Granval Borodine, Tricanto ou Tulus
Vesce : Aneto ou Pépite
Avoine : Gerald ou Dalguise

## COA 2 : Couvert enherbé permanent

Les bandes ou tournières enherbées sont pérennes. La mesure reste en place sur la durée du permis d'exploiter, soit 20 ans. Ces tournières sont constituées de bandes « herbacées » ou « fleuries » constituées d'espèces prairiales indigènes, fauchées une fois par an, en dehors de la période de reproduction des oiseaux.

La composition du semis (à 50 % de légumineuse) (densité totale de 40 kg/ha) est la suivante :

30 % de dactyle aggloméré
20 % de fléole des prés
20 % de luzerne commune
15 % de trèfle violet
15 % de trèfle blanc

On y ajoutera :
3 Kg/ha Radis structurator et 30 Kg/ha d'avoine contre le chardon.

La largeur de la bande est variable mais ne dépassera pas 16 m lorsque la bande est jointive à une mesure COA1. Elle pourra aller jusqu'à 24 m de large dans le cas contraire. La gestion de la bande se fera en 4 sous-bandes de même largeur (figure 1). Les deux sous-bandes externes sont fauchées chaque année tardivement entre le 15 juillet et le 1er septembre, l'une en juillet, l'autre fin août, afin de garantir la

continuité de l'abri, de la production de graines, de fleurs et d'insectes. Le produit de la fauche doit être exporté. Si l'export du produit de fauche n'est pas souhaité, la végétation sera broyée et le résidu du broyage laissé sur place. Les deux sous-bandes centrales sont fauchées une fois tous les deux ans à la mi-juillet et de façon alternée, un an sur deux, de manière à disposer en permanence d'une des deux bandes en couvert herbacé haut.

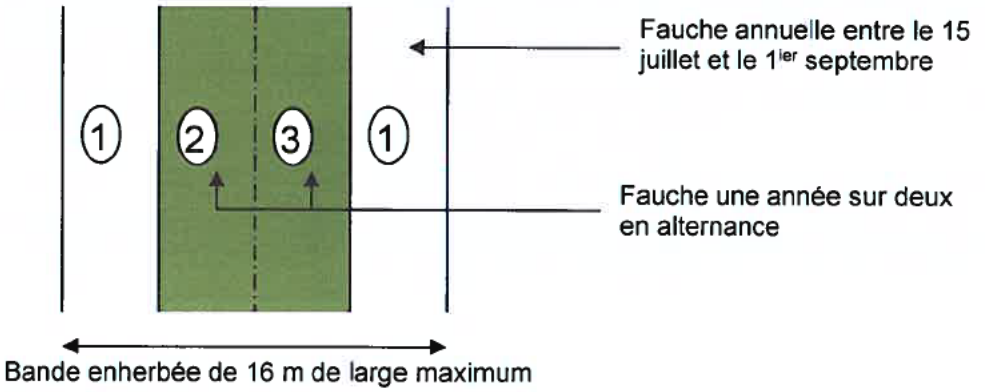



Figure 1. Disposition et gestion des 4 sous-bandes.

## *Recommandations spécifiques à la mesure COA2 :*

L'année de la mise en place, la fauche sera réalisée dès la mi juillet sur les ¾ de la bande pour éviter la fructification et fortifier les plants.

Les opérations culturales ne peuvent en aucun cas comprendre :

- de fertilisation sauf un apport maximum de 25 $m^3$ de fumier (ou de compost) par ha tous les deux ans pour compenser les exportations de nutriments par la fauche ;
- d'utilisation de pesticides sauf un désherbage localisé éventuel de chardons, orties et rumex.
- Une fauche puis l'abandon sur place du produit de la fauche.
- Le découpage de la bande enherbée en plus de 4 sous-bandes
- Une fauche annuelle sur la totalité de la largeur de la bande.

La largeur de la bande ne peut excéder 16 m.

La bande enherbée ne peut servir à la circulation des véhicules motorisés, notamment les engins agricoles.

Le mélange est un mélange de base qui doit être systématiquement demandé à l'exploitant par l'opérateur en zone cultivée. Des variantes peuvent en retour être proposées au DNF mais celles-ci doivent être justifiées. Toute autre pratique culturale menée sur la bande enherbée devra également recevoir l'aval du DNF.

En cas de présence importante de rumex dans une bande enherbée en place, on suivra les recommandations suivantes : en juillet, après la fauche, passage à la herse étrille avec un semoir centrifuge et semer de la chicorée fourragère à raison de 1,5 Kg/ha.

## CONTRAT DE SERVICES

**Entre**

[redacted]

ci-après dénommé *« les Propriétaires » ;*

**et**

La société à responsabilité limitée **STORM 60**, ayant son siège social à 2600 Anvers, Borsbeeksebrug 22, inscrite au RPM (Anvers) sous le numéro BE 0735.346.904, représentée par Storm Management SA, avec représentant permanent Monsieur Jan Caerts, administrateur,

ci-après dénommée *« Storm »* ;

Ci-après conjointement dénommés *« les parties »* ou individuellement *« une partie ».*

**IL EST PRÉALABLEMENT EXPOSÉ CE QUI SUIT :**

1 dans le cadre de la réalisation d'un parc éolien composé de six éoliennes à Quévy (ci-après : « le Parc éolien »), Storm devra probablement appliquer des mesures compensatoires telles que proposées par le Département de la Nature et des Forêts (ci-après : « le DNF ») ;

2 Storm envisagent d'implanter les mesures compensatoires sur des parcelles dont le droit de propriété (ou le droit réel d'usage, tel le droit d'usufruit ou d'emphytéose) est détenu par le Propriétaire ;

3 A l'heure actuelle, les parcelles concernées par les mesures compensatoires ne sont pas données en exploitation à un tiers par le Propriétaire ;

4 le Propriétaire est disposé à accueillir la réalisation de ces mesures compensatoires sur les parcelles visées à l'article 1er de la présente Convention, moyennant le paiement de la redevance fixée à l'article 2 de la présente Convention.

**IL A ÉTÉ CONVENU CE QUI SUIT**

## ARTICLE 1. OBJET

1.1. Conformément à la présente Convention et aux conditions exposées ci-après, le Propriétaire s'engage, sur les parcelles reprises au cadastre sous les coordonnées suivantes (ci-après dénommées « les Parcelles ») :

| Commune | Division | Section | Numéros de parcelles |
|---|---|---|---|
| Quévy | 1 | B | 91C |
| | | | |

à permettre l'implantation et l'entretien des mesures compensatoires localisées en annexe 1 et décrites en annexe 2. Les mesures compensatoires deviennent la propriété du Propriétaire au bénéfice du mécanisme de l'accession, au fur à mesure de leur implantation sur les Parcelles.

1.2. Le Propriétaire s'engage à permettre la mise en œuvre des mesures compensatoires sur les Parcelles selon le cahier des charges repris en annexe 2, et ce pour une durée de maximum 30 ans prenant cours à compter de la réalisation des conditions suspensives mentionnées à l'article 3.2.

1.3. Après l'obtention définitive du permis unique autorisant la construction et l'exploitation du Parc éolien, les Parties conviendront d'un planning pour la mise en œuvre des mesures compensatoires. La fixation de la date du début des travaux d'implantation relève de la responsabilité exclusive de Storm, le planning des travaux étant toutefois établi en coordination avec le Propriétaire.

1.4. Le Propriétaire s'engage à ne pas détruire ou endommager les mesures compensatoires implantées sur les Parcelles jusqu'à l'expiration de la présente Convention.

1.5. Le Propriétaire assume, à la décharge de Storm, la responsabilité de tout dommage qui lui serait causé, mais également de tout dommage causé à tout tiers généralement quelconque, et résultant des mesures compensatoires implantées sur les Parcelles.

## ARTICLE 2. REDEVANCE

2.1. Storm paie au Propriétaire une redevance qui correspond à un montant forfaitaire. Ce montant est payable à la date du début effectif des travaux d'implantation des mesures compensatoires. Toute redevance perçue par le Propriétaire ne devra pas être restituée en cas de la réalisation de la condition résolutoire stipulée à l'article 3.4.

2.2. La redevance est établie à [redacted] € HTVA pour 6 arbres feuillus plantés. La redevance inclut l'emprise au sol de la mesure compensatoire, implantation exclue.

2.3. La redevance est payable au Propriétaire.

Le paiement de la redevance sera valablement effectué par virement au suivant numéro de compte de du Propriétaire :

.. [redacted] ..... à la ..... ING ..... (banque).

Le Propriétaire s'engage à communiquer à Storm au moins un mois à l'avance chaque modification concernant le compte bancaire sur lequel les montants dus doivent être versés, par lettre recommandée avec accusé de réception. Si le changement n'est pas notifié, le paiement de la redevance effectué par Storm au Propriétaire sera censé avoir été valablement exécuté.

2.4. À défaut de paiement, les sommes restant dues porteront de plein droit un intérêt annuel égal à l'EURIBOR à compter du jour de leur exigibilité.

2.5. Storm ne peut être tenues responsables pour quelconque plus- ou moins-value des parcelles. La plus- ou moins-value apportée par l'implantation des mesures compensatoires ne peut s'imputer d'aucune façon sur la redevance convenue à l'article 2.

## ARTICLE 3. DURÉE

3.1. La présente Convention entrera en vigueur à partir de la réalisation de toutes et chacune des conditions suspensives mentionnées à l'article 4.1 ou à compter de la renonciation aux conditions suspensives mentionnée à l'article 4.3.

3.2. La présente Convention prendra fin à la première des trois dates suivantes : (i) la date d'expiration du permis relatif au Parc éolien, rendant l'exploitation de celui-ci impossible, (ii) la date d'expiration des mesures compensatoires imposées par le permis relatif au Parc éolien, (iii) à l'expiration d'une durée de trente (30) ans prenant cours à compter de la réalisation des conditions suspensives mentionnées à l'article 4.1 ou à compter de la renonciation aux conditions suspensives mentionnée à l'article 4.3.

3.3. Le Propriétaire déclare ne pas avoir connaissance d'un projet d'expropriation sur les Parcelles.

3.4. La présente Convention est résolue de plein droit si le ou les permis autorisant la construction et/ou l'exploitation du Parc éolien devait être retiré ou annulé ou si, pour quelque motif que ce soit, à la condition qu'il ne soit pas imputable à Storm, l'exploitation du Parc éolien devait s'arrêter de manière définitive.

3.5. Si, pendant la durée de la présente Convention, le Propriétaire vend les Parcelles à un tiers, le Propriétaire notifiera ce changement à Storm par courrier recommandé avec accusé de réception au plus tard 3 mois avant la prise d'effet du changement.

## ARTICLE 4. CONDITIONS SUSPENSIVES

4.1. La présente Convention est conclue sous les conditions suspensives cumulatives suivantes :

- l'obtention par Storm de tous les permis et autorisations requis pour la construction et l'exploitation du Parc éolien ; la condition n'est réalisée qu'à partir du moment où ces permis ne sont plus susceptibles de recours administratifs par des tiers et ne sont plus susceptibles de recours en suspension ou en annulation devant le Conseil d'Etat par des tiers ou, si de tels recours en suspension ou en annulation ont été introduits, à partir du jour où ils ont été rejetés ;
- l'imposition par le permis unique délivré des mesures compensatoires localisées en annexe 1 et décrites en annexe 2 ;
- l'obtention par Storm du financement nécessaire pour la réalisation du Parc éolien.

4.2. Storm soumettra la demande de permis unique pour le Projet endéans un délai de 6 ans suivant la signature de la présente Convention. À défaut, la présente Convention sera censée n'avoir jamais existé, et les Parties seront libérées les unes envers les autres, sans indemnité de part ou d'autre.

4.3. Les Parties conviennent que les conditions suspensives mentionnées à l'article 4.1 sont exclusivement stipulées en faveur de Storm qui seule peut y renoncer. Si Storm veut invoquer le droit de renoncer au bénéfice des conditions suspensives, elle en informera le Propriétaire par lettre recommandée.

## ARTICLE 5. EXCLUSIVITÉ

5.1. Le Propriétaire s'engage pour toute la durée de la présente Convention, à ne pas concéder sur les Parcelles ni sur d'autres parcelles situées dans un rayon de 500 mètres des limites des Parcelles visées par la présente Convention et dont il est Propriétaires ou dont il assure l'exploitation, de droits à un tiers ou à des tiers qui sont directement ou indirectement liés à l'implantation d'un parc éolien ou aux mesures compensatoires d'un tel parc éolien. Il se porte également fort de ce que tout tiers auquel l'exploitation serait ultérieurement confiée, prendra le même engagement.

## ARTICLE 6. DISPOSITIONS FINALES

6.1. La présente Convention entre en vigueur à la date de sa signature.

6.2. Si une des Parties devait manquer à l'une ou plusieurs dispositions de la présente Convention, l'autre

Partie pourra demander une indemnisation sur la base du droit commun.

6.3. Une Partie ne peut être censée avoir renoncé à un droit ou un recours résultant de la présente Convention ou résultant d'un défaut de l'autre Partie, sauf si cette renonciation est explicite et exprimée par écrit. Au cas où une Partie renonce à des droits ou recours résultant de la présente Convention ou résultant d'un défaut ou d'une non-exécution par l'autre Partie, cette renonciation ne pourra jamais être interprétée comme étant une renonciation à quelconque autre droit résultant de la présente Convention ou résultant d'un autre manquement, même s'il s'agit de cas similaires ou présentant de grandes similitudes.

6.4. Le Propriétaire a le droit de vendre ou céder les Parcelles à la condition explicite de notifier ce changement de propriétaire par courrier recommandé avec accusé de réception à Storm au moins 3 mois avant la signature du compromis de vente.

6.5. Le Propriétaire s'engage à respecter une confidentialité totale et illimitée relative à toutes les informations et renseignements qu'il reçoit ou a reçu de la part de Storm à l'occasion de la conclusion de la présente Convention, de son exécution ou des négociations y afférentes. Le Propriétaire est aussi responsable pour la confidentialité de ses administrateurs, gérants et employés. La divulgation de la présente Convention ou de son contenu par le Propriétaire pourra uniquement être effectuée après l'accord écrit préalable de Storm. Par dérogation à ce qui précède, le Propriétaire peut divulguer des informations confidentielles à un tiers, pour autant que ceci soit légalement exigé ou imposé par un tribunal ou une autorité compétente. Le Propriétaire se porte fort de ce que tout tiers auquel l'exploitation serait ultérieurement confiée, prendra le même engagement de confidentialité.

6.6. Aucun amendement qui modifie la présente Convention ne sera opposable à une Partie, sauf si cette modification est de forme écrite et signée par toutes les Parties.

6.7. Storm est autorisée à céder la présente Convention sans accord préalable du Propriétaire à une autre entité du même groupe de société dont Storm fait partie, ainsi qu'à une institution financière qui fournira éventuellement le financement du projet de réalisation du Parc éolien.

6.8. La présente Convention est exclusivement régie par et doit être interprétée selon le droit belge.

6.9. Seuls les tribunaux de l'arrondissement judiciaire où est situé le Bien seront compétents pour tous litiges qu'il ne serait pas possible de régler à l'amiable.

6.10. Le Propriétaire reconnait et accepte que l'octroi du permis et la construction du Parc éolien ne sont pas garantis. Si le Parc éolien n'est finalement pas réalisé pour quelque raison que ce soit, le Propriétaire ne peut exiger aucune redevance ou dédommagement d'aucune sorte de Storm, la présente Convention étant censée n'avoir jamais existé à défaut de réalisation des conditions suspensives visées à l'article 4.1 ou dans l'hypothèse visée à l'article 4.2.

Fait le 29/07/22 à Harveng en deux exemplaires originaux. Chaque partie confirme avoir reçu un exemplaire signé.

Lu et approuvé,
**Le(s) Propriétaire(s)**

lu et approuvé

lu et approuvé

**Storm 60 SRL,**

lu et approuvé

p.o.

Storm Management SA,
représentée par Jan Caerts,
Administrateur

## Annexe 1 – Plan des aménagements

## Plantation d'arbres feuillus

11/15

## Annexe 2 – Cahier des charges

# Plantation d'arbres feuillus

**PRESENTATION ET OBJECTIF DE LA MESURE**

L'objectif de la mesure est de compenser l'abattage d'arbres feuillus (âgés de 15 ans ou plus) le long du chemin d'Aulnois à Quévy-le-Grand (ancien chemin vicinal n°5).

**PRÉSENTATION DES AMÉNAGEMENTS À METTRE EN PLACE**

- Plantation de 6 arbres feuillus d'essences indigènes (Aubépine, Sureau, Saule, Noisetier, Aulne, Frêne) en milieu ouvert. La plantation pourra s'effectuer sous forme :
    - D'un alignement simple présentant une inter distance de 5 m entre individus,
    - De bouquets d'arbres au milieu d'une prairie.

  Une combinaison de ces formes de plantation sera possible.

  La plantation comportera 2 à 3 essences différentes.
- Les plantations seront effectuées à une distance comprise entre 200 m et 1000 m de toutes éoliennes.
- Les arbres seront taillés au cours des 3 premières années de manière à assurer une bonne reprise.



• STORM 60 srl • BE 0735.346.904 • Borsbeeksebrug 22 2600 Antwerpen • tel: 03 210 07 20

storm

## CONTRAT DE SERVICES

**Entre**

[redacted]

ci-après dénommé *«l'Exploitant » ;*

**et**

La société à responsabilité limitée **STORM 60**, ayant son siège social à 2600 Anvers, Borsbeeksebrug 22, inscrite au RPM (Anvers) sous le numéro BE 0735.346.904, représentée par Storm Management SA, avec représentant permanent Monsieur Jan Caerts, administrateur,

ci-après dénommée *« Storm »* ;

Ci-après conjointement dénommés *« les parties »* ou individuellement *« une partie ».*

### IL EST PRÉALABLEMENT EXPOSÉ CE QUI SUIT :

1. Dans le cadre de la réalisation d'un parc éolien composé de six éoliennes à Quévy (ci-après : « le Parc éolien »), Storm devra probablement appliquer des mesures compensatoires telles que proposées par le Département de la Nature et des Forêts (ci-après : « le DNF ») ;

2. Storm envisage d'implanter les mesures compensatoires sur des parcelles dont le droit de propriété (ou le droit réel d'usage, tel le droit d'usufruit ou d'emphytéose) est détenu par l'Exploitant ;

3. Storm envisage d'implanter les mesures compensatoires sur des parcelles dont l'exploitation est confiée à l'Exploitant ;

4. L'Exploitant est disposé à accueillir la réalisation de ces mesures compensatoires sur les parcelles visées à l'article 1er de la présente Convention, moyennant le paiement de la redevance fixée à l'article 2 de la présente Convention.

storm

## IL A ÉTÉ CONVENU CE QUI SUIT

### ARTICLE 1. OBJET

1.1. Conformément à la présente Convention et aux conditions exposées ci-après, l'Exploitant s'engage, sur les parcelles reprises au cadastre sous les coordonnées suivantes (ci-après dénommées « les Parcelles ») :

| Commune | Division | Section | Numéros de parcelles |
|---|---|---|---|
| Quévy | 6 | A | 90 |
| | | | |
| | | | |

à implanter et entretenir les mesures compensatoires localisées en annexe 1 et décrites en annexe 2.

1.2. L'Exploitant s'engage à accepter l'implantation des mesures compensatoires sur les Parcelles selon le cahier des charges repris en annexe 2, et ce pour une durée de maximum 30 ans prenant cours à compter de la réalisation des conditions suspensives mentionnées à l'article 3.2.

1.3. Les travaux d'implantation des mesures seront à la charge de Storm, et effectués sous sa responsabilité exclusive. Les frais d'entretien sont assumés par l'Exploitant.

1.4. Après l'obtention définitive du permis unique autorisant la construction et l'exploitation du Parc éolien, les Parties conviendront d'un planning pour la mise en œuvre des mesures compensatoires. La fixation de la date du début des travaux d'implantation relève de la responsabilité exclusive de Storm, le planning des travaux étant toutefois établi en coordination avec l'Exploitant.

1.5. L'Exploitant s'engage à ne pas détruire ou endommager les mesures compensatoires implantées sur les Parcelles jusqu'à l'expiration de la présente Convention.

1.6. L'Exploitant assume, à la décharge de Storm, la responsabilité de tout dommage qui lui serait causé, mais également de tout dommage causé à tout tiers généralement quelconque, et résultant des mesures compensatoires implantées sur les Parcelles.

### ARTICLE 2. DURÉE

2.1. La présente Convention entrera en vigueur à partir de la réalisation de toutes et chacune des conditions suspensives mentionnées à l'article 5.1 ou à compter de la renonciation aux conditions suspensives mentionnée à l'article 5.3.

2.2. La présente Convention prendra fin à la première des trois dates suivantes : (i) la date d'expiration des permis relatifs à l'éolienne rendant l'exploitation de l'éolienne impossible, (ii) la date d'expiration des mesures compensatoires imposées par le permis relatif à l'éolienne, (iii) à l'expiration d'une durée de trente (30) ans prenant cours à compter de la réalisation des conditions suspensives mentionnées à l'article 5.1 ou à compter de la renonciation aux conditions suspensives mentionnée à l'article 5.3.

2.3. L'Exploitant s'engage pour une période de minimum de 5 années prenant cours à compter de la réalisation des conditions suspensives mentionnées à l'article 4.2. Il pourra par la suite décider de mettre fin à la Convention en envoyant un courrier recommandé avec accusé de réception à Storm au moins 12 mois avant la date de fin de Convention demandée. L'Exploitant s'engage à proposer à Storm d'autres parcelles présentant les mêmes caractéristiques, situées dans un rayon de minimum 500 mètres et maximum 5 kilomètres autour du Parc éolien, et qui seront acceptées par l'autorité compétente en remplacement des Parcelles visées dans la présente Convention en vue d'y implanter les mesures de compensation. En cas d'acceptation par l'autorité compétente, un avenant à la présente Convention visant ces nouvelles parcelles sera signé par Storm et par l'Exploitant, les termes et conditions de la présente Convention demeurant inchangés pour le surplus.

2.4. L'Exploitant déclare ne pas avoir connaissance d'un projet d'expropriation sur les Parcelles. A l'expiration de la présente Convention, l'Exploitant sera libre de conserver les mesures compensatoires qui auront été implantées sur les Parcelles qui seront la propriété de l'Exploitant ou de les retirer à ses propres frais

et sans recours contre Storm.

2.5 La présente Convention est résolue de plein droit si le ou les permis autorisant la construction et/ou l'exploitation du Parc éolien devait être retiré ou annulé ou si, pour quelque motif que ce soit, à la condition qu'il ne soit pas imputable à Storm, l'exploitation du Parc éolien devait s'arrêter de manière définitive. En cas de réalisation de la présente condition résolutoire, l'Exploitant est libre de conserver les mesures compensatoires qui auront été implantées sur les Parcelles qui seront la propriété de l'Exploitant ou de les supprimer à ses propres frais et sans recours contre Storm. Les redevances perçues par l'Exploitant (ou par tout tiers auquel l'exploitation serait ultérieurement confiée) jusqu'au jour de la réalisation de la condition résolutoire ne doivent pas être restituées.

2.6 Si, pendant la durée de la présente Convention, l'Exploitant perd le bénéfice d'exploitation sur les Parcelles, il s'engage à proposer à Storm, au plus tard 12 mois avant l'échéance de son droit, d'autres parcelles présentant les mêmes caractéristiques, situées dans un rayon compris entre 500 mètres minimum et 5 kilomètres maximum autour du Parc éolien, et qui seront acceptées par l'autorité compétente en remplacement des Parcelles visées dans la présente Convention en vue d'y implanter les mesures de compensation. En cas d'acceptation par l'autorité compétente, un avenant à la présente Convention visant ces nouvelles parcelles sera signé par Storm et par l'Exploitant, les termes et conditions de la présente Convention demeurant inchangés pour le surplus.

## ARTICLE 3. CONDITIONS SUSPENSIVES

3.1. A l'exception des articles 2.5, 2.6, 3, 4 et 5, la présente Convention est conclue sous les conditions suspensives cumulatives :

- de l'obtention par Storm de tous les permis et autorisations requis pour la construction et l'exploitation du Parc éolien ; la condition n'est réalisée qu'à partir du moment où ces permis ne sont plus susceptibles de recours administratifs par des tiers et ne sont plus susceptibles de recours en suspension ou en annulation devant le Conseil d'Etat par des tiers ou, si de tels recours en suspension ou en annulation ont été introduits, à partir du jour où ils ont été rejetés ;
- de l'imposition, par le ou les permis précité(s) des mesures compensatoires localisées en annexe 1 et décrites en annexe 2 ;
- de l'obtention par Storm du financement nécessaire pour la réalisation du Parc éolien.

3.2. Storm soumettra la demande pour les permis requis endéans un délai de 5 ans suivant la signature de la présente convention. A défaut, la présente convention sera censée n'avoir jamais existé, et les Parties seront libérées les unes envers les autres, sans indemnité de part ou d'autre.

3.3. Les Parties conviennent que les conditions suspensives mentionnées à l'article 5.1 sont exclusivement stipulées en faveur de Storm qui seule peut y renoncer. Si Storm veut invoquer le droit de renoncer au bénéfice des conditions suspensives, elle en informera l'Exploitant par lettre recommandée.

## ARTICLE 4. EXCLUSIVITÉ

4.1. L'Exploitant s'engage pour toute la durée de la présente Convention, à ne pas concéder sur les Parcelles ni sur d'autres parcelles situées dans un rayon de 500 mètres des limites des Parcelles visées par la présente Convention et dont il est propriétaires ou dont il assure l'exploitation, de droits à un tiers ou à des tiers qui sont directement ou indirectement liés à l'implantation d'un parc éolien.

## ARTICLE 5. DISPOSITIONS FINALES

5.1. Les articles 2.5, 2.6, 3, 4 et 5 sont applicables à partir de la signature de la présente Convention.

5.2. Si une des Parties devait manquer à l'une ou plusieurs dispositions de la présente Convention, l'autre Partie pourra demander une indemnisation sur la base du droit commun.

5.3. Une Partie ne peut être censée avoir renoncé à un droit ou un recours résultant de la présente Convention ou résultant d'un défaut de l'autre Partie, sauf si cette renonciation est explicite et exprimée par écrit. Au

cas où une Partie renonce à des droits ou recours résultant de la présente Convention ou résultant d'un défaut ou d'une non-exécution par l'autre Partie, cette renonciation ne pourra jamais être interprétée comme étant une renonciation à quelconque autre droit résultant de la présente Convention ou résultant d'un autre manquement, même s'il s'agit de cas similaires ou présentant de grandes similitudes.

5.4. L'Exploitant s'engage à respecter une confidentialité totale et illimitée relative à toutes les informations et renseignements qu'il reçoit ou a reçu de la part de Storm à l'occasion de la conclusion de la présente Convention, de son exécution ou des négociations y afférentes. L'Exploitant est aussi responsable pour la confidentialité de ses administrateurs, gérants et employés. La divulgation de la présente Convention ou de son contenu par l'Exploitant pourra uniquement être effectuée après l'accord écrit préalable de Storm. Par dérogation à ce qui précède, l'Exploitant peut divulguer des informations confidentielles à un tiers, pour autant que ceci soit légalement exigé ou imposé par un tribunal ou une autorité compétente. L'Exploitant se porte fort de ce que tout tiers auquel l'exploitation serait ultérieurement confiée, prendra le même engagement de confidentialité.

5.5. Aucun amendement qui modifie la présente Convention ne sera opposable à une Partie, sauf si cette modification est de forme écrite et signée par toutes les Parties.

5.6. Storm est autorisée à céder la présente Convention sans accord préalable de l'Exploitant (ni de tout éventuel exploitant ultérieur) à une autre entité du même groupe de sociétés dont Storm fait partie, ainsi qu'à une institution financière qui fournira éventuellement le financement du projet de réalisation du Parc éolien.

5.7. La présente Convention est exclusivement régie par et doit être interprétée selon le droit belge.

5.8. Seuls les tribunaux de l'arrondissement judiciaire où est situé le Bien seront compétents pour tous litiges qu'il ne serait pas possible de régler à l'amiable.

5.9. L'Exploitant reconnait et accepte que l'octroi du permis et la construction du Parc éolien ne sont pas garantis. Si le Parc éolien n'est finalement pas réalisé quelle que soit la raison, l'Exploitant ne peut exiger aucune redevance ou dédommagement d'aucune sorte de Storm, la présente Convention étant censée n'avoir jamais existé à défaut de réalisation des conditions suspensives visées à l'article 3.1 ou dans l'hypothèse visée à l'article 3.2.

Fait le 13/04/21 à HARVENG en trois exemplaires originaux. Chaque partie confirme avoir reçu un exemplaire signé.

Lu et approuvé,

**L'Exploitant**

**Storm 60 SRL,**
Storm Management SA,
représentée par Jan Caerts, Administrateur

Annexes :

1) Plan des aménagements
2) Cahier des charges

storm

# Annexe 1 – Plan des aménagements

storm

# Annexe 2 – Cahier des charges

## Installation d'un nichoir à faucon crécerelle

### Finalité du projet

La priorité de l'aménagement sera de fournir un site de nidification pour le faucon crécerelle, à proximité de zones de chasse potentielles.

### Présentation des aménagements à mettre en place

- Le nichoir sera constitués d'une boîte en bois traité d'une hauteur de 40-45 cm, d'une profondeur de 60 cm et d'une largeur de 40-45 cm. Il sera muni d'un rebord à l'entrée et le toit devra dépasser de quelques centimètres afin de protéger l'entrée des intempéries. Les parois devront avoir une épaisseur de 2 cm.
- L'installation d'un roofing en caoutchouc sur le toit sera un plus pour protéger le nichoir contre les intempéries.
- Le fond du nichoir sera tapissé d'une fine couche de graviers, copeaux ou sciures qui sera changées après 3 ou 4 saisons, en période hivernale.
- Le nichoir sera installé sur un piquet en bois d'un diamètre minimum de 10 cm. Le nichoir devra se situer à une hauteur de 5 mètres. Le piquet fera donc au moins 6 mètres de long afin de pouvoir être enfoncé d'un mètre dans le sol.
- Le nichoir sera orienté à l'est, pour être protéger des intempéries et des vents dominants.

# ANNEXE W ANALYSE DE RÉSULTATS AU REGARD DES CONDITIONS GÉNÉRALES

# ÉVALUATION ACOUSTIQUE PAR RAPPORT AUX CONDITIONS GÉNÉRALES

## 1. Introduction

La présente annexe s'intéresse à l'évaluation des incidences acoustiques du projet au regard de l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 portant sur les conditions générales.

## 2. Conditions générales d'exploitation des établissements classés (arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002)

L'arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002 fixant les conditions générales d'exploitation définit les valeurs limites de bruit à respecter par tout établissement classé en Wallonie. Ces valeurs limites sont reprises au tableau suivant.

Elles s'appliquent aux niveaux de bruit à l'immission, c'est-à-dire aux niveaux de bruit auxquels est soumis le voisinage d'un établissement, du fait de son exploitation.

Le contrôle des valeurs limites est effectué à l'extérieur des habitations, si possible à au moins 3,5 mètres de toute structure réfléchissante autre que le sol, entre 1,2 m et 1,5 m au-dessus du sol ou du niveau d'étage considéré.

Tableau 1 : Valeurs limites générales de niveaux de bruit applicables à un établissement classé (source : arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002).

| Zone d'immission | | Valeurs limites en dB [A] | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Jour (jours ouvrables et samedis de 7h à 19h) | Transition (jours ouvrables et samedis de 6h à 7h et de 19h à 22h, dimanches et jours fériés de 6h à 22h) | Nuit (tous les jours de 22h à 6h) |
| I | Toutes zones, lorsque le point de mesure est situé à moins de 500 m de la zone d'extraction, de dépendances d'extraction, d'activité économique industrielle ou d'activité économique spécifique, ou, à moins de 200 m de la zone d'activité économique mixte, dans laquelle est situé l'établissement | 55 | 50 | 45 |
| II | Zones d'habitat, zone d'enjeu communal et d'habitat à caractère rural, sauf I | 50 | 45 | 40 |
| III | Zones agricoles, forestières, d'espaces verts, naturelles, de parcs, sauf I | 50 | 45 | 40 |
| IV | Zones de loisirs, de services publics et d'équipements communautaires | 55 | 50 | 45 |

# 3. Incidences en phase d'exploitation

## 3.1. Interprétation des résultats des modélisations au regard des conditions générales (arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002) pour le projet en mode normal (sans bridage)

Pour l'analyse au regard des conditions générales, il est considéré conformément au Décret du 23/06/2016 modifiant le Code de l'Environnement, le Code de l'Eau et divers décrets en matière de déchets et de permis d'environnement[1] que le projet de Quévy constitue un établissement distinct qui doit, seul, respecter les valeurs limites. Les parcs voisins constituent d'autres établissements distincts, soumis eux aussi au respect des valeurs limites des conditions générales.

Le tableau suivant reprend, pour chaque modèle d'éolienne étudié, les niveaux de bruit maximums attendus aux différents points d'immission, calculés en mode de fonctionnement normal (sans bridage) associés au projet éolien.

Les niveaux particuliers supérieurs aux valeurs limites des conditions générales, toutes périodes confondues, sont repris en gras dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Niveaux d'immission maximums prévisibles pour le projet seul en mode normal (sans bridage) – conditions générales (arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002)

| N° | Localisation | Z.I.[1] | Niveaux maximums à l'immission en dB[A] | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | V150 4,0 MW STE | SG6.0-155 6,6 MW DTs | SG5.0-145 5,0 MW DTs |
| R1 | Quévy, Rue de Névergies | III | **46,3** | **46,3** | **47,6** |
| R2 | Quévy, Rue de Névergies | III | **43,4** | **43,4** | **44,7** |
| R3 | Quévy-le-Grand, Rue Charles Génard | III | 36 | 36 | 37,3 |
| R4 | Quévy-le-Grand, Rue Charles Génard | III | 36,1 | 36,1 | 37,4 |
| R5 | Quévy-le-Grand, Rue Georges Tondeur | II | 38,3 | 38,3 | 39,6 |
| R6 | Quévy-le-Grand, Rue Georges Tondeur | III | 38,8 | 38,8 | **40,1** |
| R7 | Quévy-le-Petit, Rue Haute | II | 38,9 | 38,9 | **40,2** |
| R8 | Quévy-le-Petit, Rue des Ferrières | III | 39,6 | 39,6 | **40,9** |
| R9 | Quévy-le-Petit, Rue du Neuf Novembre | II | 36,2 | 36,2 | 37,5 |
| R10 | Quévy, Rue du Point d'Arrêt | III | 37,1 | 37,1 | 38,4 |
| R11 | Quévy, Rue du Cerisier | III | **42,9** | **42,9** | **44,2** |
| R12 | Blaregnies, Rue de l'Aube | II | 37,4 | 37,4 | 38,7 |
| R13 | Blaregnies, Rue de l'Aube | II | 35,5 | 35,6 | 36,9 |
| R14 | Blaregnies, Rue Albert Ier | II | 34 | 34,1 | 35,4 |
| R15 | Blaregnies, Rue d'Aulnois | II | 34 | 34,1 | 35,4 |
| R16 | Blaregnies, Rue d'Aulnois | II | 34,7 | 34,8 | 36,1 |
| R17 | Blaregnies, Rue d'Aulnois | II | 35,2 | 35,2 | 36,5 |
| R18 | Blaregnies, Rue d'Aulnois | III | 35,4 | 35,4 | 36,7 |
| R19 | Aulnois, Rue de Blaregnies | III | 35,7 | 35,8 | 37,1 |

[1] L'article 84 du décret du 23/06/2016 modifiant le Code de l'Environnement, le Code de l'Eau et divers décrets en matière de déchets et de permis d'environnement précise la notion d'établissement : « établissement : unité technique et géographique dans laquelle interviennent une ou plusieurs installations et/ou activités classées pour la protection de l'environnement, ainsi que toute autre installation et/ou activité s'y rapportant directement et qui est susceptible d'avoir des incidences sur les émissions et la pollution. Un établissement dans lequel intervient une ou plusieurs installations ou activités classées implantées à proximité d'installations ou activités similaires, mais n'ayant pas de liens d'interdépendance les unes par rapport aux autres sur le plan matériel ou fonctionnel, constitue un établissement distinct de l'établissement existant; ».

| N° | Localisation | Z.I.[1] | Niveaux maximums à l'immission en dB[A] | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | V150 4,0 MW STE | SG6.0-155 6,6 MW DTs | SG5.0-145 5,0 MW DTs |
| R20 | Aulnois, Rue de la Gendarmerie | III | **40,7** | **40,7** | **42** |
| R21 | Aulnois, Rue de la Gendarmerie | II | 40 | 40 | **41,3** |
| R22 | Aulnois, Résidence des Aulnes | II | 38,8 | 38,8 | **40,1** |
| R23 | Aulnois, Rue de Goegnies | II | 39 | 39 | **40,3** |
| R24 | Aulnois, Rue de la Station | III | **43,8** | **43,8** | **45,1** |
| R25 | Aulnois, Rue de la Station | III | **45,9** | **45,9** | **47,2** |
| R26 | Goegnies-Chaussée, Rue du Monastère | III | 37,8 | 37,8 | 39,1 |
| R27 | Goegnies-Chaussée, Rue du Monastère | II | 35,5 | 35,5 | 36,8 |
| R28 | Goegnies-Chaussée, Rue de la Chaussée | III | 35,4 | 35,5 | 36,8 |
| R29 | Goegnies-Chaussée, Rue de l'Aizette | II | 34,9 | 34,9 | 36,2 |
| R30 | Goegnies-Chaussée, Rue de France | II | 33,8 | 33,8 | 35,1 |
| *R31* | *Goegnies-Chaussée, Rue Pasteur* | - | *33,3* | *33,4* | *34,7* |
| *R32* | *Goegnies-Chaussée, Rue de la Chaussée* | - | *34,8* | *34,9* | *36,2* |
| *R33* | *Goegnies-Chaussée, Rue de la Chaussée* | - | *34,2* | *34,3* | *35,6* |
| *R34* | *Goegnies-Chaussée, Rue Pasteur* | - | *31,5* | *31,5* | *32,8* |
| *R35* | *Goegnies-Chaussée, Rue de la Chaussée* | - | *33,8* | *33,9* | *35,2* |

[1] Zone d'immission définie par les conditions générales (arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002)

La comparaison des niveaux sonores calculés aux valeurs limites définies par les conditions générales permet de dresser le constat suivant :

- En <u>période de jour</u>, la valeur limite d'immission de 50 dB(A) est respectée par les 3 modèles envisagés au niveau de tous les récepteurs.
- En <u>période de transition</u>, l'ensemble des modèles envisagés impliquent des dépassements de la valeur limite d'immission de 45 dB(A) applicable. Des dépassements sont attendus au droit des récepteurs R1 et R25. Pour le modèle SG5.0-145 DTs un dépassement supplémentaire est à attendre au droit du R24.
- En <u>période de nuit</u>, l'ensemble des modèles implique un dépassement de la valeur limite de 40 dB(A) au droit de tout ou partie des récepteurs R1, R2, R11, R20, R24 et R25. Pour le modèle SG5.0-145 DTs des dépassements supplémentaires sont à attendre au droit des récepteurs R6 à R8 et R21 à R23.

Par conséquent, afin que le projet respecte les valeurs limites définies par les conditions générales, un bridage de certaines éoliennes doit être prévu, dont l'ampleur dépendra des caractéristiques acoustiques du modèle d'éolienne.

## 3.2. Interprétation des résultats des modélisations au regard des conditions générales (arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002) pour le projet en mode bridé

Les programmes de bridage qui seront, le cas échéant, nécessaires au respect des valeurs limites des conditions générales ont été évalués par l'auteur d'étude sur base des données techniques disponibles auprès des constructeurs concernés (calcul théorique).

Concrètement, le plan d'exploitation suivant constitue un exemple qui permet de respecter les différentes valeurs limites d'immission :

Tableau 3 : Programmes de bridage pour le respect des valeurs limites d'immission définies par l'AGW du 04/07/2002 fixant les conditions générales d'exploitation.

| **Vestas V150 4,0 MW STE // $L_{wA,max}$ = 104,9 dB(A)** | | | |
|---|---|---|---|
| **N°** | **Jour** | **Transition** | **Nuit** |
| 1 | Pas de bridage | Pas de bridage | 102 dB(A) |
| 2 | Pas de bridage | Pas de bridage | 99,5 dB(A) |
| 3 | Pas de bridage | 103,4 dB(A) | 97 dB(A) |
| 4 | Pas de bridage | Pas de bridage | 102 dB(A) |
| 5 | Pas de bridage | 103,4 dB(A) | 97 dB(A) |
| 6 | Pas de bridage | 102 dB(A) | 97 dB(A) |

| **Siemens-Gamesa SG6.0-155 6,6 MW DTs // $L_{wA,max}$ = 105,0 dB(A)** | | | |
|---|---|---|---|
| **N°** | **Jour** | **Transition** | **Nuit** |
| 1 | Pas de bridage | Pas de bridage | 101 dB(A) |
| 2 | Pas de bridage | 102 dB(A) | 101 dB(A) |
| 3 | Pas de bridage | Pas de bridage | 97 dB(A) |
| 4 | Pas de bridage | Pas de bridage | 101 dB(A) |
| 5 | Pas de bridage | 101 dB(A) | 98 dB(A) |
| 6 | Pas de bridage | 103,5 dB(A) | 98 dB(A) |

| **Siemens-Gamesa SG5.0-145 5,0 MW DTs // $L_{wA,max}$ = 106,3 dB(A)** | | | |
|---|---|---|---|
| **N°** | **Jour** | **Transition** | **Nuit** |
| 1 | Pas de bridage | Pas de bridage | 101,7 dB(A) |
| 2 | Pas de bridage | Pas de bridage | 99,9 dB(A) |
| 3 | Pas de bridage | 101,7 dB(A) | 98 dB(A) |
| 4 | Pas de bridage | Pas de bridage | 99,9 dB(A) |
| 5 | Pas de bridage | 102,7 dB(A) | 98 dB(A) |
| 6 | Pas de bridage | 101,7 dB(A) | 98 dB(A) |

Les fiches techniques des différents modes de bridages sont présentées en annexe du rapport.

Le tableau suivant reprend les niveaux à l'immission calculés pour les modèles considérés après application des plans d'exploitations définis ci-dessus.

Tableau 4 : Niveaux d'immission maximums prévisibles pour les éoliennes projetées en mode bridé – conditions générales (arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002)

| N° | Localisation | ZI[1] | Niveaux maximums à l'immission en dB[A] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Jour lim. 50 dB(A)) | | | Transition lim. 45 dB(A) | | | Nuit lim. 40 dB(A) | | |
| | | | V150 4,0 MW STE | SG6.0-155 6,6 MW DTs | SG5.0-145 5,0 MW DTs | V150 4,0 MW STE | SG6.0-155 6,6 MW DTs | SG5.0-145 5,0 MW DTs | V150 4,0 MW STE | SG6.0-155 6,6 MW DTs | SG5.0-145 5,0 MW DTs |
| R1 | Quévy, Rue de Névergies | III | 46,3 | 46,3 | 47,6 | 44,9 | 44,8 | 44,8 | 39,8 | 40 | 40 |
| R2 | Quévy, Rue de Névergies | III | 43,4 | 43,4 | 44,7 | 42 | 42,7 | 41,5 | 36,5 | 36,7 | 36,9 |
| R3 | Quévy-le-Grand, Rue Charles Génard | III | 36 | 36 | 37,3 | 35 | 35,3 | 35 | 29,8 | 30 | 30,1 |
| R4 | Quévy-le-Grand, Rue Charles Génard | III | 36,1 | 36,1 | 37,4 | 35,1 | 35,4 | 35 | 29,9 | 30 | 30,2 |
| R5 | Quévy-le-Grand, Rue Georges Tondeur | II | 38,3 | 38,3 | 39,6 | 37,4 | 37,6 | 37,4 | 32,2 | 32,4 | 32,5 |
| R6 | Quévy-le-Grand, Rue Georges Tondeur | III | 38,8 | 38,8 | 40,1 | 38 | 38,1 | 38 | 32,8 | 33 | 33,1 |
| R7 | Quévy-le-Petit, Rue Haute | II | 38,9 | 38,9 | 40,2 | 38,5 | 37,9 | 39,4 | 34,2 | 34,2 | 34,2 |
| R8 | Quévy-le-Petit, Rue des Ferrières | III | 39,6 | 39,6 | 40,9 | 39,4 | 38,7 | 40,3 | 35,3 | 35,1 | 35,2 |
| R9 | Quévy-le-Petit, Rue du Neuf Novembre | II | 36,2 | 36,2 | 37,5 | 35,8 | 35,3 | 36,8 | 31,7 | 31,6 | 31,6 |
| R10 | Quévy, Rue du Point d'Arrêt | III | 37,1 | 37,1 | 38,4 | 36,8 | 36,4 | 37,9 | 33,1 | 32,7 | 32,9 |
| R11 | Quévy, Rue du Cerisier | III | 42,9 | 42,9 | 44,2 | 42,8 | 42,5 | 43,9 | 39,5 | 38,7 | 39,1 |
| R12 | Blaregnies, Rue de l'Aube | II | 37,4 | 37,4 | 38,7 | 37 | 36,6 | 38 | 33,4 | 32,8 | 32,6 |
| R13 | Blaregnies, Rue de l'Aube | II | 35,5 | 35,6 | 36,9 | 35,1 | 34,7 | 36 | 31,4 | 30,9 | 30,6 |

| N° | Localisation | ZI[1] | Niveaux maximums à l'immission en dB[A] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Jour lim. 50 dB(A)) | | | Transition lim. 45 dB(A) | | | Nuit lim. 40 dB(A) | | |
| | | | V150 4,0 MW STE | SG6.0-155 6,6 MW DTs | SG5.0-145 5,0 MW DTs | V150 4,0 MW STE | SG6.0-155 6,6 MW DTs | SG5.0-145 5,0 MW DTs | V150 4,0 MW STE | SG6.0-155 6,6 MW DTs | SG5.0-145 5,0 MW DTs |
| R14 | Blaregnies, Rue Albert Ier | II | 34 | 34,1 | 35,4 | 33,5 | 33,2 | 34,4 | 29,8 | 29,3 | 28,9 |
| R15 | Blaregnies, Rue d'Aulnois | II | 34 | 34,1 | 35,4 | 33,5 | 33,2 | 34,4 | 29,7 | 29,2 | 28,8 |
| R16 | Blaregnies, Rue d'Aulnois | II | 34,7 | 34,8 | 36,1 | 34,2 | 33,8 | 35 | 30,4 | 29,9 | 29,4 |
| R17 | Blaregnies, Rue d'Aulnois | II | 35,2 | 35,2 | 36,5 | 34,5 | 34,2 | 35,4 | 30,8 | 30,3 | 29,8 |
| R18 | Blaregnies, Rue d'Aulnois | III | 35,4 | 35,4 | 36,7 | 34,7 | 34,4 | 35,6 | 31 | 30,5 | 29,9 |
| R19 | Aulnois, Rue de Blaregnies | III | 35,7 | 35,8 | 37,1 | 35 | 34,7 | 35,8 | 31,2 | 30,7 | 30,2 |
| R20 | Aulnois, Rue de la Gendarmerie | III | 40,7 | 40,7 | 42 | 40 | 39,6 | 40,7 | 36,2 | 35,6 | 35 |
| R21 | Aulnois, Rue de la Gendarmerie | II | 40 | 40 | 41,3 | 39,2 | 38,8 | 39,8 | 35,3 | 34,8 | 34,2 |
| R22 | Aulnois, Résidence des Aulnes | II | 38,8 | 38,8 | 40,1 | 37,6 | 37,2 | 38 | 33,2 | 33,1 | 32,7 |
| R23 | Aulnois, Rue de Goegnies | II | 39 | 39 | 40,3 | 37,5 | 37,3 | 37,7 | 32,9 | 33 | 32,7 |
| R24 | Aulnois, Rue de la Station | III | 43,8 | 43,8 | 45,1 | 41,9 | 41,9 | 41,7 | 36,9 | 37,3 | 37,1 |
| R25 | Aulnois, Rue de la Station | III | 45,9 | 45,9 | 47,2 | 43,6 | 44,2 | 43,3 | 38,6 | 39,2 | 39,1 |
| R26 | Goegnies-Chaussée, Rue du Monastère | III | 37,8 | 37,8 | 39,1 | 35,9 | 36,3 | 35,9 | 31 | 31,4 | 31,3 |
| R27 | Goegnies-Chaussée, Rue du Monastère | II | 35,5 | 35,5 | 36,8 | 33,7 | 34 | 33,7 | 28,8 | 29,2 | 29,1 |
| R28 | Goegnies-Chaussée, Rue de la Chaussée | III | 35,4 | 35,5 | 36,8 | 33,7 | 34 | 33,7 | 28,8 | 29,2 | 29,1 |

| N° | Localisation | ZI[1] | Niveaux maximums à l'immission en dB[A] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Jour lim. 50 dB(A)) | | | Transition lim. 45 dB(A) | | | Nuit lim. 40 dB(A) | | |
| | | | V150 4,0 MW STE | SG6.0-155 6,6 MW DTs | SG5.0-145 5,0 MW DTs | V150 4,0 MW STE | SG6.0-155 6,6 MW DTs | SG5.0-145 5,0 MW DTs | V150 4,0 MW STE | SG6.0-155 6,6 MW DTs | SG5.0-145 5,0 MW DTs |
| R29 | Goegnies-Chaussée, Rue de l'Aizette | II | 34,9 | 34,9 | 36,2 | 33,4 | 33,6 | 33,4 | 28,4 | 28,7 | 28,6 |
| R30 | Goegnies-Chaussée, Rue de France | II | 33,8 | 33,8 | 35,1 | 32,5 | 32,8 | 32,5 | 27,5 | 27,7 | 27,7 |
| *R31* | *Goegnies-Chaussée, Rue Pasteur* | - | *33,3* | *33,4* | *34,7* | *31,7* | *31,9* | *31,8* | *26,9* | *27,2* | *27* |
| *R32* | *Goegnies-Chaussée, Rue de la Chaussée* | - | *34,8* | *34,9* | *36,2* | *33,1* | *33,4* | *33,2* | *28,2* | *28,6* | *28,5* |
| *R33* | *Goegnies-Chaussée, Rue de la Chaussée* | - | *34,2* | *34,3* | *35,6* | *32,7* | *32,9* | *32,7* | *27,7* | *28* | *28* |
| *R34* | *Goegnies-Chaussée, Rue Pasteur* | - | *31,5* | *31,5* | *32,8* | *29,9* | *30* | *30* | *25,1* | *25,4* | *25,2* |
| *R35* | *Goegnies-Chaussée, Rue de la Chaussée* | - | *33,8* | *33,9* | *35,2* | *32,2* | *32,3* | *32,3* | *27,4* | *27,7* | *27,5* |

[1] Zone d'immission définie par l'AGW des conditions générales de 2002

# ANNEXE X AVIS PRÉALABLE D'ORES

**V/demande réf** : Quevy
KLIM-CICC du 17-12-2019

# Relevé des plans de nos installations

117116F(MP); 117116G(MP); 119116E(MT); 119116E(MP); FD117116-1;

TRX-000-F17_FR – V6

Infrastructures – Service support
Bureau de dessin - Impétrants
Route du Grand Peuplier, 4
7110 Strépy-Bracquegnies

Storm
Vanstockem Wies
Katwilgweg, 2
BE 2050 Antwerpen

Région : Strépy-Bracquegnies
Nos réf. : 19102915 ID KLIM-CICC : b89e3002-1fdf-4d72-a99b-5b27341e1ea7
Vos réf. : Quevy
KLIM-CICC du 17-12-2019

Strépy-Bracquegnies, le 17/12/2019

CONCERNE : Précautions à prendre pour éviter tout accident et tout dommage à nos installations.

Madame, Monsieur,

Nous avons bien reçu votre demande concernant la présence d'installations d'ORES à proximité des travaux que vous projetez d'entreprendre et, en fonction des éléments que vous nous avez transmis, nous vous prions de prendre connaissance des points ci-dessous.

A l'endroit que vous nous avez indiqué, **notre société possède des installations souterraines** et nous vous adressons en annexe 5 plans sur lesquels figurent nos installations.

Les propriétaires ou titulaires du droit d'usage des réseaux repris aux plans ci-annexés sont les gestionnaires des réseaux de distribution. Les autres noms indiqués sur ces plans sont sans objet. Les tracés éventuels d'installations de télédistribution sur les plans de nos installations Gaz et/ou Electricité sont repris à titre indicatif et ne constituent en aucun cas un repérage ou une indication quant à la situation de ces installations.

Le document ci-annexé (« Précautions d'usage lors des travaux et recommandations en cas de dommages ») est de stricte application. Il est disponible sur notre site internet www.ores.net à la rubrique « Demande de plans ». À partir de cette rubrique, vous pouvez aussi accéder au site http://votresecurite.ores.net où vous pouvez visionner un film rappelant les règles et bonnes pratiques pour travailler en toute sécurité à proximité de nos installations souterraines.

Une jurisprudence bien établie considère que le respect de ces recommandations et précautions d'usage sont une obligation essentielle pour un entrepreneur professionnel.

Nos services techniques se tiennent à votre disposition en cas de problème ou pour tout renseignement complémentaire. Ils sont accessibles via les numéros d'appel ci-dessous :

| | |
|---|---|
| **0800/87.087** | *Uniquement pour signaler une fuite ou une odeur de gaz.* |
| **078/78 78 00** | *En cas d'arrachage de câble ou de dégâts à une installation, pour la visite éventuelle d'un technicien sur place ou pour toute question administrative relative à cet envoi.* |

Veuillez agréer, Madame, Monsieur, l'expression de nos salutations distinguées.

L'équipe du Pôle Construction ORES

# 1. Localisation des installations

***1.1.*** Les tracés et les cotes figurant sur les plans de repérage sont à considérer seulement comme des indications de nature à permettre la localisation des installations souterraines par sondages . Exécutez toujours ces travaux sans précipitation, de préférence à la bêche ou à la pelle.
Marquez de manière visible les installations repérées pour faciliter le travail des machinistes.
D'autres conduites ou câbles peuvent se trouver au même endroit : conduites d'eau, canalisations d'égout, câbles de téléphonie ou de télédistribution, conduites de Fluxys ou d'autres transporteurs de produits gazeux, peut-être aussi des installations de transport d'électricité d'Elia, voire d'autres opérateurs… Ils ne sont **pas repris sur nos plans** et doivent eux aussi impérativement être localisés par le responsable du chantier.

***1.2.*** Il y a lieu de tenir compte du fait que les brides et certains accessoires des canalisations et branchements ne sont pas indiqués sur le plan et peuvent remonter à la surface (syphons, vannes, points de mesure de protection cathodique, etc.).

***1.3.*** Les cotes par rapport aux points de repères peuvent avoir été modifiées depuis l'établissement du plan initial, notamment à la suite de travaux de voirie, de transformation d'immeubles, voire d'un changement récent dans la numérotation de la rue. N'oubliez jamais que l'absence de repères visibles ne signifie pas de facto l'absence de conduites ou de câbles. Si pour une raison quelconque, les trapillons ou repères indiqués sur le plan ne sont pas visibles, contactez ORES afin d'obtenir les informations nécessaires.

***1.4.*** Il est évident que les câbles et conduites ne sont jamais posés en ligne droite. Ils serpentent inévitablement sur la largeur totale de la tranchée.

***1.5.*** A proximité des cabines électriques, des armoires ou coffrets de sectionnement, des boites de jonctions ainsi que des poteaux avec remontée, les câbles débordent très souvent de l'alignement général et peuvent présenter des écarts important avec présence de boucles.

***1.6.*** Une disposition légale impose aux gestionnaires de réseaux électriques et gaz d'enfouir leurs câbles et conduites à une profondeur comprise entre 0,60 et 1,00m (1,20m sous les routes Régionales), mais il se peut que certaines installations soient posées à moindre ou plus grande profondeur , dans ce cas une indication figure généralement au plan. ORES n'indique généralement pas la profondeur d'enfouissement standard sur les plans de repérage étant donné que, dans de nombreux cas, cette profondeur peut varier par suite de tassements du sol, de travaux de nivellement, etc., et que la localisation impose de toute façon des sondages . Si toutefois une profondeur est indiquée sur le plan, il s'agit généralement de la profondeur mesurée lors de la pose de l'installation et elle est donc purement indicative.

***1.7.*** Si, sur chantier, après ouverture du sol, vous n'arrivez pas à localiser nos installations ou si vous constatez des discordances avec les informations qui vous ont été transmises, **appelez-nous au 078/78.78.00**. ORES s'engage à dépêcher quelqu'un sur les lieux au plus tard à la fin du jour ouvrable suivant le jour de la demande, pour fournir toute information utile complémentaire.



# PRÉCAUTIONS D'USAGE LORS DES TRAVAUX

**Ces précautions s'appliquent à :**

- **TOUS LES TRAVAUX A PROXIMITÉ OU SUR LE RÉSEAU DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ OU DE GAZ NATUREL D'ORES**
- **TOUS LES TRAVAUX SUR LE RÉSEAU DE FIBRES OPTIQUES D'ORES.**

**D'une manière générale et préalable, il vous appartient de prendre toutes les dispositions utiles pour éviter, lors de vos travaux, tout dommage à nos installations. De ce fait, la ou les personnes chargée(s) de les réaliser protège adéquatement les installations contre toute dégradation pouvant mettre en danger les biens et les personnes**
Nous vous rappelons la nécessité de prendre connaissance et de respecter le prescrit

- du « Code de bonne pratique pour la prévention des dégâts aux installations souterraines à l'occasion de travaux effectués à proximité de celles-ci » (approuvé par le Gouvernement Wallon en date du 11 février 1999).

- **À proximité de nos installations électriques, du Règlement Général sur les installations électriques (RGIE) .**
- **À proximité de nos installations de distribution de gaz, de l'A.R. du 28.06.1971, principalement de l'article 51.**

Les réseaux de câbles et conduites gérés par ORES sont étendus et adaptés de façon régulière, la durée de validité des plans annexés est donc **limitée dans le temps**. Cela signifie dès lors que si les travaux pour lesquels les plans annexés vous ont été fournis n'étaient pas commencés ou pas terminés dans les **six mois** à dater de la présente, **il vous incombe de réitérer votre demande via le portail www.klim-cicc.be**.

Si l'emprise de vos travaux venait à s'étendre et à déborder des limites des plans fournis, il vous appartient de demander des plans complémentaires afin de couvrir la zone des travaux. De même, si vous constatez dans la série des plans de repérage qui vous est envoyée, qu'il vous manque un ou plusieurs plans, il vous appartient de les réclamer.

**Le bureau de dessin d'ORES procède actuellement à une digitalisation des plans des installations de distribution de localités. Il se peut donc que des redondances (voire, dans quelques rares cas, des différences) apparaissent entre certains plans.**

Des projets d'adaptation et d'extension pour lesquels les câbles et/ou conduites doivent encore être posés peuvent faire partie de la série de plans mis à votre disposition. Ces plans sont identifiés comme tels et vous sont transmis sous réserves de modifications éventuelles pendant l'exécution des travaux.

Par mesure de précaution, il vous est indispensable de recueillir des informations complémentaires auprès de nos services au 078/78.78.00 à partir du moment où vos travaux se rapprochent de la (des) zone(s) à l'intérieur de laquelle (lesquelles) ces projets sont prévus ou si vous avez le moindre doute en cas de redondance entre plans.

**Par ailleurs, les plans fournis ont une valeur strictement indicative et ne vous exonèrent pas de vos obligations légales et règlementaires de localiser les installations avant travaux (voir points 1 et 2).**

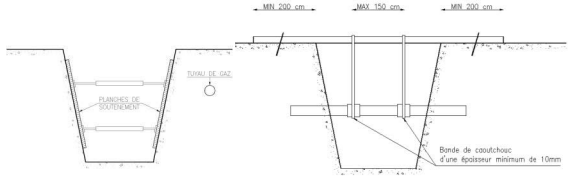
En cas de branchement souterrain vers un immeuble, le percement du mur de l'immeuble doit toujours être rendu étanche après vos travaux. Ceci évitera qu'une éventuelle présence de gaz à l'extérieur de l'immeuble ne se diffuse vers l'intérieur.

### *3.4. Repères*

Si au cours des travaux, vous avez dû déplacer des repères quelconques installés par ORES, il convient de les replacer correctement après l'exécution des travaux.
Par ailleurs, si malgré toutes les précautions d'usage, vous deviez endommager un de ces repères, un couvre-câble, un treillis ou trapillons, nous vous fournirons, gratuitement et sur simple demande, une pièce de remplacement.

### *3.5. Etançonnement des tranchées*

Si les installations risquent d'être endommagées par suite d'un affaissement, il y a lieu de prendre les mesures appropriées de consolidation des tranchées(voir figure ci-dessous). De même, lorsque les travaux requièrent de suspendre une canalisation , il y a lieu de disposer une bande de caoutchouc entre le tuyau et l'étrier de suspension afin de ne pas endommager la canalisation ou le revêtement.
Il est également interdit d'exercer des efforts sur nos installations, notamment en y suspendant ou en y accrochant les autres câbles et/ou conduites.




### *3.6. Distances de sécurité*

En matière de ligne électrique aérienne, la zone de sécurité est pour les installations de distribution de minimum 0,50 mètre en basse tension, 2,65 mètres en moyenne tension (poteau) et pour les installations de transport de 6,85 mètres minimum en haute tension (support transporteur d'électricité Elia).
**Grutiers, conducteurs d'engin de chantier, élagueurs, conducteurs de camion à benne, gardez vos distances !**
Rappelez-vous qu'en haute tension, il n'est pas nécessaire de toucher une ligne aérienne nue pour être électrisé ou amorcer un arc électrique !
Si vous devez travailler ou même seulement passer avec du matériel dans la zone dangereuse (dans un rayon inférieur aux distances reprises ci-dessus), vous devez obligatoirement :

- **Être en possession d'une habilitation** (avoir réussi la formation relative aux actions et/ou aux mesures de sécurité à prendre pour travailler dans cette zone dangereuse). Cette habilitation est délivrée par le gestionnaire de réseau concerné. Et vous devez bien entendu prendre toutes les mesures de précaution qui s'imposent !
- Si vous ne possédez pas cette habilitation, **vous devez prendre contact avec le gestionnaire de réseau** au 078/78.78.00 qui délivrera un document écrit, vous informant des mesures de sécurité à prendre pour pouvoir travailler dans cette zone dangereuse.

Pour les câbles souterrains, la prudence est aussi de mise. Il est très difficile de distinguer à l'œil nu un câble basse tension, d'un câble moyenne tension ou même d'un câble de téléphonie. En cas de doute, ne prenez aucun risque et appelez le responsable de chantier ORES.



# 2. Mesures à prendre concernant les branchements

***2.1.*** Les branchements ne sont pas, sauf exceptions, repris sur les plans de repérage ; il convient de partir du principe que chaque bâtiment ou éventuellement autre installation particulière (abris bus, panneau publicitaire, etc) est raccordé au réseau de distribution principal. Il vous revient dès lors de prendre toutes les précautions de ce fait. (L'indication éventuelle sur les façades de l'emplacement des branchements ne fait uniquement que situer l'endroit de pénétration dans le bâtiment)

***2.2.*** En cas de travaux de rénovation ou de démolition d'immeubles, il convient de prendre les précautions nécessaires en ce qui concerne les branchements, étant donné que lesdits immeubles peuvent toujours être raccordés sur le réseau. Lors de travaux de ce genre, il est indispensable de prendre contact au préalable avec nos services afin de procéder à l'enlèvement ou l'abandon de ceux-ci.

# 3. Autres mesures de prévention

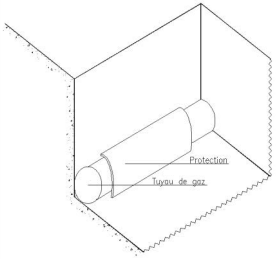
Les cas où des mesures de prévention spécifiques sont à prendre pour éviter tout endommagement des câbles et/ou conduites gérés par ORES repris ci-dessous ne sont pas exhaustifs.
Il incombe à l'entrepreneur de travailler selon les règles de l'art et de prendre toutes les mesures de prévention afin d'éviter des dégâts aux infrastructures.

**Votre leitmotiv : protéger votre personnel, mais aussi les installations, à la fois celles gérées par ORES mais aussi celles des autres gestionnaires de câbles et canalisations, quels qu'ils soient.**

Veillez toujours à éviter les chutes d'objet, les coups et à proscrire l'utilisation de brûleurs à proximité des câbles et conduites.

### *3.1. Usage de feu à proximité d'installations de gaz*

Lorsqu'il doit être fait usage de feu, les installations de gaz doivent toujours être protégées au moyen de matériaux appropriés. Dans tous les cas, un extincteur (au minimum) et/ou du matériel d'extinction approprié doit se trouver sur le chantier. Pour rappel, il est interdit d'approcher avec une flamme à moins de 60 cm d'une installation de gaz. Cette règle reste valable même lorsque la conduite est partiellement enterrée (*quelques centimètres de terre ne la protégeront pas de la chaleur !)*




### *3.2. Usage d'engins de chantier*

L'utilisation d'engins de terrassement et le passage d'engins lourds à proximité ou au surplomb d'installations enterrées ne sont autorisés que moyennant la mise en place des dispositifs de sécurité appropriés et ceci, après validation par ORES. En aucun cas, la stabilité du sous-sol ne peut être compromise.

### *3.3. Traversée de murs*

Avant de percer, vérifiez ce qui se trouve dans l'épaisseur du mur et de l'autre côté de celui-ci !

# RECOMMANDATIONS EN CAS DE DOMMAGES

De manière générale, si l'exécutant endommage un câble ou une conduite, il est tenu de **s'éloigner immédiatement de la fouille et de prévenir nos services techniques.**

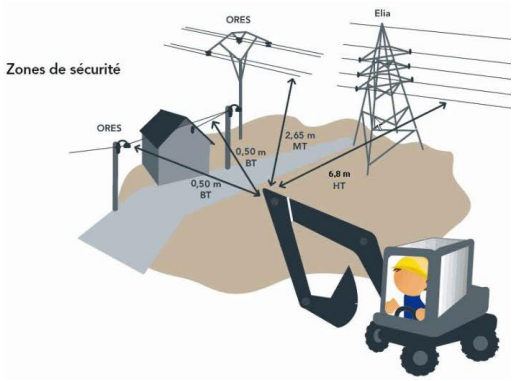
## *1. Que faire en cas de fuite de gaz à l'extérieur ?*

- En cas d'odeur et/ou de détection de gaz, éloignez les personnes présentes dans un périmètre de sécurité de 20 mètres minimum au delà de la présence de gaz (olfactive ou mesurée).
- Avertissez immédiatement les services d'ORES au 0800/87.087 et prévenez également le service 112 si nécessaire. Si vous utilisez un GSM, respectez le périmètre de sécurité impliqué ci-dessus
- Ne remblayez pas la tranchée et laissez le gaz s'échapper à l'air libre en évitant qu'il ne pénètre dans les immeubles voisins.
- Toute flamme à proximité de la fuite doit être éteinte
- Ne fumez pas, coupez les GSM
- Déroutez le trafic et balisez l'endroit
- Prévenez les riverains en faisant fermer portes et fenêtres (frappez aux portes **mais ne sonnez pas**).
- Ne laissez pas le public approcher de la fuite, une fois les pompiers présents, conformez-vous aux instructions d'évacuation.
- Si nécessaire, déviez l'échappement du gaz vers une zone non dangereuse au moyen d'un écran de tôle ou autre.
- Si l'échappement de gaz s'est enflammé, ne tentez pas d'éteindre les flammes, mais veillez que l'incendie ne s'étende pas en arrosant autour de la torchère ou en plaçant des écrans.
- Assurer une surveillance de l'endroit jusqu'à l'arrivée de l'équipe d'intervention.

## *2. Et si la fuite se produit à l'intérieur ?*

- Ventilez et aérez les lieux au maximum
- Surtout ne provoquez aucune étincelle : n'allumez pas la lumière, n'utilisez pas de GSM à moins de 20 mètres de la zone où l'odeur est perceptible.
- **Avertissez immédiatement les services d'ORES au 0800/87.087**
- Ne laissez approcher personne, éventuellement, faites évacuer l'immeuble.






***3.7. Forages***

Les travaux de forage ou de battage de palplanches à proximité des installations risquent d'occasionner la rupture ou le déboîtement des canalisations et branchements, d'endommager la couche protectrice recouvrant les tuyaux d'acier, etc.
Le procédé de travail devra dès lors être judicieusement choisi et concerté avec les services d'ORES. L'exécution sera entourée de toutes les précautions nécessaires, spécialement en déterminant l'emplacement exact des installations.

# 4. Remblayage

***4.1.*** Les installations à établir ne devront pas gêner ORES dans l'entretien de ses installations ou dans l'exécution ultérieure de branchements de la clientèle. Il est interdit de placer d'autres installations souterraines (câbles, conduites, etc …) dans le plan vertical des installations d'ORES. Des boîtes de câbles, coffrets electriques ou autres, poteaux, arbre, … ne peuvent pas non plus être placées au dessus de nos installations.

***4.2.*** Les parties les plus proches de canalisations gaz et de câbles souterrains ne peuvent se trouver à moins **0,10 m aux points de croisement et 0,20 m en parcours parallèle** . Lorsque ces distances minimales ne peuvent être respectées, l'entrepreneur doit prendre des mesures de protection spéciales en accord avec nos services, par exemple : insérer un écran isolant fixé efficacement, de manière à éviter un glissement ultérieur , en cas de croisement, ledit écran aura une longueur minimale de 50 cm.

***4.3.*** Si l'installation de gaz ou d'électricité est à découvert, le remblayage devra se faire avec du sable ou de la terre fine exempte de cailloux et de toute matière dure pouvant occasionner des dégâts au revêtement de protection des câbles ou des conduites. L'utilisation des M.A.R. (matériaux auto-compactant réexcavables) directement au contact de nos canalisations gaz et/ou de nos câbles est strictement interdite

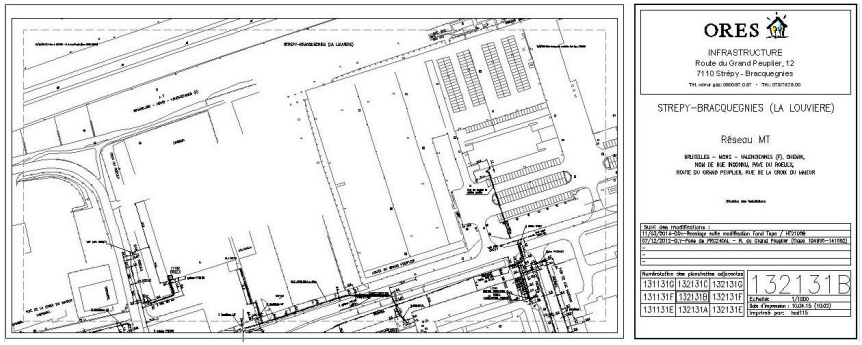
***4.4.*** Lorsqu'un déblai se fait sous une installation de gaz ou d'électricité, il convient de rétablir une assise aussi résistante que le sol existant avant vos travaux. Dans tous les cas, les remblais seront soigneusement damés et tassés à l'aide de dames manuelles, même sous les installations (au minimum, 20 cm de sable ou de terre fine soigneusement compactée en-dessous et au-dessus de la conduite ou du câble). Le remblai sera fait à l'exclusion de tout matériau dur susceptible d'endommager le revêtement de protection de nos installations.

***4.5.*** Les couvre-câbles, treillis de signalisation et protections mécaniques des conduites enlevés lors de terrassement, doivent être soigneusement remis en place ou remplacés s'ils ont été détériorés.

# NOTICE D'EMPLOI DES PLANS DE SITUATION

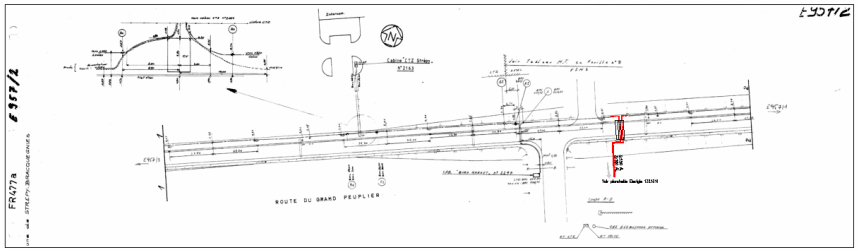
En fonction de votre demande, vous êtes susceptible de recevoir deux types de plans de repérage :

➔ ***Plans de repérage informatisés (voir exemple ci-dessous) :***




Ces plans, couvrant une zone de 500m x 250m et imprimés à l'échelle 1/1000ème ou 1/500ème en fonction de la densité du réseau, sont identifiés par 6 chiffres suivi d'un indice allant de « **A** à **H** ».

➔ ***Plan de repérage non informatisés (voir exemple ci-dessous) :***




Ces plans sont des photocopies des calques, jadis dessinés à la main dans nos différentes régions d'exploitation.

Dans la mesure où différentes méthodes de travail existaient dans ces anciennes régions, il n'est pas possible de donner aujourd'hui une légende précise et uniforme pour ce type de plans.

Il est donc impératif pour vous d'analyser les mentions et informations présentes dans le cartouche du plan pour en déterminer le fluide (à noter : souvent, les initiales sont identiques à celles que l'on trouve dans les plans informatisés).

Néanmoins, en cas de doute sur un symbole ou sur la nature du réseau présent sur le plan, vous pouvez toujours contacter nos services au 078/78.78.00 pour obtenir tout complément d'information nécessaire.



## *3. Que faire en cas d'arrachage de câble ou de dégâts à une installation électrique ?*

**En cas de dégâts à une installation électrique, prévenez immédiatement les services d'ORES au 078/78.78.00.**

- En attendant l'arrivée du personnel habilité, balisez la zone de l'accident et gardez les curieux à bonne distance.
- Ne redescendez pas dans la fouille. Ne manipulez le câble en aucun cas, qu'il s'agisse d'une ligne aérienne tombée au sol ou d'un câble enterré.
- Ne touchez à rien avant l'arrivée du personnel d'ORES et tant qu'un agent habilité d'ORES ne vous a pas confirmé que le câble est hors tension.
- Les câbles sont toujours supposés sous tension et donc dangereux.

## *4. Que faire en cas d'arrachage ou bris de câble de fibre optique ?*

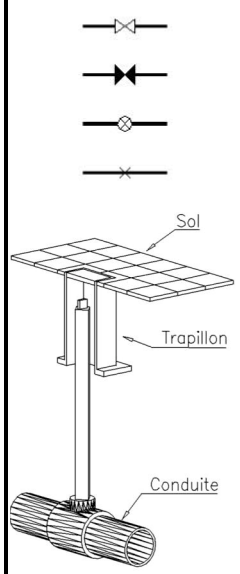
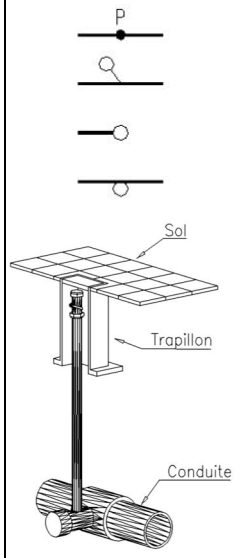
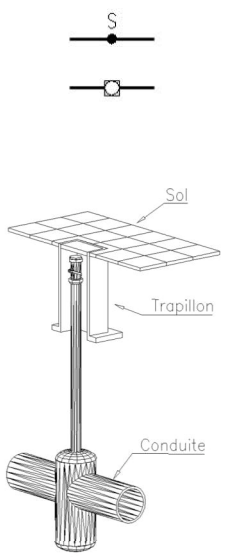
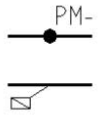
- Ne touchez pas aux fibres
- Eventuellement isolez les endommagements au moyen d'un ruban adhésif
- Appelez le n° de téléphone 078/78.78.00

## *5. Que faire en cas de dommages corporels ?*

- En cas d'accident entraînant des blessures corporelles lors de **travaux exécutés pour le compte d'ORES**, l'entrepreneur doit prévenir le Service Interne de Prévention et de Protection (SIPP) de l'entreprise.

## Attention :

Sur les plans fournis, en gaz, vous êtes susceptibles de retrouver des vannes, purges, siphons et prises de potentiel en protection cathodique représentés par les symboles ci-dessous :

| **Vannes** | **Purges** | **Siphon** | **Prises de potentiel protection cathodique** |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |

Ces éléments remontent d'office à la surface du sol et sont en principe surmontés d'un trapillon. Toutefois, en fonction des différents travaux qui ont pu avoir lieu après leur pose, ces trapillons peuvent ne plus être visibles et une grande prudence est donc de mise.

Sur les plans du Klim Plan Library uniquement, ceux-ci sont le plus souvent mis en évidence par un « donut » jaune tel que représenté dans l'exemple ci-dessous :

# LÉGENDE ACCOMPAGNANT LES PLANS

Ensuite, en fonction des réseaux présents à l'endroit de votre demande, vous recevrez des plans avec les mentions suivantes :

- Réseaux BT : ces plans reprennent les tracés de nos câbles électriques basse tension (230 à 1000 volts).
- Réseaux EP : ces plans reprennent les tracés des câbles électriques d'éclairage public (230 à 400 volts).

Sur les plans BT & EP, les réseaux sont représentés par des traits continus gras.

- Réseaux MT : ces plans reprennent les tracés de nos câbles électriques moyenne tension (6000 à 15000 volts).

Types de lignes présents sur les plans MT

**Réseau 6 kV**
**Réseau 10 kV**
**Réseau 13 kV**
**Réseau 15 kV**

- Réseaux SI : ces plans reprennent les tracés de nos câbles de signalisation et télé-commande.

Type de ligne présent sur les plans SI

- Réseaux FO : ces plans reprennent les tracés de notre réseau de tubes fibre optique.

Sur ces plans, le réseau est représenté par des traits continus gras.

- Réseaux BP : ces plans reprennent les tracés de nos conduites gaz basse pression (21 à 100 millibars).
- Réseaux MP : ces plans reprennent les tracés de nos conduites gaz moyenne pression (4 à 15 bars).
- Réseaux PC : ces plans reprennent les tracés de nos câbles électriques de protection cathodique.

Types de lignes présents sur les plans Gaz

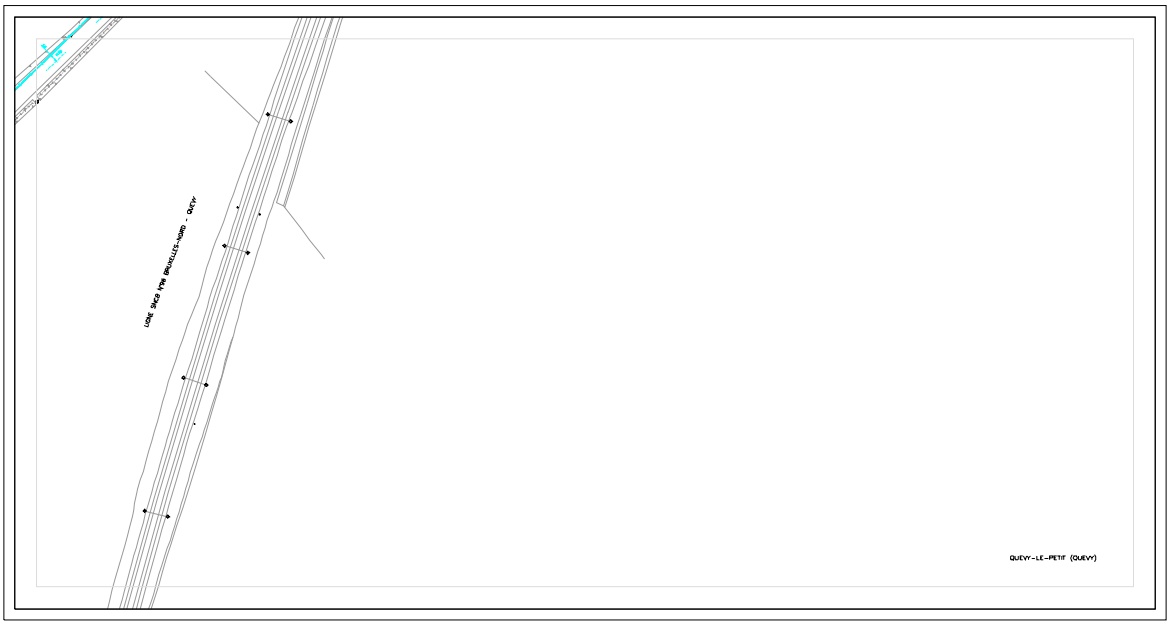
**Moyenne pression 4 bars**
**Moyenne pression 15 bars**
**Basse pression 21-25 mbar**
**Basse pression 100 mbar**
**Protection cathodique**

- Conduites de gaz Cross-Country : ces conduites peuvent être à une distance significative des bords de routes (pose en terre-plein, le long de chemin de terre, …).

CROSS COUNTRY CROSS COUNTRY

- Réseaux Hors-Service dans le sol : Ces plans marqués par l'énergie suivi de HS reprennent les tracés de nos installations hors-service dans le sol. Ce statut ne vous exonère pas des prescriptions de mise pour les réseaux en service.

Réseaux électriques (MT/BT/EP/PC) HS
Réseau signalisation HS
Réseau fibre optique HS
Réseaux gaz (BP/MP) HS




ORES

INFRASTRUCTURE
Route du Grand Peuplier, 12
7110 Strépy - Bracquegnies
Tél. odeur gaz: 0800/87.0.87 - Tél.: 078/78.78.00

QUEVY-LE-PETIT (QUEVY)

Réseau: MP

LIGNE SNCB N°96 BRUXELLES-NORD - QUEVY

Situation des installations

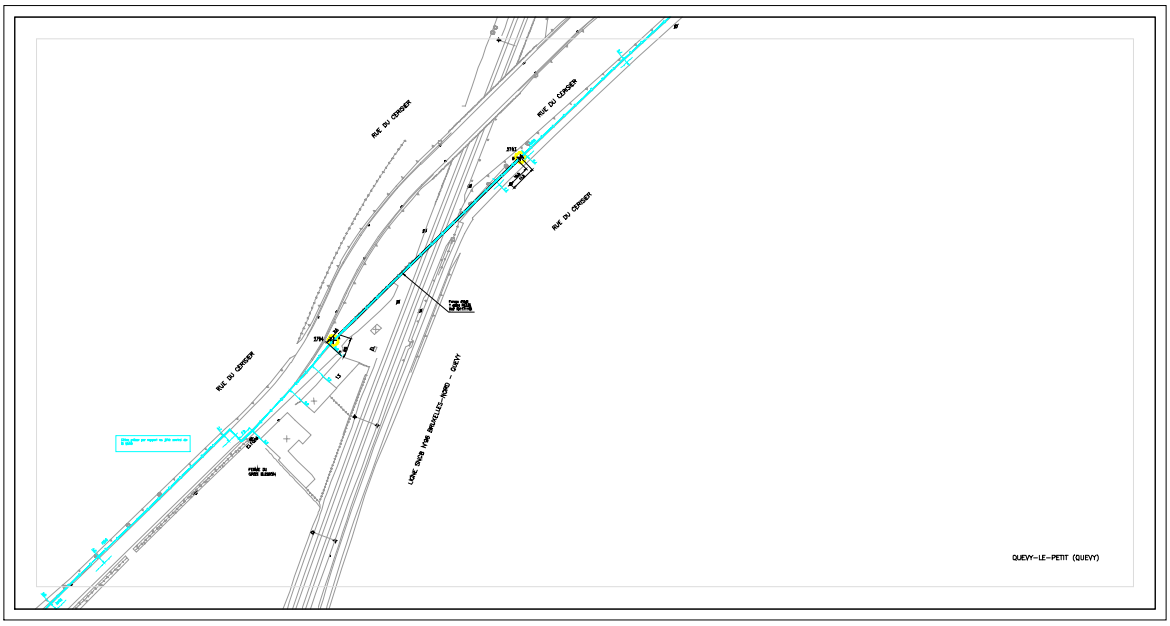
Suivi des modifications :

| Numérotation des planchettes adjacentes | | |
|---|---|---|
| 117116C | 117116G | 118116C |
| 117116B | 117116F | 118116B |
| 117116A | 117116E | 118116A |

117116F

Echelle: 1/1000
Date d'impression : 17.12.19 (13:36)
Imprimé par: BZT

ORES 17.12.2019-PROD-QUEST-1-191203115-dMeX002-1ef-4472-a98e-3a2734144ef-2/5




ORES

INFRASTRUCTURE
Route du Grand Peuplier, 12
7110 Strépy - Bracquegnies
Tél. odeur gaz: 0800/87.0.87 - Tél.: 078/78.78.00

QUEVY-LE-PETIT (QUEVY)

Réseau: MP

LIGNE SNCB N°96 BRUXELLES-NORD - QUEVY
RUE DU CERISIER

Situation des installations

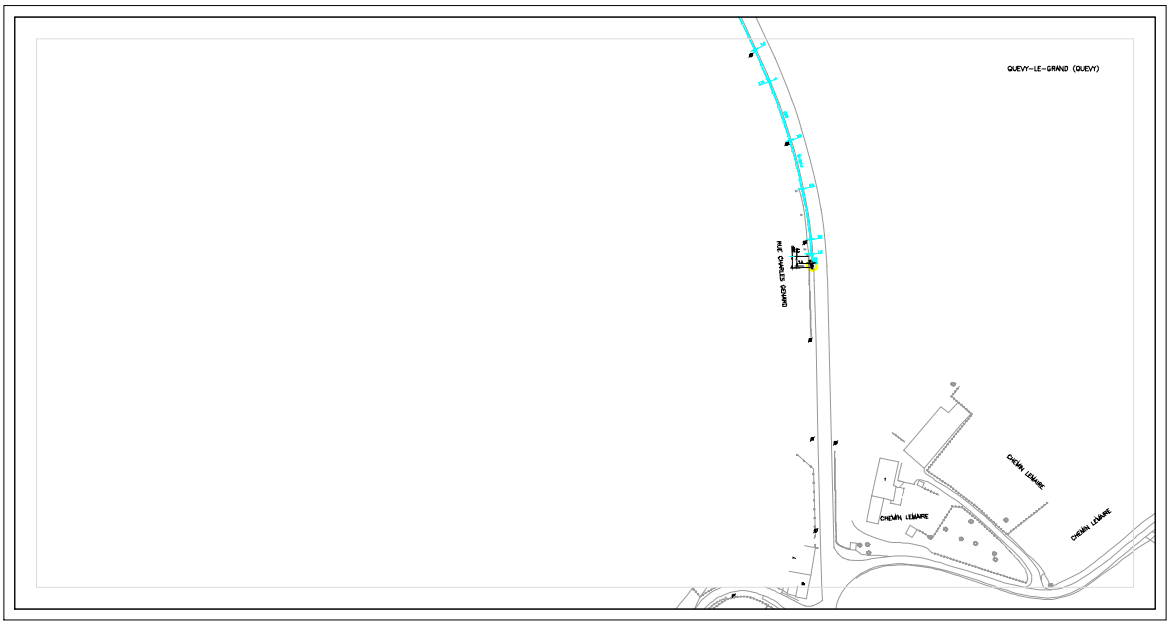
Suivi des modifications :

| Numérotation des planchettes adjacentes | | |
|---|---|---|
| 117116D | 117116H | 118116D |
| 117116C | 117116G | 118116C |
| 117116B | 117116F | 118116B |

117116G

Echelle: 1/1000
Date d'impression : 17.12.19 (13:36)
Imprimé par: BZT

ORES 17.12.2019-PROD-QUEST-1-191203115-dMeX002-1fd-4472-a98e-3a2734144ef-4/5




ORES
INFRASTRUCTURE
Route du Grand Peuplier, 12
7110 Strépy - Bracquegnies
Tél. odeur gaz: 0800/87.0.87 - Tél.: 078/78.78.00

QUEVY-LE-GRAND (QUEVY)

Réseau: MP

CHEMIN LEMAIRE
RUE CHARLES GENARD

Situation des installations

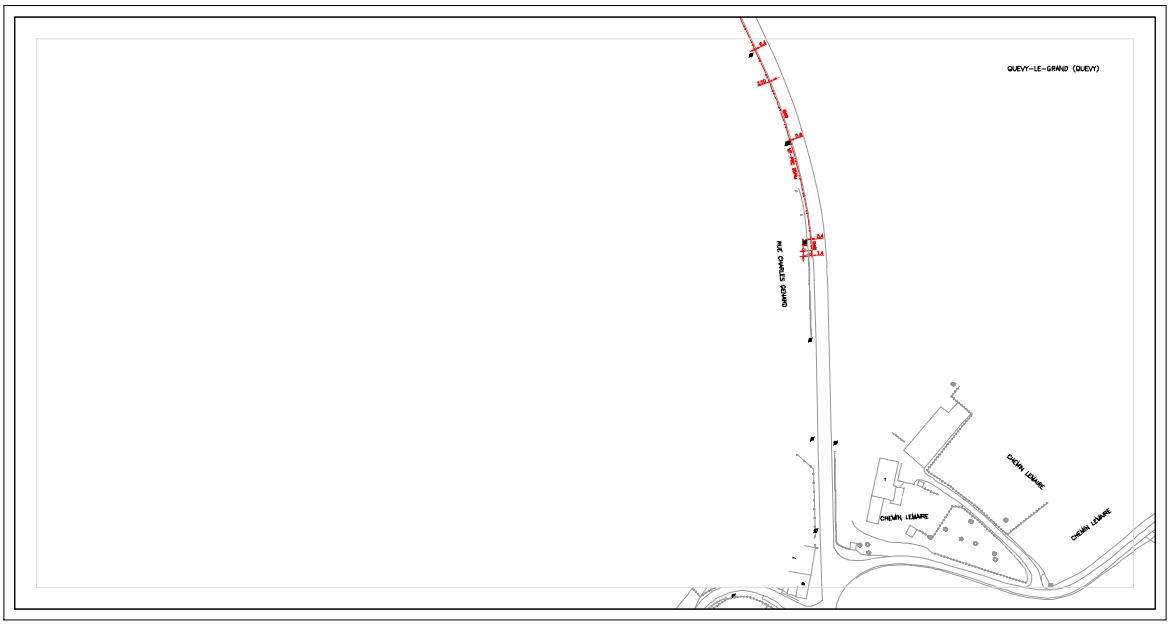
| Suivi des modifications : |
|---|
| |
| |
| |
| |
| |

| Numérotation des planchettes adjacentes | | |
|---|---|---|
| 119116B | 119116F | 120116B |
| 119116A | 119116E | 120116A |
| 119115D | 119115H | 120115D |

119116E

Echelle: 1/1000
Date d'impression : 17.12.19 (13:36)
Imprimé par: BZT

ORES 17.12.2019-PROD-OUEST-2-191202I5-aMWJ002-1dF-4472-d0f8-5b2734f4ec7-5/5




ORES
INFRASTRUCTURE
Route du Grand Peuplier, 12
7110 Strépy - Bracquegnies
Tél. odeur gaz: 0800/87.0.87 - Tél.: 078/78.78.00

QUEVY-LE-GRAND (QUEVY)

Réseau: MT

CHEMIN LEMAIRE
RUE CHARLES GENARD

Situation des installations

| Suivi des modifications : |
|---|
| |
| |
| |
| |
| |

| Numérotation des planchettes adjacentes | | |
|---|---|---|
| 119116B | 119116F | 120116B |
| 119116A | 119116E | 120116A |
| 119115D | 119115H | 120115D |

119116E

Echelle: 1/1000
Date d'impression : 17.12.19 (13:36)
Imprimé par: BZT

ORES 17.12.2019-PROD-OUEST-2-191202I5-aMWJ002-1dF-4472-d0f8-5b2734f4ec7-3/5

ORES

Tél. accueur gaz: 0800/87.0.87 - Tél.: 078/78.78.00

Commune de Quévy

Localité de Quévy-le-Petit

Rue du Cerisier

| | |
|---|---|
| Type de plan: | Forage dirigé |
| Numéro de dossier: | – |
| Date: | 17/03/2009 |
| Echelle: | – |
| Voir Planchette: | 117116G |

**FD117116-1**

## Coupe du forage

A B




| | | | |
|---|---|---|---|
| Maître d' Ouvrage | | Nr de projet | |
| | | Nr. de séquence | |
| | | Longueur totale | 120 mètres |
| Client : | NETMANAGEMENT | Date d'installation | 12/sep/08 |
| | | Type de tuyau | 1x PE diam 250mm |

| | |
|---|---|
| Remarques | Description |
| | A (Fouille de lancement) : |
| | B (Fouille de reception) : |
| | Ville : Quevy |
| | Rue + nr : rue du Cerisier |

# ANNEXE Y AVIS DE PROXIMUS

N° demande de plans : ***3494981***

**STORM**
**Vanstockem Wies**
**Katwilgweg 2**
**2050 Antwerpen**

Vos réf : ***Quevy(b89e3002-1fdf-4d72-a99b-5b27341e1ea7)***
Nos réf : ***3494981;***
Dossier traité par : ***Plan Request FR***
Le :***18 Décembre 2019***
Annexe(s) : ***17***

Madame, Monsieur,
Information importante en matière de demande de plans : Avant de débuter les travaux, il y a lieu de consulter au préalable « les directives et mesures de précaution pour la prévention des dégâts à l'infrastructure souterraine de PROXIMUS, dont PROXIMUS assure la gestion ». Le non-respect de ces directives est sanctionné par l'article 114 de la loi du 21 mars 1991 portant réforme de certaines entreprises publiques économiques.

Les directives peuvent être consultées via : **www.proximus.be/plans**

Dans le cas où des installations de PROXIMUS sont endommagées lors de l'exécution de vos travaux, il y a lieu d'appeler les numéros de téléphone suivants en fonction de la zone téléphonique dont ceux-ci dépendent:

| | |
|---|---|
| 09 et 050 à 059 | 0800 91 434 |
| 03, 011 à 016 et 089 | 0800 92 720 |
| 04, 019, 061, 063, 080, 082 tot 087 | 0800 92 227 |
| 02 | 0800 21470 |
| 010, 060, 064 à 069, 071, 081 | 0800 91 375 |

Annexes plans de repérage (numéros) :

| *Name* | *Net* | *Type* |
|---|---|---|
| ***DD324902+2*** | ***65QUE0*** | ***LEG*** |
| ***65QUE0-DIG118116X*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG118114Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG118115Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG118115X*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG118116Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG119116C*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG119115X*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG119115Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG119114Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG119116G*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG119116X*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG117115X*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG117115Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG117114Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG117116X*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG117116Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |

****** fin du document ******

Nummer planaanvraag : ***3494981***

**STORM**
**Vanstockem Wies**
**Katwilgweg 2**
**2050 Antwerpen**

Uw referentie: ***Quevy(b89e3002-1fdf-4d72-a99b-5b27341e1ea7)***
Onze referentie: ***3494981;***
Dossier behandeld door: ***Plan Request FR***
Op:***18 December 2019***
Aantal plannen in bijlage: ***17***

Geachte,
Vooraleer de werken aan te vatten dient men eerst “De richtlijnen en voorzorgen ter voorkoming van beschadiging van ondergrondse telecommunicatie-uitrustingen van Proximus en waarvan Proximus het beheer verzorgt” te raadplegen. Het niet naleven van die richtlijnen wordt strafbaar gesteld door art 114 van de wet van 21 maart 1991 betreffende de hervorming van sommige economische overheidsbedrijven.

De richtlijnen dienen geraadpleegd via: **www.proximus.be/plannen**

Ingeval er bij de uitvoering van uw werken Proximus installaties worden beschadigd, dient dit onmiddellijk gemeld te worden op een van volgende telefoonnummers afhankelijk van de telefoonzone:

| | |
|---|---|
| 09 en 050 tot 059 | 0800 91 434 |
| 03, 011 tot 016 en 089 | 0800 92 720 |
| 04, 019, 061, 063, 080, 082 tot 087 | 0800 92 227 |
| 02 | 0800 21470 |
| 010, 060, 064 tot 069, 071, 081 | 0800 91 375 |

Gegevens betreffende de liggingsplans in bijlage:

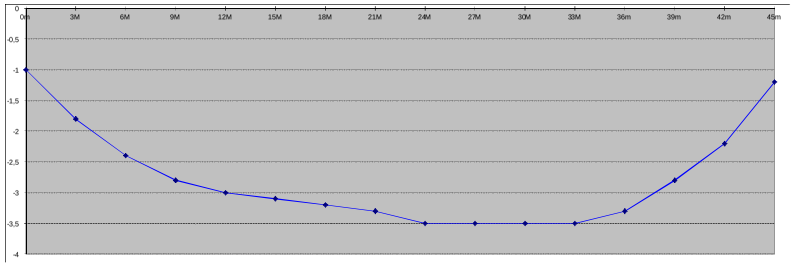
| *Name* | *Net* | *Type* |
|---|---|---|
| ***DD324902+2*** | ***65QUE0*** | ***LEG*** |
| ***65QUE0-DIG118116X*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG118114Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG118115Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG118115X*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG118116Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG119116C*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG119115X*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG119115Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG119114Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG119116G*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG119116X*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG117115X*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG117115Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG117114Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG117116X*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |
| ***65QUE0-DIG117116Y*** | ***65QUE0*** | ***PLR*** |

****** einde document ******

## *GRAPHIQUE*

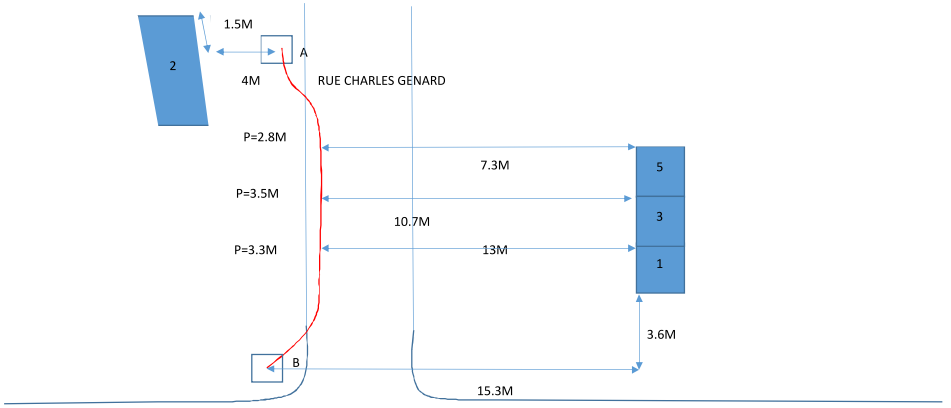
Les tailles reste une référence pour le forage pilot. Comme d'habitude ceci est un guidage et pas absolue. Les marques et le parcours réel de la ligne (s) peuvent être sujets à changement de diverses causes depuis l'agencement des plans.

| LONGEUR | METRE |
|---|---|
| 0M | -1 |
| 3M | -1,8 |
| 6M | -2,4 |
| 9M | -2,8 |
| 12M | -3 |
| 15M | -3,1 |
| 18M | -3,2 |
| 21M | -3,3 |
| 24M | -3,5 |
| 27M | -3,5 |
| 30M | -3,5 |
| 33M | -3,5 |
| 36m | -3,3 |
| 39m | -2,8 |
| 42m | -2,2 |
| 45m | -1,2 |




| | |
|---|---|
| CLIENT | **GRESELLE** |
| TRAVEAUX | 2 X 50 MM |
| LONGEUR DU FORAGE | 45 METRE |
| DATE | 16/06/2015 |
| ADRESSE | A: RUE CHARLES GENARD B: RUE CHARLES GENARD |
| LIEU | QUEVY |





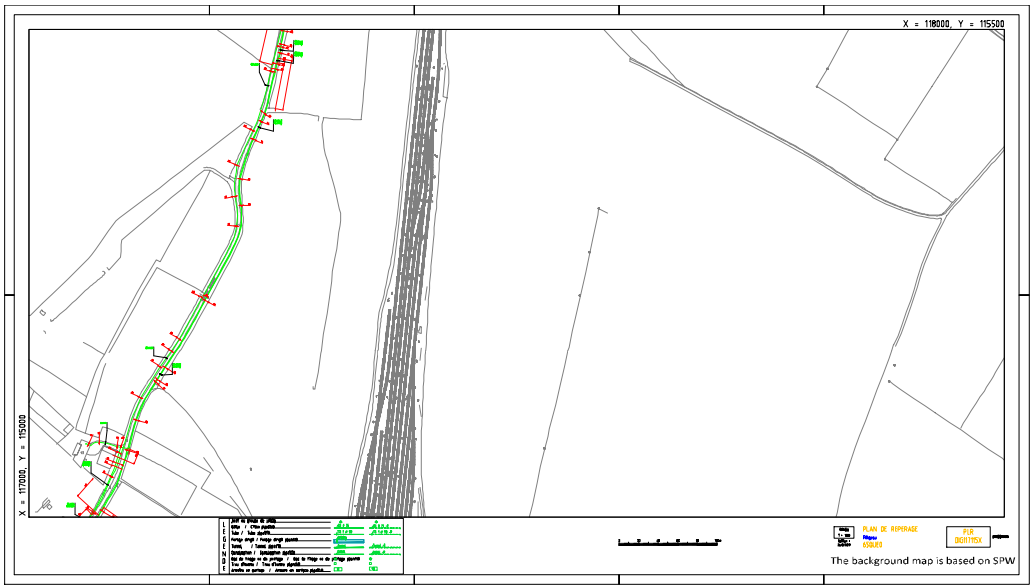

**CLIENT: GRESELLE**
**TRAVEAUX: 2 X 50 MM**
**LONGEUR DU FORAGE: 45 METRE**
**DATE: 16/06/2015**
**ADRESSE DU FORAGE:**
**A: RUE CHARLES GENARD**
**B: RUE CHARLES GENARD**
**LIEU: QUEVY**

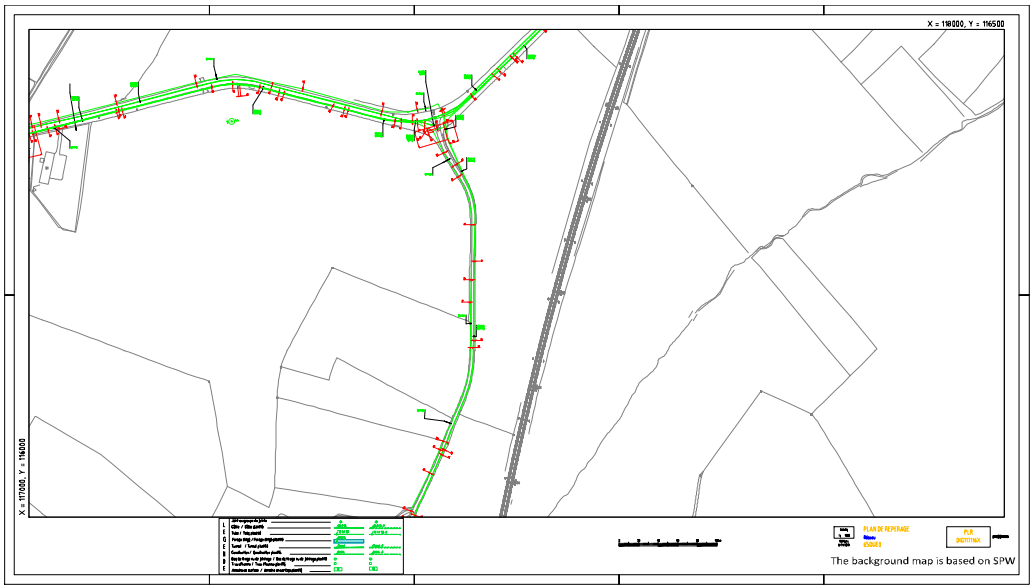
**EFFECTUEUR DE FORAGE : KARSIKAYA OSMAN**
**MACHINE DE FORAGE: D36/50**

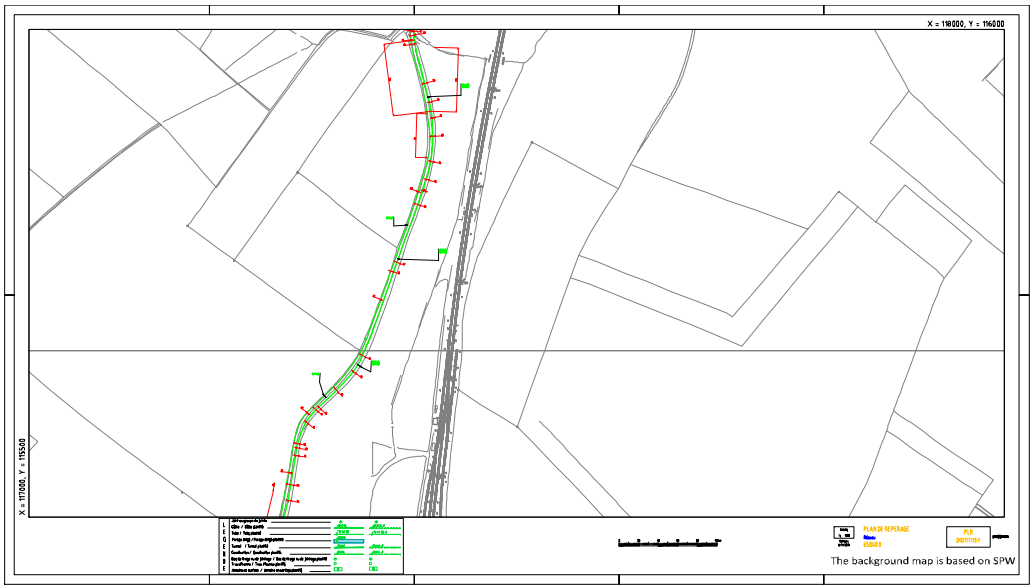
**H EN C FORAGE**

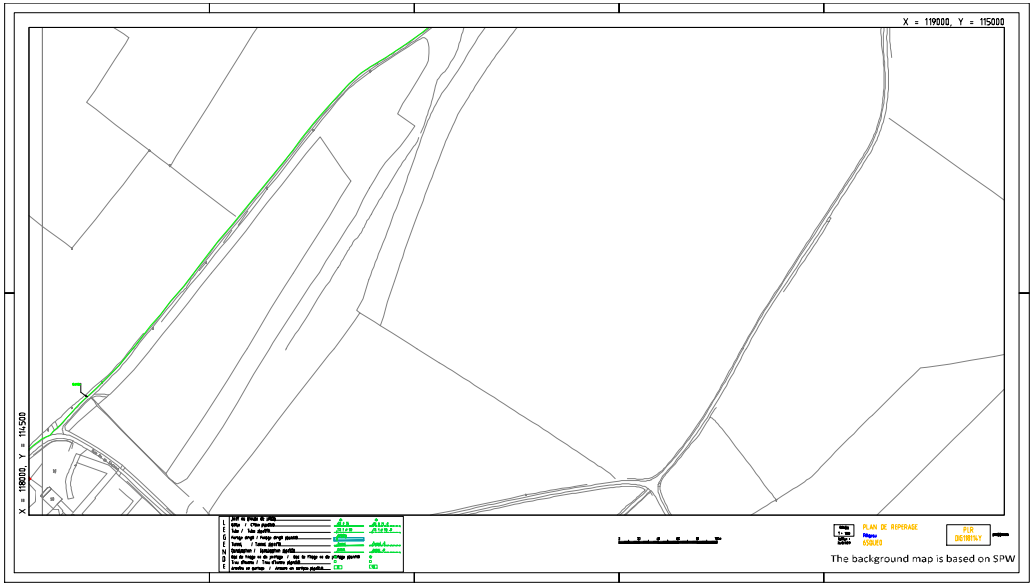
**FORAGE DIRIGE HORIZONTAL**

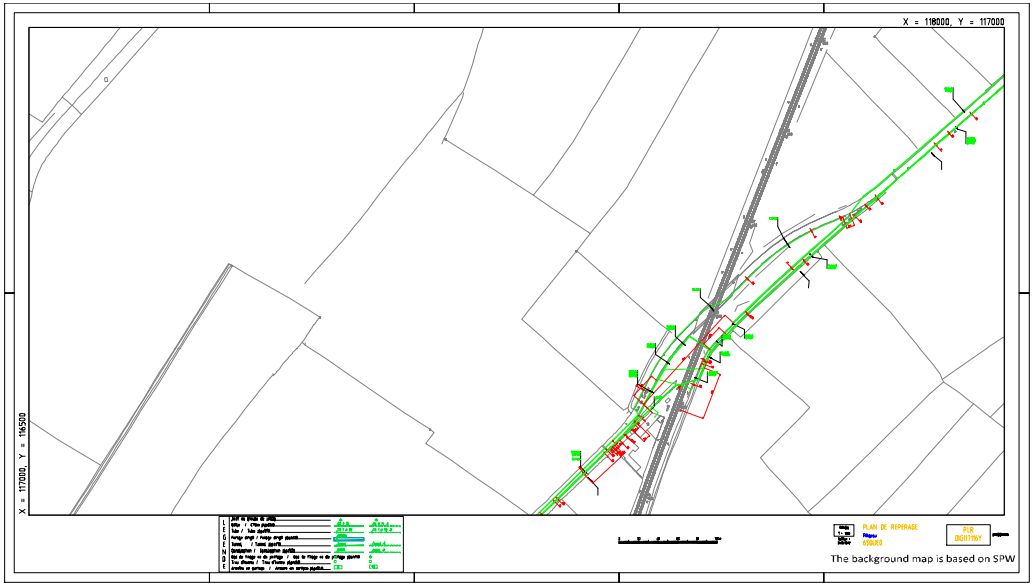
Les tailles reste une référence pour le forage pilot. Comme d'habitude ceci est un guidage et pas absolue. Les marques et le parcours réel de la ligne (s) peuvent être sujets à changement de diverses causes depuis l'agencement des plans.

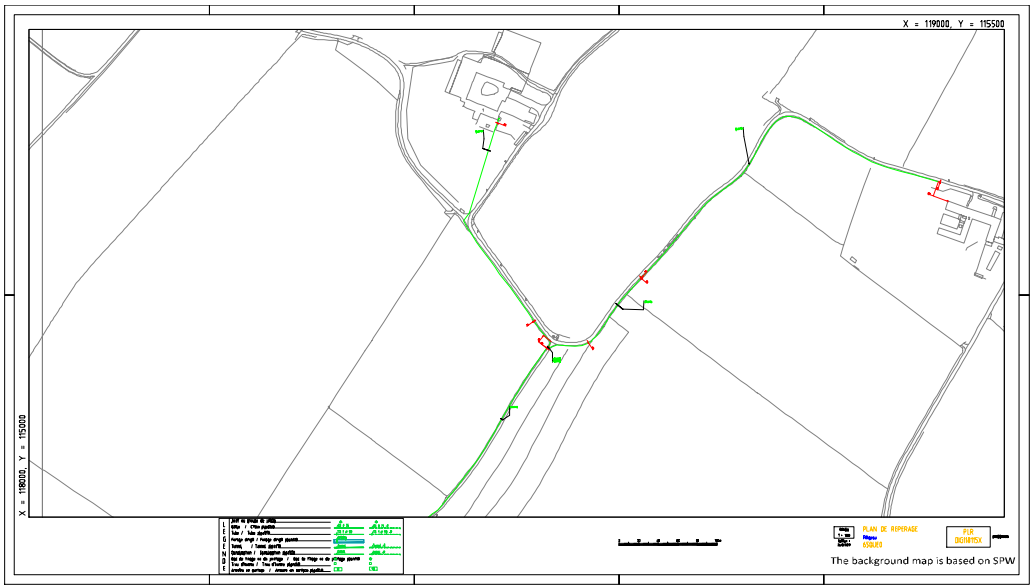


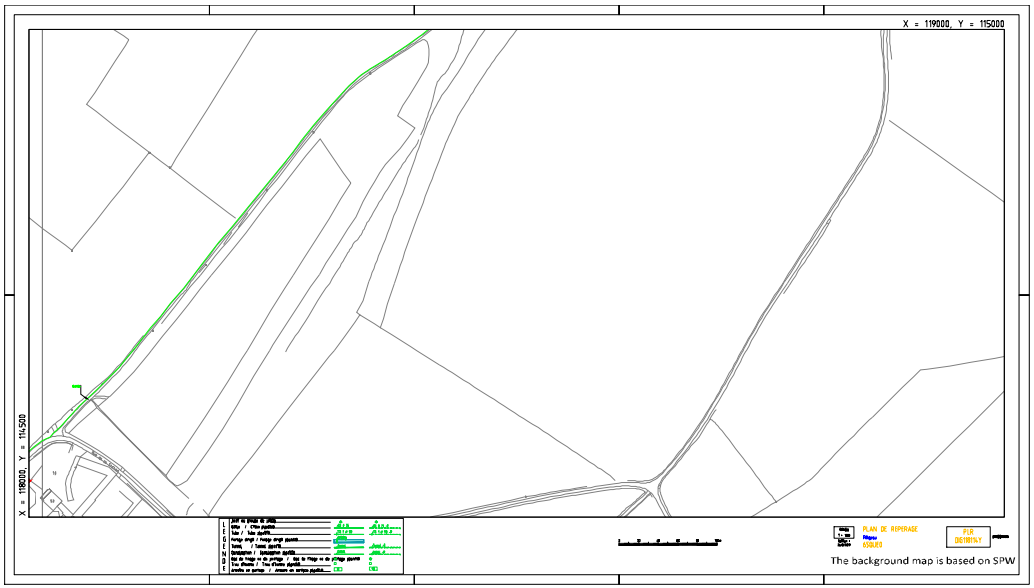

X = 118000, Y = 116500
X = 117000, Y = 116000
The background map is based on SPW

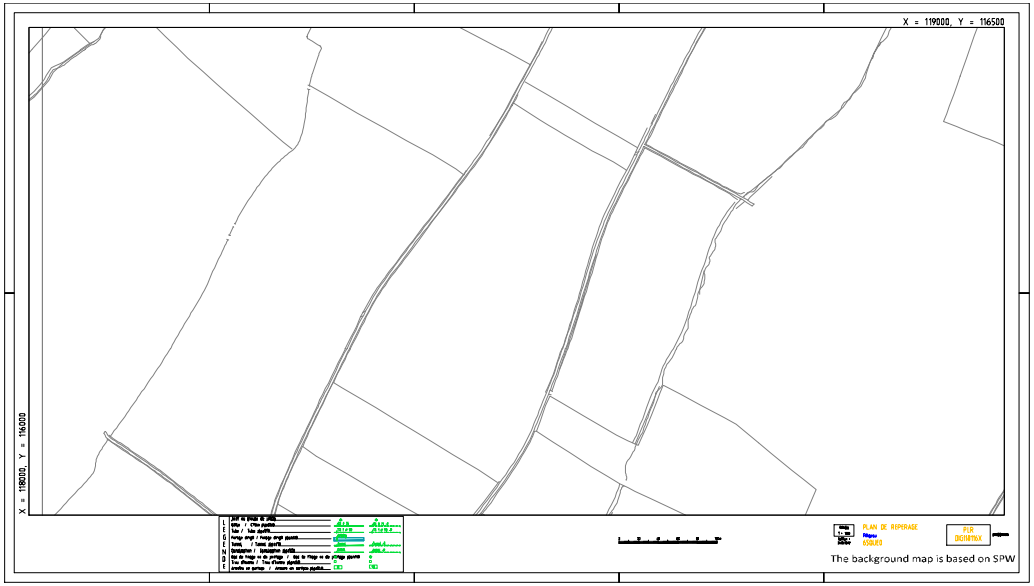

X = 119000, Y = 116000
X = 118000, Y = 115500
The background map is based on SPW


X = 119000, Y = 115000
X = 118000, Y = 114500
The background map is based on SPW

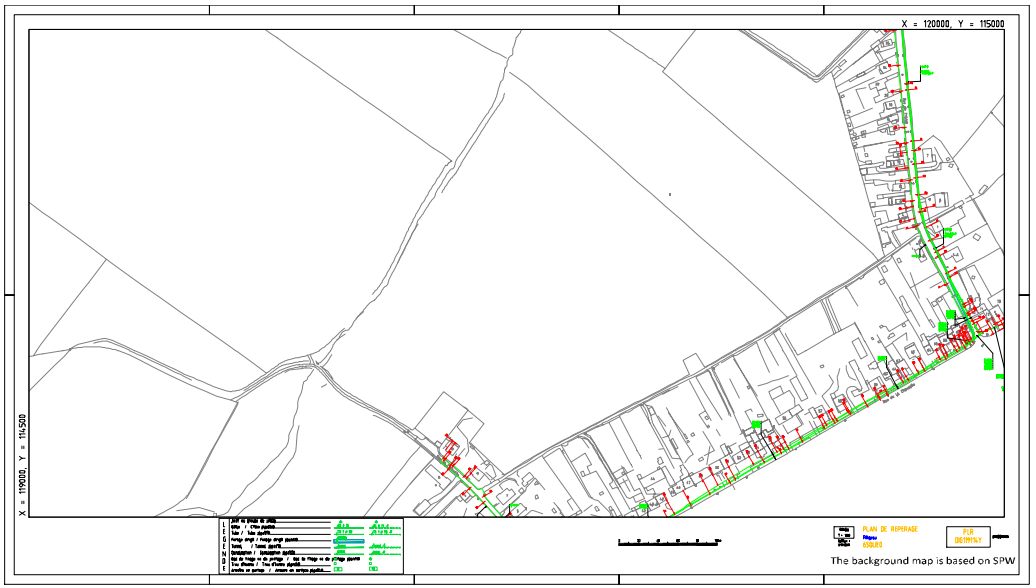

X = 118000, Y = 117000
X = 117000, Y = 116500
The background map is based on SPW

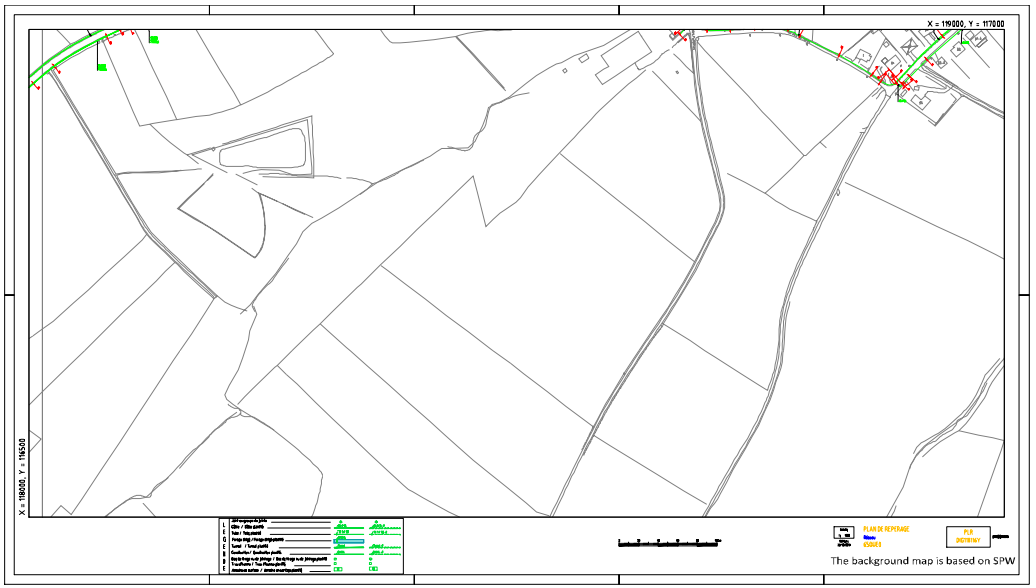

X = 119000, Y = 115500
X = 118000, Y = 115000
The background map is based on SPW

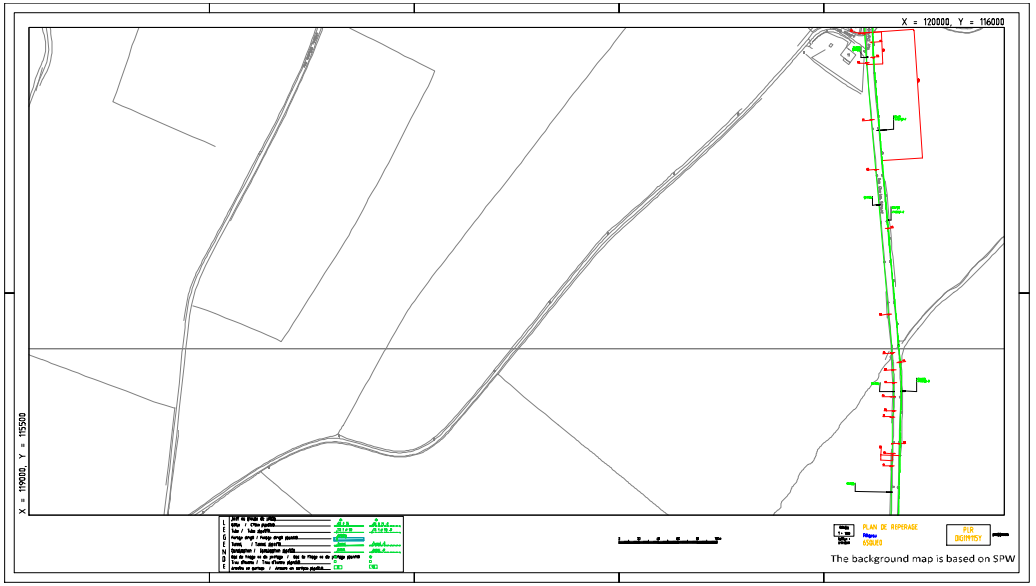

X = 119000, Y = 115000
X = 118000, Y = 114500
The background map is based on SPW

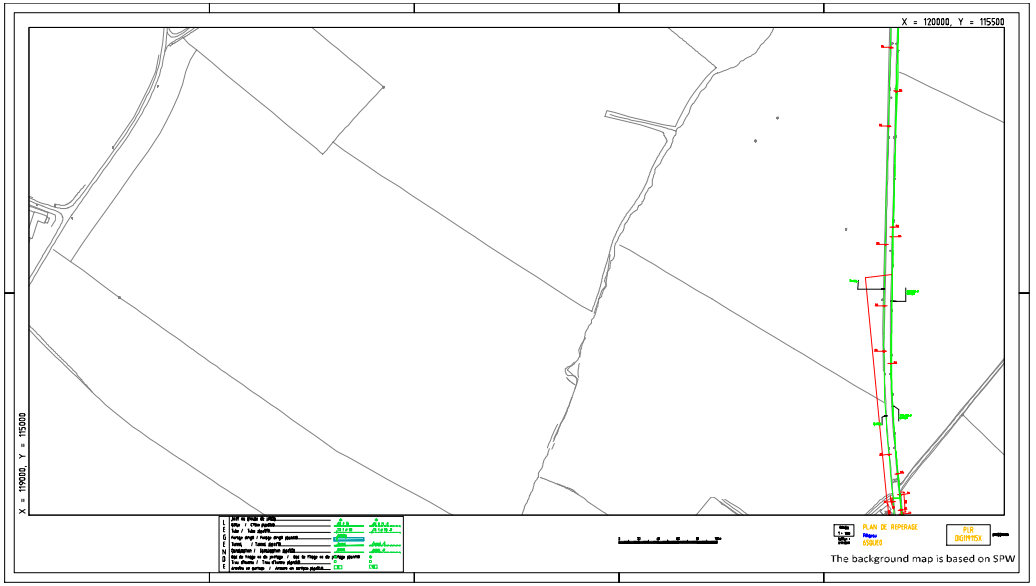

X = 119000, Y = 116500
X = 118000, Y = 116000
The background map is based on SPW

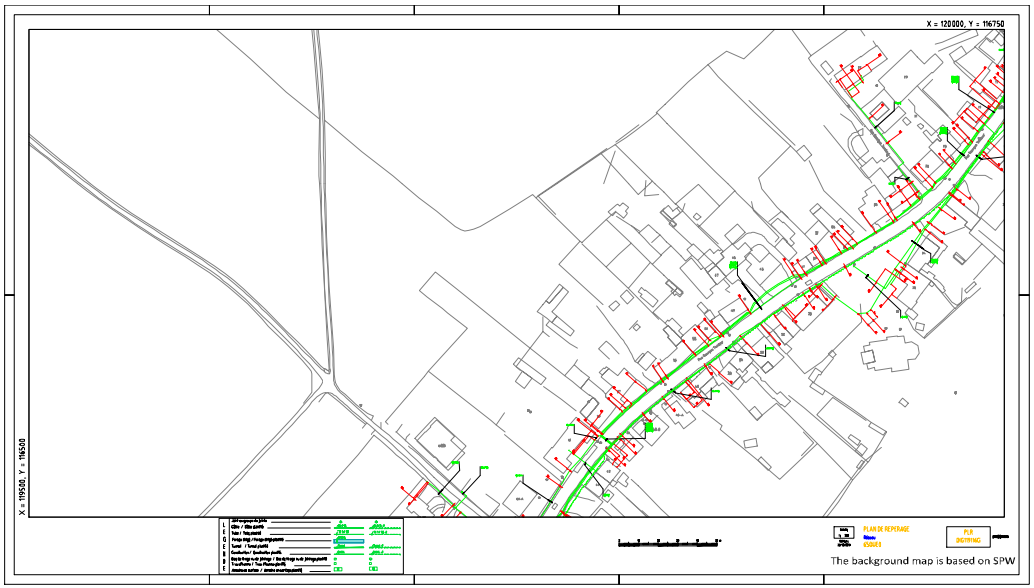
X = 119000, Y = 116000
X = 118000, Y = 115500
The background map is based on SPW

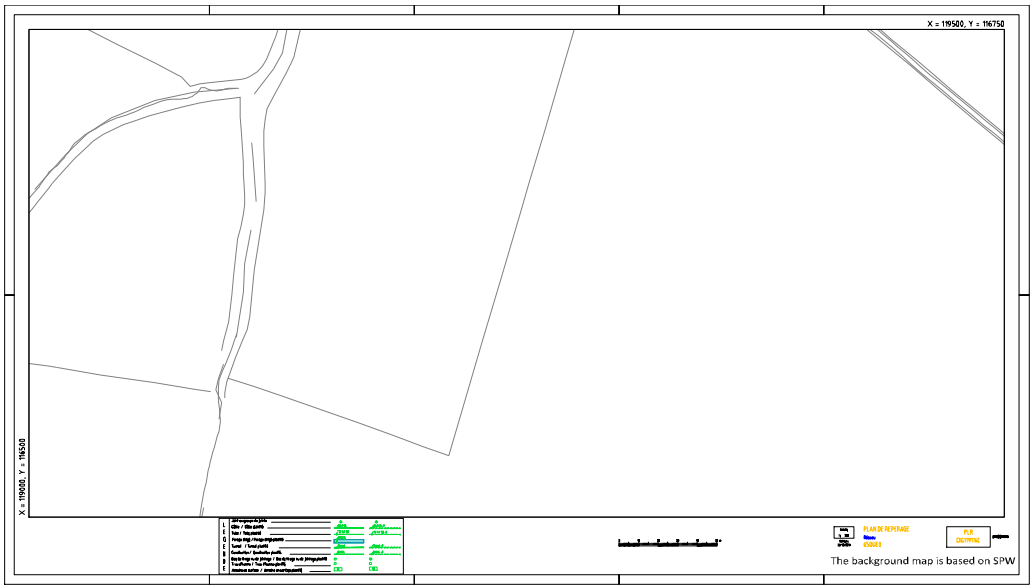

X = 120000, Y = 115000
X = 119000, Y = 114500
The background map is based on SPW

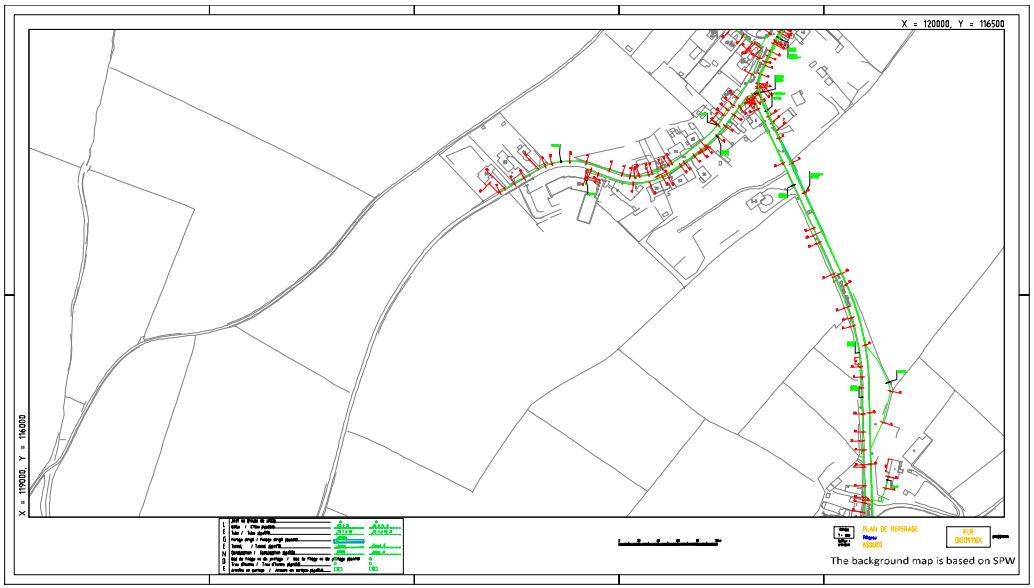

X = 119000, Y = 117000
X = 118000, Y = 116500
The background map is based on SPW


X = 120000, Y = 116000
X = 119000, Y = 115500
The background map is based on SPW


X = 120000, Y = 115500
X = 119000, Y = 115000
The background map is based on SPW


X = 120000, Y = 116750
X = 119500, Y = 116500
The background map is based on SPW


X = 119500, Y = 116750
X = 119000, Y = 116500
The background map is based on SPW


X = 120000, Y = 116500
X = 119000, Y = 116000
The background map is based on SPW

# ANNEXE Z ÉTUDE D'ORIENTATION D'ORES - ELIA

## Annexe 2 Identification du raccordement

| Nom de l'URD | STORM 60 bvba |
|---|---|
| Adresse du point de raccordement | RUE DE NEVERGIES<br>7040 QUEVY |

| Cabine de l'URD (à déterminer) | |
|---|---|
| Dénomination de la cabine | EOL QUEVY |
| Configuration de la cabine | STANDARD |
| N° de la cabine | 2282 |

| Raccordement principal | |
|---|---|
| Type | Trans-MT |
| Type of Connection prélèvement | DIR |
| Type of Connection injection | HIN |
| Tension nominale | 10,8 kV |
| Source d'alimentation | PO PATURAGES |
| Lieu de raccordement | Cellules de départ dédicacées dans le poste de PÂTURAGES |

| Capacités mises à disposition au niveau du point de raccordement | |
|---|---|
| Prélèvement maximum contractuel | 1.000 kVA |
| Injection maximale contractuelle | 25.000 kVA |
| Dont : | |
| Capacité d'injection Permanente | 5.700 kVA |
| Capacité d'injection Flexible | 19.300 kVA |
| Capacité d'injection permanente future (après accroissement de capacité économiquement justifié qui sera réalisé pour le 01/09/2023 sous réserve de l'obtention des autorisations nécessaires. Le délai peut être prolongé par une décision motivée de la CWaPE lorsque le retard dans l'adaptation du réseau est dû à des circonstances que le gestionnaire de réseau ne maîtrise pas. | 25.000 kVA |
| Capacité d'injection flexible future (après accroissement de capacité économiquement justifié qui sera réalisé pour le 01/09/2023 sous réserve de l'obtention des autorisations nécessaires. Le délai peut être prolongé par une décision motivée de la CWaPE lorsque le retard dans l'adaptation du réseau est dû à des circonstances que le gestionnaire de réseau ne maîtrise pas. | 0 kVA |

| Type de production à installer |
|---|
| Décentralisée avec valorisation (2 EAN) |

| Annexe 3 | Description du raccordement |
|---|---|

**Légende**

Le raccordement est constitué:

- De deux cellules de départ au poste de Pâturages.
- De deux cellules d'arrivée dans la cabine de l'URD.
- De deux liaisons composées de deux câbles PRC 400² Al d'une longueur de +/- 11.300 m.
- D'un canal de communication (impulsion, signalisation, modulation) d'une longueur de +/- 11.300 m.
- Des équipements de mesure.

Etude orientation Elia du 15/05/2021

## 4.2 Réseau 150 kV – 70 kV

La sous-station d'Elia la plus proche de la cabine de tête (dont l'adresse a été communiquée au chapitre 2) du futur parc éolien de Storm 60 est Harmignies 150 kV qui est située à environ 12 km (distance câble). Cette sous-station fait actuellement l'objet d'une restructuration importante. Une sous-station 150 kV à deux jeux de barres complète y est en construction. Elle sera alimentée dans le futur par une ligne aérienne deux ternes depuis la sous-station de Ville-sur-Haine 150 kV. La sous-station de Ville-sur-Haine est fortement intégrée dans le réseau maillé 150 kV d'Elia. Plusieurs liaisons 150 kV y aboutissent.

La sous-station 150/70 kV de Ciply ne comporte pas de poste 150 kV ni de poste 70 kV complet car elle est constituée de 2 antennes (pas de jeu de barres), l'une en 150 kV, l'autre en 70 kV depuis la sous-station d'Elia 150 kV d'Harmignies. Cette topologie implique que le raccordement ne pourra, au niveau de cette sous-station, se faire qu'en repiquage sur une des liaisons 150 kV ou 70 kV mais pas les deux. Dès lors, le raccordement ne pourra être que de type interruptible lors d'incident ou de travaux sur la liaison choisie.

Vu cette contrainte importante, induisant une perte de production du parc éolien et vu que la distance vers la sous-station de Ciply est pratiquement identique à celle vers la sous-station d'Harmignies (environ 12 km), cette option n'est pas retenue pour le raccordement du parc éolien dont il est question dans cette étude.

### 4.3 Possibilités de raccordement 150 kV retenue

Une seule variante a donc été analysée : un raccordement sur le futur poste 150 kV (à deux jeux de barres) d'Harmignies.

Le raccordement sera réalisé au moyen d'une nouvelle travée 150 kV à construire et d'un câble 150 kV d'environ 12 km.

La production de 36 MVA de Storm 60 peut être acceptée sur le réseau d'Elia au moyen d'un raccordement de type « Flexible », comme repris au paragraphe 4.4.

Vu les travaux en cours sur la sous-station d'Hamignies tel que décrit plus haut, le raccordement ne pourra avoir lieu **avant la fin 2023**, selon le planning actuel de ces travaux.

L'unité de production ne pourra apporter une puissance de court-circuit subtransitoire de 0,2 GVA maximum au niveau du point de raccordement au réseau Elia situé à Harmignies 150 kV. Il s'agit de la valeur maximale de l'apport subtransitoire, calculé selon IEC60909 (avec un facteur c=1.1).

### 4.4 Accès au réseau Elia

Elia ne peut octroyer un accès continu/permanent à Storm 60 pour 36 MVA (considéré à 36 MW) mais bien un accès flexible.

La seule possibilité de raccordement actuelle pour que cette unité de production puisse accéder au réseau d'Elia est que le niveau d'injection de cette unité de production soit régulé en fonction des autres unités de productions, des charges, des différents travaux d'entretiens ainsi que des éventuels incidents pouvant survenir dans le réseau environnant. Il en résulte que :

- 28 MW pourront être raccordés de façon permanente ;
- 8 MW pourront être raccordés de façon flexible. Elia estime que le niveau de modulation/flexibilité prévisible représente 0,17 MWh/an.

Bien à toi,
Véronique

Véronique Georges
Teamleader Business Development Wallonie

Borsbeeksebrug 22 | 2600 Antwerpen
T +32 3 210 07 20 | D +32 474 79 14 66 | M +32 474 79 14 66

storm.be | @stormwindenergy

# ANNEXE AA AUTORISATION DE TRAVAUX AU NIVEAU DU RUISSEAU DE PRISSART

Province de HAINAUT

# RAPPORT AU COLLÈGE PROVINCIAL

**OBJET :** demande d'autorisation pour l'établissement d'un ouvrage au-dessus du cours d'eau le « Prissart », entre les profils X et XI et de l'Atlas des cours d'eau non navigables de Quévy-le-Grand en vue de permettre la mise en place d'un projet éolien DEMANDEUR : STORM, Borbeeksebrug, 22 à 2600 Antwerpen Dossier n° 110/2022/000894 – CE/1020/2022/0072 – if/2022-15/am

Vu le Livre II du Code de l'environnement constituant le Code de l'eau, en abrégé le Code de l'eau, notamment les articles D.40. à D.41/2.

Vu le Livre I$^{er}$ du Code de l'environnement.

Vu l'Arrêté Royal du 5 août 1970 portant règlement général de police des cours d'eau non navigables ;

Vu la demande en date du mois de juin 2022, par laquelle STORM ayant son siège social Borbeeksebrug, 22 à 2600 Antwerpen., ci-dénommé « *le permissionnaire* » sollicite l'autorisation pour établir un ouvrage au-dessus du cours d'eau n°23.126 dit le «Prissart», entre les profils X et XI de l'Atlas des cours d'eau non navigables de Quévy-le-Grand, par la mise en place d'un tuyau de diamètre 600 mm sur 8 mètres de long en vue de permettre la mise en place du parc éolien ;

Vu le dossier joint à la demande;

Attendu que la demande a été réceptionnée comme étant complète en date du 30 juin 2022;

Considérant qu'une autorisation domaniale est requise pour tous travaux tels qu'approfondissement, élargissement, rectification et généralement toutes modifications sous, dans ou au-dessus du lit mineur du cours d'eau non navigable ou des ouvrages y établis, ainsi que la suppression ou la création de tels cours d'eau.

Considérant qu'il ressort du dossier introduit par *le permissionnaire* et des informations fournies par celui-ci que la réalisation des travaux ne mettra pas en péril ni l'intégrité du cours d'eau, ni le milieu aquatique, ni la sécurité publique ;

Considérant que les travaux projetés se situent en zone d'aléa d'inondation faible ;

Considérant qu'à l'examen de la demande, il a été procédé à l'examen des incidences probables du projet sur l'environnement au sens large, sur la base des



critères de sélection pertinents visés à l'article D. 66 du Livre Ier du Code de l'environnement ;

Considérant que l'autorité appelée à statuer est suffisamment éclairée sur les incidences possibles du projet sur l'environnement ;

Considérant que le projet ne doit pas être soumis à évaluation complète des incidences et une étude d'incidences sur l'environnement n'est donc pas nécessaire ;

**LE COLLÈGE PROVINCIAL DÉCIDE :**

D'accorder l'autorisation domaniale pour la réalisation des travaux susmentionnés moyennant le respect des conditions reprises en annexe 1.

En séance à Mons, le 14 juillet 2022 (10:00).

Présents :

Monsieur Serge HUSTACHE, **Président**
Madame Fabienne DEVILERS, Monsieur Eric MASSIN, **Députés provinciaux**
Monsieur Sylvain UYSTPRUYST, **Directeur Général provincial**
Monsieur Guy BRACAVAL, **Commissaire du Gouvernement wallon f.f.**

Le Député rapporteur :

Madame Fabienne DEVILERS

Le Directeur Général provincial
Sylvain UYSTPRUYST

Le Président
Serge HUSTACHE

**Annexe 1**

PROVINCE DE HAINAUT

HAINAUT INGENIERIE TECHNIQUE

COURS D'EAU NON NAVIGABLES

# AUTORISATION DOMANIALE

SOUS-BASSIN HYDROGRAPHIQUE : **la Haine**

COURS D'EAU : **Le «Prissart »**

N° : 23.0126

Catégorie : 2ème catégorie

OBJET : **demande d'autorisation pour l'établissement d'un ouvrage au-dessus du cours d'eau le « Prissart », entre les profils X et XI et de l'Atlas des cours d'eau non navigables de Quévy-le-Grand en vue de permettre la mise en place d'un projet éolien**

DEMANDEUR : STORM, Borbeeksebrug, 22 à 2600 Antwerpen

Dossier n° 110/2022/000894 – CE/1020/2022/0072 – if/2022-15/am

**Article 1.**

***Réalisation des travaux :***

La demande prévoit l'établissement d'un ouvrage au-dessus du cours d'eau n°23.126 dit le « Prissart», entre les profils X et XI de l'Atlas des cours d'eau non navigables de Quévy-le-Grand par la mise en place d'un tuyau de diamètre 600 mm sur 8 mètres de long.

Toute dégradation à cet endroit suite à la tenue des travaux, sera imputée au maître d'ouvrage qui interviendra seul à ses frais à la remise en état des lieux ;



L'organisation du chantier et l'exécution des travaux seront conçues de manière à assurer un minimum de perturbations au cours d'eau. Les travaux seront ordonnés de façon à permettre le fonctionnement normal des ouvrages existants (canalisations diverses, égouts, raccordements particuliers et d'avaloirs, câbles) ;

***Equipement et localisation des équipements projetés***

Le maître d'ouvrage sera tenu pour responsable de tout dommage occasionné par l'exécution des travaux, aux riverains et utilisateurs du cours d'eau. Il lui incombe éventuellement de dédommager les parties lésées.

**Article 2.**

L'autorisation domaniale est accordée pour une durée indéterminée.

**Traversée de cours d'eau**

Les ouvrages auront les caractéristiques suivantes : pose de tuyau de diamètre 600 mm sur plafond ferme (empierrement et stabilisé), sur une longueur de 8m **maximum.**

Il sera posé à un niveau tel que le profil en long du cours d'eau soit d'une pente uniforme entre les radiers des ouvrages d'arts existants situés en amont et en aval. Le cours d'eau sera curé ou reprofilé avant sa mise en place.
Les ouvrages autorisés sont exécutés suivant les règles de l'art et de la bonne construction, conformément aux indications des plans et documents produits, aux conditions fixées dans l'autorisation domaniale et à celles qui seront données sur les lieux, le cas échéant, par le gestionnaire.

Ils seront conçus de manière à résister à toutes causes de destruction et à ne provoquer aucune érosion du lit du cours d'eau.

L'ouvrage sera dimensionné de manière à offrir toute garantie de stabilité, la Province de Hainaut ne pourra être tenue pour responsable du mauvais dimensionnement (calcul de charge, fondation, matériaux utilisés,) de l'ouvrage ;

Les travaux de détournement des eaux et autres ouvrages provisoires exécutés dans le lit du cours d'eau ainsi que leurs méthodes d'exécution doivent être approuvés par le gestionnaire. Les décombres, plots, batardeaux,… doivent être enlevés aussitôt après achèvement des travaux ; Les travaux ne sont considérés comme terminés que lorsque les lieux sont remis en état.

Les matériaux ou fournitures ainsi que leurs poses ou mises en œuvre seront conformes aux prescriptions techniques de la dernière version du cahi***er des charges-type Qualiroutes*** de la Région Wallonne.

**Aucune réduction de section du cours d'eau n'est autorisée.**

L'ouvrage ne pourra constituer une entrave au bon écoulement du cours d'eau. **Le permissionnaire est tenu de veiller à son entretien en bon père de famille et à intervenir si nécessaire en cas d'entrave à l'entrée de celui-ci.**

Le maître d'ouvrage sera tenu pour responsable de tout dommage occasionné par l'exécution des travaux, aux riverains et utilisateurs du cours d'eau. Il lui incombe éventuellement de dédommager les parties lésées.

L'organisation du chantier et l'exécution des travaux seront conçues de manière à assurer un minimum de perturbations au cours d'eau le «Prissart». En cas de nécessité de mise à sec du tronçon du cours d'eau concerné, un pompage des eaux devra assurer l'absence de modification de l'écoulement des eaux en amont et en aval de la zone de travail. En cas de mise à sec partielle du cours d'eau, le dispositif installé devra être retiré en cas d'importantes précipitations afin de ne pas induire une montée des eaux rapide en amont de la zone de travail. Le demandeur aura l'obligation de retirer régulièrement les éventuels éléments charriés par le cours d'eau qui se fixeraient dans le matériel de chantier installé afin d'éviter la formation d'entraves dans le cours d'eau au droit de la zone de travail. Une attention renforcée sera exigée en cas de précipitations et en cas de fonte des neiges.

Lors des travaux, le permissionnaire prendra toutes les mesures nécessaires pour réduire son impact sur la faune et la flore. **Seuls les abattages nécessaires à la bonne exécution des travaux seront autorisés.**

**Le remblaiement sera limité au strict nécessaire, c'est-à-dire à la zone du nouveau pertuis et réalisé à l'aide de graviers perméables**

**Si un apport de terre est nécessaire pour le chantier, celles-ci devront être exemptes de toute plante exotique envahissante.**

**Article 3.**

Le permissionnaire se renseigne préalablement sur la présence de canalisations, câbles et autres installations enterrées dans le périmètre des travaux. Il se conformera strictement aux impositions fixées par les gestionnaires de réseau. Les canalisations et autres installations – qu'elles soient aériennes ou souterraines - rencontrées au cours des travaux dans les fouilles et aux abords de celles-ci ne pourront être dégagées ou leur état modifié sans accord préalable du gestionnaire de réseau.

Les travaux seront ordonnés de façon à permettre le fonctionnement normal des ouvrages existants (canalisations diverses, égouts, raccordements particuliers, lignes électriques, câbles).
Les travaux ne peuvent en aucun cas nuire à l'écoulement hydraulique du cours d'eau. Pendant la durée des travaux, le permissionnaire ne peut en aucun cas entraver ou perturber l'écoulement des eaux du cours d'eau ou celles venant des terrains supérieurs à la zone de travail. Il prend à cet effet toutes les mesures et dispositions requises pour assurer cette évacuation. Tous les moyens qu'il met en œuvre engagent sa responsabilité**. Il sera interdit de faire des dépôts dans le lit du cours d'eau lors de l'exécution des travaux.**

Le permissionnaire prend les mesures adéquates afin d'assurer la sécurité des usagers sur le domaine public. En aucun cas, il ne porte atteinte aux principales fonctions du cours d'eau non navigable visées à l'article D. 33/1 du Code de l'eau.

Le permissionnaire signale au plus tôt au gestionnaire tout dommage causé au domaine public.
Le permissionnaire sera responsable des dégradations et conséquences dommageables aux ouvrages existants, aux berges du cours d'eau suite aux travaux et interviendra seul à ses frais à la remise en état des lieux.



**Article 4.**

Les ouvrages autorisés sont constamment entretenus en bon état aux frais du permissionnaire, de manière qu'ils puissent toujours remplir leur destination. Au besoin, le gestionnaire pourra faire pourvoir d'office aux réparations nécessaires si le permissionnaire n'obtempère pas dans le délai prescrit à la première réquisition qui lui est adressée par lettre recommandée.

La dépense serait, en ce cas, récupérée comme il est dit à l'article 6 ci-après.

**Article 5.**

La présente autorisation est donnée uniquement en ce qui concerne la législation relative aux cours d'eau non navigables. Elle ne dispense pas le demandeur de se pourvoir des autres autorisations et permis nécessaires.

**Article 6.**

La présente autorisation domaniale est accordée **à titre précaire.**

Elle peut à tout moment être modifiée, suspendue ou retirée, sans que le permissionnaire puisse prétendre de ce chef à une quelconque indemnisation.

Dans ce cas, le gestionnaire informe le permissionnaire, par recommandé ou par toute autre modalité conférant date certaine, de la possibilité de modifier, suspendre ou retirer l'autorisation domaniale octroyée. Il précise :

1° les motifs qui justifient la mesure envisagée ;
2° que le permissionnaire a la possibilité d'exposer par écrit ses moyens de défense, dans un délai de trente jours à compter du jour de la réception de cette information, et qu'il a, à cette occasion, le droit de demander au gestionnaire la présentation orale de sa défense ;
3° que le permissionnaire a le droit de se faire assister ou représenter par un conseil ;
4° que le permissionnaire a le droit de consulter son dossier.

Le gestionnaire détermine, le cas échéant, le jour où le permissionnaire est invité à exposer oralement sa défense.

Si l'avis d'une instance particulière a été requis dans le cadre de la procédure de délivrance de l'autorisation, le gestionnaire lui soumet le dossier pour avis en même temps qu'elle en informe le permissionnaire. Si l'instance n'envoie pas son avis dans un délai de trente jours à dater de sa saisine, son avis est réputé conforme à celui du gestionnaire.

La décision de retrait, de suspension ou de modification de l'autorisation domaniale est notifiée dans les cent vingt jours à compter de l'expiration du délai visé au 2° ci-dessus, au permissionnaire par recommandé ou par toute autre modalité conférant date certaine.

Si le permissionnaire n'obtempère pas dans le délai prescrit à la réquisition qui lui est adressée par lettre recommandée ; le gestionnaire fait exécuter d'office les travaux nécessaires. Dans ce cas, la dépense ainsi mise à sa charge serait récupérée conformément aux prescriptions légales en matière de procédure civile.

**Article 7.**

Le gestionnaire a le droit de faire modifier ou supprimer les ouvrages autorisés dans les cas suivants :

1° lorsque les conditions particulières fixées à la présente autorisation ne sont plus remplies ;
2° lorsque survient un danger grave pour la santé de l'homme ou un préjudice ou un risque de préjudice à l'environnement ;
3° lorsque ces ouvrages présentent une menace grave pour la sécurité publique ou pour prévenir le risque d'inondations ;
4° lorsque ces ouvrages présentent une menace grave pour le milieu aquatique, et notamment lorsque celui-ci est soumis à des conditions hydromorphologiques critiques incompatibles avec sa protection, son amélioration ou sa restauration ;
5° lorsque le permissionnaire contrevient aux dispositions de la présente autorisation.

Le gestionnaire en informe le permissionnaire par recommandé ou toute autre modalité conférant date certaine au moins quinze jours avant de commencer l'exécution des travaux. Les frais inhérents à la modification de l'ouvrage sont à charge du permissionnaire concerné.

**Article 8.**

Le permissionnaire ne peut pas prétendre à une indemnité du fait de l'impossibilité de jouir de la présente autorisation totalement ou partiellement en raison :

1° d'un cas de force majeure ;
2° de mesures prises par le gestionnaire dans le cadre de la gestion du domaine public.

**Article 9.**

L'autorisation domaniale est périmée si elle n'a pas été mise en œuvre dans un délai de trois ans à dater de sa délivrance. Toutefois, à la demande du permissionnaire, elle peut être prorogée d'un an. Cette demande est introduite, par recommandé ou toute autre modalité conférant date certaine, trente jours avant l'expiration du délai de péremption. La prorogation est accordée par le gestionnaire.

**Article 10.**

Le permissionnaire ne peut apporter aux ouvrages ainsi autorisés aucune modification sans l'autorisation du gestionnaire.

En cas de violation de la présente autorisation domaniale, le gestionnaire met en demeure le permissionnaire, par recommandé ou par tout envoi conférant date certaine, de mettre fin à l'irrégularité par l'exécution de travaux et, si nécessaire, de remettre ou faire remettre le lit mineur ou les ouvrages y établis en état.

Le gestionnaire précise le délai laissé au permissionnaire pour s'exécuter.

En l'absence de mise en conformité ou de remise en état dans le délai imparti, le gestionnaire peut y procéder lui-même ou y faire procéder, aux frais du permissionnaire.



Toutefois, le gestionnaire peut d'office exécuter des travaux ou faire exécuter des travaux ou remettre ou faire remettre le domaine public en état, sans mise en demeure préalable et aux frais du permissionnaire, dans les cas suivants :

1° en cas d'extrême urgence ou lorsque les nécessités impératives du service public le justifient;
2° s'il est contre-indiqué de permettre au permissionnaire de remettre ou faire remettre lui-même le cours d'eau en état, pour des raisons impératives d'ordre technique, environnemental ou de sécurité;
3° si le contrevenant n'est pas et ne peut pas aisément être identifié

**Article 11.**

Le permissionnaire peut renoncer à l'autorisation domaniale moyennant l'envoi d'un recommandé ou par toute autre modalité conférant date certaine.

En cas de retrait de l'autorisation ou lorsque celle-ci est devenue sans emploi ou prend fin, le permissionnaire rétablit les lieux dans leur état primitif, à ses frais, dans le délai qui lui est fixé par le gestionnaire et aux conditions qu'il détermine, à défaut de quoi, il y sera procédé d'office aux frais, risques et périls du permissionnaire. La responsabilité du permissionnaire est engagée jusqu'au moment du rétablissement des lieux dans leur état primitif.

**Article 12.**

Par la seule mise en œuvre des travaux, le permissionnaire est censé avoir accepté pour lui, ses successeurs ou ayant cause, l'entière responsabilité de l'entreprise tant dans le présent que dans l'avenir.

La présente autorisation est transférée automatiquement à tous les propriétaires successifs des ouvrages.

Le permissionnaire informe sans délai le gestionnaire de tout changement des données reprises dans son dossier et dans la présente autorisation.

Le permissionnaire ne peut en aucun cas se prévaloir ou obtenir des droits réels sur le domaine public, ni faire valoir d'autres droits que ceux qui sont explicitement stipulés dans l'autorisation domaniale.

Les ouvrages établis en vertu de la présente autorisation restent la propriété du permissionnaire.
Le permissionnaire est responsable de tout dommage qu'il causerait à des tiers ou à la Province de Hainaut du fait des pertes, dégâts, accidents ou dommages pouvant résulter de l'usage de l'autorisation domaniale.

L'autorisation ne modifie en rien la situation légale préexistante quant à la propriété du lit du cours d'eau, des berges ou de l'eau courante, ni quant aux droits qui en dérivent. L'autorisation est délivrée sous réserve des droits des tiers.
L'autorisation ne confère pas à l'impétrant le droit de disposer, de quelque manière que ce soit, des terrains qui ne lui appartiennent pas, si ce n'est du consentement des propriétaires. Pour le surplus, elle le laisse seul responsable de tous les dommages, dégâts ou accidents causés à des tiers, comme aussi des conséquences de toute nature qui résulteraient de l'établissement, de l'existence, de l'entretien, de la modification ou de la suppression des ouvrages autorisés.

En cas d'expropriation pour cause d'utilité publique, l'impétrant n'est redevable d'aucune indemnité basée sur l'autorisation accordée. L'évaluation de l'emprise sera faite en faisant abstraction de ladite autorisation.

**Article 13.**

Le permissionnaire avertit le gestionnaire, par recommandé ou toute autre modalité conférant date certaine, du début de la mise en œuvre de l'autorisation domaniale, quinze jours avant son commencement. Le permissionnaire collabore avec le gestionnaire, et le cas échéant avec le Département de la Nature et des Forêts de la Direction générale Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, en vue de permettre le contrôle par ceux-ci des conditions particulières imposées dans l'autorisation domaniale. Cette surveillance implique uniquement le contrôle du respect des conditions particulières imposées, sans que le gestionnaire du domaine public n'en assume la responsabilité.

Une fois entamés, les travaux doivent être conduits avec toute la diligence possible.

La collaboration avec le gestionnaire peut impliquer l'accès du gestionnaire aux installations du permissionnaire. L'accès est accordé à tout moment au gestionnaire.

**Article 14.**

Le Fonctionnaire délégué du gestionnaire est Ing. I. Flament.

**Article 15.**

Dans les dix jours de la fin des travaux, le permissionnaire avertit le fonctionnaire-délégué du gestionnaire de leur achèvement.

Un contrôle sera réalisé pour vérifier que les travaux autorisés ont été exécutés conformément aux conditions posées ou qu'il ou constatant qu'ils n'y sont pas conformes

A cet effet, le fonctionnaire délégué dresse un procès-verbal certifiant de la conformité ou de la non-conformité des travaux réalisés.

Dans le cas où les travaux ne seraient pas conformes à la présente autorisation, un nouveau contrôle sera effectué après l'exécution des nouveaux travaux.

Les agents chargés de la surveillance des cours d'eau non navigables auront, en tout temps, et sans avertissement préalable le libre accès à l'ouvrage autorisé.

Le permissionnaire se conformera aux injonctions et instructions pour la manœuvre des parties mobiles des ouvrages en rapport avec le cours d'eau.



**Article 16.**

Il est bien spécifié que, dans tous les cas où elle se manifeste, l'intervention de la Province de Hainaut, s'exerçant en vertu de textes exprès ou d'une délégation du Pouvoir Exécutif, a uniquement pour objet de veiller à ce que l'exécution des travaux et leur entretien se fassent en conformité des lois et des règlements.

En conséquence, en cas d'accident, la Province de Hainaut ne pourra être mise en cause, soit par elle-même, soit par le fait des préposés du Hainaut Ingénierie Technique, le permissionnaire étant censé, par la seule mise en œuvre des travaux, avoir accepté pour lui, ses successeurs ou ayants droit, l'entière responsabilité de l'entreprise, soit dans le présent, soit dans l'avenir.

**Article 17.**

Expédition du présent Arrêté sera adressée :

a) Au demandeur,
b) Aux administrations ou autorités publiques consultées
c) Au SPW-DGARNE-DRCE-DCENN - Avenue Prince de Liège, 15 à 5100 NAMUR

**Article 18.**

Un recours au Gouvernement peut être exercé contre les décisions prises dans le cadre de la présente autorisation. Ce recours doit être introduit dans les vingt jours suivant la notification de la décision prise en vertu de la présente autorisation.

Sous peine d'irrecevabilité, le recours au Gouvernement est adressé au Ministre ayant les cours d'eau non navigables dans ses attributions, à l'adresse de la Direction générale Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, Avenue Prince de Liège, 15 à 5100 Namur, par recommandé ou par toute autre modalité conférant date certaine, au moyen du formulaire en annexe.