



**Etude de dangers dans le cadre du parc éolien**  
*Le Louveng*

Version définitive  
Avril 2013

**rp**GLOBAL

## SOMMAIRE

<b>I. PREAMBULE .....</b>	<b>4</b>	<b>IV.3.1. Raccordement électrique.....</b>	<b>32</b>
I.1. Objectif de l'étude de dangers .....	4	<b>IV.3.2. Autres réseaux.....</b>	<b>32</b>
I.2. Contexte législatif et réglementaire .....	4	<b>V. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION .....</b>	<b>34</b>
I.3. Nomenclature des installations classées .....	4	V.1. Potentiels de dangers liés aux produits.....	34
<b>II. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION.....</b>	<b>5</b>	V.2. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation .....	34
II.1. Renseignements administratifs .....	5	V.3. Réduction des potentiels de dangers à la source .....	35
II.2. Localisation du site .....	5	V.3.1. Principales actions préventives.....	35
II.3. Définition de l'aire d'étude.....	7	V.3.2. Utilisation des meilleures techniques disponibles .....	35
<b>III. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION .....</b>	<b>7</b>	<b>VI. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE .....</b>	<b>35</b>
III.1. Environnement humain .....	7	VI.1. Inventaire des accidents et incidents en France .....	35
III.1.1. Zones urbanisées .....	7	VI.2. Inventaire des accidents et incidents à l'international.....	36
III.1.2. Etablissements recevant du public (ERP).....	7	VI.3. Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience .....	37
III.1.3. Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base 10		VI.3.1. Analyse de l'évolution des accidents en France.....	37
III.1.4. Autres activités .....	10	VI.3.2. Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents .....	37
III.2. Environnement naturel.....	10	VI.4. Limites d'utilisation de l'accidentologie .....	37
III.2.1. Contexte climatique.....	10	<b>VII. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....</b>	<b>38</b>
III.2.2. Risques naturels.....	11	VII.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques.....	38
III.3. Environnement matériel.....	14	VII.2. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques.....	38
III.3.1. Voies de communication .....	14	VII.3. Recensement des agressions externes potentielles.....	38
III.3.2. Réseaux publics et privés.....	14	VII.3.1. Agression externes liées aux activités humaines.....	38
III.4. Cartographie de synthèse .....	14	VII.3.2. Agressions externes liées aux phénomènes naturels.....	38
<b>IV. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION .....</b>	<b>23</b>	VII.4. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques .....	39
IV.1. Caractéristiques de l'installation .....	23	VII.5. Effets dominos .....	41
IV.1.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	23	VII.6. Mise en place des mesures de sécurité .....	41
IV.1.2. Activité de l'installation .....	24	VII.7. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques .....	44
IV.1.3. Composition de l'installation .....	24		
IV.2. Fonctionnement de l'installation.....	26		
IV.2.1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur.....	26		
IV.2.2. Sécurité de l'installation .....	28		
IV.2.3. Nature et organisation des moyens de secours.....	29		
IV.2.4. Consignes et procédures de sécurité .....	31		
IV.2.5. Opérations de maintenance de l'installation.....	31		
IV.2.6. Stockage et flux de produits dangereux .....	32		
IV.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation.....	32		

<b>VIII.</b>	<b>ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....</b>	<b>45</b>
	VIII.1. Rappel des définitions .....	45
	VIII.1.1. Cinétique.....	45
	VIII.1.2. Intensité.....	45
	VIII.1.3. Gravité.....	46
	VIII.1.4. Probabilité .....	46
	VIII.2. Caractérisation des scénarios retenus.....	47
	VIII.2.1. Effondrement de l'éolienne .....	47
	VIII.2.2. Chute de glace .....	48
	VIII.2.3. Chute d'éléments de l'éolienne.....	49
	VIII.2.4. Projection de pales ou de fragments de pales.....	51
	VIII.2.5. Projection de glace .....	52
	VIII.3. Synthèse de l'étude détaillée des risques .....	53
	VIII.3.1. Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....	53
	VIII.3.2. Synthèse de l'acceptabilité des risques.....	55
	VIII.3.3. Cartographie des risques.....	55
<b>IX.</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>86</b>
<b>X.</b>	<b>RESUME NON TECHNIQUE.....</b>	<b>87</b>
	<b>Annexe 1 – Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne .....</b>	<b>88</b>
	Terrains non bâtis.....	88
	Voies de circulation .....	88
	Logements.....	88
	Etablissements recevant du public (ERP).....	88
	Zones d'activité .....	89
	<b>Annexe 2 – Tableau de l'accidentologie française .....</b>	<b>90</b>
	<b>Annexe 3 – Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques .....</b>	<b>94</b>
	Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02) .....	94
	Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07) .....	94
	Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02) .....	94
	Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03).....	95
	Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06) .....	95
	Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10).....	95
	<b>Annexe 4 – Probabilité d'atteinte et Risque individuel.....</b>	<b>96</b>
	<b>Annexe 5 – Glossaire.....</b>	<b>97</b>
	<b>Annexe 6 – Bibliographie et références utilisées .....</b>	<b>99</b>
	<b>Annexe 7 – Consultation GRT GAz .....</b>	<b>100</b>
	<b>Annexe 8 – Consignes et procédures de sécurité.....</b>	<b>102</b>

## I. PRÉAMBULE

### I.1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la Société d'exploitation du parc éolien « Le Louveng » pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien de Louveng, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc du Louveng.

Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien « Le Louveng », qui réduisent le risque à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

Ainsi, cette étude permet une approche rationnelle et objective des risques encourus par les personnes ou l'environnement, en satisfaisant les principaux objectifs suivants :

- améliorer la réflexion sur la sécurité à l'intérieur de l'entreprise afin de réduire les risques et optimiser la politique de prévention ;
- favoriser le dialogue technique avec les autorités d'inspection pour la prise en compte des parades techniques et organisationnelles dans l'arrêté d'autorisation ;
- informer le public dans la meilleure transparence possible en lui fournissant des éléments d'appréciation clairs sur les risques.

### I.2. CONTEXTE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de l'environnement relative aux installations classées. Selon l'article L. 512-1, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation [10] fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accident majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

Ainsi, l'étude de dangers a pour objectif de démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant. Elle comporte une analyse des risques qui présente les différents scénarios d'accidents majeurs susceptibles d'intervenir. Ces scénarios sont caractérisés en fonction de leur probabilité d'occurrence, de leur cinétique, de leur intensité et de la gravité des accidents potentiels. Elle justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité.

Ce contenu est défini par l'article R. 512-9 du Code de l'environnement :

- description de l'environnement et du voisinage
- description des installations et de leur fonctionnement
- identification et caractérisation des potentiels de danger
- estimation des conséquences de la concrétisation des dangers
- réduction des potentiels de danger
- enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs)
- analyse préliminaire des risques
- étude détaillée de réduction des risques
- quantification et hiérarchisation des différents scénarios en terme de gravité, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection
- représentation cartographique
- résumé non technique de l'étude des dangers.

De même, la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003 précise le contenu attendu de l'étude de dangers et apporte des éléments d'appréciation des dangers pour les installations classées soumises à autorisation.

### I.3. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSÉES

Conformément à l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, modifié par le décret n°2011-984 du 23 août 2011, les parcs éoliens sont soumis à la rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées :

A. - Nomenclature des installations classées			
N°	DÉSIGNATION DE LA RUBRIQUE	A, E, D, S, C (1)	RAYON (2)
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs :		
	1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m.....	A	6
	2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât a une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée :		
	a) Supérieure ou égale à 20 MW.....	A	6
	b) Inférieure à 20 MW.....	D	

(1) A : autorisation, E : enregistrement, D : déclaration, S : servitude d'utilité publique, C : soumis au contrôle périodique prévu par l'article L. 512-11 du code de l'environnement.  
(2) Rayon d'affichage en kilomètres.

Le parc éolien « Le Louveng » comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

## II. INFORMATIONS GÉNÉRALES CONCERNANT L'INSTALLATION

### II.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Les premières études de préfaisabilité portant sur ce projet éolien sur la Communauté de communes du Quercitain ont été entamées dès 2009 par la société RP Global, développeur travaillant principalement dans la région Nord Pas de Calais.

Nom de la Société du porteur de projet	<b>RP Global</b>
Raison Sociale	SARL
Adresse	31, rue Inkerman 59000 Lille
Numéro d'immatriculation au RCS	503599086000025
Numéro de TVA	FR57503599086

Nom de la Société d'exploitation	<b>LE LOUVENG</b>
Numéro d'identification	791151699 R.C.S Lille
Code NAF	3511Z

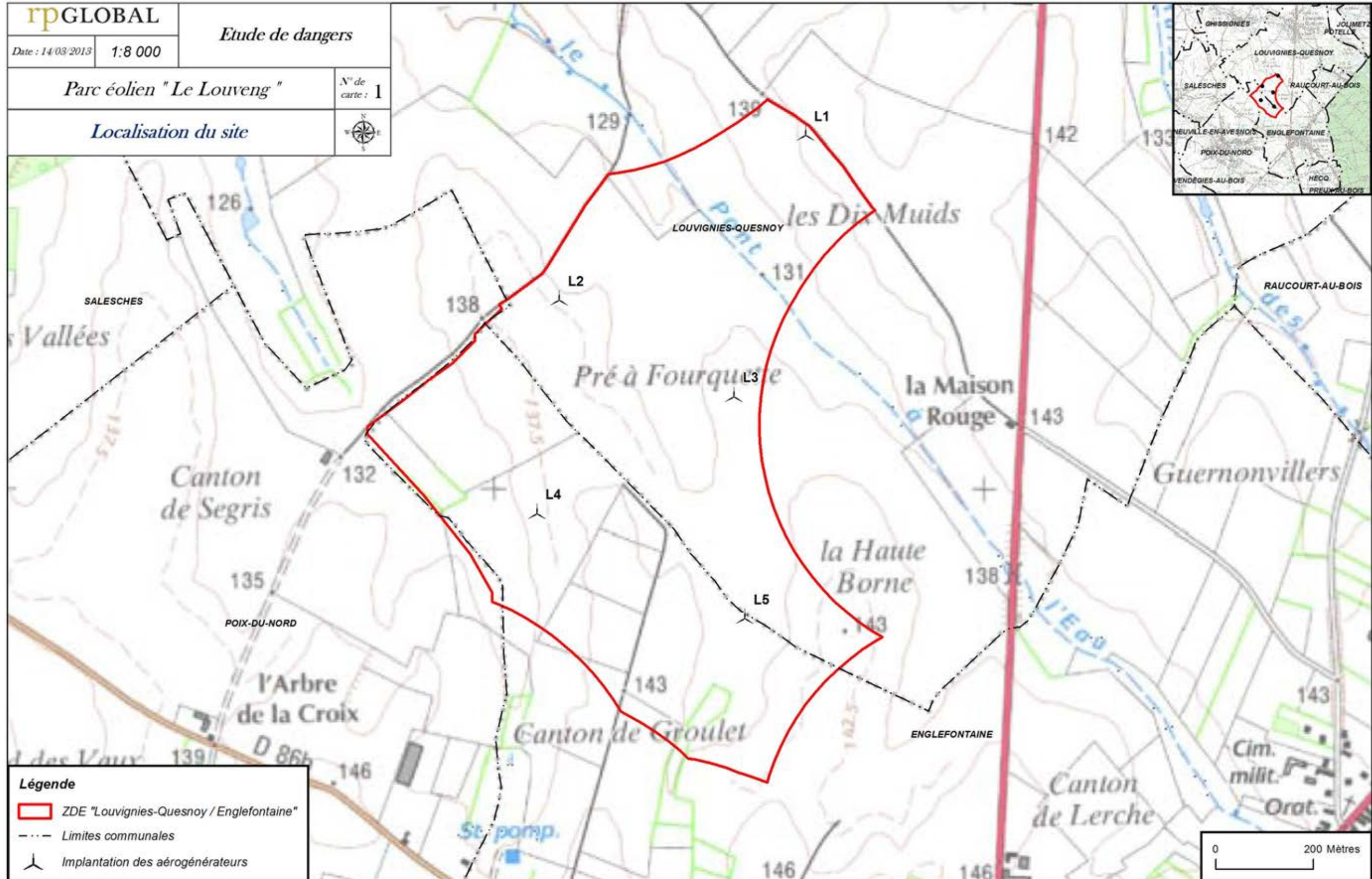
Cette étude a été réalisée par M. Gambier Philippe, Assistant de développement de projets éoliens au sein de RP Global France, porteur du projet.

La société d'exploitation « Le Louveng » exploite le parc du même nom.

### II.2. LOCALISATION DU SITE

Le parc éolien « Le Louveng », composé de 5 aérogénérateurs, est localisé sur les communes de Louvignies-Quesnoy (59530) et d'Englefontaine (59530) dans le département du Nord (59), en région Nord-Pas-de-Calais (carte 1).

Les cartes de cette étude de dangers possèdent quelques imprécisions dans la mesure où les fonds de cartes IGN (Scan 1/25000) présentent un décalage variant d'environ une dizaine de mètres (pixellisation de l'image, précision du géoréférencement...).



### II.3. DÉFINITION DE L'AIRE D'ÉTUDE

Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe VIII.2.4.

La zone d'étude n'intègre pas les environs du poste de livraison, qui sera néanmoins représenté sur la carte (carte 2).

Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

### III. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de décrire l'environnement dans la zone d'étude de l'installation, afin d'identifier les principaux intérêts à protéger (enjeux) et les facteurs de risque que peut représenter l'environnement vis-à-vis de l'installation (agresseurs potentiels).

#### III.1. ENVIRONNEMENT HUMAIN

##### III.1.1. ZONES URBANISÉES

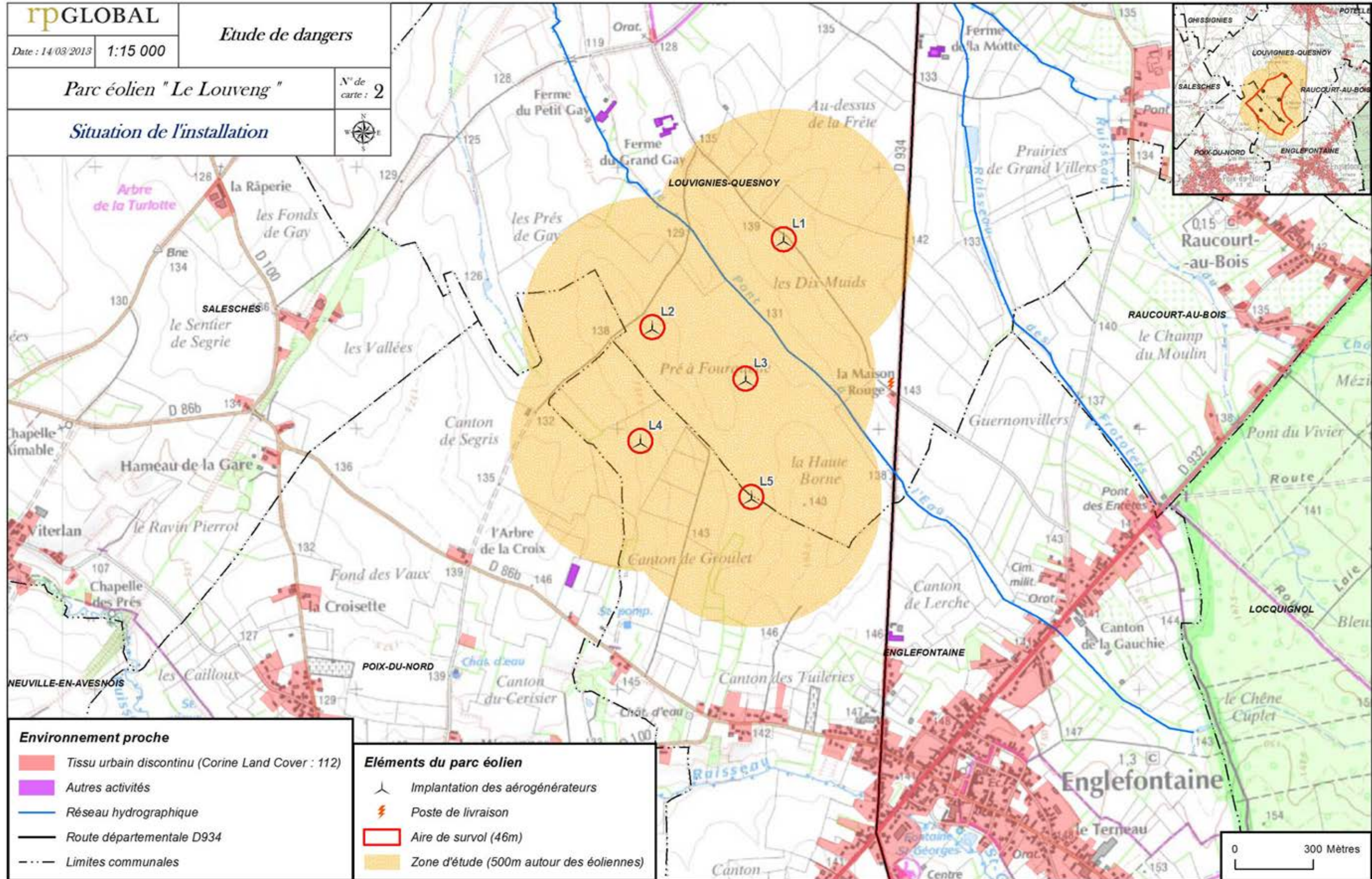
Communes	Code INSEE	Code postal	Nombre d'habitants (Recensement INSEE 2008)	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Altitude (m)
Louvignies-Quesnoy	59363	59530	959	8.43	148
Englefontaine	59194	59530	1329	4.62	152
Poix-du-Nord	59464	59218	2013	8.67	151
Salesches	59549	59218	310	4.58	138
Raucourt-au-Bois	59494	59530	170	1.04	148

La carte 3 expose les zones urbanisées ainsi que les habitations à proximité de la zone d'étude.

Sur les cartes ci-dessous, l'aire de survol correspond à la surface d'un disque de rayon égal à la longueur d'une pale (46m = longueur maximale d'une pale pour notre étude).

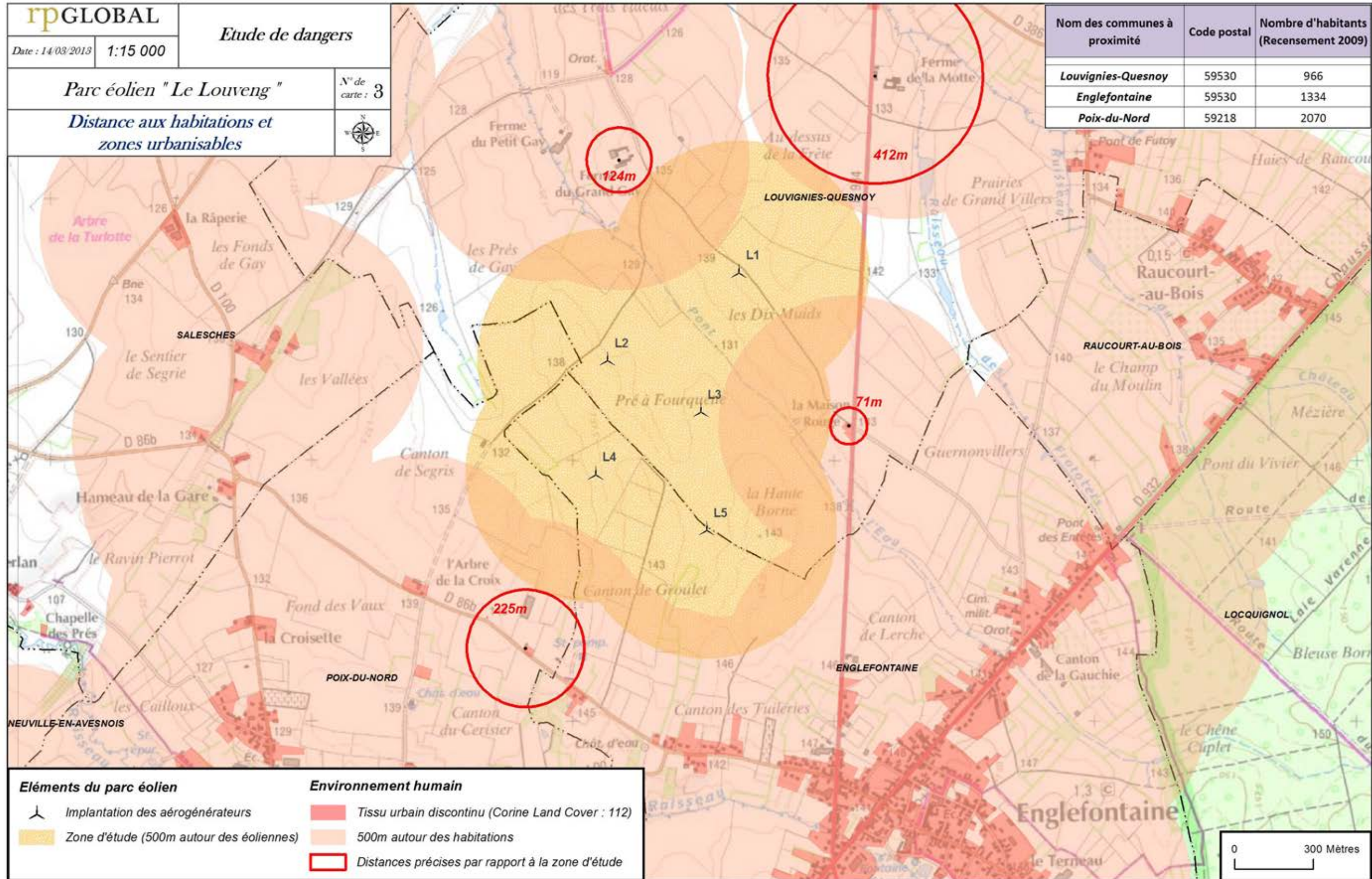
##### III.1.2. ÉTABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Dans les limites de la zone d'étude aucun établissement recevant du public (ERP) n'est recensé.



Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu





Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu

### III.1.3. INSTALLATIONS CLASSÉES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (ICPE) ET INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE

Dans les limites de la zone d'étude, aucunes installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ne sont recensées.

### III.1.4. AUTRES ACTIVITÉS

Dans les limites de la zone d'étude, on observe la présence d'aucune autre activité (carte 4). L'activité agricole la plus proche se situe à proximité de la zone d'étude (environ une trentaine de mètres). Il s'agit d'une activité agricole située au Sud-Ouest de la zone d'étude.

## III.2. ENVIRONNEMENT NATUREL

### III.2.1. CONTEXTE CLIMATIQUE

Le climat du département du Nord est typiquement un climat du Bassin Parisien, c'est-à-dire tempéré, sous influence océanique, avec des nuances continentales qui se marquent évidemment vers l'est du département. Les caractéristiques du climat tempéré sont : un climat doux et humide, des hivers modérément froids et des étés tempérés par la brise marine.

Les différences d'altitude, bien que modestes dans le Nord (Dunkerque : 0 à 17 m, Avesnes-sur-Helpe : 143 à 188 m), jouent aussi un rôle, et les hivers sont plus froids dans l'Avesnois qu'en Flandre maritime.

Les écarts de température entre été et hiver peuvent être importants (23°C de température moyenne maximale contre 0,1°C de température moyenne minimale).

La pluviométrie varie entre 550-600 mm au Nord et au Sud et 800 mm au centre de la région Nord-Pas-de-Calais.

L'ensoleillement est inférieur à celui du littoral. (Cf. l'exemple de la station de mesures de Cambrai-Epinoy : Figure 1)

L'étude des vents du secteur a été faite sur la base des données fournies par les services de METEO-FRANCE.

La station météorologique de Valenciennes qui est retenue se situe à environ 20 km au nord de la zone d'étude.

Les vents dominants sur la région sont de sud-ouest (Cf. Figure 3).

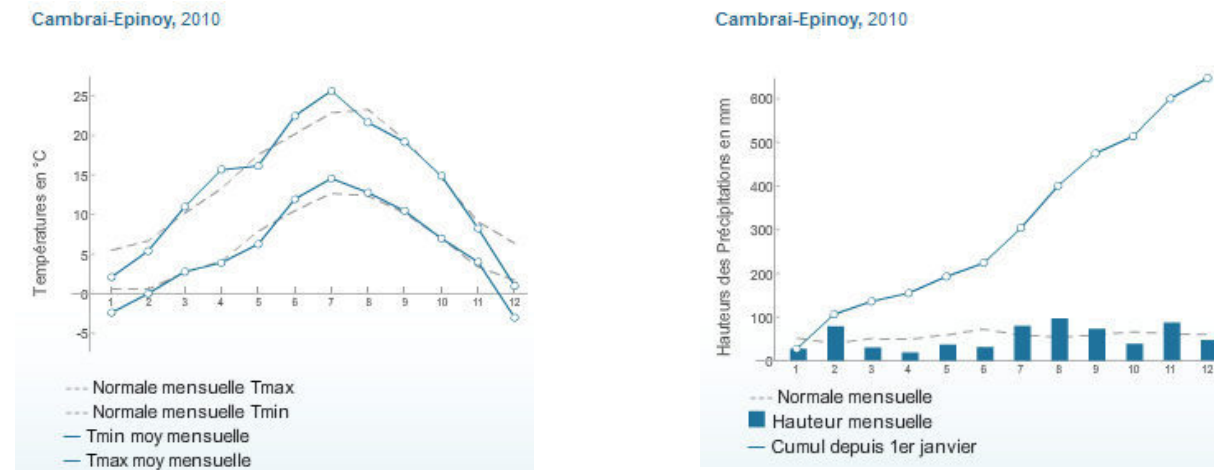


Figure 1 : Présentation des températures et des précipitations pour l'année 2010 et la moyenne depuis 1971 (Station de Cambrai-Epinoy)

Source : Météo France

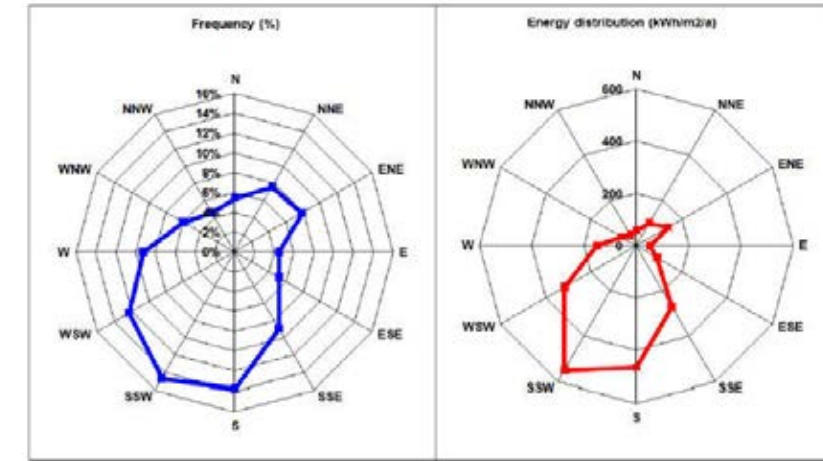


Figure 7: Frequency of occurrence and energy distribution based on the S6 m measurement at Louvignies during the period 07.09.2010 – 31.10.2011.

Figure 2 : Résultats du mât de mesures de Louvignies

Les vents dominants et avec les vitesses les plus importantes proviennent du Sud-Ouest. En revanche le vent provient peu d'une orientation d'Est (Cf. Figure 2).

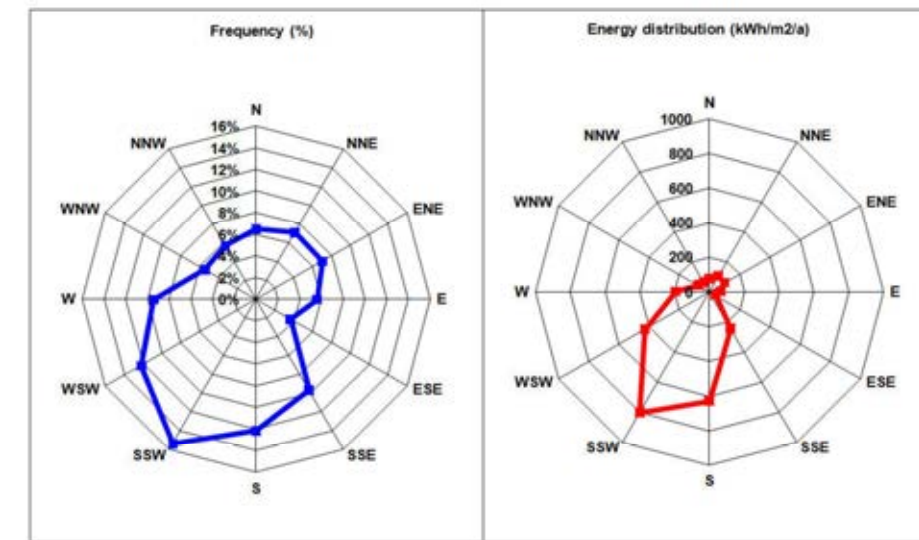


Figure 10: Frequency of occurrence and energy distribution at 86 m for the long term period January 1980 to October 2011 based on NCAR-data as reference time series.

Figure 3 : Corrélation à long terme du mât de mesures de Louvignies

III.2.2. RISQUES NATURELS

- Le zonage sismique français entré en vigueur le 1er mai 2011 est défini dans les décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010, codifiés dans les articles R.563-1 à 8 et D.563-8-1 du Code de l'Environnement. Ce zonage, reposant sur une analyse probabiliste de l'aléa, divise la France en 5 zones de sismicité représentées sur la carte ci-dessous. **La zone d'étude se situe en zone de sismicité n°3, le risque sismique est modéré.**

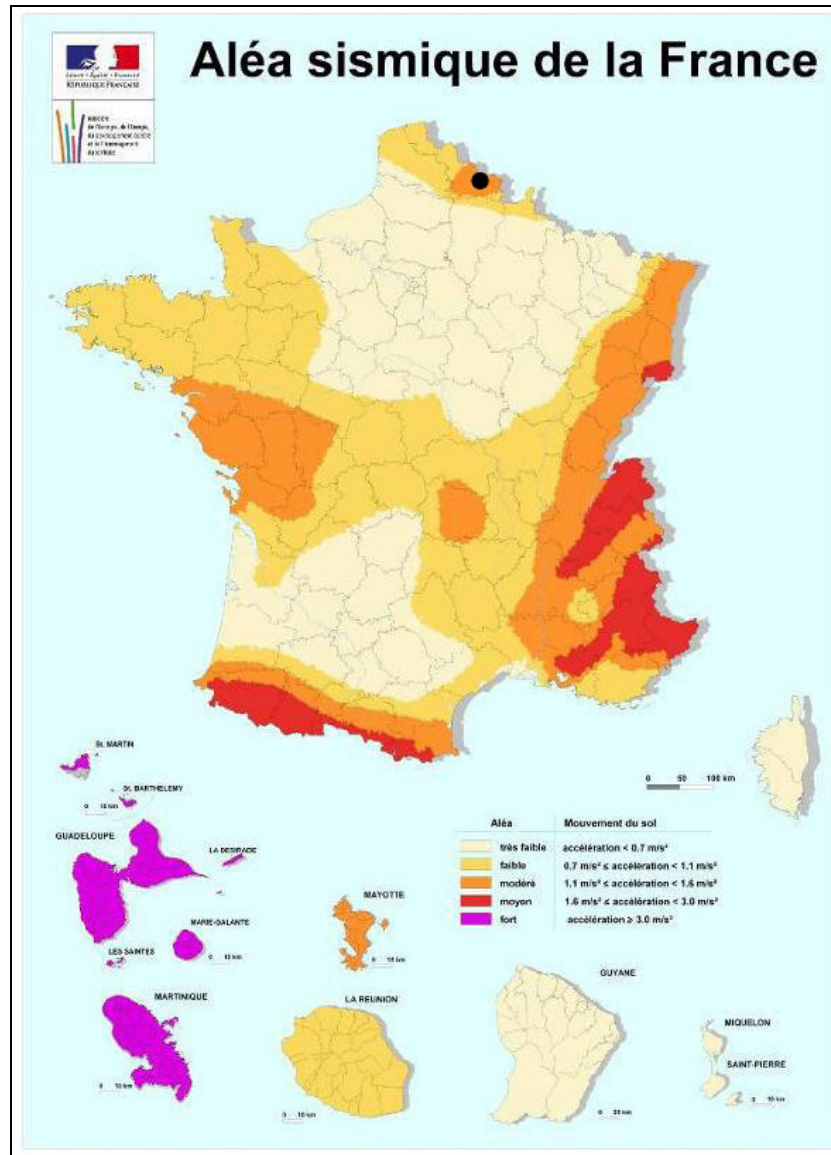


Figure 4 : Zone de sismicité en France (le point représente la zone d'étude)  
Source : [www.planseisme.fr](http://www.planseisme.fr)

- D'après le site du BRGM : [www.bdmvt.net](http://www.bdmvt.net), les communes de Louvignies-Quesnoy, Poix-du-Nord et d'Englefontaine n'ont pas fait état de recensement de mouvements de terrain (sauf lors de la tempête de Décembre 1999).
- La zone d'étude est située dans un zonage d'aléa faible et d'aléa nul concernant le retrait et le gonflement des argiles (Cf. figure 5).

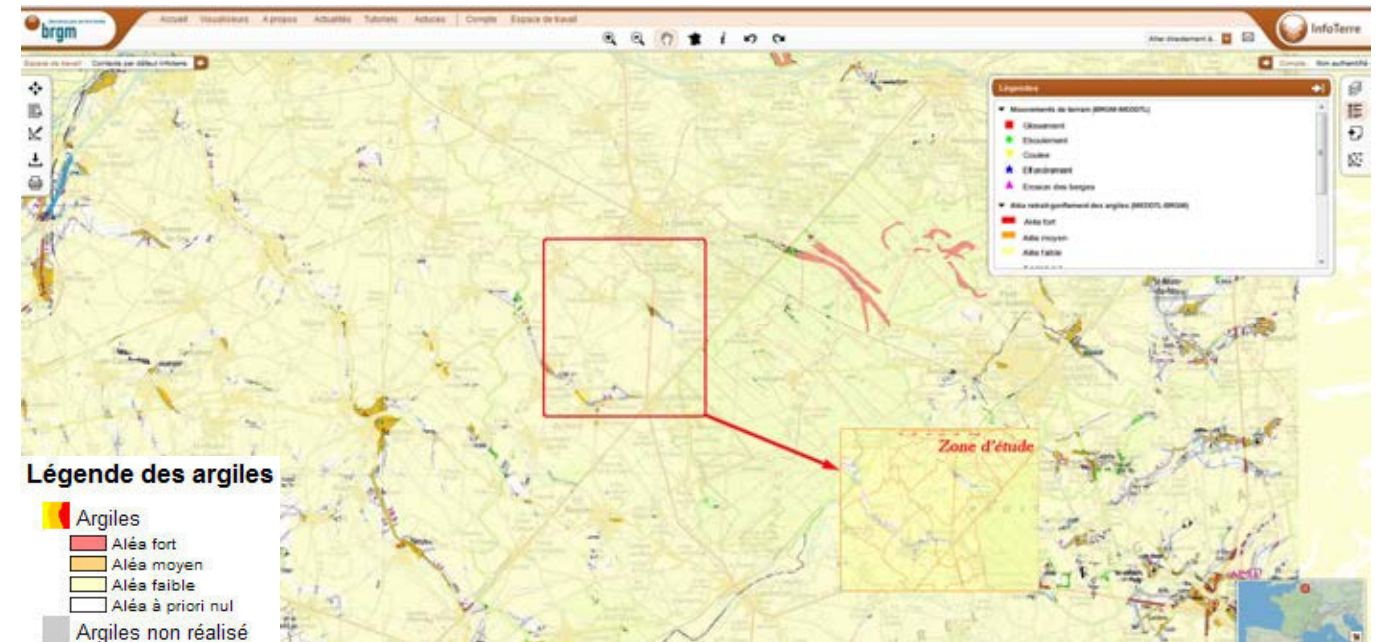


Figure 5 : Sensibilité du périmètre immédiat de l'étude à l'aléa retrait – gonflement des argiles  
Source : [http://www.argiles.fr/donnees\\_SIG.htm](http://www.argiles.fr/donnees_SIG.htm)

- La densité de foudroiement pour la commune concernée par le projet de parc éolien « Le Louveng » a été de 0,3 à 0,5 impact/km²/an (moyenne nationale 1.2) en 2010. Aussi le risque de foudroiement susceptible d'avoir un impact sur le projet et son environnement proche est faible.
- Les tableaux ci-dessous recensent, pour les communes de Louvignies-Quesnoy, Englefontaine et de Poix-du-Nord, les arrêtés de catastrophes naturelles pris depuis plus de 20 ans. Ces informations proviennent du site internet « [www.prim.net](http://www.prim.net) », site du ministère de l'environnement et du développement durable qui recense les risques majeurs.

Ces informations permettent de donner une indication de l'exposition des communes aux différents risques naturels.

Communes concernées	Evénements recensés	Début de l'événement	Fin de l'événement
Louvignies-Quesnoy Englefontaine Poix-du-Nord	Mouvement de terrain	25/12/1999	29/12/1999

Figure 6 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelles pour l'aléa « Mouvement de terrain » recensés sur les communes de la zone d'étude  
Source : <http://macommune.prim.net/gaspar>

Communes concernées	Evénements recensés	Début de l'événement	Fin de l'événement
Louvignies-Quesnoy	Inondations et coulées de boue	19/12/1993	02/01/1994
Louvignies-Quesnoy Englefontaine Poix-du-Nord	Inondations et coulées de boue	25/12/1999	29/12/1999
Louvignies-Quesnoy	Inondations et coulées de boue	12/02/2002	13/02/2002

Figure 7 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelles pour l'aléa « inondation » recensés sur les communes de la zone d'étude

Source : <http://macommune.prim.net/gaspar>

Commune concernée	Plan
Louvignies-Quesnoy	PPRn Inondation prescrit le 17/09/2002

Figure 8 : PPR « Inondation » recensés dans le périmètre de la zone d'étude

Source : <http://www.prim.net>

Les inondations, coulées de boues et mouvements de terrain de décembre 1999 correspondent à la tempête de 1999 et dont l'arrêté de reconnaissance des catastrophes naturelles a été pris pour une grande partie des communes de France (Cf. Figures 6 et 7).

Suite à l'événement du 12/02/2002 (inondations et coulées de boue), La commune de Louvignies-Quesnoy est concernée par un Plan de Prévention des Risques lié à l'aléa « Inondation » (Cf. Figure 8).



### III.3. ENVIRONNEMENT MATÉRIEL

#### III.3.1. VOIES DE COMMUNICATION

La zone d'étude est localisée sur des terrains agricoles peu fréquentés ou l'on recense le passage de routes communales (carte 5). Certains de ces chemins ne sont pas aménagés (non-praticables) et appartiennent désormais à la commune. La route départementale 934 est située à 455m de l'aérogénérateur « L1 » au Nord du parc éolien « Le Louveng ». Cette route départementale traverse donc la zone d'étude c'est pourquoi il est nécessaire de connaître le trafic journalier. Il s'agit bien d'une route structurante dans la mesure où le trafic journalier est supérieur à 2000 véhicules par jour (7674 véhicules / jour : Cf. Figure9).

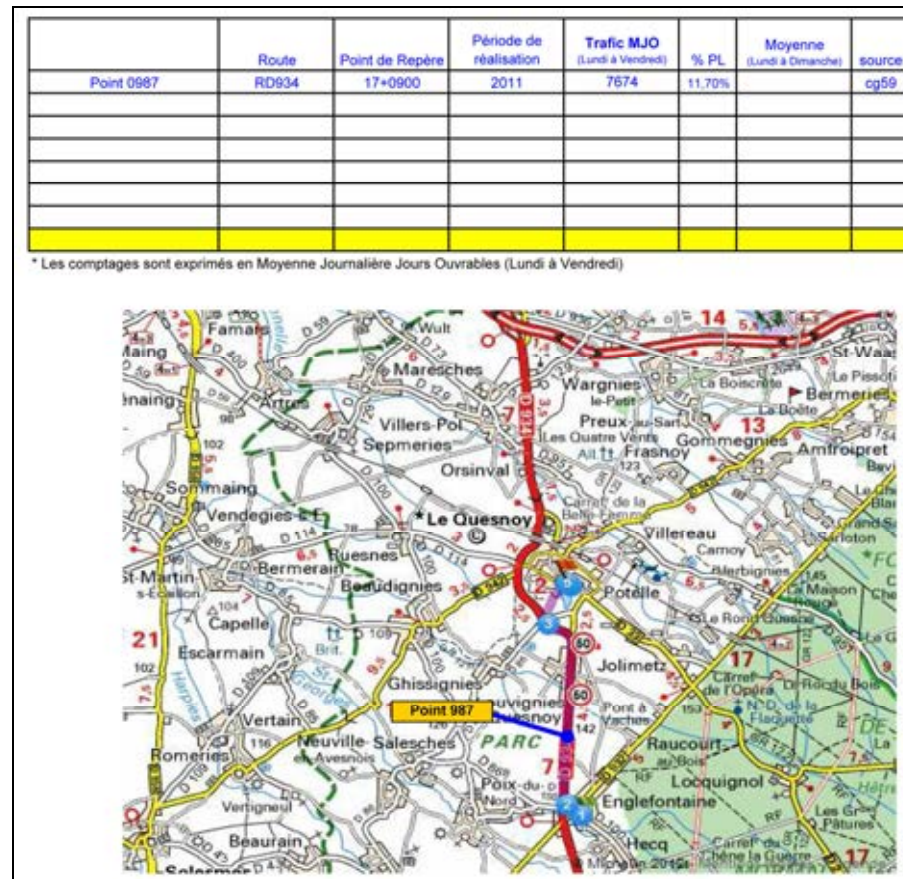


Figure 9 : Extrait de la demande de renseignements de comptage sur la RD934  
Source : Conseil Général du Nord

Parc éolien « Le Louveng »				Distance par rapport au mât des éoliennes				
Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	L1	L2	L3	L4	L5
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	455m				

#### III.3.2. RÉSEAUX PUBLICS ET PRIVÉS

La carte 6 représente les réseaux publics et privés sur la zone d'étude du parc éolien « Le Louveng ». On constate que toutes les distances de sécurité ont été respectées pour l'implantation des aérogénérateurs. Il est à noter que la zone tampon de 289m de la conduite de gaz correspond à la distance la plus élevée et donc la plus contraignante (Consultation effectuée pour une machine dont les caractéristiques engendrent une zone tampon plus élevée que les 3 modèles d'aérogénérateur de notre étude : cf. Annexe 7).

Dans notre cas, l'implantation des aérogénérateurs respecte la distance au sol ( $d > 289m$  de la conduite de gaz) permettant de limiter au maximum les événements suivants :

- Effondrement de la machine génère des vibrations dans le sol acceptables.
- Probabilité de recevoir un morceau de pale impactant l'ouvrage gaz est très faible (probabilité inférieure à 10<sup>-6</sup>)

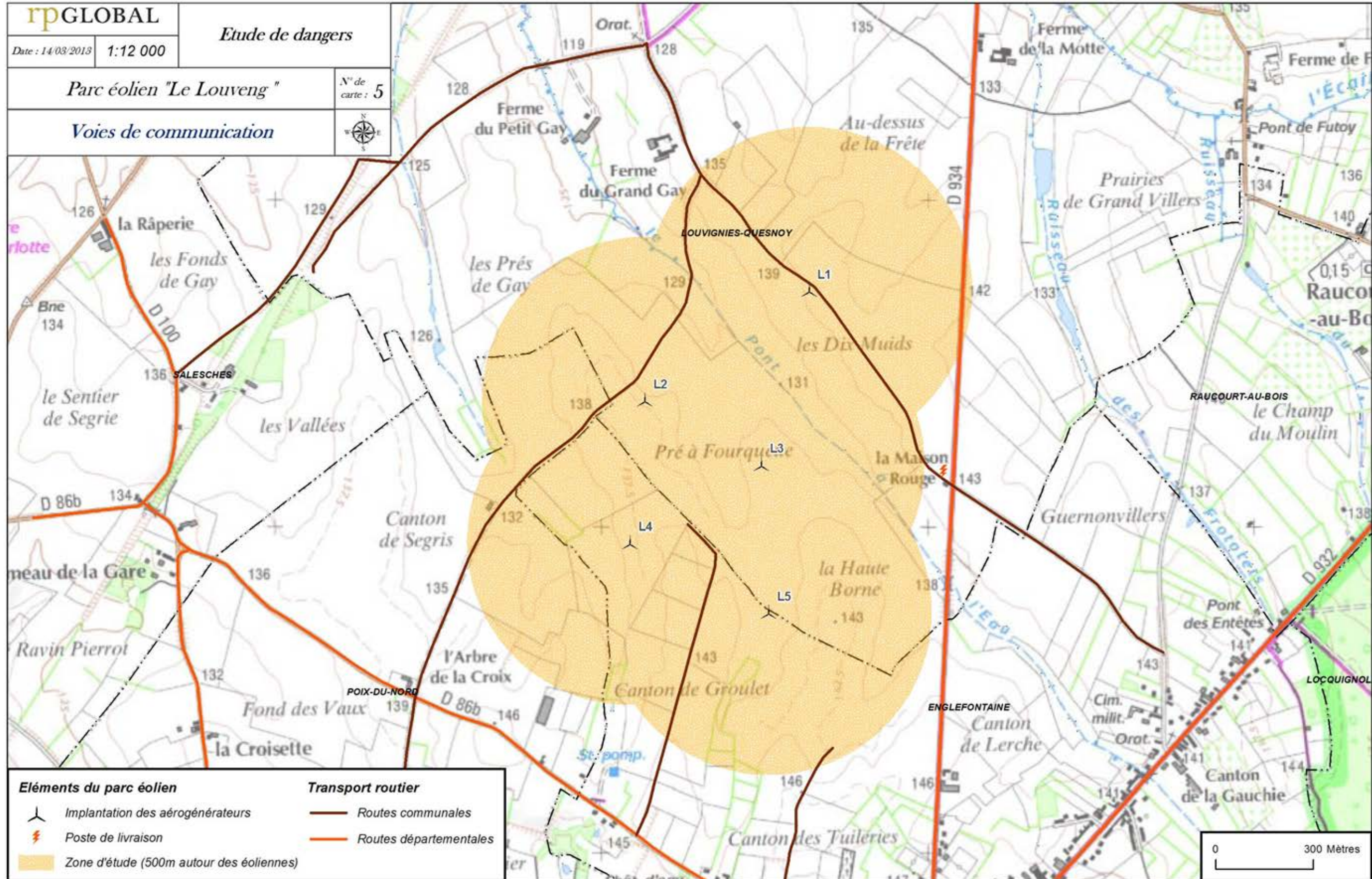
Les éoliennes se situant en dehors de la zone tampon de 289m, il n'y a aucune exigence sur la conception ou l'exploitation de l'éolienne selon GRT gaz.

#### III.4. CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

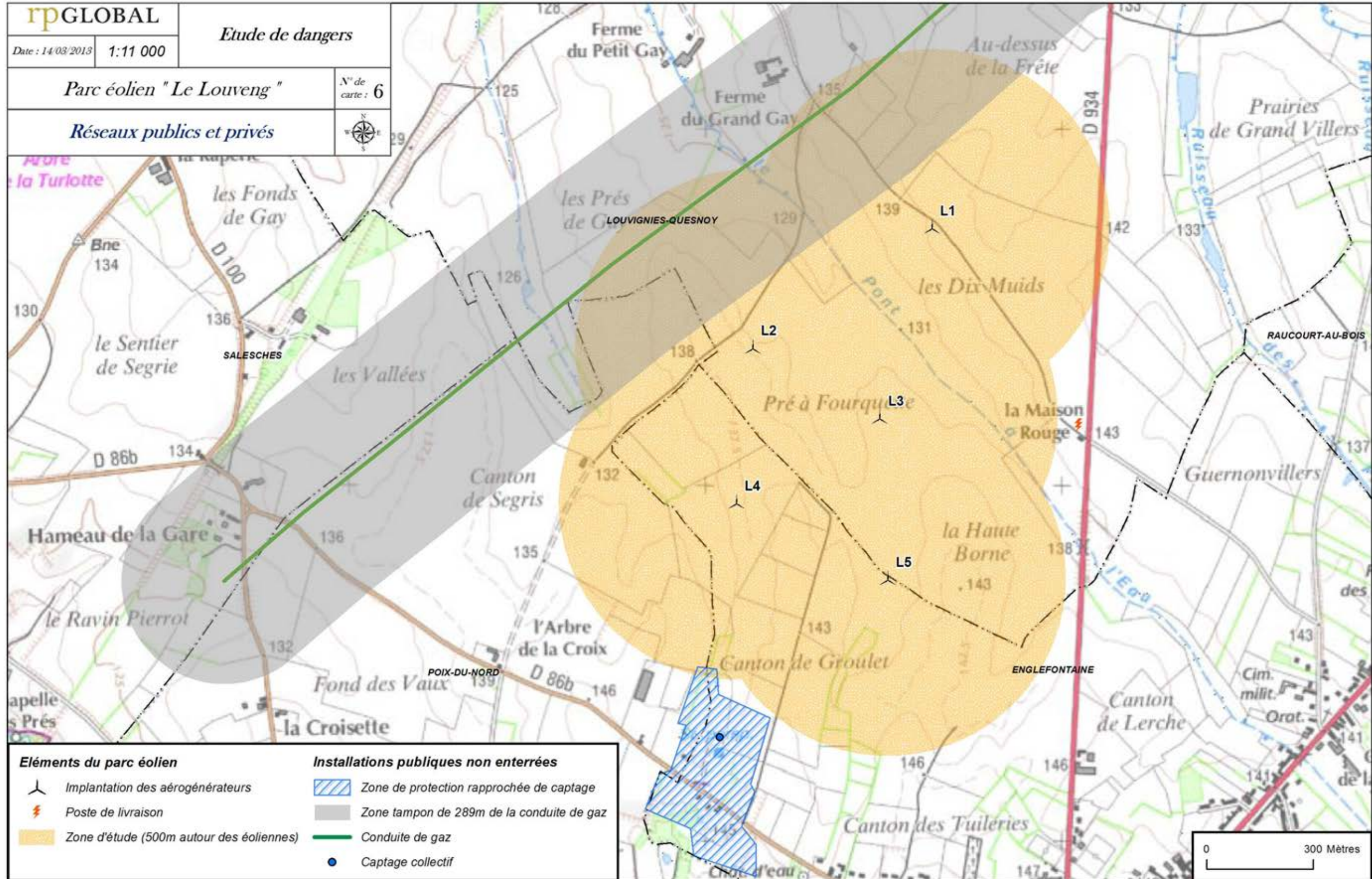
Pour conclure ce chapitre, les cartes dans ce paragraphe permettent d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans la zone étude (cartes 7 de L1 à L5 à l'échelle d'un aérogénérateur).

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur (500m autour d'un aérogénérateur) est présentée en annexe 1. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers (voir tableau ci-dessous).

	L1	L2	L3	L4	L5
Type de terrain	Terrains aménagés mais peu fréquentés	Terrains aménagés mais peu fréquentés	Terrains aménagés mais peu fréquentés	Terrains aménagés mais peu fréquentés	Terrains aménagés mais peu fréquentés
Surface de terrain (ha)	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6
Nombre de personnes exposées selon le type de terrain	8	8	8	8	8
Voie de circulation structurante	RD934	/	/	/	/
Linéaire de route compris dans la zone d'effet (en m)	385	/	/	/	/
Nombre de personnes exposées sur voies de communication structurantes en fonction du linéaire et du trafic	12	/	/	/	/
Nombre total de personnes exposées par secteur	20	8	8	8	8

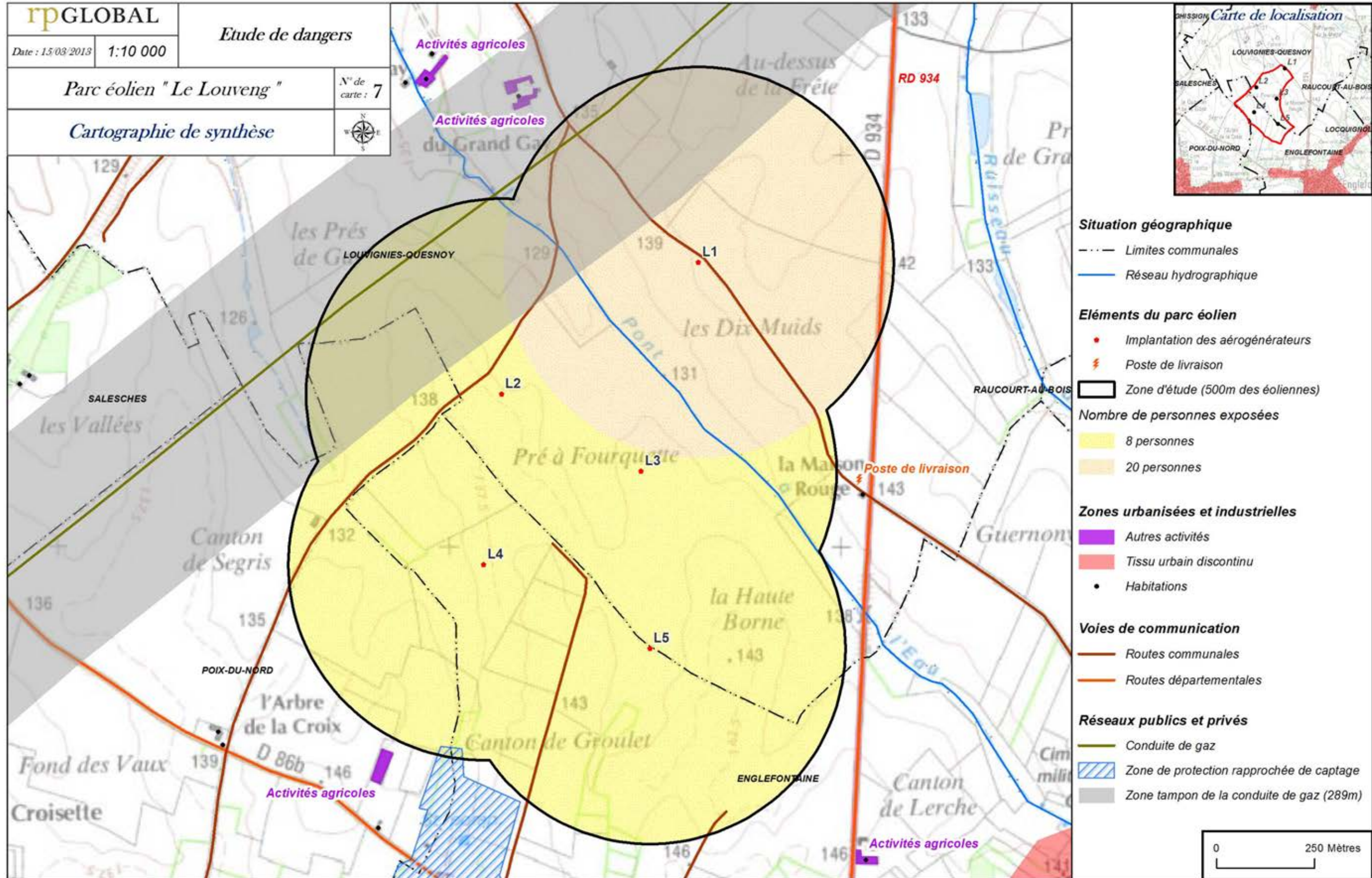


Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu

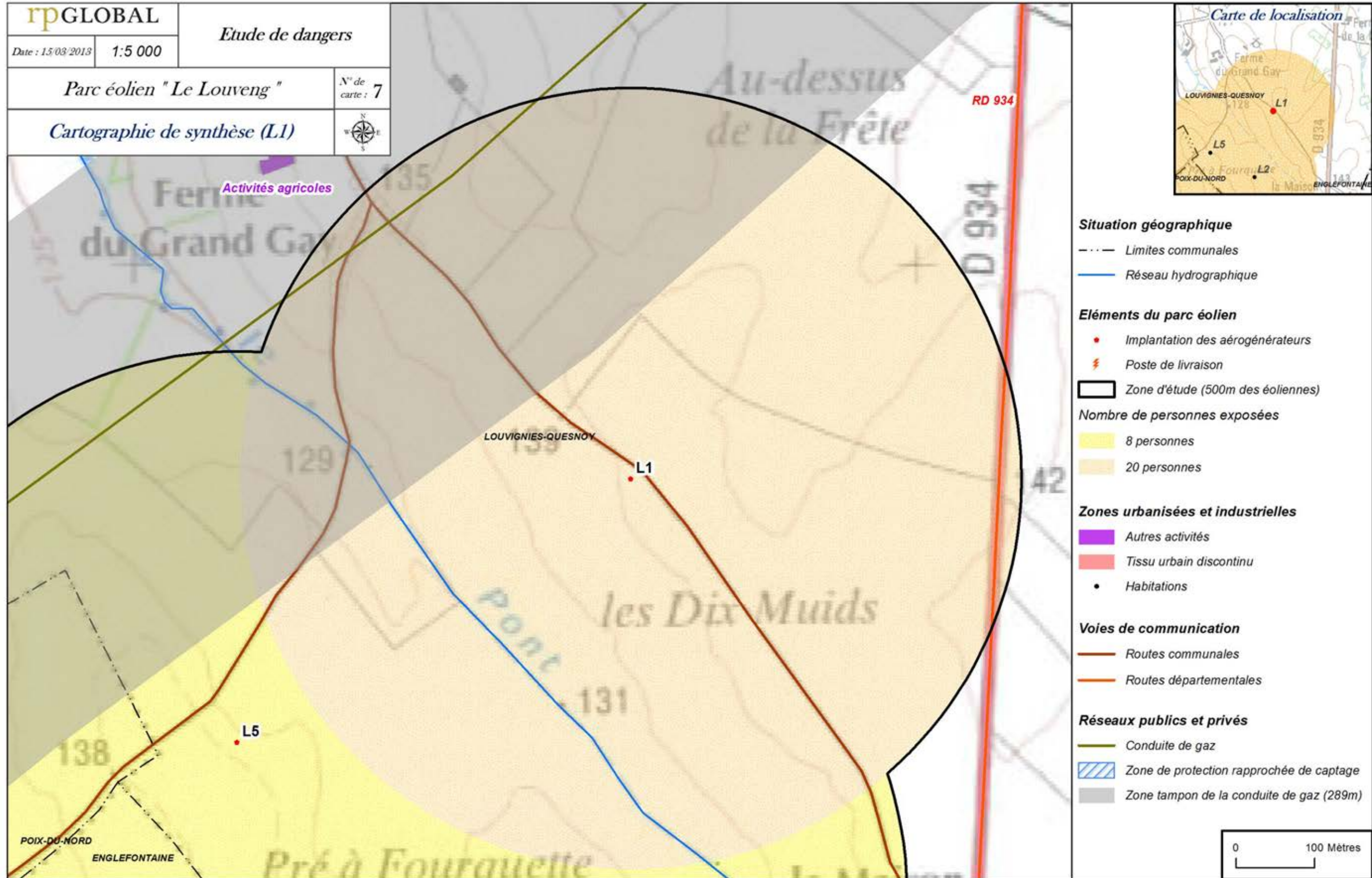


Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu

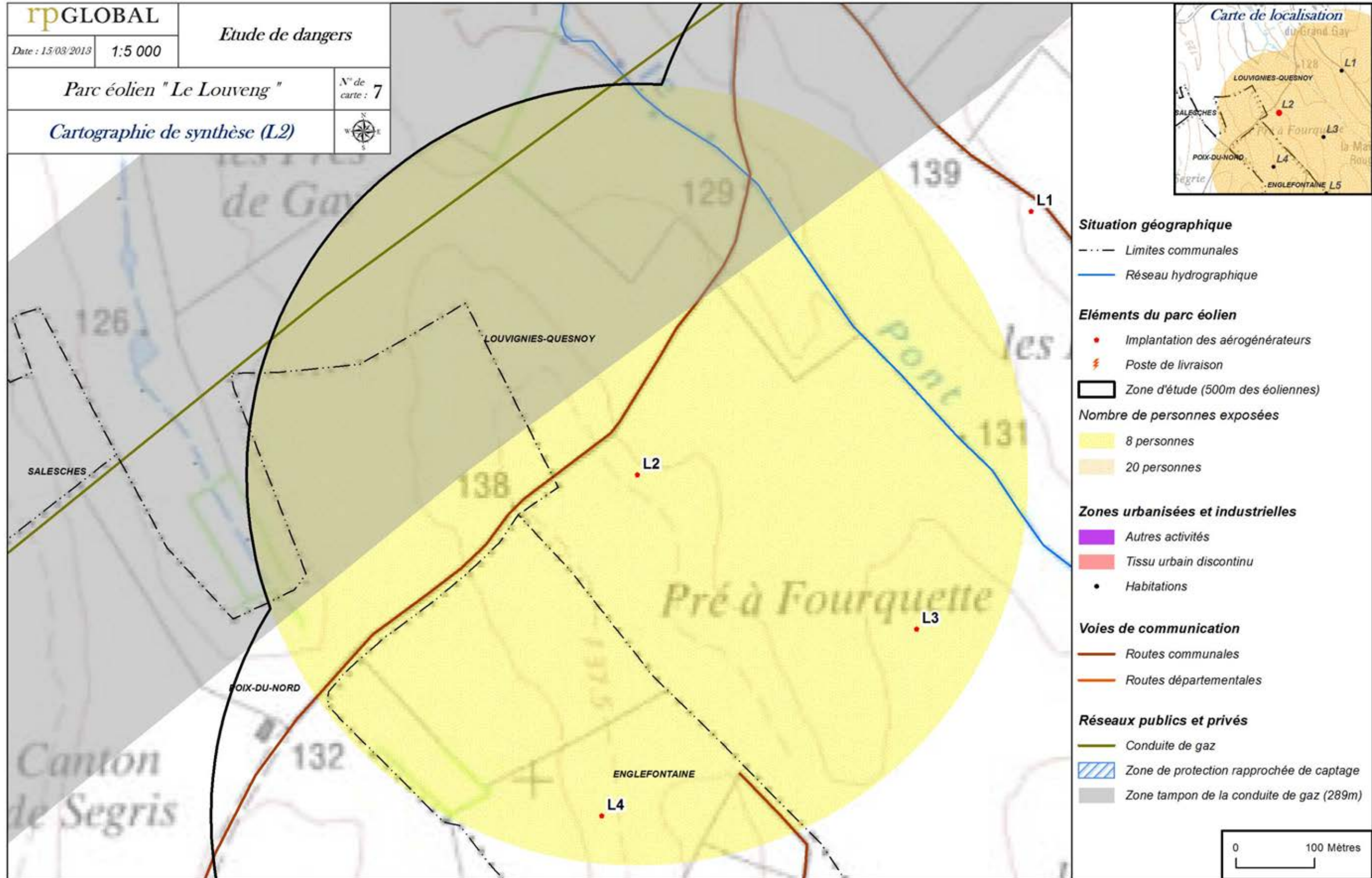




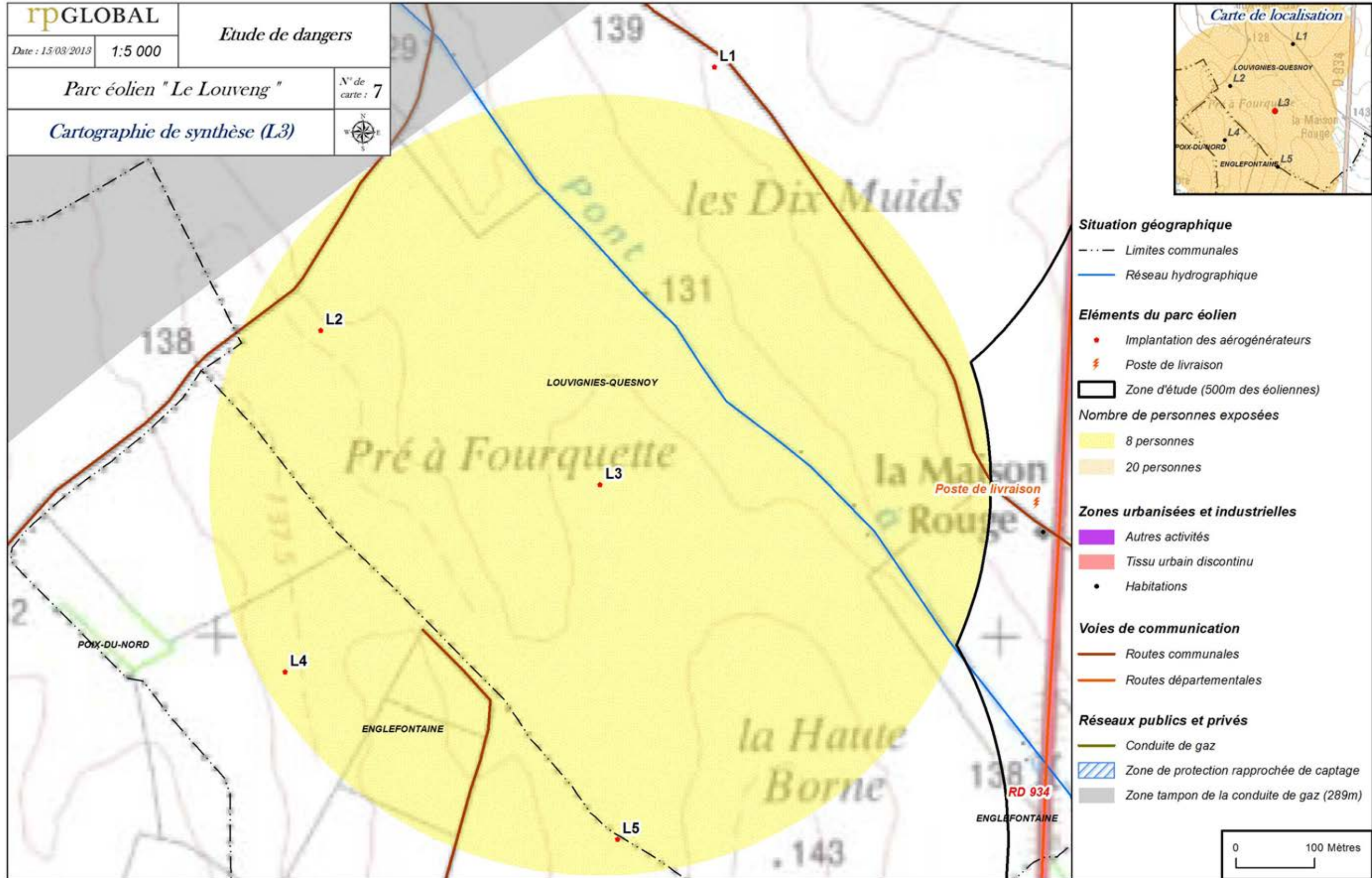
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



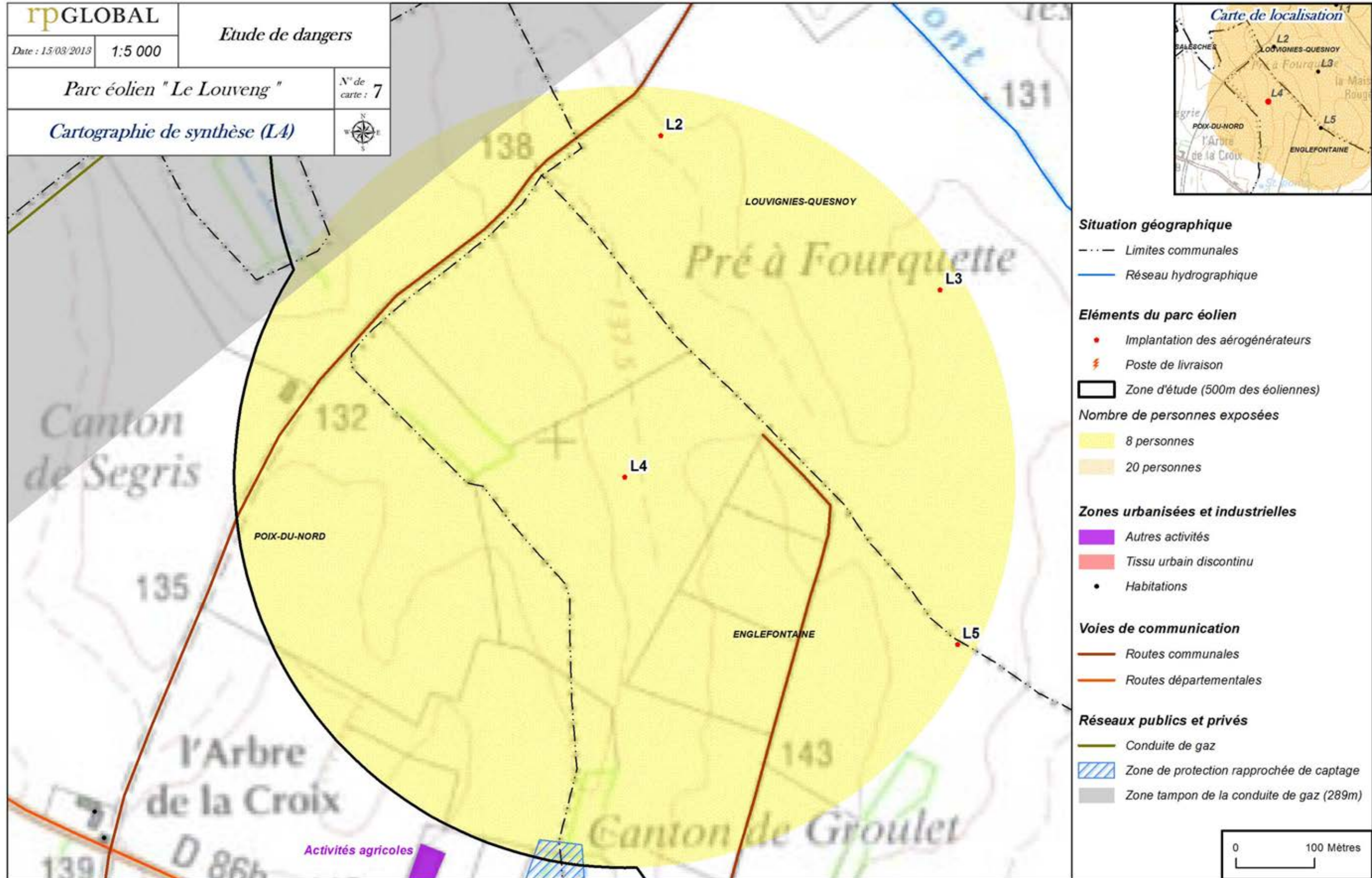
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



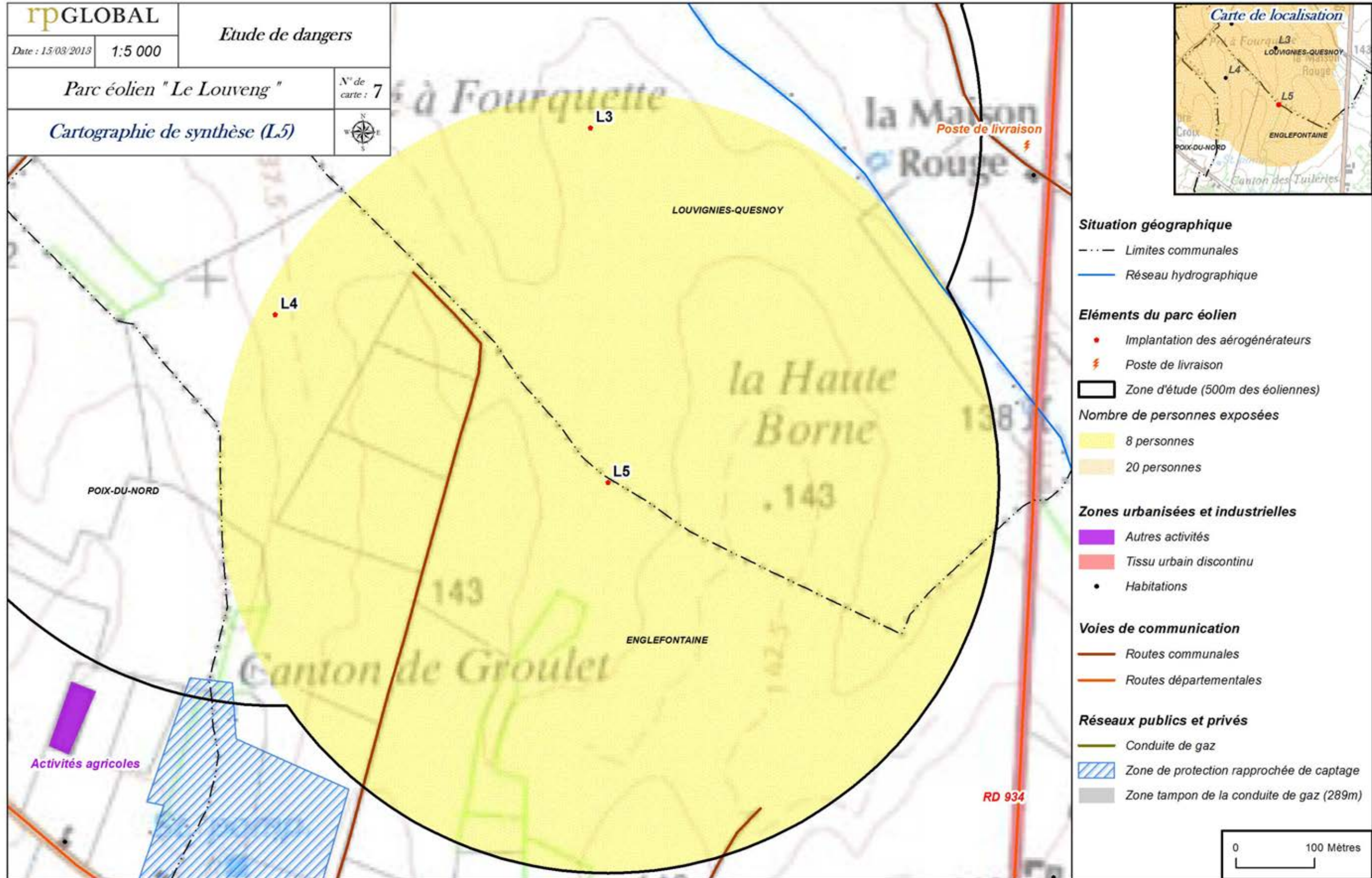
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu

## IV. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de caractériser l'installation envisagée ainsi que son organisation et son fonctionnement, afin de permettre d'identifier les principaux potentiels de danger qu'elle représente (chapitre V), au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

### IV.1. CARACTÉRISTIQUES DE L'INSTALLATION

#### IV.1.1. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES D'UN PARC ÉOLIEN

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (cf. schéma du raccordement électrique au paragraphe IV.3.1) :

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage »
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien »)
- Un ou plusieurs poste(s) de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public)
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au(x) poste(s) de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité)
- Un réseau de chemins d'accès
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

#### ❖ Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

Au sens du l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont définis comme un dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur.

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- **Le mât** est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
  - le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
  - le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
  - le système de freinage mécanique ;
  - le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
  - les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),
  - le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

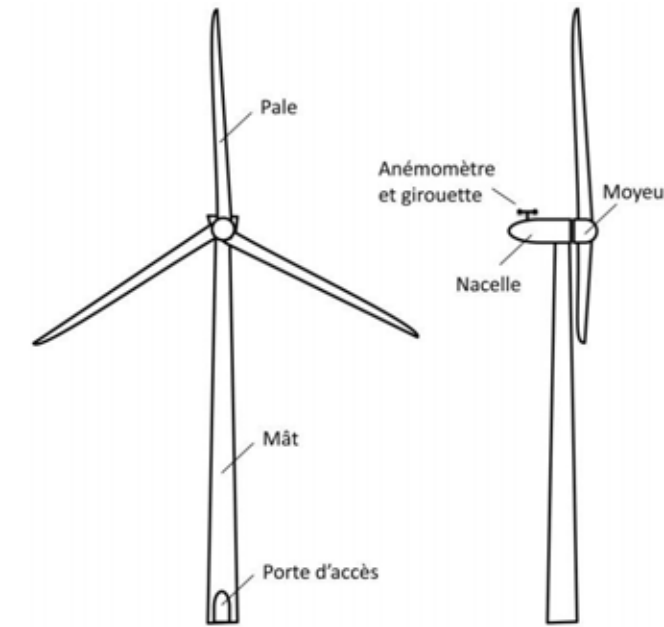


Figure 10 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

#### ❖ Emprise au sol

Plusieurs emprises au sol sont nécessaires pour la construction et l'exploitation des parcs éoliens :

- **La surface de chantier** est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes.
- **La fondation de l'éolienne** est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont calculées en fonction des aérogénérateurs et des propriétés du sol.
- **La zone de surplomb ou de survol** correspond à la surface au sol au-dessus de laquelle les pales sont situées, en considérant une rotation à 360° du rotor par rapport à l'axe du mât.
- **La plateforme** correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance liées aux éoliennes. Sa taille varie en fonction des éoliennes choisies et de la configuration du site d'implantation.

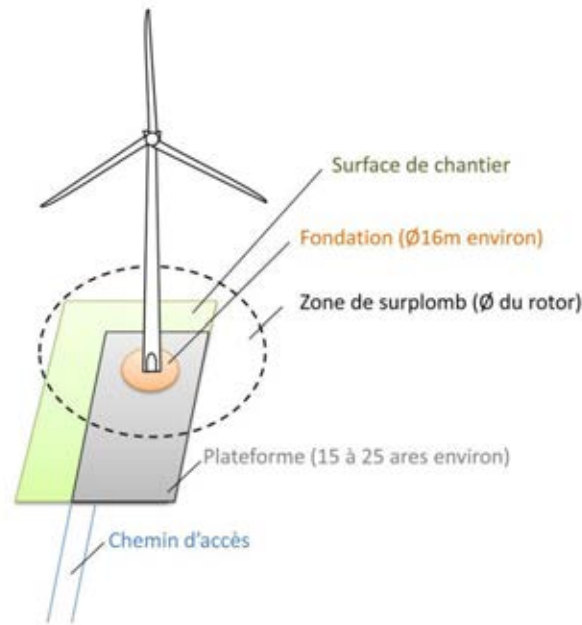


Figure 11 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

(Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150m de hauteur totale)

#### ❖ Chemins d'accès

Pour accéder à chaque aérogénérateur, des pistes d'accès sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder aux éoliennes aussi bien pour les opérations de constructions du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien :

- L'aménagement de ces accès concerne principalement les chemins agricoles existants ;
- Si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés sur les parcelles agricoles.

Durant la phase de construction et de démantèlement, les engins empruntent ces chemins pour acheminer les éléments constituant les éoliennes et de leurs annexes.

Durant la phase d'exploitation, les chemins sont utilisés par des véhicules légers (maintenance régulière) ou par des engins permettant d'importantes opérations de maintenance (ex : changement de pale).

#### ❖ Autres installations

##### IV.1.2. ACTIVITÉ DE L'INSTALLATION

L'activité principale du parc éolien « Le Louveng » est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + nacelle) de 82.05m pour la REpower MM92, 81.95m pour la Vestas V90 et 81.8m pour la Nordex N90. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

##### IV.1.3. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien « Le Louveng » est composé de 5 aérogénérateurs et d'un poste de livraison. Selon le type d'aérogénérateur étudié, les dimensions caractéristiques varient selon les constructeurs. Ces caractéristiques sont exposées dans le tableau ci-dessous :

Type d'éoliennes à l'étude	Hauteur de moyeu (H1)	Hauteur mât + Nacelle (H)	Hauteur totale en bout de pale (H2)	Diamètre de rotor (D)	Longueur de pale (R)	Largeur de mât (L)	Largeur de base de la pale (LB)
Vestas V90 HH80 2MW	80m	81.95m	125m	90m	44m	4.2m	3.5m
REpower MM 92 HH80 2.05MW	80m	82.05m	126m	92.5m	45.2m	4.3m	5m
Nordex N90 HH80 2.5MW	80m	81.8m	125m	90m	43.8m	4m	2.4m

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et du poste de livraison :

Numéro de l'aérogénérateur	Longitude (X)	Latitude (Y)	Altitude en mètres NGF
L1	692795.1	2580102.6	138
L2	692291.2	2579765.6	134
L3	692648.7	2579568.2	132
L4	692245.5	2579328.9	134
L5	692671	2579114.4	137

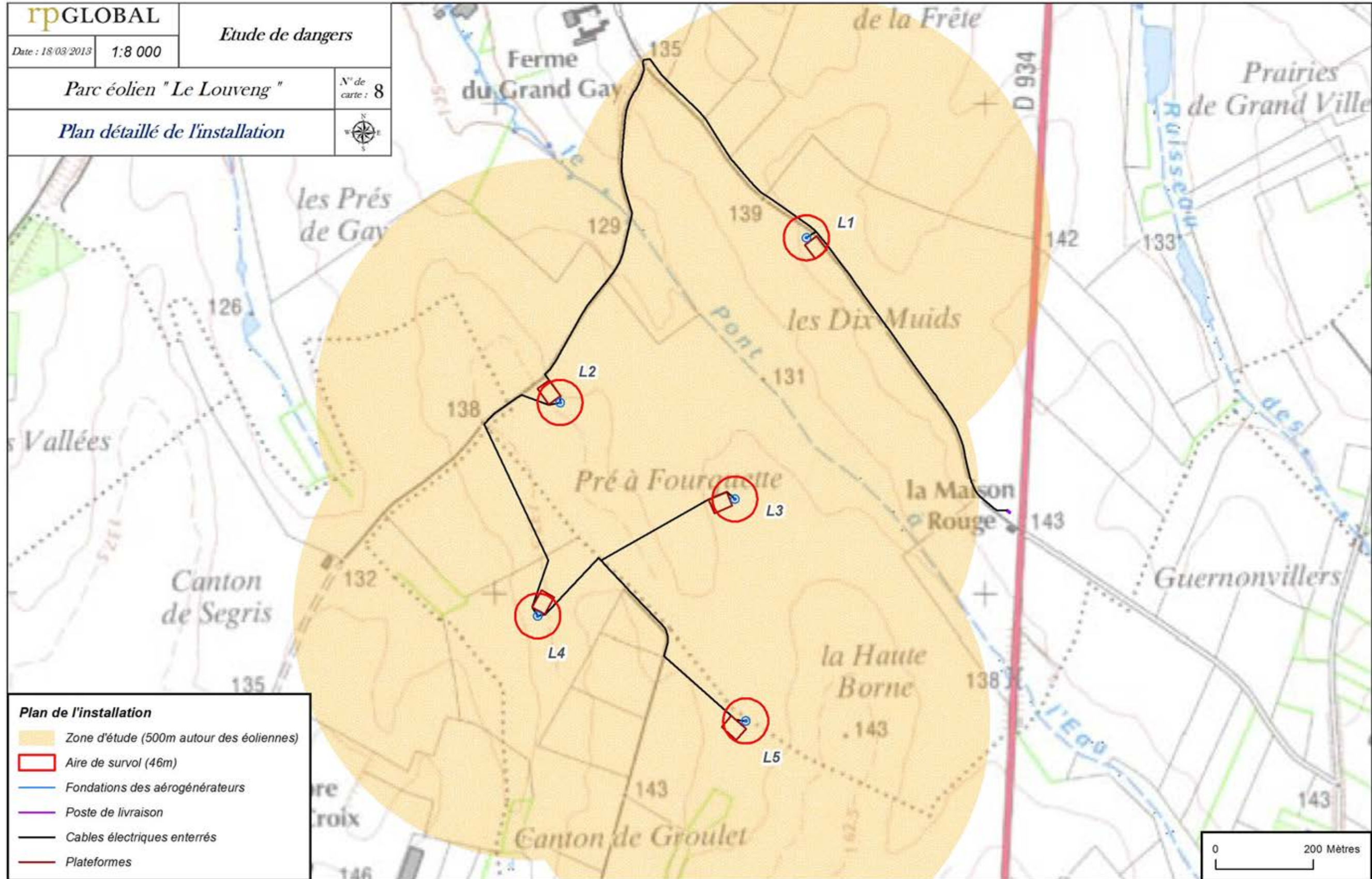
① Projection : Lambert II étendu

Poste de Livraison	Longitude (X)	Latitude (Y)	Altitude en mètres NGF
« Le Louveng »	693207.8	2579544.6	139

① Projection : Lambert II étendu

La carte 8 ci-dessous représente le plan détaillé de l'installation du parc éolien « Le Louveng ».





Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu

## IV.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

### IV.2.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AÉROGÉNÉRATEUR

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque **l'anémomètre** (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit «lent» transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit «rapide» tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite «nominale».

Pour un aérogénérateur de 3 MW par exemple, la production électrique atteint 3000 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 100 km/h (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

- le premier par la mise en drapeau des pales, c'est-à-dire un freinage aérodynamique : les pales prennent alors une orientation parallèle au vent ;
- le second par un frein mécanique sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle.

Le tableau ci-dessous expose de façon synthétique le découpage fonctionnel de l'installation.

<b>Elément de l'installation</b>	<b>Fonction</b>	<b>Vestas V90 HH80 – 2MW</b>	<b>REpower MM92 HH80 – 2.05MW</b>	<b>Nordex N90 HH80 – 2.5MW</b>
<b>Fondation</b>	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	<p>Massif composé de béton armé conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2.</p> <p>Les fondations ont entre 3 et 5m d'épaisseur pour un diamètre de l'ordre d'une quinzaine de mètres (environ 1000 tonnes).</p> <p>Un insert métallique disposé au centre du massif sert de fixation pour la base de la tour (prescriptions de l'Eurocode 3).</p>	<p>Massif de stabilité en béton armé.</p> <p>Il est constitué soit d'une virole d'ancrage métallique préfabriquée, soit d'une cage d'ancrage à tirants post-contraints, tous deux enchâssés dans un réseau de fers à béton.</p>	<p>En béton armé, de forme circulaire.</p> <p>Dimension : design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction. En standard, environ, 21,5 m de diamètre à leur base et se resserre jusqu'à 6 m de diamètre représentant environ 600 m<sup>3</sup>.</p> <p>Profondeur : en standard, environ 2,8 m.</p>
<b>Mât</b>	Supporter la nacelle et le rotor	<p>Hauteur de moyeu : 80m</p> <p>Diamètre de section : 4.2m</p> <p>diamètre section haute : 2.3m</p>	<p>Hauteur de moyeu : 80m</p> <p>Diamètre de section : 4.3m</p> <p>diamètre section haute : 3m</p>	<p>En acier</p> <p>Hauteur de moyeu : 80 m</p> <p>Composé de 4 pièces.</p>
<b>Nacelle</b>	<p>Supporter le rotor</p> <p>Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité</p>	<p>Poids à vide : 70 tonnes</p> <p>Longueur : 10.44m</p> <p>Largeur : 3.9m</p> <p>Hauteur : 3.45m</p>	<p>Poids à vide : 69 tonnes</p> <p>Longueur : 10.3m</p> <p>Largeur : 3.8m</p> <p>Hauteur : 3.9m</p>	<p>Un arbre en rotation, entraîné par les pales,</p> <p>Le multiplicateur, à engrenage cylindrique à 3 trains planétaires, a pour objectif d'augmenter le nombre de rotation de l'arbre – Tension nulle ;</p> <p>La génératrice annulaire, asynchrone, à double alimentation, qui produit l'électricité – Tension de 660 V.</p>
<b>Rotor / pales</b>	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	<p>Diamètre de rotor : 90m</p> <p>Longueur de pales : 44m</p> <p>Surface balayée par le rotor : 6362 m<sup>2</sup></p> <p>Matériaux des pales : coque en fibre de verre renforcée avec la résine époxy et des fibres de carbone</p> <p>Poids : 6.7 tonnes (« rotor blade »)</p>	<p>Diamètre de rotor : 92.5m</p> <p>Longueur de pales : 45.2m</p> <p>Surface balayée par le rotor : 6720 m<sup>2</sup></p> <p>Matériaux des pales : Glass-fiber reinforced plastic (GRP) in sandwich construction</p> <p>Poids : 7.9 tonnes (« rotor blade »)</p>	<p>Diamètre de rotor : 90m</p> <p>Longueur de pales : 43.8 m</p> <p>Surface balayée par le rotor : 6362 m<sup>2</sup></p> <p>Poids : 10,2 t (Poids total par pale)</p> <p>Constitué d'un seul bloc composé principalement de fibre de verre (résine époxyde).</p>
<b>Transformateur</b>	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	<p>HTA : 20 000 V</p> <p>Fréquence : 50 Hz</p>	<p>HTA : 20 000 V</p> <p>Fréquence : 50 Hz</p>	<p>Transformation d'une tension de 660 V à 20 kV (ou autre selon prescriptions ERDF) à la sortie.</p> <p>Transformateur sec</p>
<b>Poste de livraison</b>	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	20000 V	20000 V	<p>Equippé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV.</p>
<b>Générateur électrique</b>	L'énergie mécanique du vent est transformée en énergie électrique par le générateur	Puissance nominale : 2 MW	Puissance nominale : 2.05 MW	<p>La transformation de l'énergie éolienne en énergie électrique s'effectue grâce à une génératrice asynchrone à double alimentation de 2 500 kW à 50 Hz.</p> <p>Puissance nominale : 2.5 MW</p>

IV.2.2. SÉCURITÉ DE L'INSTALLATION

Articles	Arrêté du 26 Août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des ICPE			
	Description des Articles	Vestas V90 HH80	REpower MM92 HH80	Nordex N90 HH80
Article 5	Pas de bâtiments à usage de bureau à moins de 250m d'une éolienne (SEDE 391m de l'éolienne B1)	Ok (cf. carte 3 et 3a : III 1. 1)	Ok (cf. carte 3 et 3a : III 1. 1)	Ok (cf. carte 3 et 3a : III 1. 1)
Article 6	Conformité des éoliennes au champ magnétique (100 microteslas à 50-60 Hz)	Ok : Etude menée par la CRAM montrent que les valeurs sont très inférieures aux « valeurs déclenchant l'action » (Tests sur le modèle V90 – 3MW)	Certificat REpower assurant le respect du seuil de 100 microteslas à 500m	Nordex respecte bien la réglementation (Cf. Annexe 1 : « Attestation magnétique ICPE Nordex_20121031 »)
article 8	Conformité des éoliennes à la norme NFEN 61400-1 de juin 2006 (avoir le certificat de conformité à disposition) Conformité à l'article R511-38 du code de la construction et de l'habitation	Conformité de l'éolienne au standard IEC 61400-1 (p39)	Conformité de l'éolienne au standard IEC 61400-1	Conformité à l'article R511-38 du code de la construction et de l'habitation.
Article 9	Descriptif de mise à la terre des aérogénérateurs. Respecte la norme IEC 61 400 - 24 (version Juin 2010)	Les éoliennes Vestas respectent le standard IEC 61400-24 Contrôle visuel lors des opérations de maintenance	Respect du standard IEC 61400-24 et IEC 62305	Respect du standard IEC 61400-24 (résistance de mise à la terre de l'éolienne ne dépasse pas 10 Ω)
Article 10	Les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006 (conforme aux normes NFC 15-100, NFC 13-100, NFC 13-200)	Attestation du respect de la Directive européenne fournie par le constructeur pour toutes ces éoliennes	Attestation du respect de la Directive européenne fournie par le constructeur (conforme à la directive 2006/42/CE)	Avant la mise en service du parc, une vérification initiale des équipements électriques est effectuée par un bureau de contrôle. Il délivre par la suite le CONSUEL requis par ERDF.
article 13	Pas d'accès libre dans l'éolienne par des personnes étrangères à l'installation (poste de livraison, aérogénérateur : accès fermé à clef).	Portes équipées de verrous (à la demande du client, dispositifs d'alerte pour toute ouverture de portes avec le système SCADA)	Toutes les éoliennes REpower sont équipées de portes verrouillables par clefs (sans oublier la présence d'un contacteur de porte et d'un détecteur de présence : en option)	L'installation est maintenue fermée à clef des accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation et de livraison, afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.
article 14	Affichage des prescriptions à observer par les tiers (pictogrammes sur un panneau : Consignes de sécurité, interdiction de pénétrer, mise en garde face aux risques d'électrocution, mise en garde chute de glace.	Pictogrammes proposés par Vestas (cf. Annexe 8) (installation de panneaux à la charge de l'exploitant)	Pictogrammes proposés par REpower (cf. Annexe 8) (installation de panneaux à la charge de l'exploitant)	Signalétique à l'entrée de l'éolienne, décrivant les consignes de sécurité et de mise en garde de danger auxquels sont exposés les tiers. Affichage visible des prescriptions à observer par les tiers sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque éolienne (cf. Annexe 8)
article 15	Exploitant réalise les essais permettant d'assurer du bon fonctionnement de l'ensemble des équipements : essais d'arrêt, arrêt d'urgence, un arrêt depuis un régime de survitesse avant mise en service et tous les ans	Tests des fonctions de sécurité réalisés lors de la mise en service de l'aérogénérateur (arrêts simples, d'urgence et de survitesse) ainsi que lors des opérations de maintenance préventive	Tests des fonctions de sécurité réalisés lors de la mise en service de l'aérogénérateur ainsi que lors des opérations de maintenance préventive	Tests des fonctions de sécurité réalisés lors de la mise en service de l'aérogénérateur ainsi que lors des opérations de maintenance préventive (essais d'arrêts d'urgence, survitesse...)
article 16	Propreté à l'intérieur des aérogénérateurs	Prestations réalisées par les équipes Vestas dans le cadre des contrats de maintenance	Respect des exigences de propreté	Prestations réalisées dans le cadre des contrats de maintenance
article 17	Fonctionnement de l'installation est assuré par un personnel compétent	Techniciens Vestas et ses sous-traitants ont passé la formation BST (Basic Safety Training) et formations complémentaires Signature d'un plan de prévention	Sous contrat de maintenance avec REpower (personnel qualifié, formé et habilité) Signature d'un plan de prévention	Les interventions se font par du personnel possédant l'habilitation électrique et une formation au travail dans les installations en hauteur, après visite de conformité par un organisme de contrôle agréé. Ils sont équipés de leurs EPI et suivent tous une formation SST (Sauveteur Secouriste du Travail).
article 18	Descriptif des opérations de maintenance des constructeurs	Contrôle de l'aérogénérateur et des systèmes instrumentés de sécurité (Cf.IV 2. 3.)	Contrôle de l'aérogénérateur et des systèmes instrumentés de sécurité (Cf.IV 2. 3.)	Contrôle de l'aérogénérateur et des systèmes instrumentés de sécurité (Cf.IV 2. 3)
article 19	Exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation	Manuel de maintenance remis à l'exploitant fait état de la nature et de la fréquence des entretiens et opérations de maintenance.	L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien (mise à jour par l'exploitant).	Manuel de maintenance remis à l'exploitant fait état de la nature et de la fréquence des entretiens et opérations de maintenance.
article 20 & 21	Gestion des déchets	Respect des normes pour l'élimination des déchets générés par l'activité de l'installation (Référence à la législation au plan HSE)	Respect des normes pour l'élimination des déchets générés par l'activité de l'installation	Respect des normes pour l'élimination des déchets générés par l'activité de l'installation (Référence à la législation au plan HSE) : déchets collectés et éliminés par une société spécialisée.
article 22	Des consignes de sécurité sont établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance	Consignes de sécurité et procédures se trouvent dans le manuel SST Vestas (Annexe8) et le document « Safety Regulations for operators and technicians »	Manuels d'exploitation des aérogénérateurs remis à la mise en service du parc éolien	NORDEX dispose d'un système de management HSE respecté par tous ses salariés. Des procédures d'installation et de maintenance claires et détaillées seront disponibles pour chacun des équipements. Une signalétique est affichée dans l'éolienne en au moins deux langues (français / anglais) rappelant les consignes de sécurité.
article 23	Système de détection en cas d'incendie et de survitesse : temps d'alerte 15 min	Couplage détecteurs de fumée (nacelle + pied de tour) et de survitesse au système SCADA (envoi en temps réel l'alerte) Alarme générale déclenchée + Arrêt de l'éolienne Possibilité d'installation de systèmes fixes d'extinction d'incendie	Aérogénérateurs équipés de systèmes de détection de survitesse et d'incendie avec transmission immédiate via le système SCADA	Capteurs de température des pièces mécaniques. Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes. Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement. Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis. Un système de détection incendie avec transmission à un centre de télésurveillance peut être installé par NORDEX dans l'éolienne.
Article 24	chaque éolienne est dotée de moyen de lutte contre l'incendie	Eolienne équipée en option d'un système de détection d'incendie. Alarme déclenchée dans la nacelle entraînant une mise à l'arrêt et l'envoi d'un message d'alerte Présence d'extincteurs	Système de détection et d'alarme d'incendie (alarme sonore à l'intérieure de l'éolienne et alarme à distance) Présence d'extincteurs	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne. Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle (mise à l'arrêt de la machine). Intervention des services de secours (présence voie d'accès). De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. Présence d'extincteurs
article 25	Système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace	Système de détection de formation de givre sur les pales couplé avec un paramétrage SCADA Détecteur fixe de glace sur la nacelle	Système de détection de givre certifié par le TUV Nord	Système de détection du givre permettant, en cas de détection de condition de givre, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur est appliquée.
article 26	Réglementation des émissions sonores (cf étude d'impact)	Courbes acoustiques et rapports de mesures fournies par le constructeur (Cf. Etude d'impact)	Garanties acoustiques selon les normes IEC 61400 en vigueur ainsi que différents modes d'optimisation acoustique	Cf. Etude d'impact

**IV.2.3. NATURE ET ORGANISATION DES MOYENS DE SECOURS**

Il est essentiel que le parc éolien « Le Louveng » soit connu, localisé et que les procédures appropriées aient été définies par les services de secours concernés. C'est suite à l'obtention du permis de construire et de l'autorisation d'exploiter que l'exploitant du parc prend contact avec les services de secours, et utilise la fiche de renseignement ci-dessous qui propose un menu d'informations à mettre à disposition du service de secours.

Annexe Fiche GT sécurité N°1 : Intervention des services de secours			
N°	Renseignements	Utile aux services de secours	
		OUI	NON
<b>Demander aux services de secours si ils veulent avoir :</b>			
1	Le nom du parc		
2	Les plan d'accès, cartes avec chemin d'accès surlignés		
3	Les coordonnées géographiques (WGS84 / Lambert) de chaque machine + poste de livraison		
4	Les N° des machines + postes (N° constructeurs avec la correspondance avec les N° exploitant)		
5	Le N° de téléphone de l'astreinte technique de l'exploitant (chargé de conduite)		
6	La hauteur du moyeu		
7	La hauteur du mât		
8	La définition d'un périmètre de sécurité en cas de besoin (350 à 500 m)		
9	La localisation et l'intensité des différentes sources de tension (plan, schéma, ...)		
10	La localisation des postes de livraison / de transformation		
11	La présence de SF6 ou non dans les transformateurs (ou de toutes autres substance dangereuse)		
12	Le type de transformateur : sec ou à bain d'huile		
13	Les systèmes antichutes et EPI généraux en place		
14	Le nombre et la hauteur des différents paliers		
15	Le N° du Point de Secours Public (si présent)		
16	La présence de panneautage ou non + localisation sur plan		
17	Un plan d'évacuation de la machine avec sorties d'urgence pour l'évacuation		
18	Points d'ancrage		
19	La localisation sur plan de l'alimentation BT / HT + des arrêts d'urgence		
20	Le système d'ouverture des portes (et la nécessité ou non d'utiliser des outils spécifiques pour l'ouverture)		
21	Leur demander si un véhicule de désincarcération doit être demandé spécifiquement en cas de nécessité d'intervention		
Nombre total de document à fournir aux services de secours =			
QUESTIONS SUPPLEMENTAIRES IMPORTANTES		OUI	NON
22	Avez-vous besoin d'autres informations ? Si oui, lesquelles ?		
23	Est il possible d'organiser des exercices / simulation d'évacuation d'urgence / d'incendie avec vos services ?		
24	Est il possible de venir vous rencontrer directement dans votre centre de dispatching des appels d'urgence / Centre d'Appel Téléphonique (C.A.T) afin d'établir un contact et de vous communiquer la documentation de prévention déployée sur le parc ?		
INFORMATIONS UTILES A COMMUNIQUER AUX SERVICES DE SECOURS			
Les services de secours n'ont pas de manipulation à faire dans la machine qui devrait être déjà en sécurité s'ils doivent faire du secours à personne dans la mesure où une machine doit être arrêtée et sécurisée avant que quiconque ne puisse y pénétrer.			
Il est possible de couper tout le parc en le demandant à ERDF en dernier recours => Indiquer ici les coordonnées de l'exploitant qui peut demander la coupure au gestionnaire de réseau			

Les conditions d'intervention et les pratiques demandées par les services de secours se décomposent comme suit

- **Accès au parc**
  - o La localisation doit être impérativement communiquée au début des travaux de construction du parc éolien.
  - o Afin de de faciliter l'accès au parc et de réduire le temps d'intervention, des mesures pratiques sont définies avec les services de secours. Elles peuvent être à titre d'exemple
    - Demander la création d'un Point de Secours Public (PSP)
    - Indiquer l'emplacement des installations par un marquage important et visible de loin sur chaque machine
    - Installer des panneaux indicatifs aux croisements des routes départementales et des chemins d'accès aux installations
- **Accès aux machines**
  - o Par mesure de sécurité, l'exploitant du parc éolien ferme à clef la porte d'entrée de l'éolienne lors de toute intervention du personnel. Afin de réduire le temps d'intervention, les approches suivantes peuvent être mises en place comme par exemple :
    - Mettre les clés à disposition en partie basse (dans les véhicules d'intervention)
    - S'assurer que les portes d'accès aux éoliennes puissent être forcées à l'aide d'un pied de biche.
    - Fournir un double de clés passe partout au centre de secours le plus proche.
- **Accès à la nacelle**
  - o Les services de secours ont toujours à leur disposition leur propre matériel d'intervention pour l'utilisation duquel ils sont formés.
  - o Cependant, en fonction du constructeur et du type de machine pour la construction du parc, il se peut que ce sac ne passe pas les trappes intermédiaires et/ou la nacelle/ le hub. Il faudra donc faire un exercice d'entraînement avec les services de secours dans un délai raisonnable suivant la mise en service du parc. Si tel était le cas, le mode d'emploi du palan/treuil doit donc être communiqué au service de secours (seul moyen pour le matériel de sauvetage soit monté dans la nacelle).
  - o Les points suivants sont également renseignés et agréés avec les services de secours concernés
    - Mise à disposition d'un sac d'Equipeement de Protection Individuel complet (à leur remettre directement ou bien à laisser à demeure en machine ou poste de livraison)
    - Mise à disposition de chariots antichute adaptés aux lignes de vie installées en machine.
    - Communication aux services de secours des manuels/ consignes d'utilisation des élévateurs de charges et de personnes, des treuils et palans ainsi que ceux de tout EPI mis à leur disposition.
- **Simulation d'intervention et exercices d'évacuation**
  - o Un exercice d'évacuation et de simulation d'intervention est organisé avec les services de secours concernés dans un délai de 6 moi à 1 an suivant la mise en service industrielle du parc éolien (cette demande sera formalisée par l'intermédiaire de la fiche de sécurité ci jointe). Pour cela, une éolienne du parc sera mise à disposition.
  - o Des exercices périodiques sont organisés entre les services de secours et l'exploitant du parc.

Le parc éolien « Le Louveng » est sous la responsabilité du groupement territorial 4 (cf. Figure 12 ci-dessous), arrondissements d'Avesnes et de Valenciennes. Le centre d'incendie et de secours le plus proche est celui de Le Quesnoy.

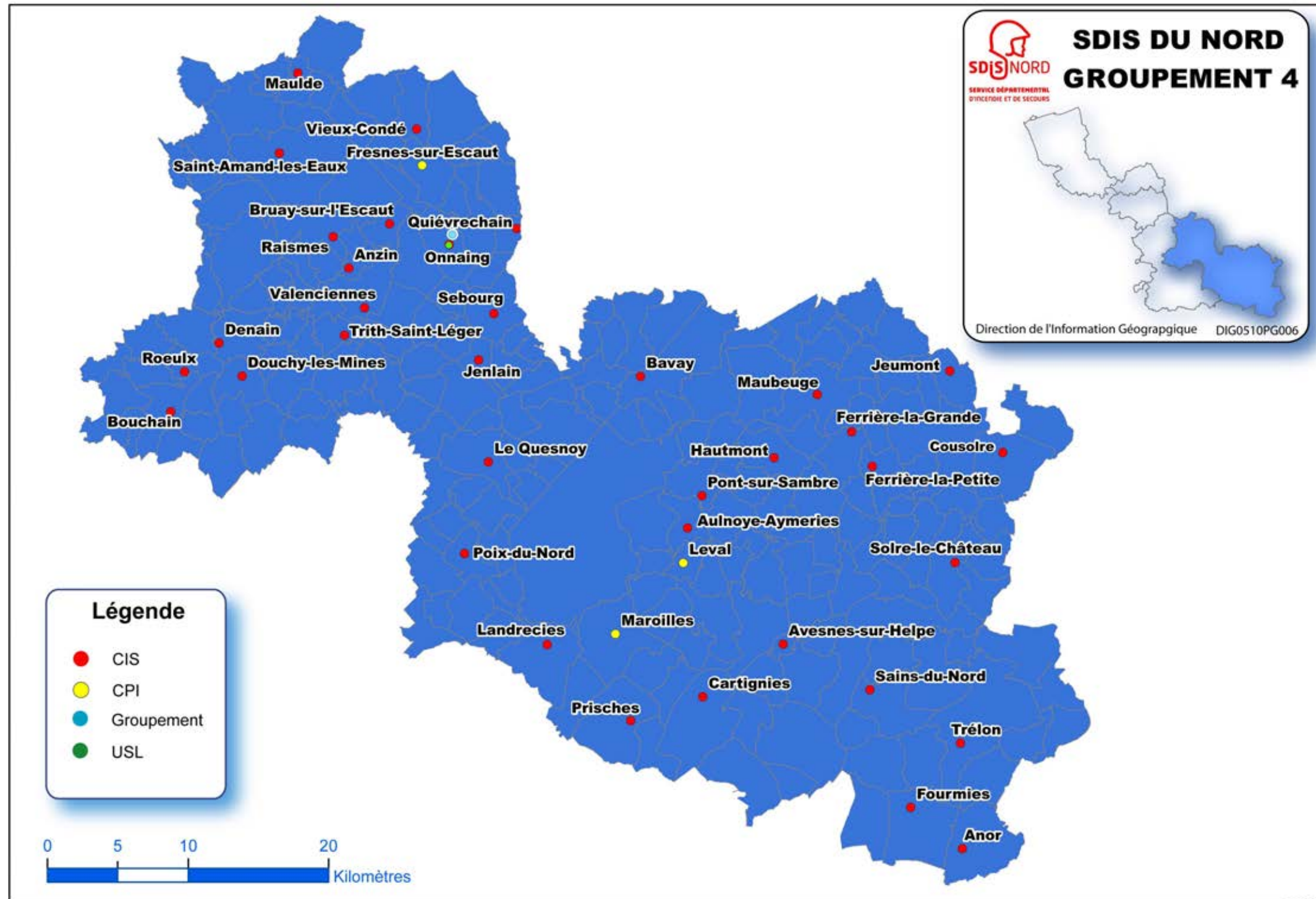


Figure 12 : Cartographie du groupement 4 SDIS du Nord

Source : <http://www.sdis59.fr/>

**IV.2.4. CONSIGNES ET PROCÉDURES DE SÉCURITÉ**

La présente étude de danger se concentre essentiellement sur les dangers et les accidents potentiels que le parc éolien « Le Louveng » pourrait causer à des tiers. Par contre, il est essentiel que préalablement à cette problématique, les aérogénérateurs présélectionnés assurent la sécurité des personnels intervenant dans les machines. C'est pourquoi, pour chacune des machines (REpower MM92, Vestas V90 et Nordex N90) il existe 3 niveaux de prévention et de sécurité. Pour chacun de ces niveaux, un exemple pour l'un des constructeurs sera présenté en annexe 8.

**- Procédure de sécurité et d'urgence**

Tous les aérogénérateurs ont un système d'étiquetage des dangers dans les nacelles et les mats des éoliennes. Cet étiquetage prévient les risques de chutes, d'écrasement d'électrocution et d'incendie dans les machines. De plus, chaque machine est pourvue d'un plan d'évacuation, d'une trousse de premiers secours et d'un panneau indiquant les numéros et lieux des médecins, hôpitaux et urgences les plus proches ainsi que le numéro de la personne responsable à appeler en cas d'urgence.

**- Utilisation et entretien des machines**

Toutes les machines disposent d'un manuel d'utilisation dans chacune des machines indiquant le fonctionnement de l'éolienne et des divers équipements annexes le composant (monte-charge, treuil, ..). De plus, un manuel de maintenance ou guide d'entretien des machines détaillant la nature et la périodicité des travaux de maintenance est également à disposition dans chacune des machines. Enfin, un carnet de visite (log book) est à disposition dans chaque machine. Celui-ci doit être rempli et complété par chaque personne entrant et intervenant dans la machine avec les informations suivantes :

- o Heure d'entrée
- o Heure de sortie
- o Nature de l'intervention
- o Matériel utilisé

**- Consignes de sécurité**

Chaque turbinière met à disposition de l'exploitant un manuel Sécurité Santé au Travail. De plus, lors de la mise en service industriel du parc, un plan de prévention est mis à disposition par l'exploitant et doit être signé et pris en compte par toute entreprise extérieure intervenant dans les turbines.

**IV.2.5. OPÉRATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION**

➤ **Modalités de maintenance Vestas de type V90 – 2.0MW**

<b>Après 3 mois de Fonctionnement</b>	<b>Tous les 6 mois</b>	<b>Tous les ans</b>	<b>Tous les 3 / 10 ans</b>
Vérification des systèmes de sécurité	Contrôle des batteries en pied de tour	Remplacement de certains filtres	Remplacement des pompes (10 ans)
Vérification du serrage des boulons sur tous les éléments de construction	Contrôle du bruit et des vibrations des roulements	Contrôle du bon fonctionnement du pitch system	Remplacement de certaines valves dans les circuits hydrauliques (10ans)
Vérification de l'état du câble 20000V	Contrôle de la qualité des huiles	Contrôle de l'usure des freins	Remplacement des batteries (5ans)
Vérification de l'ascenseur	Contrôle des capteurs de vent	Contrôle du système UPS	Contrôle du couple de serrage
Vérification de l'état et du bon fonctionnement des éléments mécaniques	Contrôle de la pression des circuits hydrauliques et hydropneumatiques	Contrôle de pression du circuit de freinage d'urgence	Contrôle de la pression du circuit d'huile du multiplicateur (3ans)
Vérification des éléments électriques et électroniques	Contrôle des extincteurs	Contrôle de l'élevateur de personnes et du palan	Remplacement tous les 4 ans des huiles hydrauliques et de lubrification
Etat des pales et du dispositif de captage de foudre	Test d'arrêt du système VOG « Vestas Overspeed Guard »	Vérification des systèmes de sécurité	Remplacement de convertisseurs (5ans)
Niveaux d'huile + Niveau du fluide de refroidissement		Vérification de l'état de la structure de la tour	
Etat des batteries du système de contrôle			
Vérification de l'état du transformateur			

➤ **Modalités de maintenance REpower MM92 HH80 – 2.05MW**

Résumé des opérations de maintenance préventives effectuées sur les aérogénérateurs REpower MM92 HH80

<b>Contrôles visuels généraux</b>	<b>Système de refroidissement du convertisseur</b>
Pales (vérifications visuelles, relevé des cartes foudre)	Freins d'azimut
Ecrous de pale (serrages)	Roulement d'azimut
Roulements de pale	Mécanisme d'orientation de la nacelle
Système de pitch (orientation de la pale)	Système électrique (câbles / gaines à barre)
Moyeu	Equipement de la tour
Roulement du rotor	Système de contrôle commande et convertisseur
Système de blocage du rotor	Transformateur sec en pied de mât
Multiplicateur	Câbles électriques en haut de mât
Slip ring (collecteur à bagues rotatives)	Cellules HTA
Frein de sécurité actif	Câblage électrique en pied de mât
Accouplement	Fonctions de sécurité
Génératrice	Nettoyage de l'aérogénérateur
Groupe hydraulique	Massif de fondation
	Environnement de l'aérogénérateur

➤ **Modalités de maintenance Nordex N90 HH80 (tableaux récapitulatifs fournis par le constructeur)**

<b>Entre 300h et 500h de fonctionnement</b>	<b>Tous les 6 mois</b>	<b>Tous les ans</b>	<b>Tous les 5 ans</b>
Vérification de l'état et du bon fonctionnement des éléments mécaniques	Contrôle de la qualité et du niveau des huiles	Remplacement de certains filtres	Maintenance du générateur et remplacement des batteries
Inspection des éléments mécaniques et électriques : Rotor, générateur, nacelle, tour...	Contrôle du bruit et des vibrations des roulements	Contrôle du bon fonctionnement du pitch system	Test et mesures de l'intensité et des systèmes électriques
Etat des pales et du dispositif de captage de foudre	Contrôle de la qualité et du niveau des huiles	Contrôle de l'usure des freins	Contrôle de la pression du circuit d'huile du multiplicateur (3ans)
Vérification des systèmes de sécurité	Contrôle des extincteurs	Vérification des systèmes de protection incendie	Remplacement de convertisseurs
Vérification du serrage des boulons sur tous les éléments de construction	Contrôle de la pression des circuits hydrauliques et hydropneumatiques	Contrôle de pression du circuit de freinage d'urgence	Contrôle du couple de serrage
Vérification de l'état du câble 20000V	Contrôle des capteurs de vent	Contrôle de l'élévateur de personnes et du palan	Remplacement des pompes (10 ans)
Vérification de l'ensemble des connexions électriques et électroniques		Vérification des systèmes de sécurité	Remplacement de certaines valves dans les circuits hydrauliques (10ans)
		Vérification de l'état de la structure de la tour	Maintenance du « System Protecfire »

**IV.2.6. STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX**

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du parc « Le Louveng ». De plus, une fiche « données / Sécurité » de chaque produits dangereux est fournie par les constructeurs.

**IV.3. FONCTIONNEMENT DES RÉSEAUX DE L'INSTALLATION**

Dans la carte 8a ci-dessous, l'organisation de l'installation (câbles électriques enterrés) est exposée et ce réseau électrique respecte les normes ICPE en vigueur.

**IV.3.1. RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE**

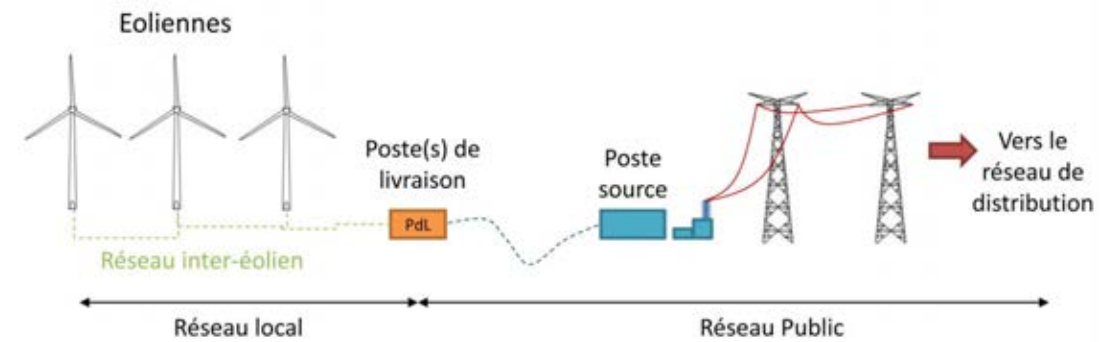


Figure 13 : Raccordement électrique des installations

❖ **Réseau inter-éolien**

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans le mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm.

❖ **Poste de livraison**

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Certains parcs éoliens, par leur taille, peuvent posséder plusieurs postes de livraison, voire se raccorder directement sur un poste source, qui assure la liaison avec le réseau de transport d'électricité (lignes haute tension).

La localisation exacte des emplacements des postes de livraison est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée.

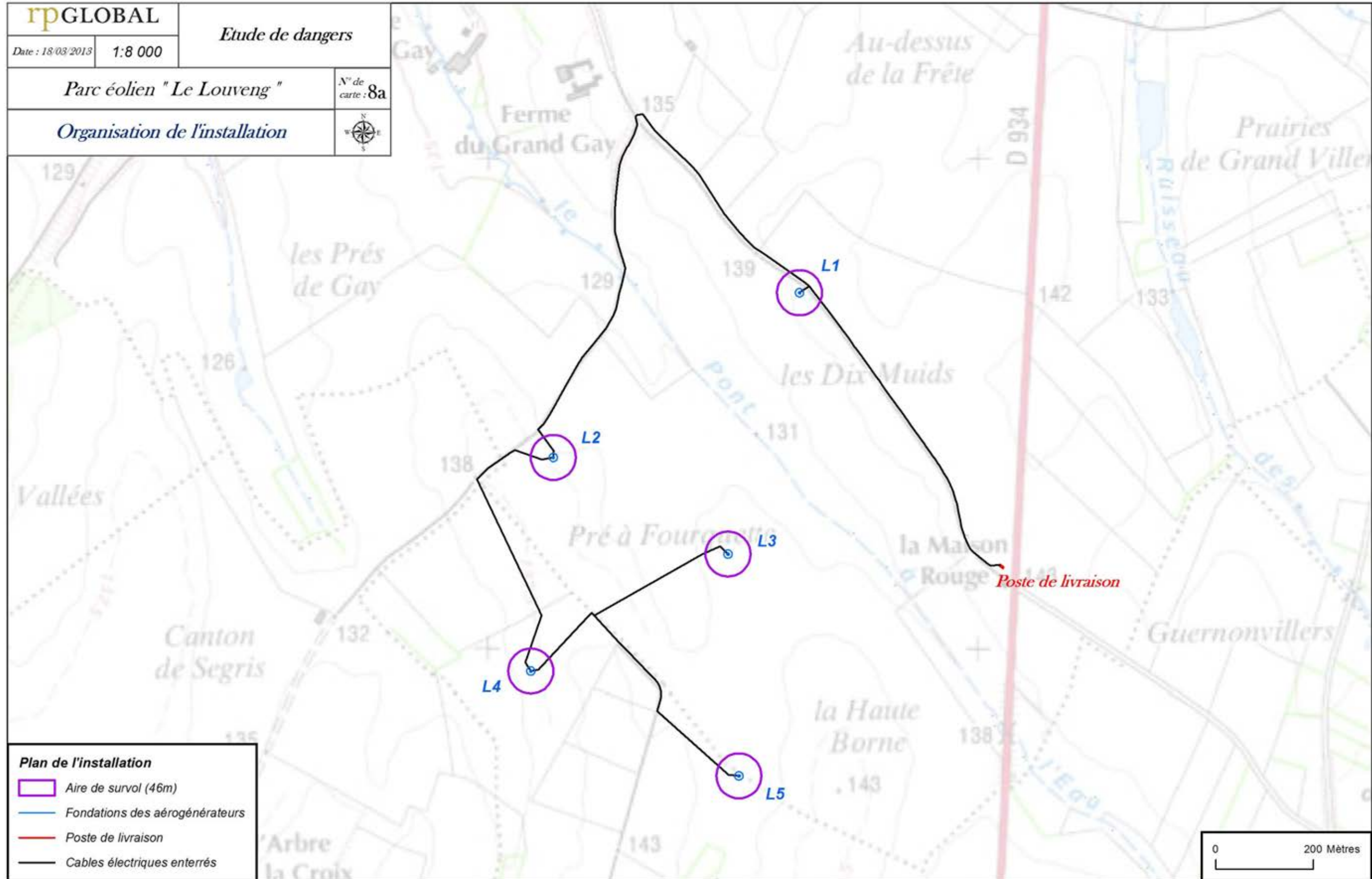
❖ **Réseau électrique externe**

Le réseau électrique externe relie le ou les postes de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement ERDF- Électricité Réseau Distribution France). Il est lui aussi entièrement enterré.

**IV.3.2. AUTRES RÉSEAUX**

Le parc éolien « Le Louveng » ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.





Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu

## V. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

Ce chapitre de l'étude de dangers a pour objectif de mettre en évidence les éléments de l'installation pouvant constituer un danger potentiel, que ce soit au niveau des éléments constitutifs des éoliennes, des produits contenus dans l'installation, des modes de fonctionnement, etc.

L'ensemble des causes externes à l'installation pouvant entraîner un phénomène dangereux, qu'elles soient de nature environnementale, humaine ou matérielle, seront traitées dans l'analyse de risques.

### V.1. POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PRODUITS

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne consomme pas de matières premières, ni de produits pendant la phase d'exploitation. De même, cette activité ne génère pas de déchet, ni d'émission atmosphérique, ni d'effluent potentiellement dangereux pour l'environnement.

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien « Le Louveng » sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

- Produits nécessaires au bon fonctionnement des installations (graisses et huiles de transmission, huiles hydrauliques pour systèmes de freinage...), qui une fois usagés sont traités en tant que déchets industriels spéciaux
- Produits de nettoyage et d'entretien des installations (solvants, dégraissants, nettoyeurs...) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...)

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou le(s) poste(s) de livraison.

### V.2. POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien « Le Louveng » sont de cinq types :

- Chute d'éléments de l'aérogénérateur (boulons, morceaux d'équipements, etc.)
- Projection d'éléments (morceaux de pale, brides de fixation, etc.)
- Effondrement de tout ou partie de l'aérogénérateur
- Echauffement de pièces mécaniques
- Courts-circuits électriques (aérogénérateur ou poste de livraison).

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
Système de transmission	Transmission d'énergie mécanique	Survitesse	Echauffement des pièces mécaniques et flux thermique
Pale	Prise au vent	Bris de pale ou chute de pale	Energie cinétique d'éléments de pales
Aérogénérateur	Production d'énergie électrique à partir d'énergie éolienne	Effondrement	Energie cinétique de chute
Poste de livraison, intérieur de l'aérogénérateur	Réseau électrique	Court-circuit interne	Arc électrique
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute d'éléments	Energie cinétique de projection
Rotor	Transformer l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Energie cinétique des objets
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute de nacelle	Energie cinétique de chute

### V.3. RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS À LA SOURCE

#### V.3.1. PRINCIPALES ACTIONS PRÉVENTIVES

Une distance de plus de 550m autour des habitations est respectée pour l'emplacement des installations.

L'installation du mât de mesure anémométrique à proximité du lieu-dit « La Maison Rouge » sur la commune de Louvignies-Quesnoy depuis Septembre 2010 permet de confirmer qu'il s'agit d'un territoire au très bon potentiel éolien.

Les vents mesurés à une hauteur de 82 mètres sont de l'ordre de 6.7 m/s en moyenne c'est pourquoi les aérogénérateurs envisagés pour ce parc éolien peuvent correspondre aux classes IIIa.

Les différentes mesures enregistrées justifient l'implantation des installations sur le parc éolien « Le Louveng ». Plusieurs expertises ont été réalisées (Cf. Etude d'impact, expertises acoustique et visuelle) afin de choisir un modèle adapté à ce projet.

Ces modèles d'aérogénérateurs sont en conformité avec la réglementation ICPE en associant puissance et efficacité acoustique.

L'ensemble de ces caractéristiques garantit une sécurité optimale de l'installation.

#### V.3.2. UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

L'Union Européenne a adopté un ensemble de règles communes au sein de la directive 96/61/CE du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution, dite directive IPPC (« Integrated Pollution Prevention and Control »), afin d'autoriser et de contrôler les installations industrielles.

Pour l'essentiel, la directive IPPC vise à minimiser la pollution émanant de différentes sources industrielles dans toute l'Union Européenne. Les exploitants des installations industrielles relevant de l'annexe I de la directive IPPC doivent obtenir des autorités des Etats-membres une autorisation environnementale avant leur mise en service.

Les installations éoliennes, ne consommant pas de matières premières et ne rejetant aucune émission dans l'atmosphère, ne sont pas soumises à cette directive.

### VI. ANALYSE DES RETOURS D'EXPÉRIENCE

Il n'existe actuellement aucune base de données officielle recensant l'accidentologie dans la filière éolienne. Néanmoins, il a été possible d'analyser les informations collectées en France et dans le monde par plusieurs organismes divers (associations, organisations professionnelles, littérature spécialisées, etc.). Ces bases de données sont cependant très différentes tant en termes de structuration des données qu'en termes de détail de l'information.

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accident rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. D'autres informations sont également utilisées dans la partie VIII. pour l'analyse détaillée des risques.

#### VI.1. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc éolien «Le Louveng». Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne tel que présenté dans le guide technique de conduite de l'étude de dangers (mars 2012).

Plusieurs sources ont été utilisées pour effectuer le recensement des accidents et incidents au niveau français. Il s'agit à la fois de sources officielles, d'articles de presse locale ou de bases de données mises en place par des associations :

- Rapport du Conseil Général des Mines (juillet 2004)
- Base de données ARIA du Ministère du Développement Durable
- Communiqués de presse du SER-FEE et/ou des exploitants éoliens
- Site Internet de l'association « Vent de Colère »
- Site Internet de l'association « Fédération Environnement Durable »
- Articles de presse divers
- Données diverses fournies par les exploitants de parcs éoliens en France

Dans le cadre de ce recensement, il n'a pas été réalisé d'enquête exhaustive directe auprès des exploitants de parcs éoliens français. Cette démarche pourrait augmenter le nombre d'incidents recensés, mais cela concernerait essentiellement les incidents les moins graves.

Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de SER/FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France. Un total de 37 incidents a pu être recensé entre 2000 et début 2012 (voir tableau détaillé en annexe).

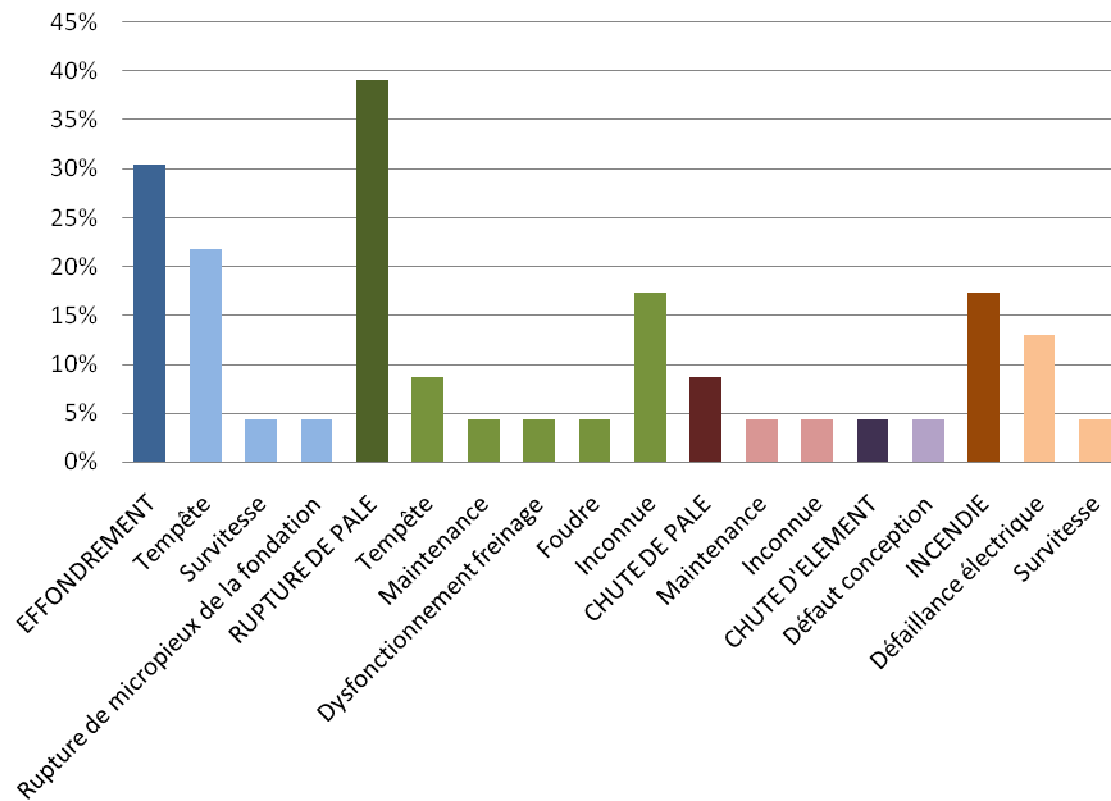
Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné.

Il apparaît dans ce recensement que les aérogénérateurs accidentés sont principalement des modèles anciens ne bénéficiant généralement pas des dernières avancées technologiques.

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011. Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, etc.) et les événements qui n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs. Dans ce graphique sont présentés :

- La répartition des événements effondrement, rupture de pale, chute de pale, chute d'éléments et incendie, par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur foncée ;
- La répartition des causes premières pour chacun des événements décrits ci-dessus. Celle-ci est donnée par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur claire.

Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011



Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les effondrements, les incendies, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne. La principale cause de ces accidents est les tempêtes.

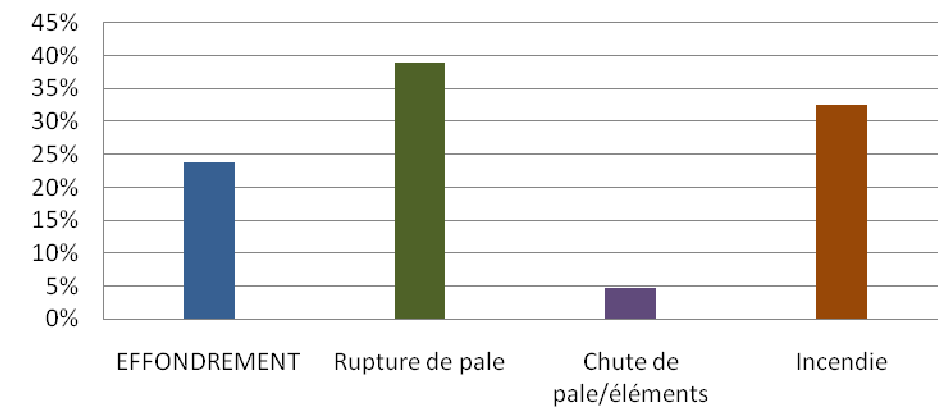
## VI.2. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS À L'INTERNATIONAL

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne fin 2010.

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 994 accidents décrits dans la base de données au moment de sa consultation par le groupe de travail précédemment mentionné, seuls 236 sont considérés comme des « accidents majeurs ». Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. et ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse suivante.

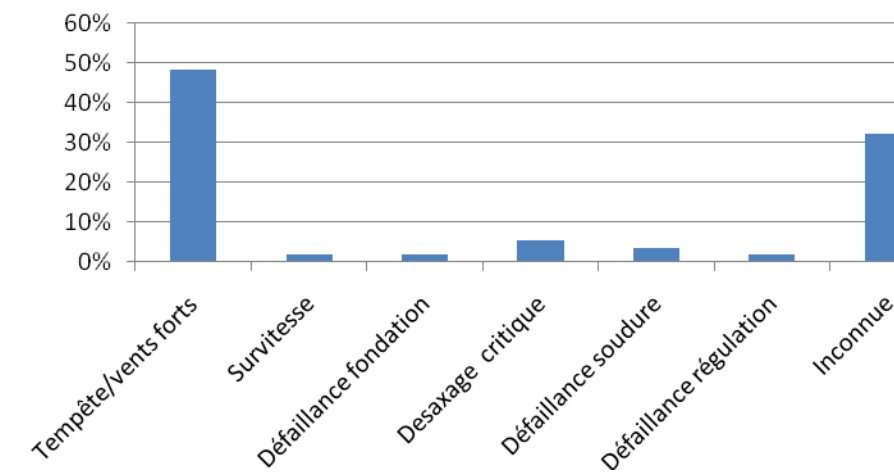
Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés.

Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011

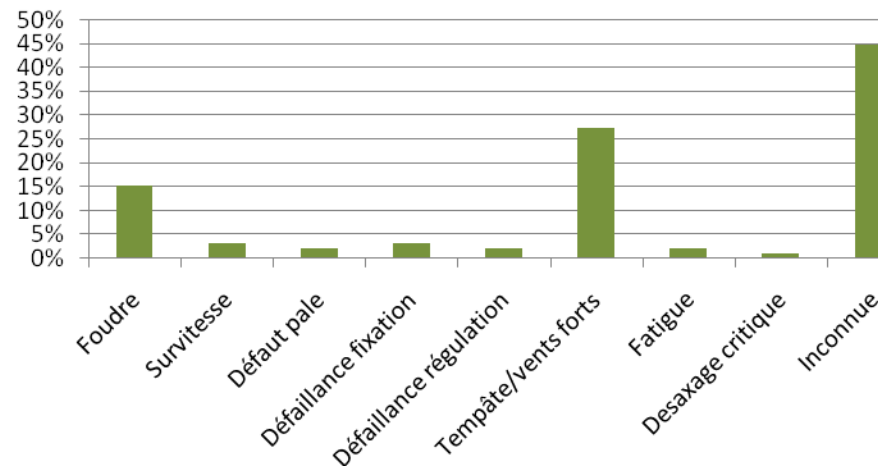


Ci-après, est présenté le recensement des causes premières pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés).

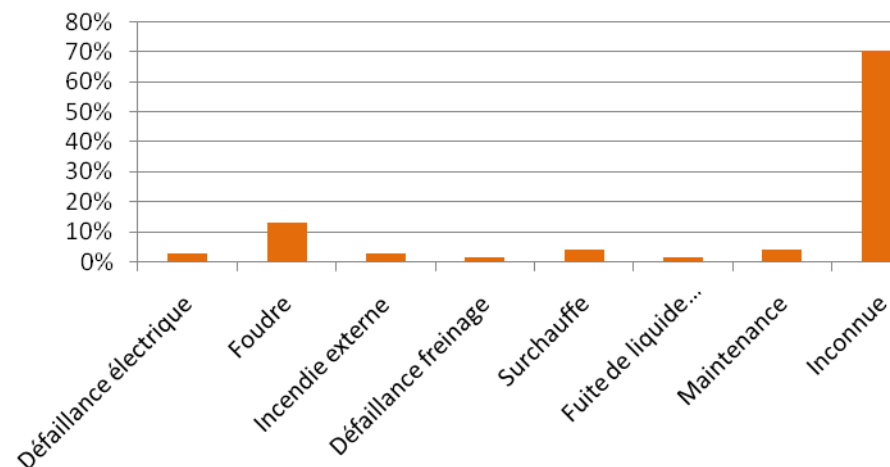
Répartition des causes premières d'effondrement



### Répartition des causes premières de rupture de pale



### Répartition des causes premières d'incendie



Cette tendance s'explique principalement par un parc éolien français assez récent, qui utilise majoritairement des éoliennes de nouvelle génération, équipées de technologies plus fiables et plus sûres.

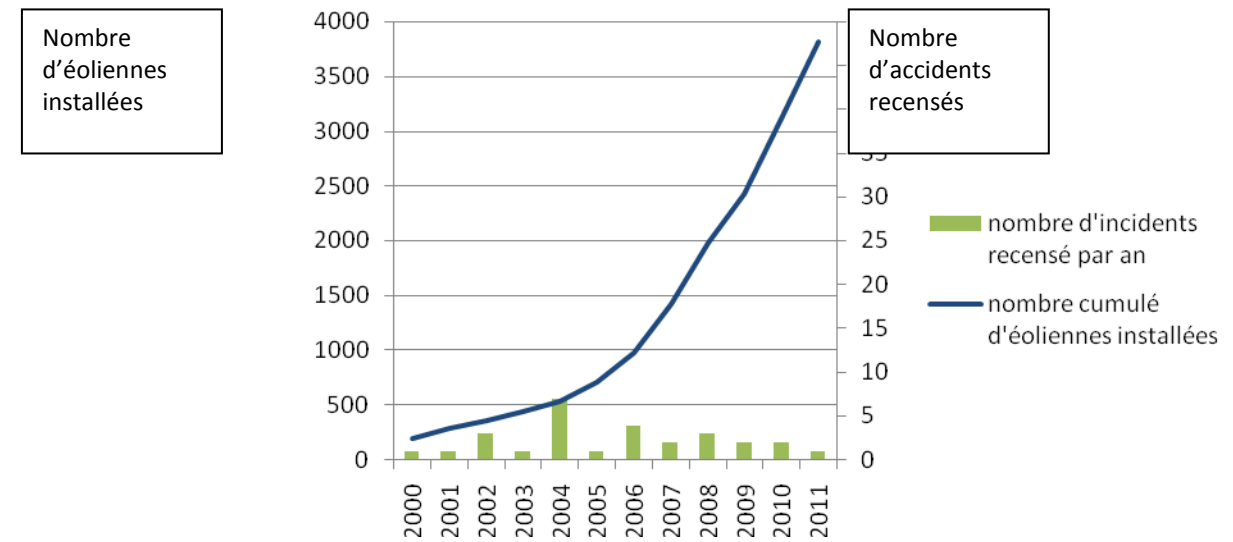


Figure 14 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées  
On note bien l'essor de la filière française à partir de 2005, alors que le nombre d'accident reste relativement constant

#### VI.3.2. ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FRÉQUENTS

Le retour d'expérience de la filière éolienne française et internationale permet d'identifier les principaux événements redoutés suivants :

- Effondrements
- Ruptures de pales
- Chutes de pales et d'éléments de l'éolienne
- Incendie

#### VI.4. LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

Ces retours d'expérience doivent être pris avec précaution. Ils comportent notamment les biais suivants :

- *La non-exhaustivité des événements* : ce retour d'expérience, constitué à partir de sources variées, ne provient pas d'un système de recensement organisé et systématique. Dès lors certains événements ne sont pas reportés (en particulier, les événements les moins spectaculaires).
- *La non-homogénéité des aérogénérateurs inclus dans ce retour d'expérience* : les aérogénérateurs observés n'ont pas été construits aux mêmes époques et ne mettent pas en œuvre les mêmes technologies. Les informations sont très souvent manquantes pour distinguer les différents types d'aérogénérateurs (en particulier concernant le retour d'expérience mondial).
- *Les importantes incertitudes* sur les causes et sur la séquence qui a mené à un accident : de nombreuses informations sont manquantes ou incertaines sur la séquence exacte des accidents.

L'analyse du retour d'expérience permet ainsi de dégager de grandes tendances, mais à une échelle détaillée, elle comporte de nombreuses incertitudes.

Tout comme pour le retour d'expérience français, ce retour d'expérience montre l'importance des causes « tempêtes et vents forts » dans les accidents. Il souligne également le rôle de la foudre dans les accidents.

### VI.3. SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPÉRIENCE

#### VI.3.1. ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

A partir de l'ensemble des phénomènes dangereux qui ont été recensés, il est possible d'étudier leur évolution en fonction du nombre d'éoliennes installées.

La figure ci-dessous montre cette évolution et il apparaît clairement que le nombre d'incidents n'augmente pas proportionnellement au nombre d'éoliennes installées. Depuis 2005, l'énergie éolienne s'est en effet fortement développée en France, mais le nombre d'incidents par an reste relativement constant.

## VII. ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

### VII.1. OBJECTIF DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Cet objectif est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarios d'accident potentiels pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) basée sur un questionnement systématique des causes et conséquences possibles des événements accidentels, ainsi que sur le retour d'expérience disponible.

Les scénarios d'accident sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences. Cette hiérarchisation permet de « filtrer » les scénarios d'accident qui présentent des conséquences limitées et les scénarios d'accident majeurs – ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes.

### VII.2. RECENSEMENT DES ÉVÉNEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, les événements initiateurs (ou agressions externes) suivants sont exclus de l'analyse des risques :

- chute de météorite
- séisme d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation applicable aux installations classées considérées
- crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur
- événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur
- chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (rayon de 2 km des aéroports et aérodromes)
- rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R.214-112 du Code de l'environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R. 214-113 du même code
- actes de malveillance

D'autre part, plusieurs autres agressions externes qui ont été détaillées dans l'état initial peuvent être exclues de l'analyse préliminaire des risques car les conséquences propres de ces événements, en termes de gravité et d'intensité, sont largement supérieures aux conséquences potentielles de l'accident qu'ils pourraient entraîner sur les aérogénérateurs. Le risque de sur-accident lié à l'éolienne est considéré comme négligeable dans le cas des événements suivants :

- inondations ;
- séismes d'amplitude suffisante pour avoir des conséquences notables sur les infrastructures ;
- incendies de cultures ou de forêts ;
- pertes de confinement de canalisations de transport de matières dangereuses ;
- explosions ou incendies générés par un accident sur une activité voisine de l'éolienne.

## VII.3. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

### VII.3.1. AGRESSION EXTERNES LIÉES AUX ACTIVITÉS HUMAINES

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines :

Parc éolien « Le Louveng »					Distance par rapport au mât des éoliennes				
Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	L1	L2	L3	L4	L5
Voies de circulation (chemins agricoles)	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200m	17m	63m		185m	198m
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000m					
Lignes THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200m					
Autres aérogénérateurs (L1 à L5 non comprises)	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500m					

### VII.3.2. AGRESSIONS EXTERNES LIÉES AUX PHÉNOMÈNES NATURELS

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux phénomènes naturels :

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	Les vents mesurés depuis l'installation du mat de mesure ne dépassent pas les 110km/h en rafale.
Foudre	0,3 à 0,5 impact/km <sup>2</sup> = Impact faible
Glissement de sols/ affaissement miniers	Aucun mouvement de terrain

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 ci-après.

En ce qui concerne la foudre, on considère que le respect des normes rend le risque d'effet direct de la foudre négligeable (risque électrique, risque d'incendie, etc.). En effet, le système de mise à la terre permet d'évacuer l'intégralité du courant de foudre. Cependant, les conséquences indirectes de la foudre, comme la possible fragilisation progressive de la pale, sont prises en compte dans les scénarios de rupture de pale.

#### VII.4. SCÉNARIOS ÉTUDIÉS DANS L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

Le tableau ci-dessous présente une proposition d'analyse générique des risques. Celui-ci est construit de la manière suivante :

- une description des causes et de leur séquençage (*événements initiateurs* et *événements intermédiaires*) ;
- une description des *événements redoutés centraux* qui marquent la partie incontrôlée de la séquence d'accident ;
- une description des *fonctions de sécurité* permettant de prévenir l'événement redouté central ou de limiter les effets du phénomène dangereux ;
- une description des *phénomènes dangereux* dont les effets sur les personnes sont à l'origine d'un accident
- une évaluation préliminaire de la zone d'effets attendue de ces événements

L'échelle utilisée pour l'évaluation de l'intensité des événements a été adaptée au cas des éoliennes :

- « 1 » correspond à un phénomène limité ou se cantonnant au surplomb de l'éolienne ;
- « 2 » correspond à une intensité plus importante et impactant potentiellement des personnes autour de l'éolienne.

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la sur vitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
C3	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la sur vitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2



Ce tableau présentant le résultat d'une analyse des risques peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes.

## VII.5. EFFETS DOMINOS

Lors d'un accident majeur sur une éolienne, une possibilité est que les effets de cet accident endommagent d'autres installations. Ces dommages peuvent conduire à un autre accident. Par exemple, la projection de pale impactant les canalisations d'une usine à proximité peut conduire à des fuites de canalisations de substances dangereuses. Ce phénomène est appelé « effet domino ».

Les effets dominos susceptibles d'impacter les éoliennes sont décrits dans le tableau d'analyse des risques générique présenté ci-dessus.

En ce qui concerne les accidents sur des aérogénérateurs qui conduiraient à des effets dominos sur d'autres installations, le paragraphe 1.2.2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise : « [...] seuls les effets dominos générés par les fragments sur des installations et équipements proches ont vocation à être pris en compte dans les études de dangers [...]. Pour les effets de projection à une distance plus lointaine, l'état des connaissances scientifiques ne permet pas de disposer de prédictions suffisamment précises et crédibles de la description des phénomènes pour déterminer l'action publique ».

C'est la raison pour laquelle, il est proposé de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.

## VII.6. MISE EN PLACE DES MESURES DE SÉCURITÉ

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc « Le Louveng ». Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement de « empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.
- **Numéro de la fonction de sécurité** : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple.
- **Mesures de sécurité** : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action).
- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires.
- **Indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »).
- **Temps de réponse** (en secondes ou en minutes) : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité.
- **Efficacité** (100% ou 0%) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.
- **Test (fréquence)** : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation.

- **Maintenance (fréquence)** : ce critère porte sur la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima : un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
Description	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance	Non Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc.		
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	NA		
Maintenance	vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement		
Description	/		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.		
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection < 1 minute L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.		
Efficacité	100 %		
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Dispositif de capture + mise à la terre Parasurtenseurs sur les circuits électriques		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours		
Description	Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance) Plan d'intervention avec le SDIS		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.		

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution		
Description	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : - de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; - d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; - de récupérer les déchets absorbés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)		
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance		
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	Vérifications en réunion annuelle		
Maintenance	NA		

## VII.7. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, quatre catégories de scénarios sont a priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 min		
Efficacité	100 %. NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés.		
Tests	/		
Maintenance	/		

L'ensemble des procédures de maintenance et des contrôles d'efficacité des systèmes sera conforme à l'arrêté du 26 août 2011.

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

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m <sup>2</sup> n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques.  Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 [9] et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C	Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul.  Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs.

Les cinq catégories de scénarios étudiées dans l'étude détaillée des risques sont les suivantes :

- Projection de tout ou une partie de pale
- Effondrement de l'éolienne
- Chute d'éléments de l'éolienne
- Chute de glace
- Projection de glace

Ces scénarios regroupent plusieurs causes et séquences d'accident. En estimant la probabilité, gravité, cinétique et intensité de ces événements, il est possible de caractériser les risques pour toutes les séquences d'accidents.

## VIII. ETUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios retenus à l'issue de l'analyse préliminaire des risques en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité. Son objectif est donc de préciser le risque généré par l'installation et d'évaluer les mesures de maîtrise des risques mises en œuvre. L'étude détaillée permet de vérifier l'acceptabilité des risques potentiels générés par l'installation.

### VIII.1. RAPPEL DES DÉFINITIONS

Les règles méthodologiques applicables pour la détermination de l'intensité, de la gravité et de la probabilité des phénomènes dangereux sont précisées dans l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005.

Cet arrêté ne prévoit de détermination de l'intensité et de la gravité que pour les effets de surpression, de rayonnement thermique et de toxique.

Cet arrêté est complété par la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

Cette circulaire précise en son point 1.2.2 qu'à l'exception de certains explosifs pour lesquels les effets de projection présentent un comportement caractéristique à faible distance, les projections et chutes liées à des ruptures ou fragmentations ne sont pas modélisées en intensité et gravité dans les études de dangers.

Force est néanmoins de constater que ce sont les seuls phénomènes dangereux susceptibles de se produire sur des éoliennes.

Afin de pouvoir présenter des éléments au sein de cette étude de dangers, il est proposé de recourir à la méthode ad hoc préconisée par le guide technique nationale relatif à l'étude de dangers dans le cadre d'un parc éolien dans sa version de mai 2012. Cette méthode est inspirée des méthodes utilisées pour les autres phénomènes dangereux des installations classées, dans l'esprit de la loi du 30 juillet 2003.

Cette première partie de l'étude détaillée des risques consiste donc à rappeler les définitions de chacun de ces paramètres, en lien avec les références réglementaires correspondantes.

#### VIII.1.1. CINÉTIQUE

La cinétique d'un accident est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables.

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13], la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

Dans le cadre d'une étude de dangers pour des aérogénérateurs, il est supposé, de manière prudente, que tous les accidents considérés ont une cinétique rapide. Ce paramètre ne sera donc pas détaillé à nouveau dans chacun des phénomènes redoutés étudiés par la suite.

### VIII.1.2. INTENSITÉ

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures (article 9 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13]).

On constate que les scénarios retenus au terme de l'analyse préliminaire des risques pour les parcs éoliens sont des scénarios de projection (de glace ou de toute ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou d'effondrement de machine.

Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 [13] caractérisent des phénomènes dangereux dont l'intensité s'exerce dans toutes les directions autour de l'origine du phénomène, pour des effets de surpression, toxiques ou thermiques). Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs.

Dans le cas de scénarios de projection, l'annexe II de cet arrêté précise : « *Compte tenu des connaissances limitées en matière de détermination et de modélisation des effets de projection, l'évaluation des effets de projection d'un phénomène dangereux nécessite, le cas échéant, une analyse, au cas par cas, justifiée par l'exploitant. Pour la délimitation des zones d'effets sur l'homme ou sur les structures des installations classées, il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur de référence. Lorsqu'elle s'avère nécessaire, cette délimitation s'appuie sur une analyse au cas par cas proposée par l'exploitant* ».

C'est pourquoi, pour chacun des événements accidentels retenus (chute d'éléments, chute de glace, effondrement et projection), deux valeurs de référence ont été retenues :

- 5% d'exposition : seuils d'exposition très forte
- 1% d'exposition : seuil d'exposition forte

Le degré d'exposition est défini comme le rapport entre la surface atteinte par un élément chutant ou projeté et la surface de la zone exposée à la chute ou à la projection.

Intensité	Degré d'exposition
exposition très forte	Supérieur à 5 %
exposition forte	Compris entre 1 % et 5 %
exposition modérée	Inférieur à 1 %

Les zones d'effets sont définies pour chaque événement accidentel comme la surface exposée à cet événement.

**VIII.1.3. GRAVITÉ**

Par analogie aux niveaux de gravité retenus dans l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre équivalent de personnes permanentes dans chacune des zones d'effet définies dans le paragraphe précédent.

Intensité / Gravité	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition très forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition modérée
« Désastreux »	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
« Catastrophique »	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
« Important »	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« Sérieux »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« Modéré »	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet est effectuée à l'aide de la méthode présentée en annexe 1. Cette méthode se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées.

**VIII.1.4. PROBABILITÉ**

L'annexe I de l'arrêté du 29 septembre 2005 définit les classes de probabilité qui doivent être utilisées dans les études de dangers pour caractériser les scénarios d'accident majeur :

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
<b>A</b>	<b>Courant</b> Se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations, malgré d'éventuelles mesures correctives.	$P > 10^{-2}$
<b>B</b>	<b>Probable</b> S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
<b>C</b>	<b>Improbable</b> Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
<b>D</b>	<b>Rare</b> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
<b>E</b>	<b>Extrêmement rare</b> Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, la probabilité de chaque événement accidentel identifié pour une éolienne est déterminée en fonction :

- de la bibliographie relative à l'évaluation des risques pour des éoliennes
- du retour d'expérience français
- des définitions qualitatives de l'arrêté du 29 Septembre 2005

Il convient de noter que la probabilité qui sera évaluée pour chaque scénario d'accident correspond à la probabilité qu'un événement redouté se produise sur l'éolienne (probabilité de départ) et non à la probabilité que cet événement produise un accident suite à la présence d'un véhicule ou d'une personne au point d'impact (probabilité d'atteinte). En effet, l'arrêté du 29 septembre 2005 impose une évaluation des probabilités de départ uniquement.

Cependant, on pourra rappeler que la probabilité qu'un accident sur une personne ou un bien se produise est très largement inférieure à la probabilité de départ de l'événement redouté.

La probabilité d'accident est en effet le produit de plusieurs probabilités :

$$P_{\text{accident}} = P_{\text{ERC}} \times P_{\text{orientation}} \times P_{\text{rotation}} \times P_{\text{atteinte}} \times P_{\text{présence}}$$

$P_{\text{ERC}}$  = probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

$P_{\text{orientation}}$  = probabilité que l'éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d'une défaillance dans la direction d'un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)

$P_{\text{rotation}}$  = probabilité que l'éolienne soit en rotation au moment où l'événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)

$P_{\text{atteinte}}$  = probabilité d'atteinte d'un point donné autour de l'éolienne (sachant que l'éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu'elle est en rotation)

$P_{\text{présence}}$  = probabilité de présence d'un enjeu donné au point d'impact sachant que l'élément est projeté en ce point donné

Dans le cadre des études de dangers des éoliennes, une approche majorante assimilant la probabilité d'accident ( $P_{\text{accident}}$ ) à la probabilité de l'événement redouté central ( $P_{\text{ERC}}$ ) a été retenue.

## VIII.2. CARACTÉRISATION DES SCÉNARIOS RETENUS

Dans le cadre de l'étude de danger du parc éolien « Le Louveng », trois types d'aérogénérateurs vont faire l'objet d'une étude détaillée des risques.

Les aérogénérateurs retenus pour l'étude sont les suivants :

- Vestas V90 HH80 – 2MW
- REpower MM92 HH80 – 2.05MW
- Nordex N90 HH80 – 2.5MW

Type d'éoliennes à l'étude	Hauteur de moyeu (H1)	Hauteur mât + Nacelle (H)	Hauteur totale en bout de pale (H2)	Diamètre de rotor (D)	Longueur de pale (R)	Largeur de mât (L)	Largeur de base de la pale (LB)
Vestas V90 HH80 2MW	80m	81.95m	125m	90m	44m	4.2m	3.5m
REpower MM 92 HH80 2.05MW	80m	82.05m	126m	92.5m	45.2m	4.3m	5m
Nordex N90 HH80 2.5MW	80m	81.8m	125m	90m	43.8m	4m	2.4m

### VIII.2.1. EFFONDREMENT DE L'ÉOLIENNE

#### ❖ Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 125 m dans le cas des éoliennes du parc « Le Louveng ».

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (références [5] et [6]). Les risques d'atteinte d'une personne ou d'un bien en dehors de cette zone d'effet sont négligeables et ils n'ont jamais été relevés dans l'accidentologie ou la littérature spécialisée.

#### ❖ Intensité

Pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface totale balayée par le rotor et la surface du mât non balayée par le rotor, d'une part, et la superficie de la zone d'effet du phénomène, d'autre part.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc éolien « Le Louveng ».

Types d'éoliennes	Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
	Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Vestas V90 HH80	$(H) \times L + 3 \times R \times LB/2$	$\pi \times (H+R)^2$		
	575.2	49811	1.2% (1% ≤ x < 5%)	Exposition forte
REpower MM92 HH80 2.05MW	$(H) \times L + 3 \times R \times LB/2$	$\pi \times (H+R)^2$		
	691.8	50845	1,4% (1% ≤ x < 5%)	Exposition forte
Nordex N90 HH80 2.5MW	$(H) \times L + 3 \times R \times LB/2$	$\pi \times (H+R)^2$		
	484.9	49534.6	< 1% (0.98%)	Exposition modérée

L'intensité du phénomène d'effondrement est nulle au-delà de la zone d'effondrement.

#### ❖ Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe VIII.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène d'effondrement, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne :

- Plus de 100 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 1 et 10 personnes exposées → « Important »
- Au plus 1 personne exposée → « Sérieux »
- Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « Modéré »

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement et la gravité associée :

Parc éolien « Le Louveng »		
Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
L1	< 1	Sérieux
L2	< 1	Sérieux
L3	< 1	Sérieux
L4	< 1	Sérieux
L5	< 1	Sérieux

Aucune variation de la « Gravité » selon le modèle d'aérogénérateur choisi.

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en annexe 1. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Dans le périmètre délimité par la hauteur de chute de l'éolienne, le terrain est aménagé et peu fréquenté. Pour une éolienne d'une hauteur en bout de pale de 125 m (pour les 3 modèles d'aérogénérateur), le nombre de personnes exposées sera donc inférieur à 1 (« 0,5 personne »).

La gravité sera donc considérée comme « Sérieuse ».

#### ❖ Probabilité

Pour l'effondrement d'une éolienne, les valeurs retenues dans la littérature sont détaillées dans le tableau suivant :

Source	Fréquence	Justification
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	$4,5 \times 10^{-4}$	Retour d'expérience
Specification of minimum distances [6]	$1,8 \times 10^{-4}$ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

Ces valeurs correspondent à une classe de probabilité « C » selon l'arrêté du 29 septembre 2005.

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience<sup>1</sup>, soit une probabilité de  $4,47 \times 10^{-4}$  par éolienne et par an.

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C », à savoir : « *Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité* ».

Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'événement.

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place sur les machines récentes et permettent de réduire significativement la probabilité d'effondrement. Ces mesures de sécurité sont notamment :

- respect intégral des dispositions de la norme IEC 61 400-1
- contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages
- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique

On note d'ailleurs, dans le retour d'expérience français, qu'aucun effondrement n'a eu lieu sur les éoliennes mises en service après 2005.

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité d'effondrement.

Il est considéré que la classe de probabilité de l'accident est « D », à savoir : « *S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité* ».

<sup>1</sup> Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience.

#### ❖ Acceptabilité

Dans le cas d'implantation d'éoliennes équipées des technologies récentes, compte tenu de la classe de probabilité d'un effondrement, on pourra conclure à l'acceptabilité de ce phénomène si moins de 10 personnes sont exposées.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Le Louveng », la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Parc éolien « Le Louveng »		
Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
L1	Sérieux	Acceptable
L2	Sérieux	Acceptable
L3	Sérieux	Acceptable
L4	Sérieux	Acceptable
L5	Sérieux	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien « Le Louveng », le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes (pour les 3 modèles d'aérogénérateur).

### VIII.2.2. CHUTE DE GLACE

#### ❖ Considérations générales

Les périodes de gel et l'humidité de l'air peuvent entraîner, dans des conditions de température et d'humidité de l'air bien particulières, une formation de givre ou de glace sur l'éolienne, ce qui induit des risques potentiels de chute de glace.

Selon l'étude WECO [15], une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est concerné par moins d'un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire comme les zones côtières affichent des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an.

Lors des périodes de dégel qui suivent les périodes de grand froid, des chutes de glace peuvent se produire depuis la structure de l'éolienne (nacelle, pales). Normalement, le givre qui se forme en fine pellicule sur les pales de l'éolienne fond avec le soleil. En cas de vents forts, des morceaux de glace peuvent se détacher. Ils se désagrègent généralement avant d'arriver au sol. Ce type de chute de glace est similaire à ce qu'on observe sur d'autres bâtiments et infrastructures.

#### ❖ Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le parc éolien « Le Louveng », la zone d'effet a donc un rayon = (D/2) mètres. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

#### ❖ Intensité

Pour le phénomène de chute de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien « Le Louveng ».  $Z_I$  est la zone d'impact,  $Z_E$  est la zone d'effet, R est la longueur de pale, SG est la surface du morceau de glace majorant ( $SG = 1 \text{ m}^2$ ).



Types d'éoliennes	Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
	Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Vestas V90 HH80	$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = Z_I/Z_E$	
	1	6079	< 1% (0.02%)	Exposition modérée
REpower MM92 HH80 2.05MW	$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = Z_I/Z_E$	
	1	6415	< 1% (0.02%)	Exposition modérée
Nordex N90 HH80 2.5MW	$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = Z_I/Z_E$	
	1	6023.9	< 1% (0.02%)	Exposition modérée

L'intensité est nulle hors de la zone de survol.

#### ❖ Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe VIII.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute de glace et la gravité associée :

Parc éolien « Le Louveng »		
Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
L1	< 1	Modérée
L2	< 1	Modérée
L3	< 1	Modérée
L4	< 1	Modérée
L5	< 1	Modérée

Dans le périmètre délimité par la zone de survol de l'éolienne, le terrain est aménagé et peu fréquenté. Pour une éolienne d'une longueur de pale inférieure à 100 m (pour les 3 modèles d'aérogénérateur), le nombre de personnes exposées sera donc inférieur à 1. La gravité sera donc « Modérée ».

#### ❖ Probabilité

De façon conservatrice, il est considéré que la probabilité est de classe « A », c'est-à-dire une probabilité supérieure à 10<sup>-2</sup>.

#### ❖ Acceptabilité

Avec une classe de probabilité de A, le risque de chute de glace pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'une gravité « Modérée » qui correspond pour cet événement à un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 1.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Le Louveng », la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Parc éolien « Le Louveng »		
Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
L1	Modérée	Acceptable
L2	Modérée	Acceptable
L3	Modérée	Acceptable
L4	Modérée	Acceptable
L5	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien « Le Louveng », le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

Il convient également de rappeler que, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, un panneau informant le public des risques (et notamment des risques de chute de glace) sera installé sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, c'est-à-dire en amont de la zone d'effet de ce phénomène. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de grand froid.

### VIII.2.3. CHUTE D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIENNE

#### ❖ Zone d'effet

La chute d'éléments comprend la chute de tous les équipements situés en hauteur : trappes, boulons, morceaux de pales ou pales entières. Le cas majorant est ici le cas de la chute de pale. Il est retenu dans l'étude détaillée des risques pour représenter toutes les chutes d'éléments.

Le risque de chute d'élément est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor.

❖ **Intensité**

Pour le phénomène de chute d'éléments, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière se détachant de l'éolienne) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien « Le Louveng ».  $d$  est le degré d'exposition,  $Z_i$  la zone d'impact,  $Z_e$  la zone d'effet,  $R$  la longueur de pale et  $LB$  la largeur de la base de la pale.

Types d'éoliennes	Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2$ = zone de survol)			
	Zone d'impact en $m^2$	Zone d'effet du phénomène étudié en $m^2$	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Vestas V90 HH80	$Z_i = R * LB / 2$	$Z_e = \pi * R^2$	$d = Z_i / Z_e$	
	77	6079	1.3% ( $1\% < x < 5\%$ )	Exposition forte
REpower MM92 HH80 2.05MW	$Z_i = R * LB / 2$	$Z_e = \pi * R^2$	$d = Z_i / Z_e$	
	113	6415.1	1.76% ( $1\% < x < 5\%$ )	Exposition forte
Nordex N90 HH80 2.5MW	$Z_i = R * LB / 2$	$Z_e = \pi * R^2$	$d = Z_i / Z_e$	
	52.6	6023.9	0.9% ( $1\% < x < 5\%$ )	Exposition modérée

L'intensité en dehors de la zone de survol est nulle.

❖ **Gravité**

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe VIII.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute d'éléments, dans la zone de survol de l'éolienne :

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute d'éléments et la gravité associée :

Parc éolien « Le Louveng »		
Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2$ = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
L1	< 1	Sérieux
L2	< 1	Sérieux
L3	< 1	Sérieux
L4	< 1	Sérieux
L5	< 1	Sérieux

Il est à noter que pour le parc « Le Louveng », la zone de survol de l'éolienne est un terrain aménagé et peu fréquenté (1 personne pour 10 ha d'après la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010). Pour une éolienne d'une longueur de pale inférieure à 100 m (3 modèles d'aérogénérateur), le nombre équivalent de personnes permanentes sera donc inférieur à 1. Le niveau de gravité sera donc « Sérieux ».

❖ **Probabilité**

Peu d'éléments sont disponibles dans la littérature pour évaluer la fréquence des événements de chute de pales ou d'éléments d'éoliennes.

Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit  $4.47 \times 10^{-4}$  événement par éolienne et par an).

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 Septembre 2005 d'une probabilité « C » : « Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'événement.

❖ **Acceptabilité**

Avec une classe de probabilité « C », le risque de chute d'éléments pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 10 dans la zone d'effet.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Le Louveng », la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Parc éolien « Le Louveng »		
Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2$ = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
L1	Sérieux	Acceptable
L2	Sérieux	Acceptable
L3	Sérieux	Acceptable
L4	Sérieux	Acceptable
L5	Sérieux	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien « Le Louveng », le phénomène de chute d'éléments des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes (pour les 3 modèles d'aérogénérateur).

**VIII.2.4. PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES**

❖ **Zone d'effet**

Dans l'accidentologie française rappelée en annexe, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail précédemment mentionné pour une projection de fragment de pale est de 380 mètres par rapport au mât de l'éolienne. On constate que les autres données disponibles dans cette accidentologie montrent des distances d'effet inférieures.

L'accidentologie éolienne mondiale manque de fiabilité car la source la plus importante (en termes statistiques) est une base de données tenue par une association écossaise majoritairement opposée à l'énergie éolienne [3].

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études [5] et [6].

Sur la base de ces éléments et de façon conservatrice, une distance d'effet de 500 mètres est considérée comme distance raisonnable pour la prise en compte des projections de pales ou de fragments de pales dans le cadre des études de dangers des parcs éoliens.

❖ **Intensité**

Pour le phénomène de projection de pales ou de fragments de pales, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (500 m).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de pales de l'éolienne dans le cas du parc éolien « Le Louveng ».  $d$  est le degré d'exposition,  $Z_i$  la zone d'impact,  $Z_e$  la zone d'effet,  $R$  la longueur de pale et  $LB$  la largeur de la base de la pale.

Types d'éoliennes	Projection de pales ou de fragments de pales (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
	Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Vestas V90 HH80	$Z_i = R * LB / 2$	$Z_e = \pi * R^2$	$d = Z_i / Z_e$	
	77	785191	0.01% (< 1%)	Exposition modérée
REpower MM92 HH80 2.05MW	$Z_i = R * LB / 2$	$Z_e = \pi * R^2$	$d = Z_i / Z_e$	
	113	785191	0.014% (< 1%)	Exposition modérée
Nordex N90 HH80 2.5MW	$Z_i = R * LB / 2$	$Z_e = \pi * R^2$	$d = Z_i / Z_e$	
	36.5	785191	0.005% (< 1%)	Exposition modérée

❖ **Gravité**

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe VIII.1.3., il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de projection et la gravité associée :

Parc éolien « Le Louveng »		
Projection de pales ou de fragments de pales (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
L1	20	Important
L2	8	Sérieux
L3	8	Sérieux
L4	8	Sérieux
L5	8	Sérieux

Il est à noter que pour le parc « Le Louveng », la zone d'effet est constituée de terrains aménagés et peu fréquentés (1 personne pour 10 ha d'après la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010). Le nombre équivalent de personnes permanentes sera donc inférieur à 10 (8 personnes) pour les éoliennes B2 à B5.

Le niveau de gravité sera donc « Sérieux ». La présence de la route départementale 934 à l'intérieur de la zone d'effet (pour l'aérogénérateur L1 : Distance = 455m) engendre un niveau de gravité différent par rapport aux autres aérogénérateurs du parc éolien « Le Louveng ». En effet, le niveau de gravité sera « important » compte tenu du nombre de personnes permanentes exposées (20 personnes). La méthode de comptage des enjeux humains pour une route structurante est présentée en annexe 1 (critères utilisés : Trafic : véhicules/jour - Linéaire de route compris dans la zone d'effet : en m)

❖ **Probabilité**

Les valeurs retenues dans la littérature pour une rupture de tout ou partie de pale sont détaillées dans le tableau suivant :

Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assesment for a wind farm project [4]	$1 \times 10^{-6}$	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	$1, 1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances [6]	$6,1 \times 10^{-4}$	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

Ces valeurs correspondent à des classes de probabilité de « B », « C » ou « E ».

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C » (12 événements pour 15 667 années d'expérience, soit  $7,66 \times 10^{-4}$  événement par éolienne et par an).

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 Septembre 2005 d'une probabilité « C » : « Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'événement.

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place notamment :

- les dispositions de la norme IEC 61 400-1
- les dispositions des normes IEC 61 400-24 et EN 62 305-3 relatives à la foudre
- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique
- utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.)

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité de projection.

Il est considéré que la classe de probabilité de l'accident est « D » : « S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctrices réduisant significativement la probabilité ».

#### ❖ Acceptabilité

Avec une classe de probabilité de « D », le risque de projection de tout ou partie de pale pour chaque types d'aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un nombre équivalent de personnes permanentes inférieur à 1000 dans la zone d'effet.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Le Louveng », la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Parc éolien « Le Louveng »		
Projection de pales ou de fragments de pales (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
L1	Important	Acceptable
L2	Sérieux	Acceptable
L3	Sérieux	Acceptable
L4	Sérieux	Acceptable
L5	Sérieux	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien « Le Louveng », le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes (pour les 3 modèles d'aérogénérateur).

## VIII.2.5. PROJECTION DE GLACE

### ❖ Zone d'effet

L'accidentologie rapporte quelques cas de projection de glace. Ce phénomène est connu et possible, mais reste difficilement observable et n'a jamais occasionné de dommage sur les personnes ou les biens.

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence [15] propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace :

$$\text{Distance d'effet} = 1,5 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{diamètre de rotor})$$

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures [17]. A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

### ❖ Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 m<sup>2</sup>) et la superficie de la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien « Le Louveng ».

d est le degré d'exposition, Z<sub>i</sub> la zone d'impact, Z<sub>e</sub> la zone d'effet, R la longueur de pale, H la hauteur au moyeu, et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Types d'éoliennes	Projection de morceaux de glace (dans un rayon de R <sub>PG</sub> = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne)			
	Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Vestas V90 HH80	Z <sub>i</sub> = SG	Z <sub>e</sub> = π x 1,5*(H+2*R) <sup>2</sup>	d = Z <sub>i</sub> /Z <sub>e</sub>	
	1	136039	7.4 x 10 <sup>-4</sup> (< 1%)	Exposition modérée
REpower MM92 HH80 2.05MW	Z <sub>i</sub> = SG	Z <sub>e</sub> = π x 1,5*(H+2*R) <sup>2</sup>	d = Z <sub>i</sub> /Z <sub>e</sub>	
	1	140071	7.1 x 10 <sup>-4</sup> (< 1%)	Exposition modérée
Nordex N90 HH80	Z <sub>i</sub> = SG	Z <sub>e</sub> = π x 1,5*(H+2*R) <sup>2</sup>	d = Z <sub>i</sub> /Z <sub>e</sub>	
	1	135159.9	7.4 x 10 <sup>-4</sup> (< 1%)	Exposition modérée

❖ **Gravité**

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe VIII.1.3., il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

Il a été observé dans la littérature disponible [17] qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de projection de glace et la gravité associée :

<b>Parc éolien « Le Louveng »</b>		
<b>Projection de morceaux de glace (dans un rayon de <math>R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)</math> autour de l'éolienne)</b>		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
L1	2	Sérieux
L2	2	Sérieux
L3	2	Sérieux
L4	2	Sérieux
L5	2	Sérieux

Il est à noter que pour le parc « Le Louveng », la zone d'effet est constituée de terrains aménagés et peu fréquentés (1 personne pour 10 ha d'après la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010). Le nombre équivalent de personnes permanentes sera donc inférieur à 10 (2 personnes).

Le niveau de gravité sera donc « Sérieux ».

❖ **Probabilité**

Au regard de la difficulté d'établir un retour d'expérience précis sur cet événement et considérant des éléments suivants :

- les mesures de prévention de projection de glace imposées par l'arrêté du 26 août 2011 ;
- le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace ;

Une probabilité forfaitaire « B – événement probable » est proposé pour cet événement.

❖ **Acceptabilité**

Le risque de projection pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un niveau de gravité « sérieux ». Cela correspond pour cet événement à un nombre équivalent de personnes permanentes inférieures à 10 dans la zone d'effet.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Le Louveng », la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

<b>Parc éolien « Le Louveng »</b>			
<b>Projection de morceaux de glace (dans un rayon de <math>R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)</math> autour de l'éolienne)</b>			
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage</i>	<i>Niveau de risque</i>
L1	Sérieux	Oui	Acceptable
L2	Sérieux	Oui	Acceptable
L3	Sérieux	Oui	Acceptable
L4	Sérieux	Oui	Acceptable
L5	Sérieux	Oui	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien « Le Louveng », le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes (pour les 3 modèles d'aérogénérateur).

**VIII.3. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES**

**VIII.3.1. TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS**

Les tableaux suivants récapitulent, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. Les tableaux regrouperont les éoliennes qui ont le même profil de risque.

<b>Synthèse de l'étude détaillée des risques</b>					
<b>Scénario</b>	<b>Zone d'effet</b>	<b>Cinétique</b>	<b>Intensité</b>	<b>Probabilité</b>	<b>Gravité</b>
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Exposition modérée à forte	D	<b>Sérieux pour l'ensemble des éoliennes du parc éolien " Le Louveng "</b>
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée à forte	C	<b>Sérieux pour l'ensemble des éoliennes du parc éolien " Le Louveng "</b>
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	A	<b>Modérée pour l'ensemble des éoliennes du parc éolien " Le Louveng "</b>
Projection de pales	500m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	<b>Sérieux : L2 à L5 Important pour l'aérogénérateur L1</b>
Projection de glace	1,5 x (H +2R) autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	<b>Sérieux pour l'ensemble des éoliennes du parc éolien " Le Louveng "</b>

**VIII.3.2. SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES**

Enfin, la dernière étape de l'étude détaillée des risques consiste à rappeler l'acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés.

Pour conclure à l'acceptabilité, la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus sera utilisée.

✓ Pour la VESTAS V90 / REPOWER MM92 / NORDEX N90

Type d'éoliennes	Conséquence	Classe de Probabilité				
		E	D	C	B	A
Vestas V90 HH80	Désastreux					
	Catastrophique					
REpower MM92 HH80	Important		Projection de pales pour l'éolienne L1			
Nordex N90 HH80	Sérieux		Effondrement de l'éolienne Projection de pales (L2 à L5)	Chute d'éléments de l'éolienne	Projection de glace	
	Modéré					Chute de glace

Légende de la matrice

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		acceptable
Risque faible		acceptable
Risque important		non acceptable

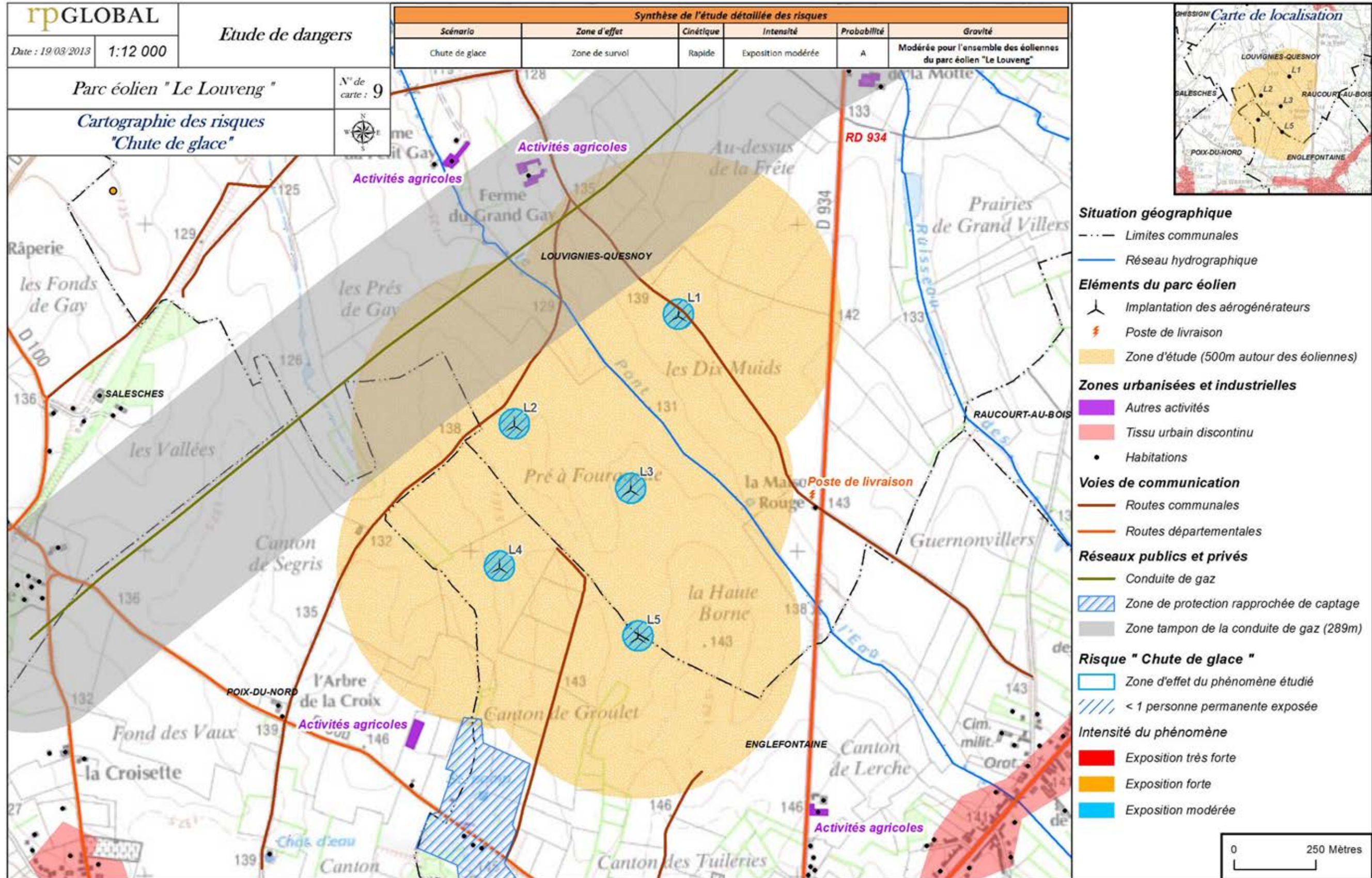
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie VII.6 sont mises en place
- pour les 3 modèles d'aérogénérateur étudiés, la matrice de criticité est identique.

**VIII.3.3. CARTOGRAPHIE DES RISQUES**

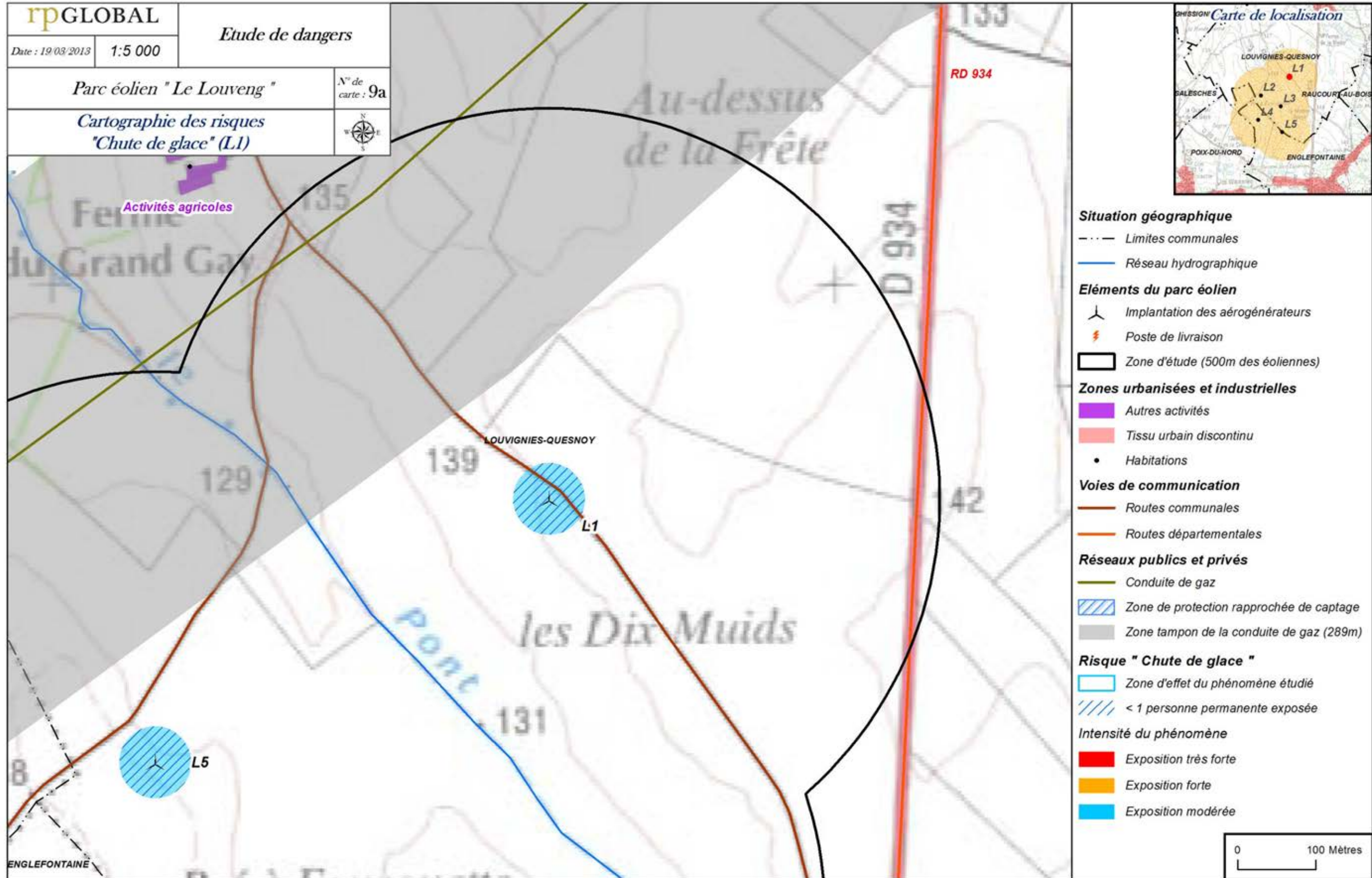
A l'issue de la démarche d'analyse des risques, une carte de synthèse des risques pour chaque aérogénérateur est proposée dans ce paragraphe (une carte correspond aux 3 modèles d'aérogénérateur car très peu de différence pour la zone d'effet du phénomène étudié et une matrice de criticité identique).

- Chute de glace : Carte 9 – Carte 9a à 9e
- Projection de glace : Carte 10 – Carte 10a à 10e
- Chute d'éléments de l'éolienne : Carte 11 – Carte 11a à 11e
- Projection de pales : Carte 12 – Carte 12a à 12e
- Effondrement d'une éolienne : Carte 13 – Carte 13a à 13e

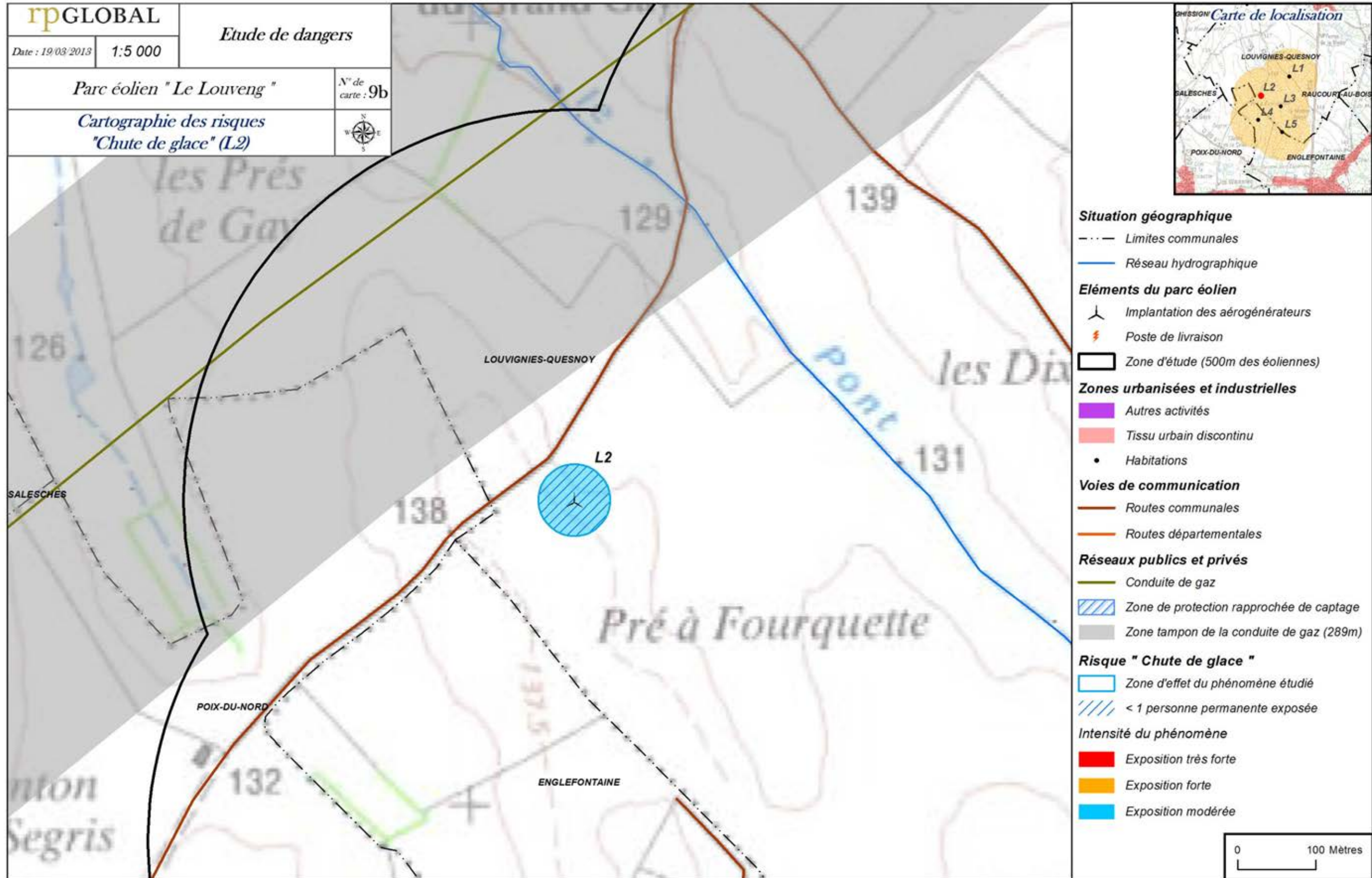


Source de fond de carte : IGN, carte Scan 25  
 Projection : Lambert II étendu

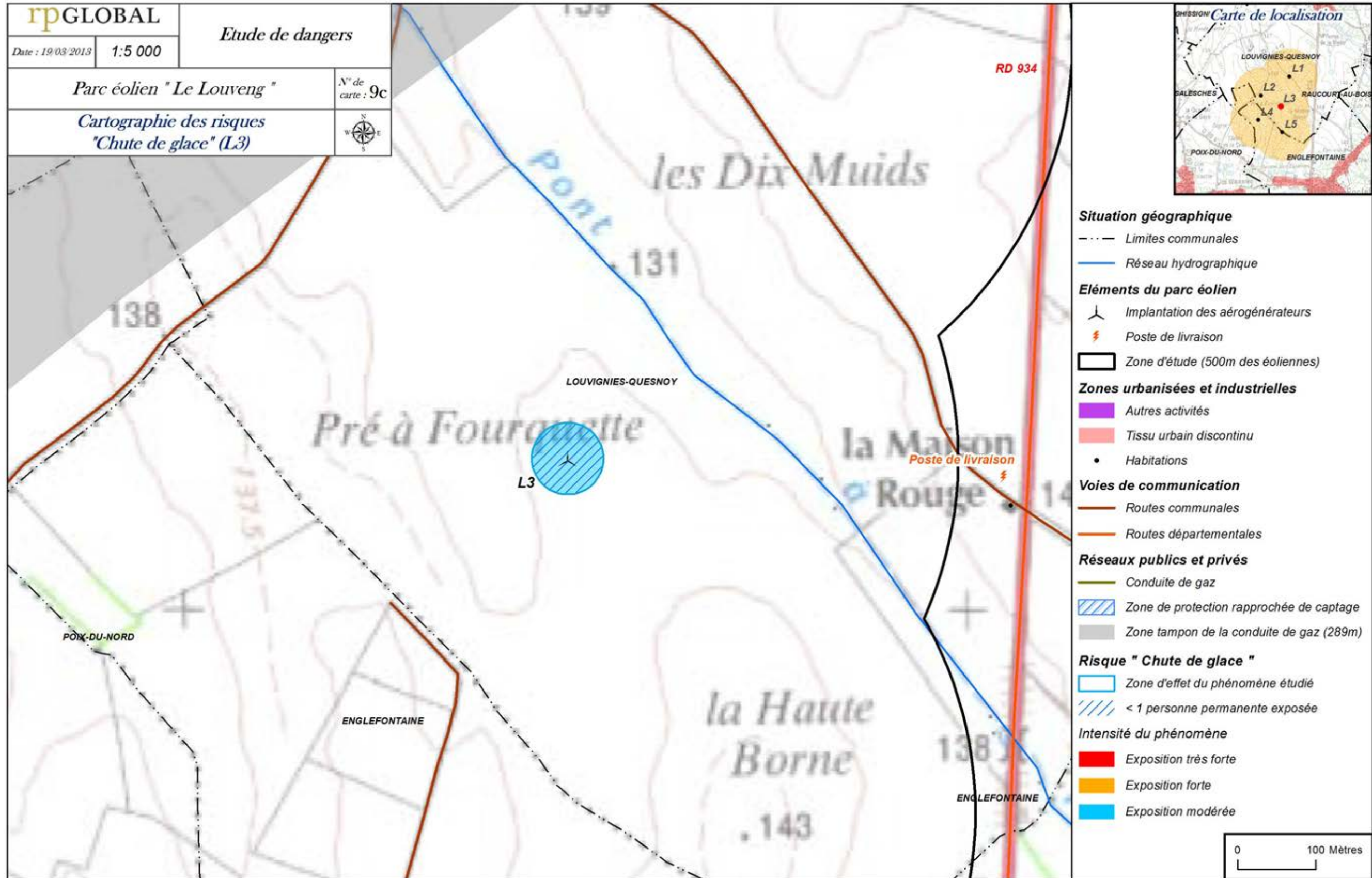




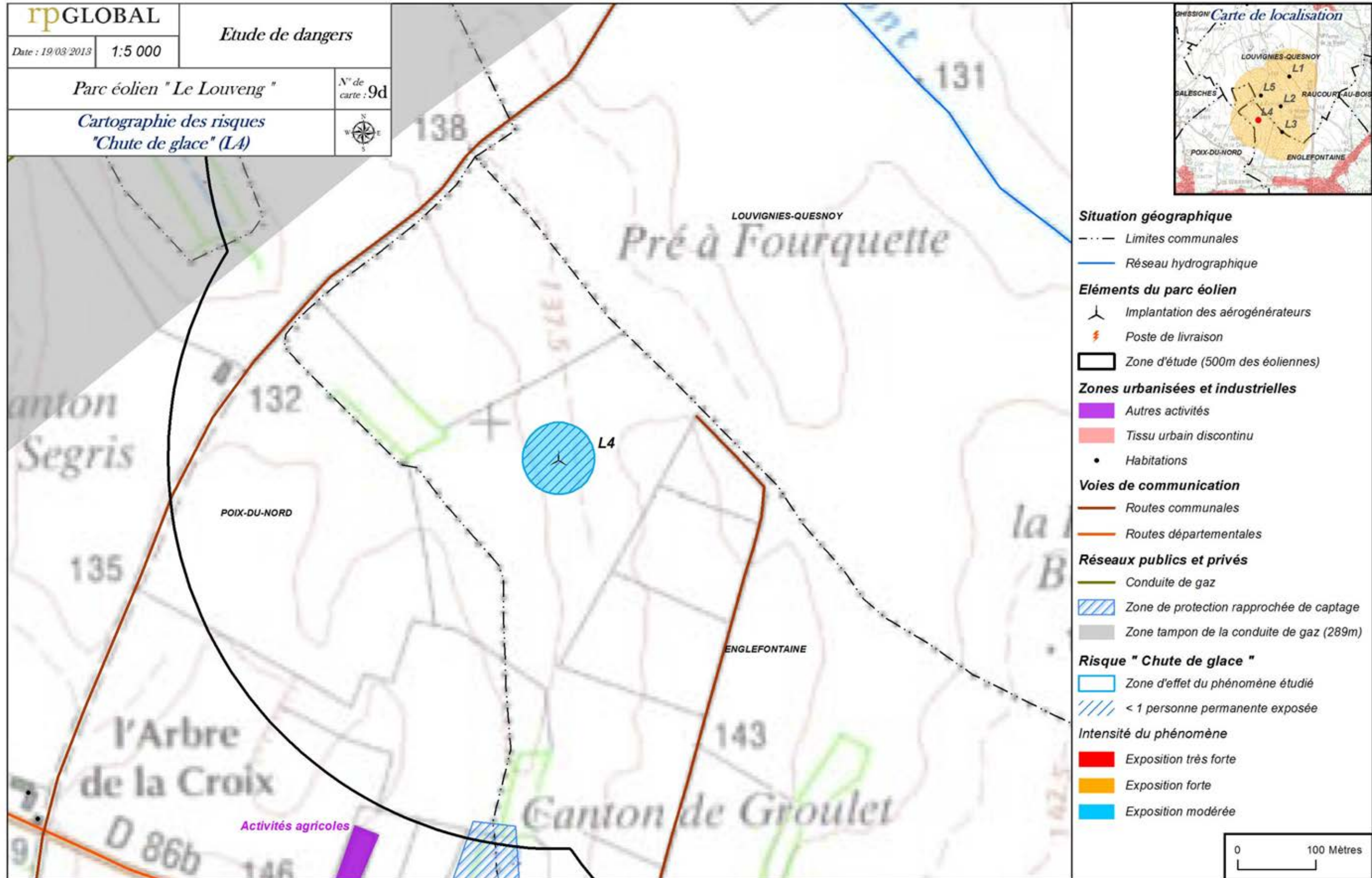
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



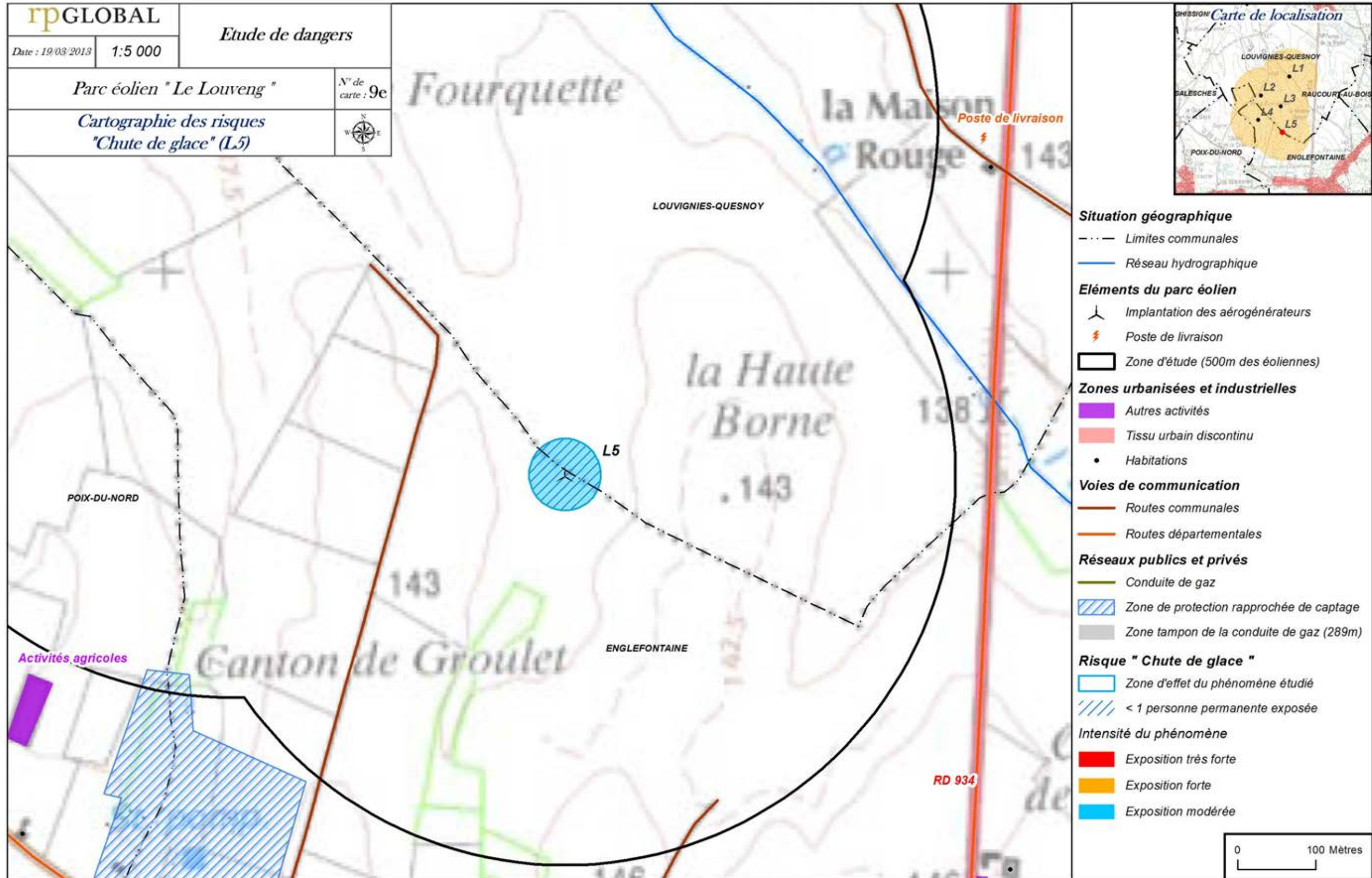
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



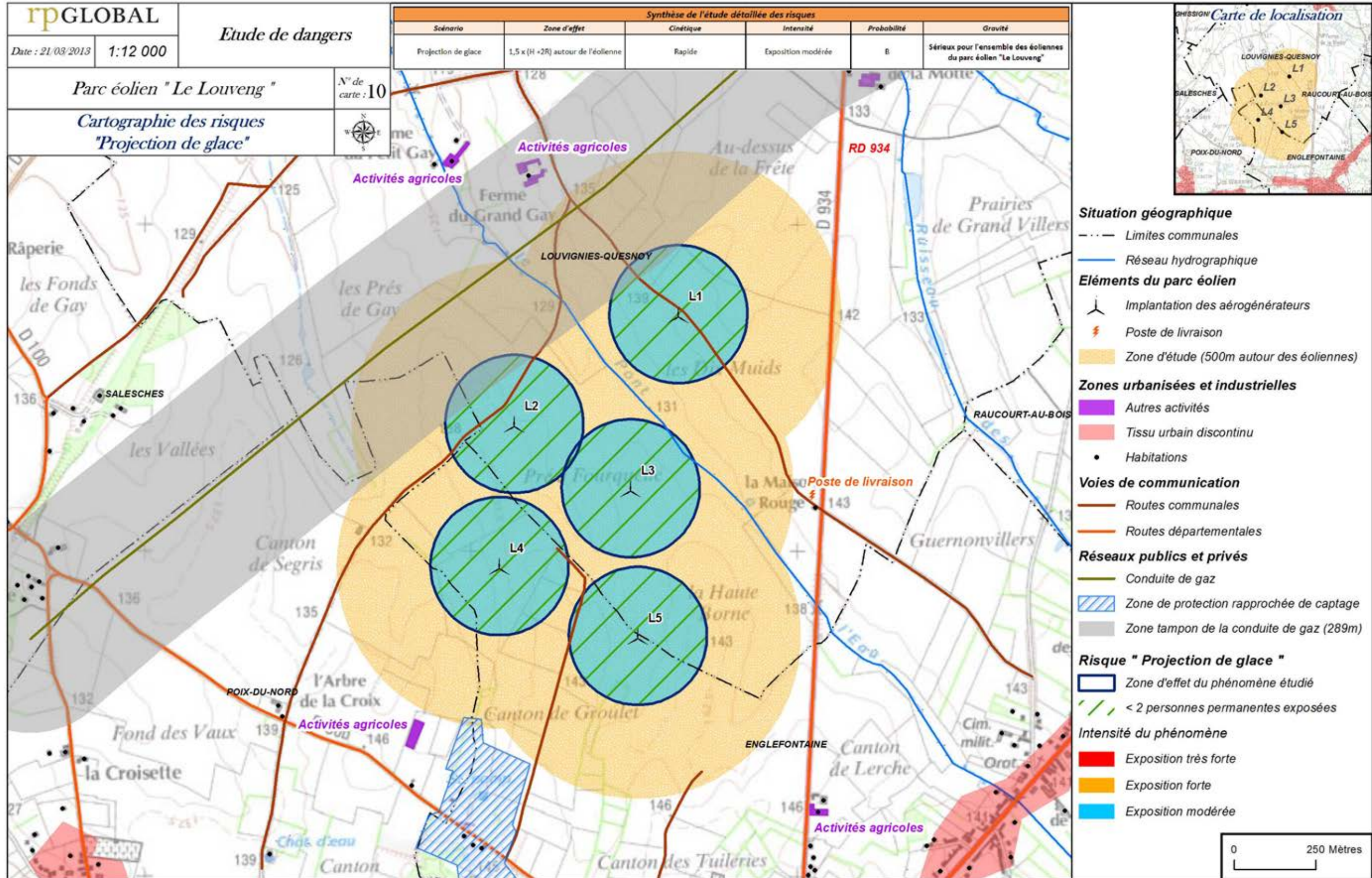
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



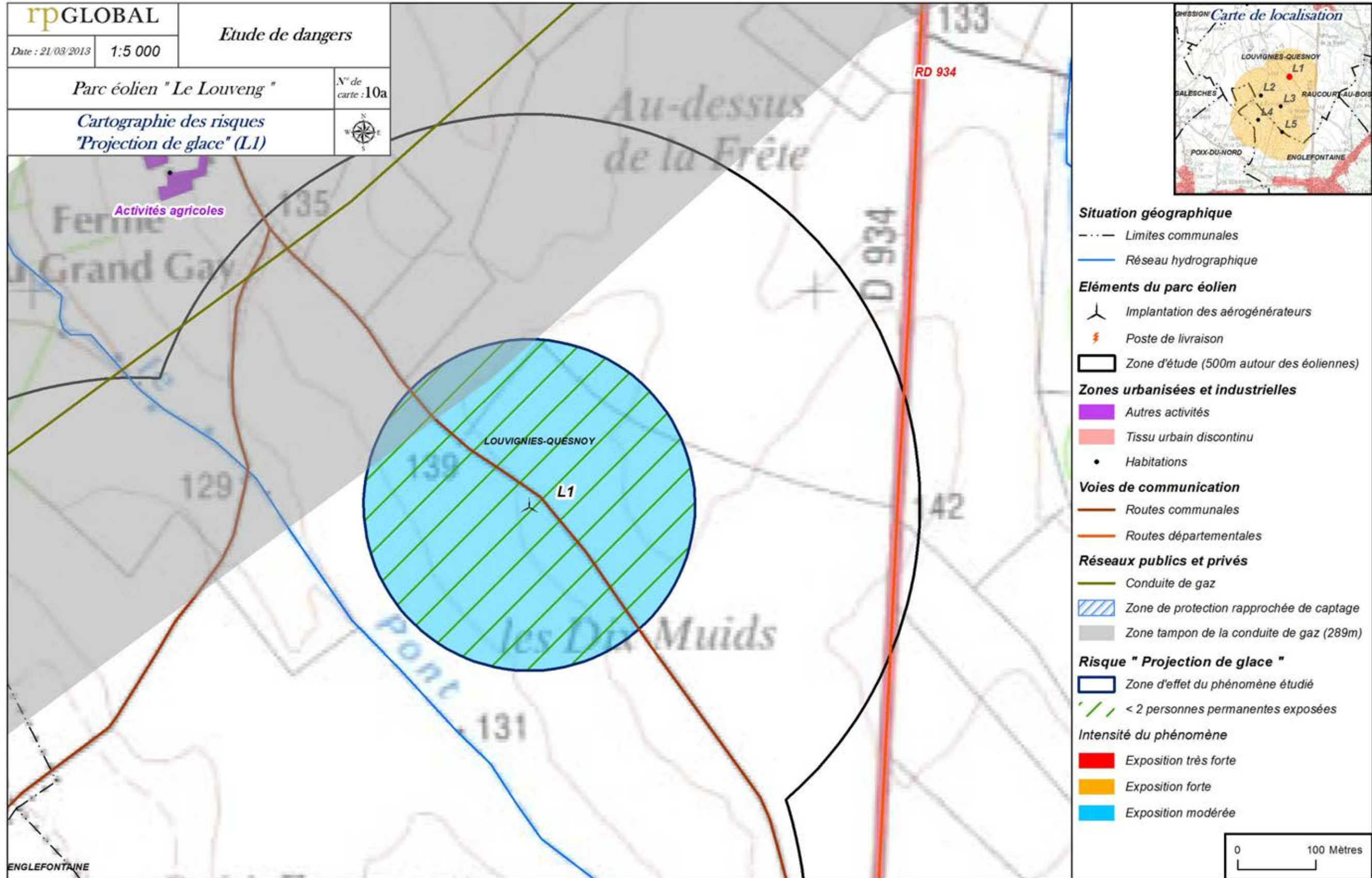
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



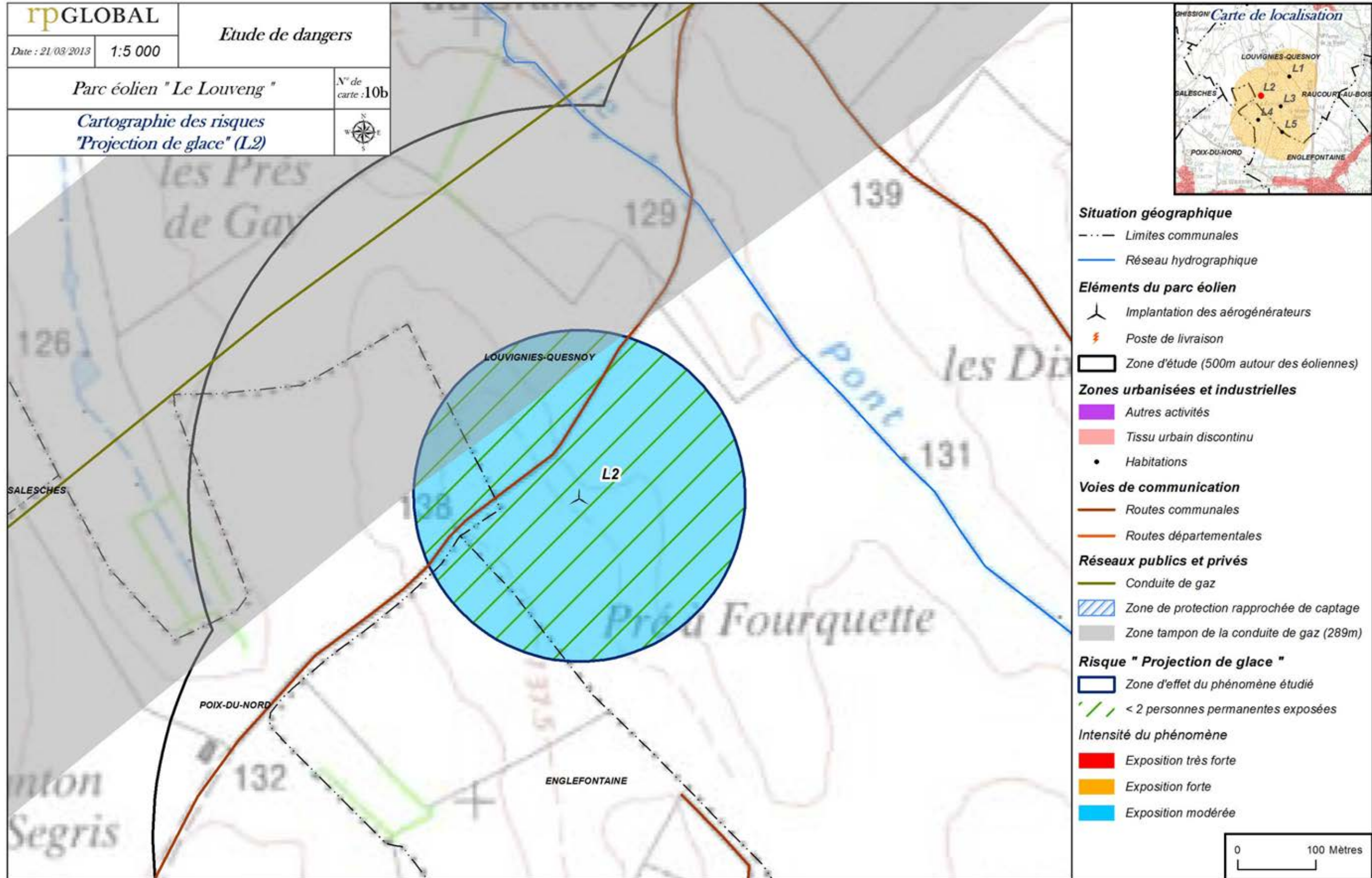
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu

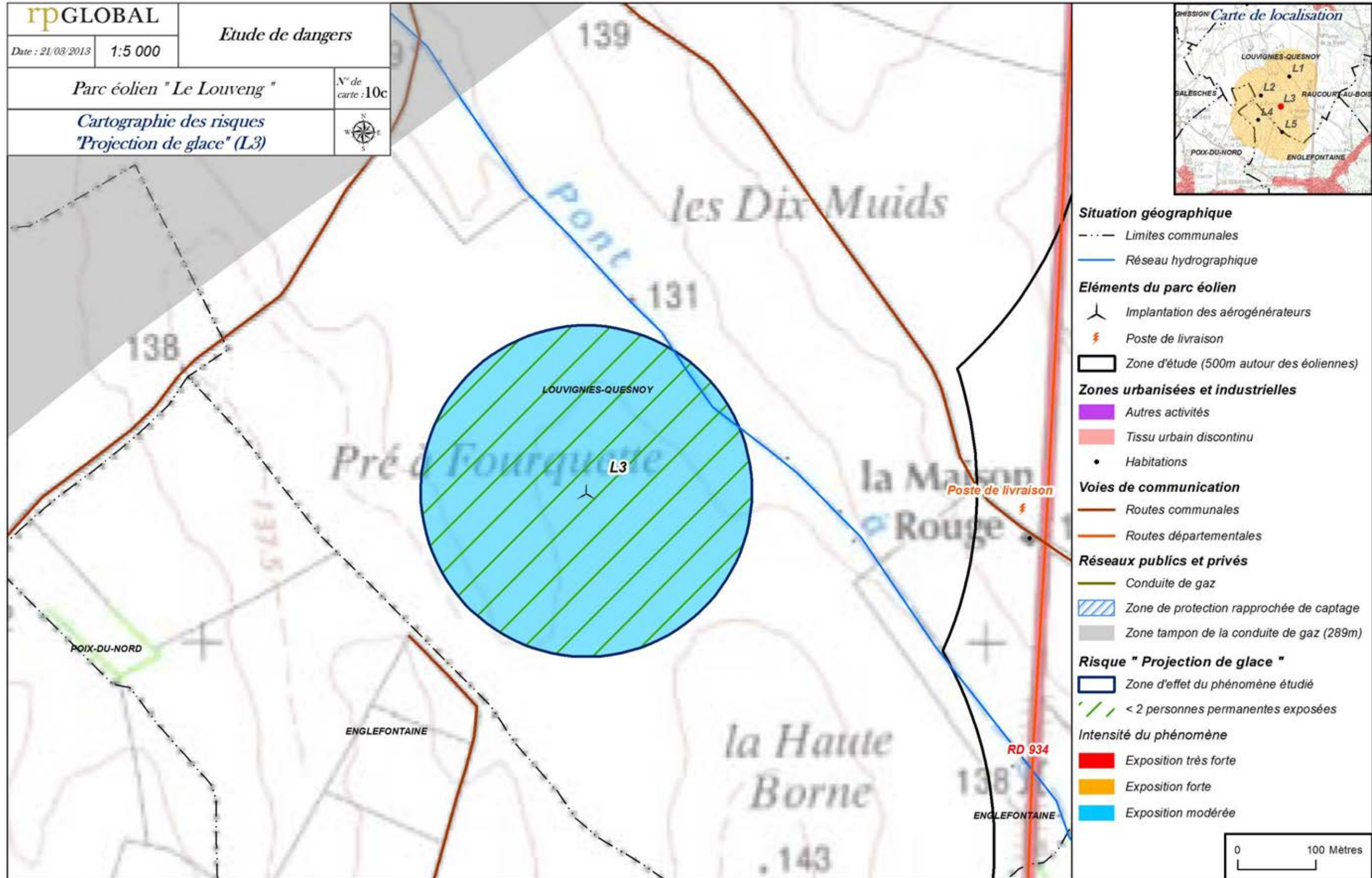


Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu

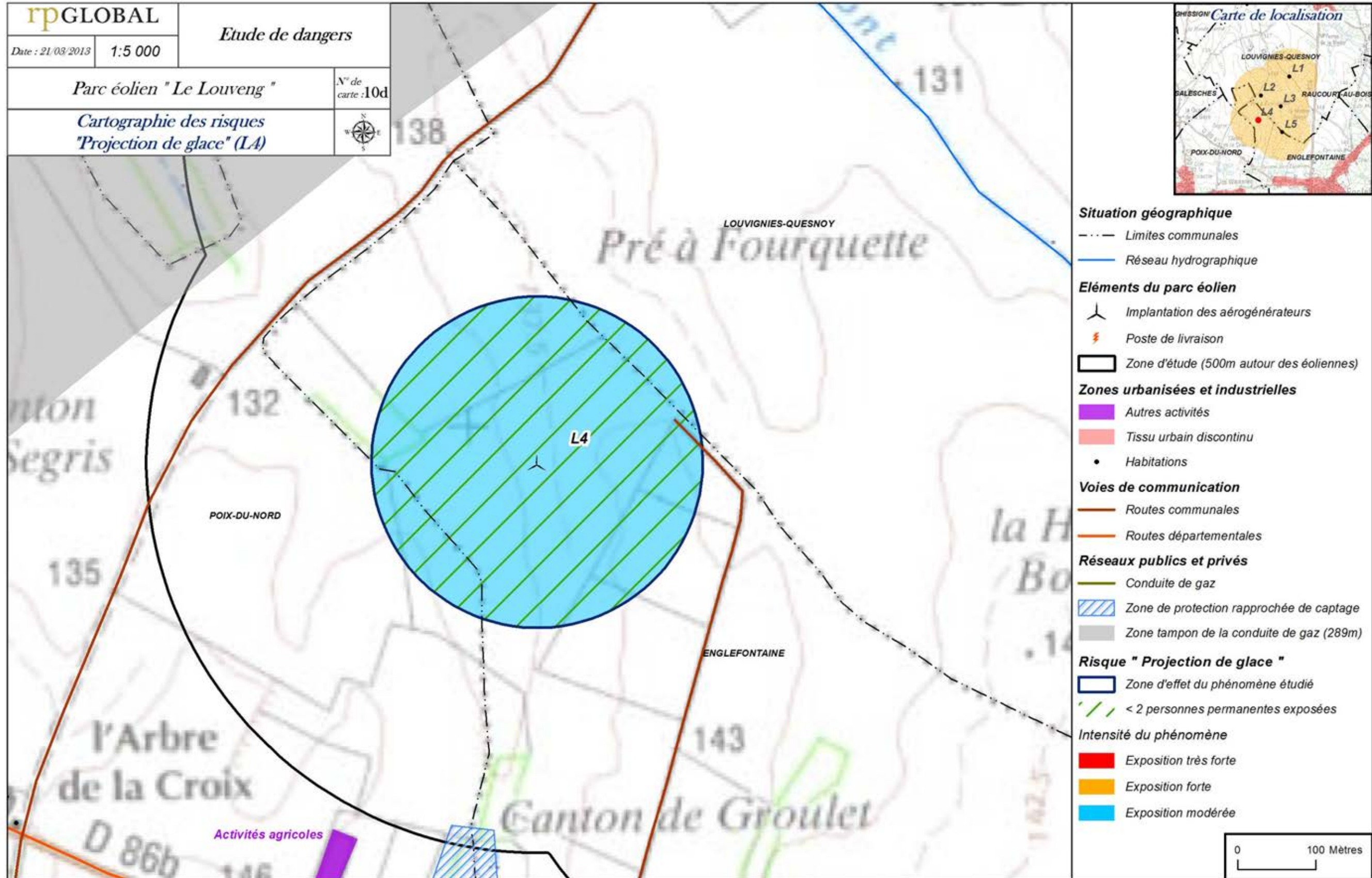


Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu

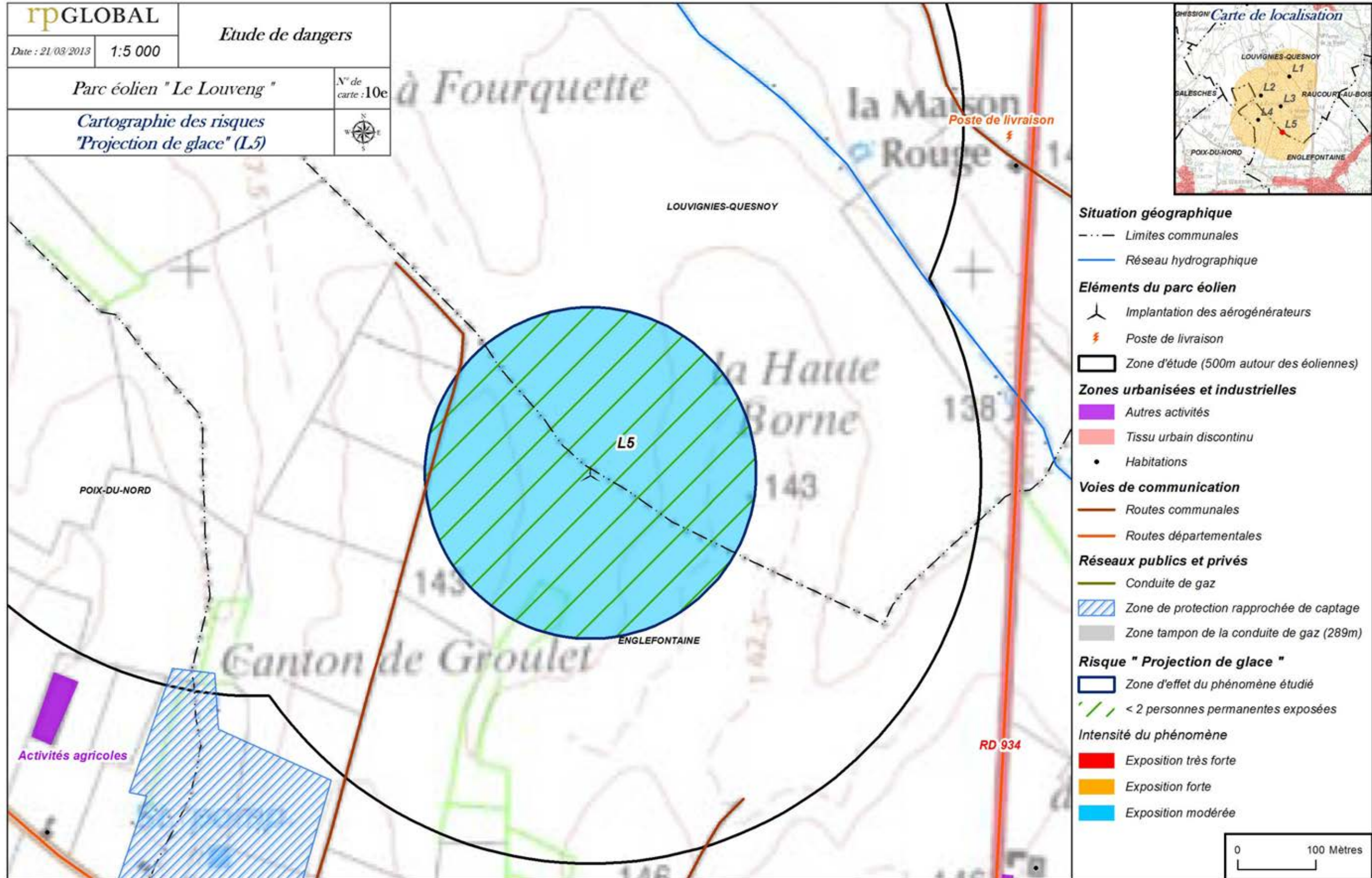




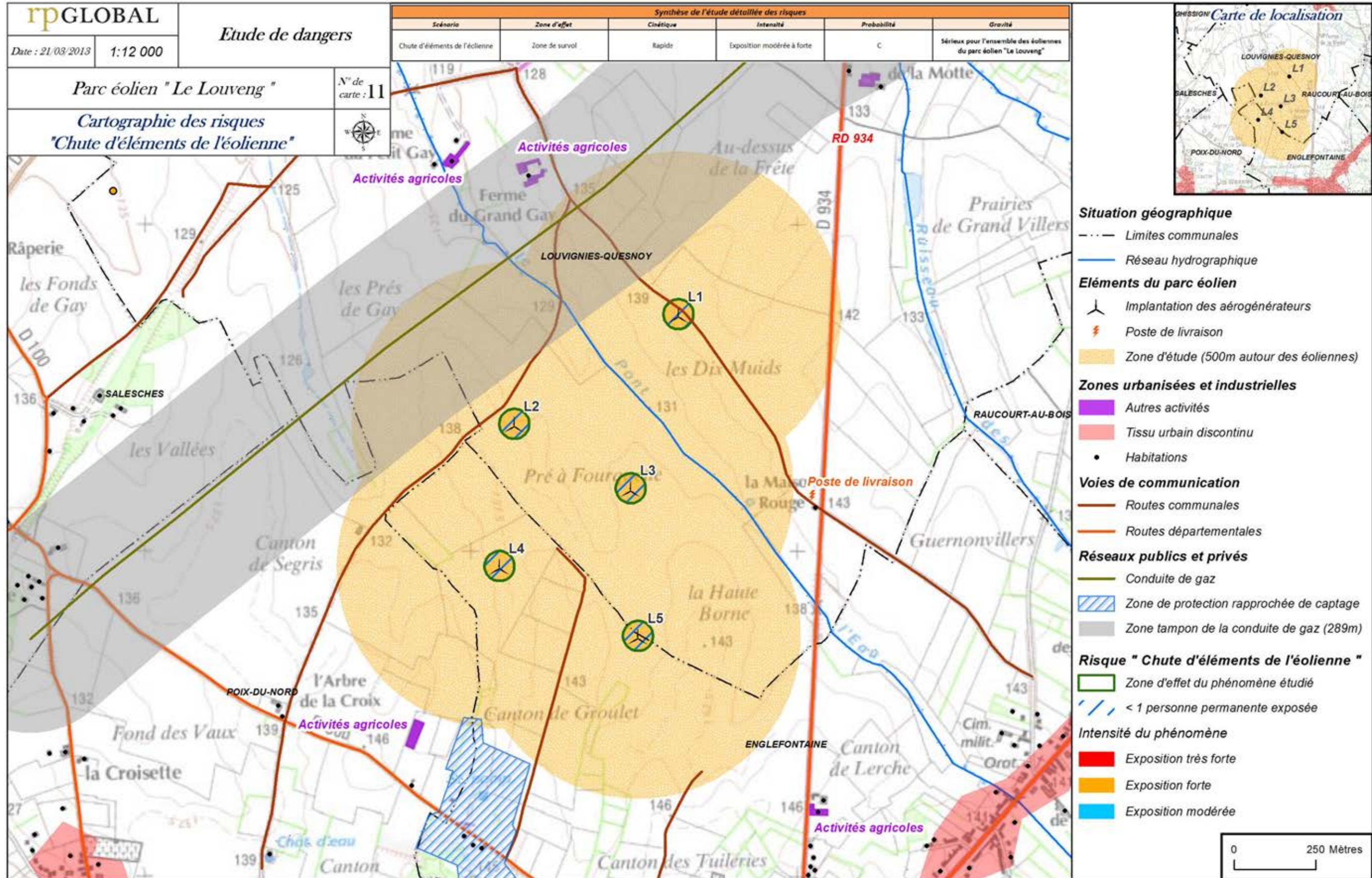
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
Projection : Lambert II étendu



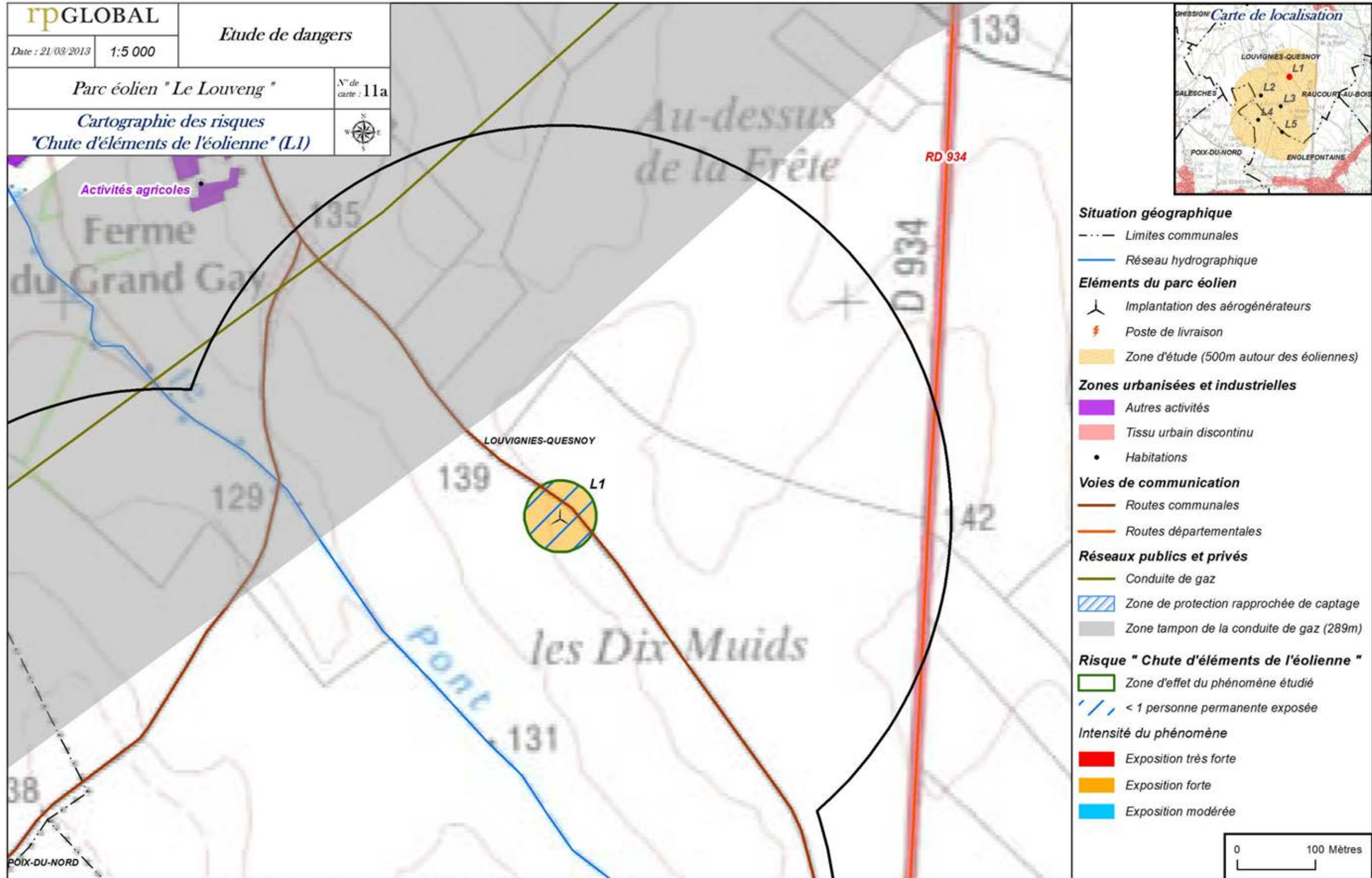
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



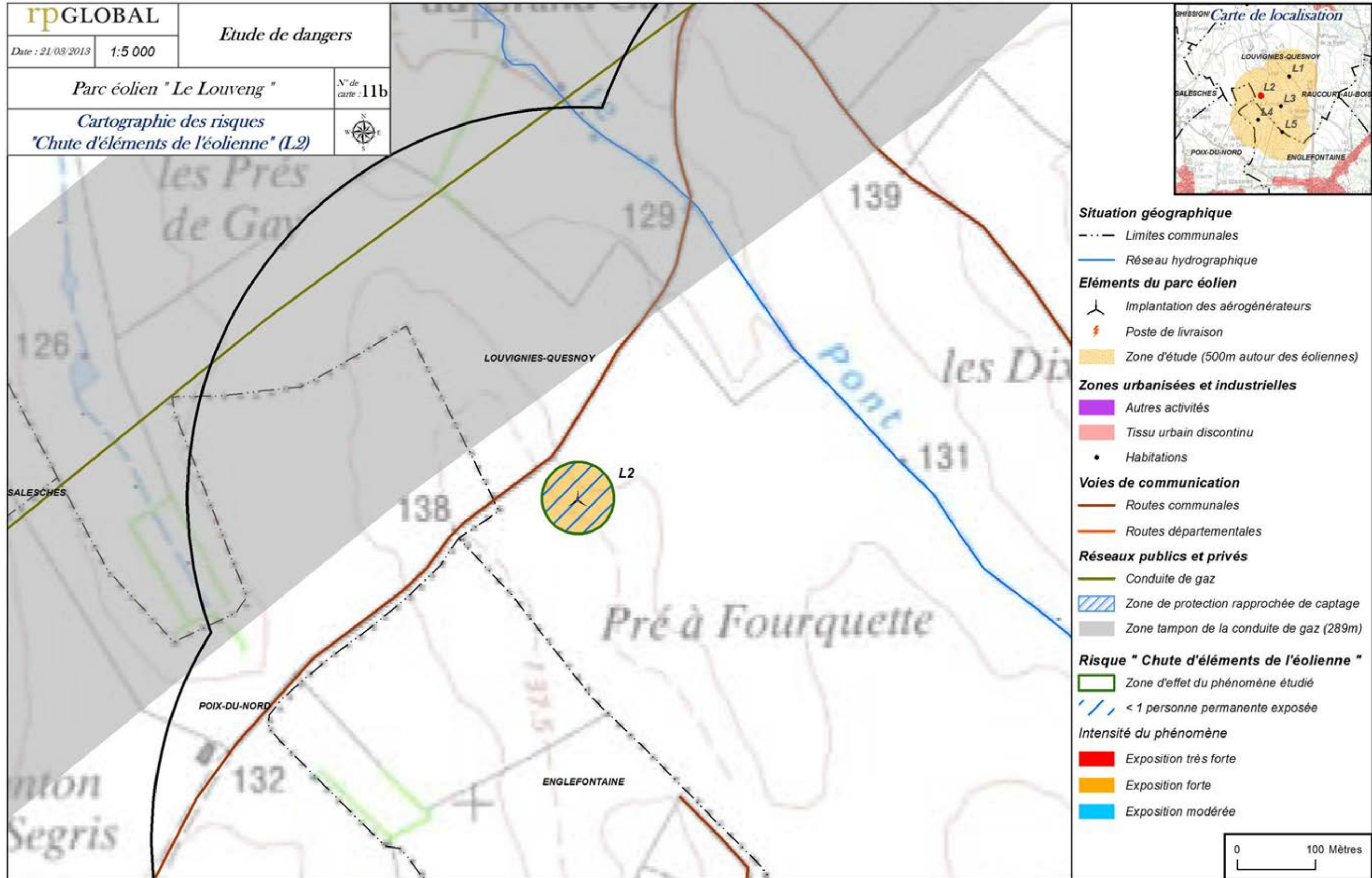
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



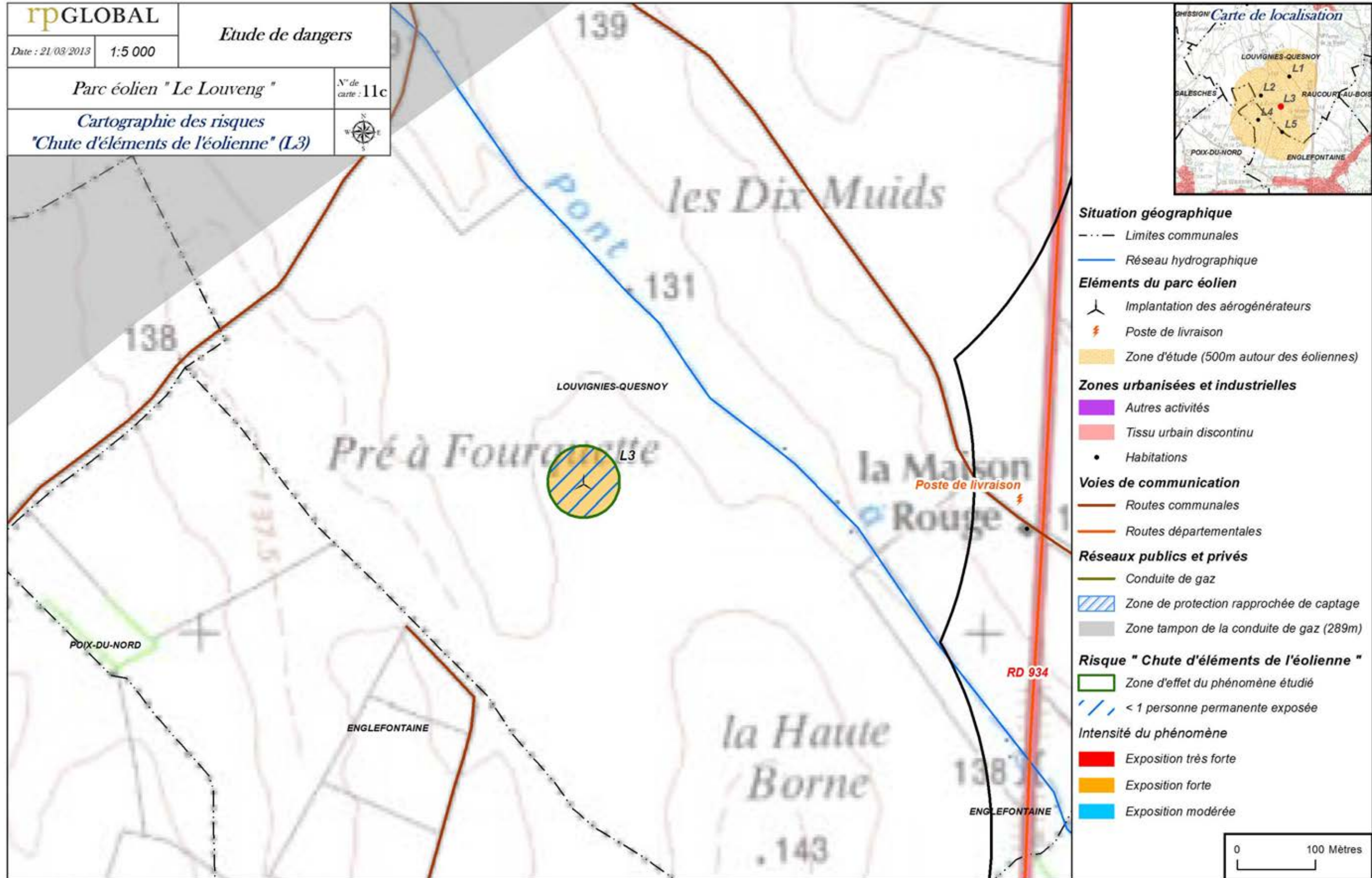
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



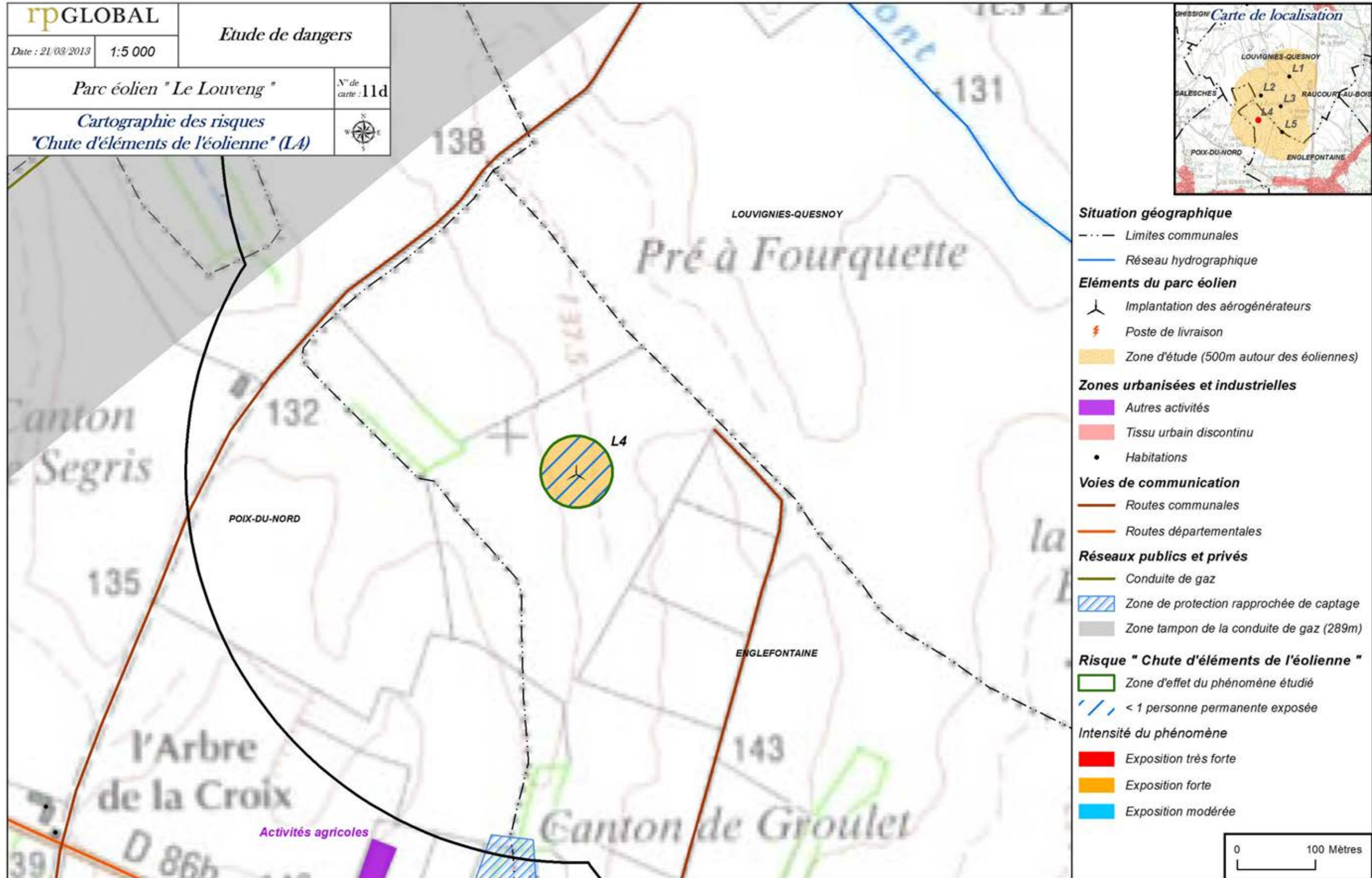
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
Projection : Lambert II étendu



Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
Projection : Lambert II étendu

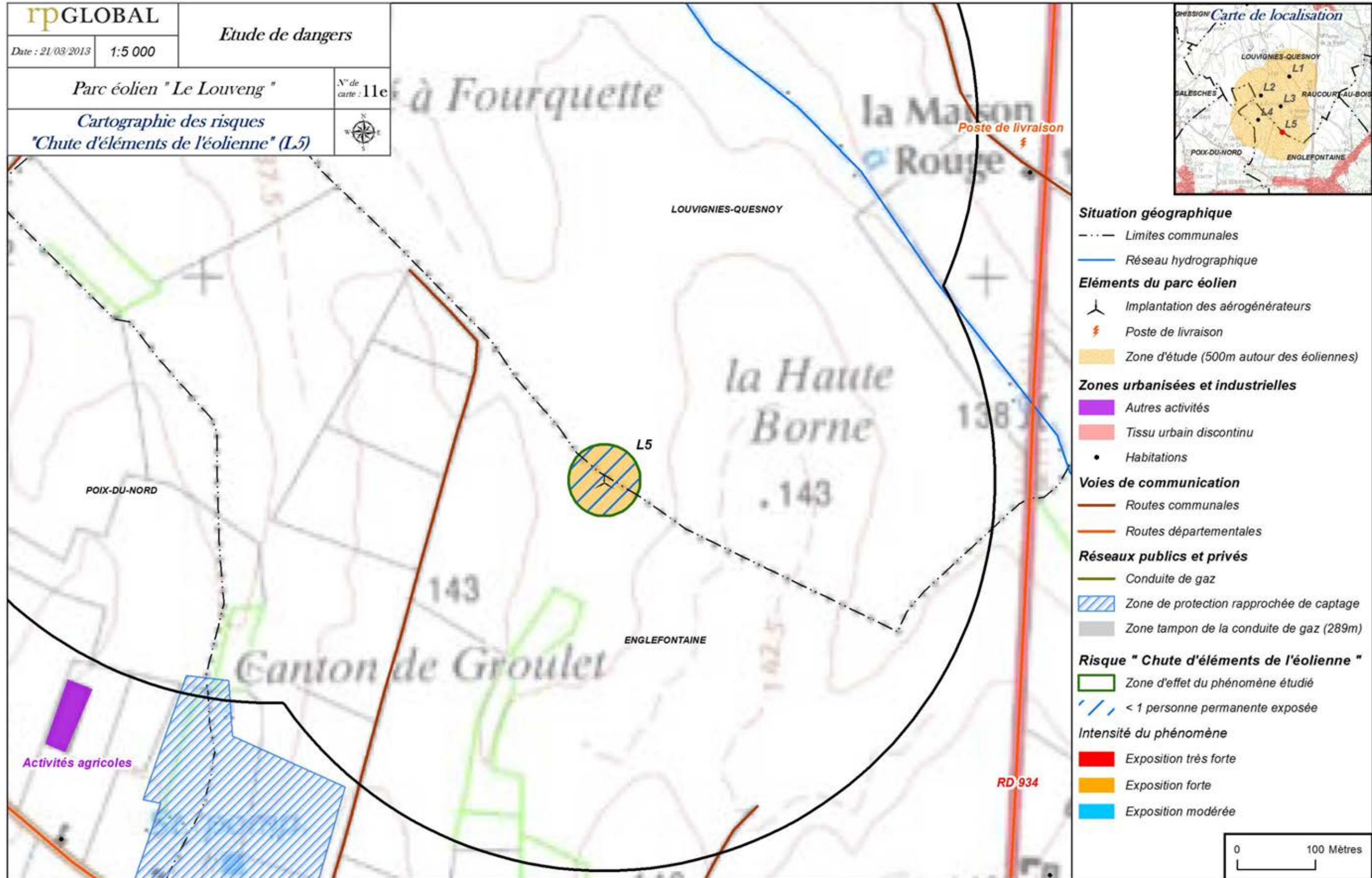


Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu

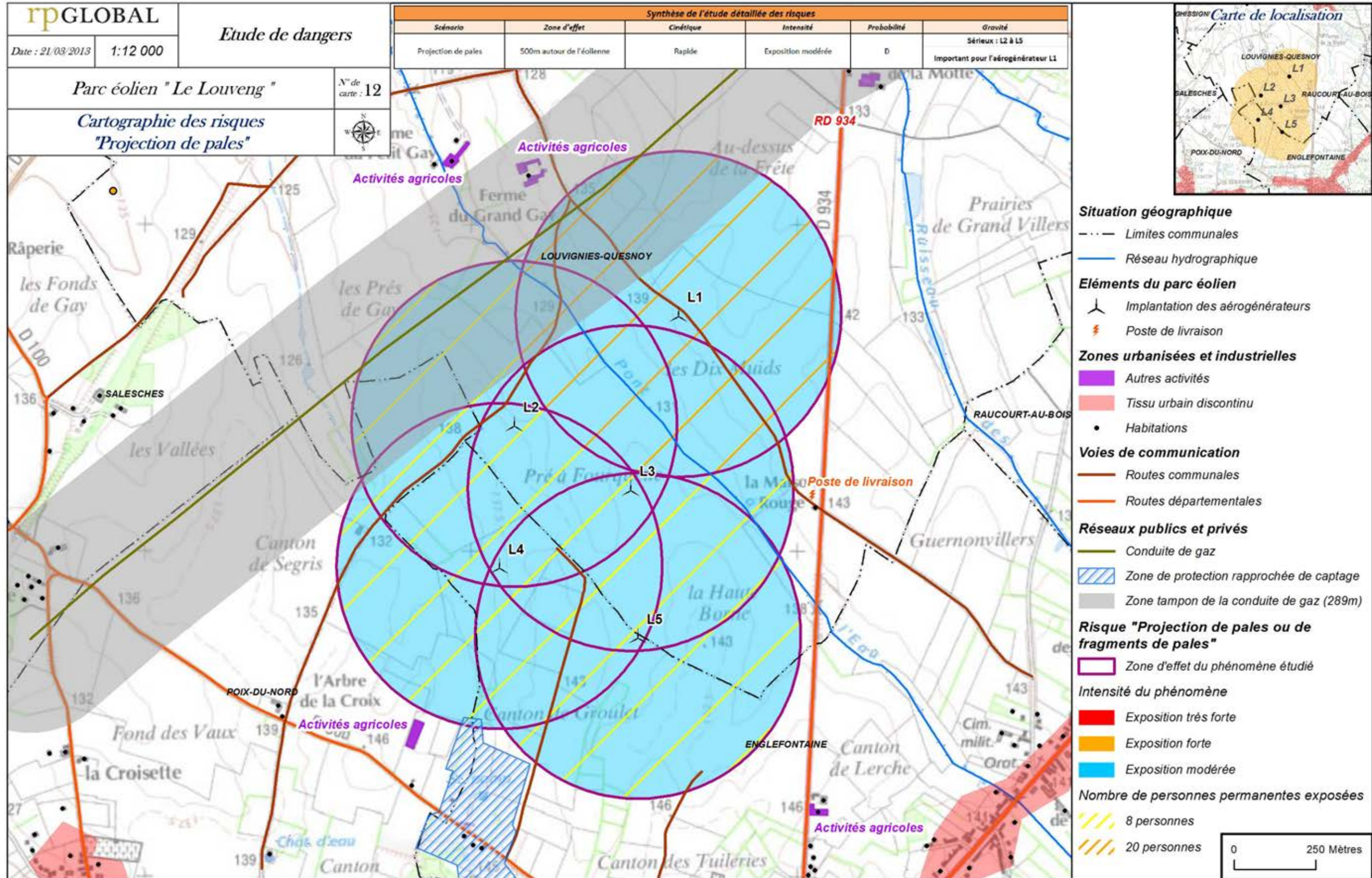


Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu

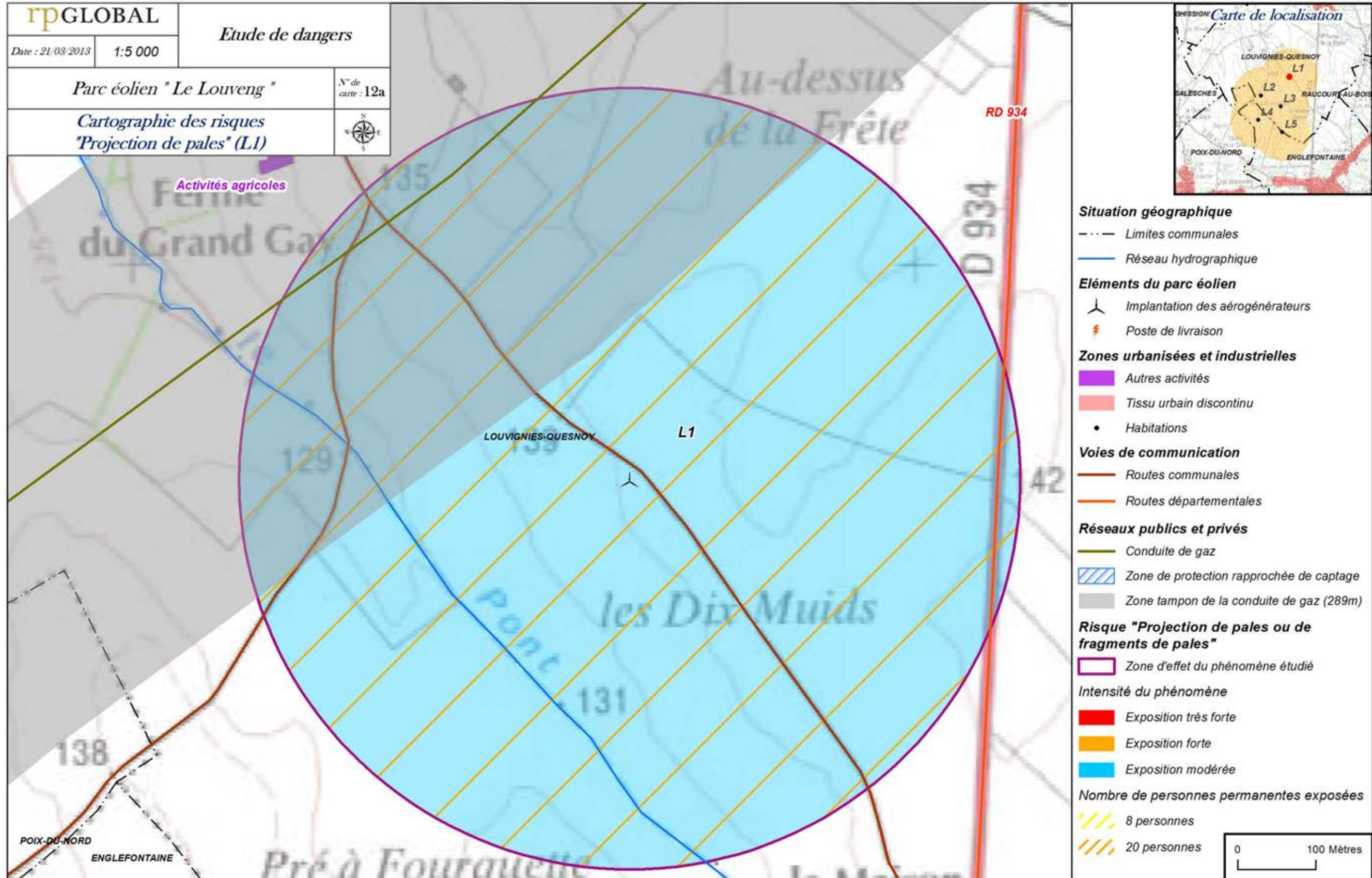




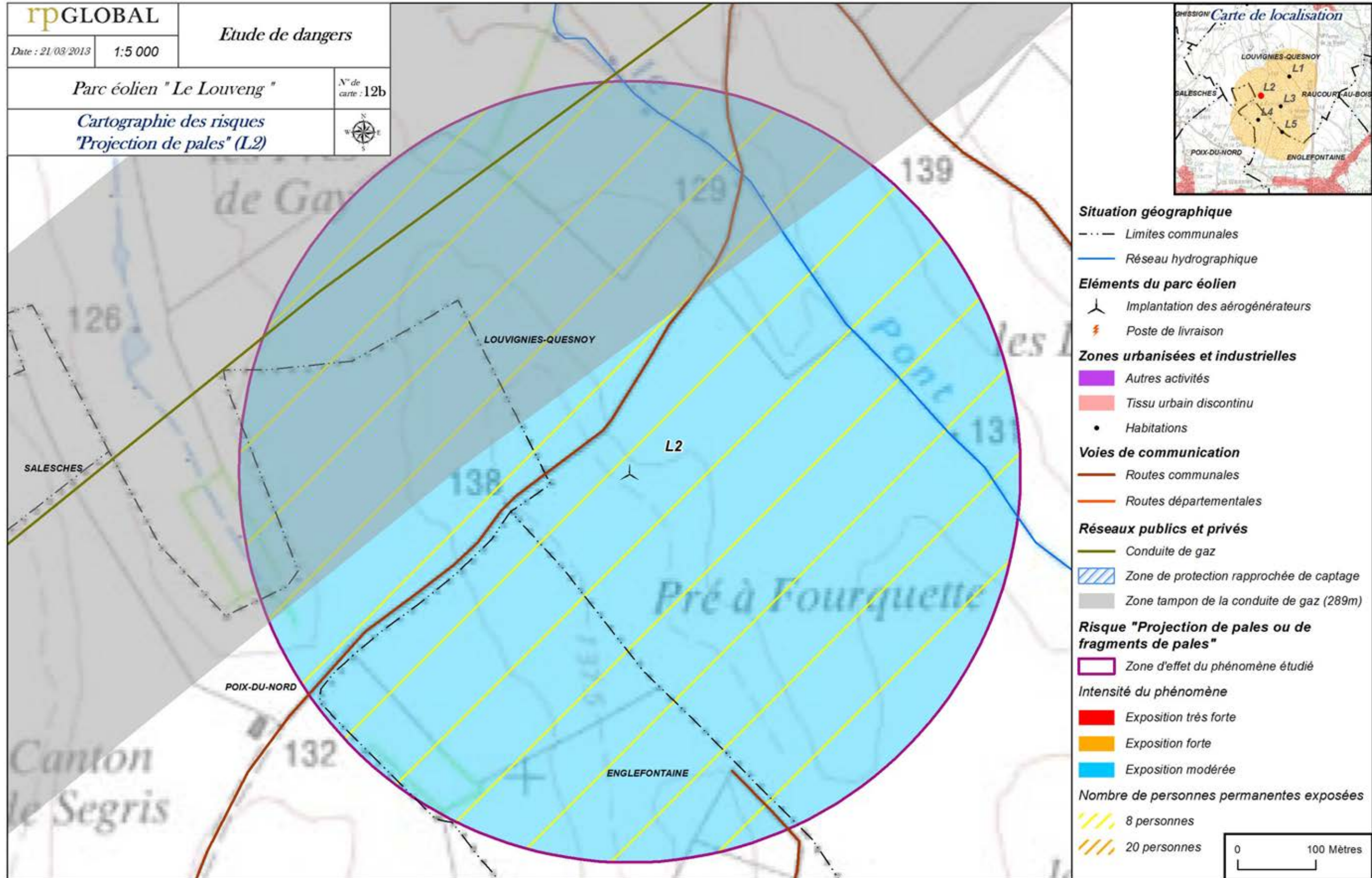
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



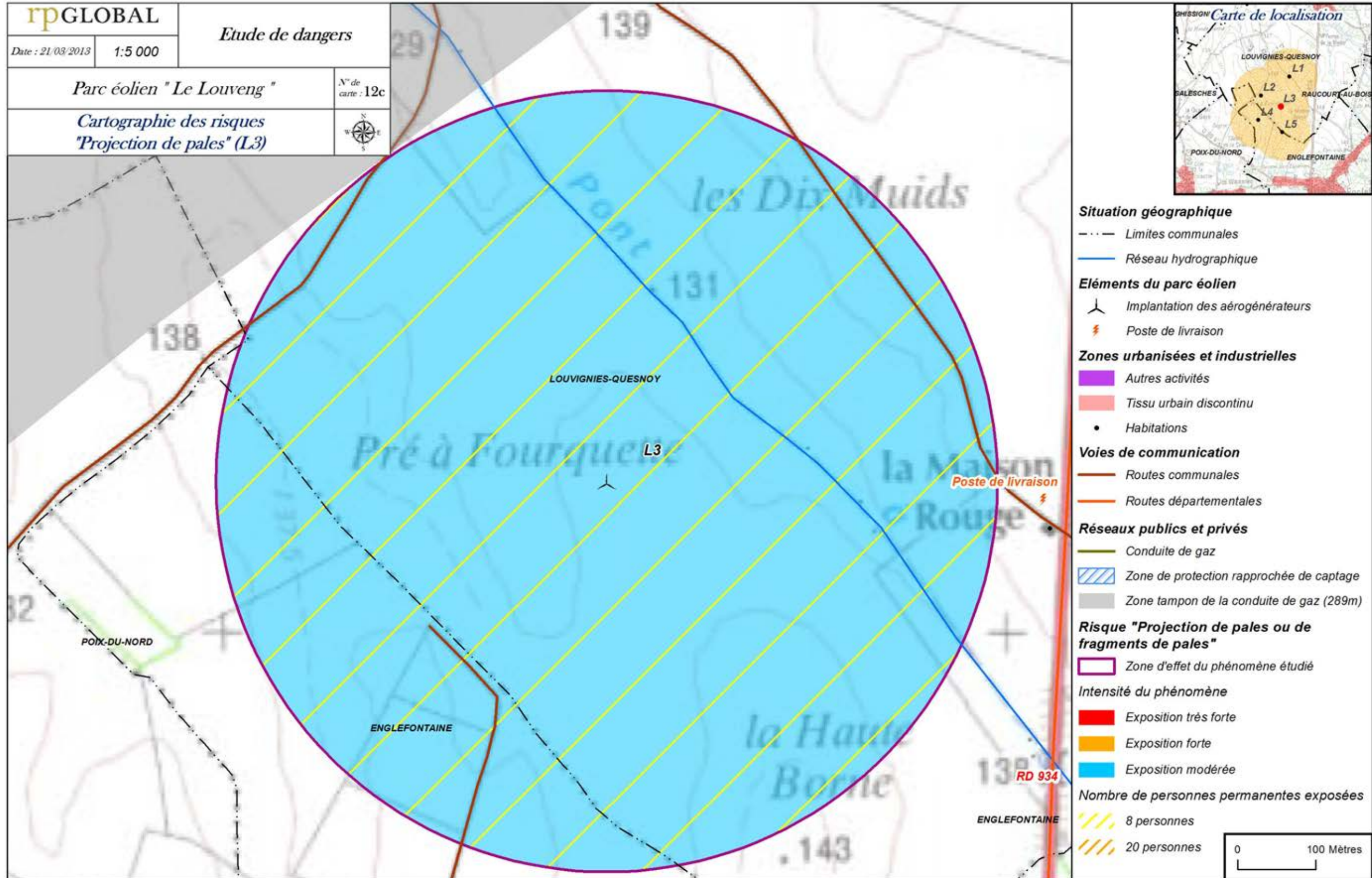
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



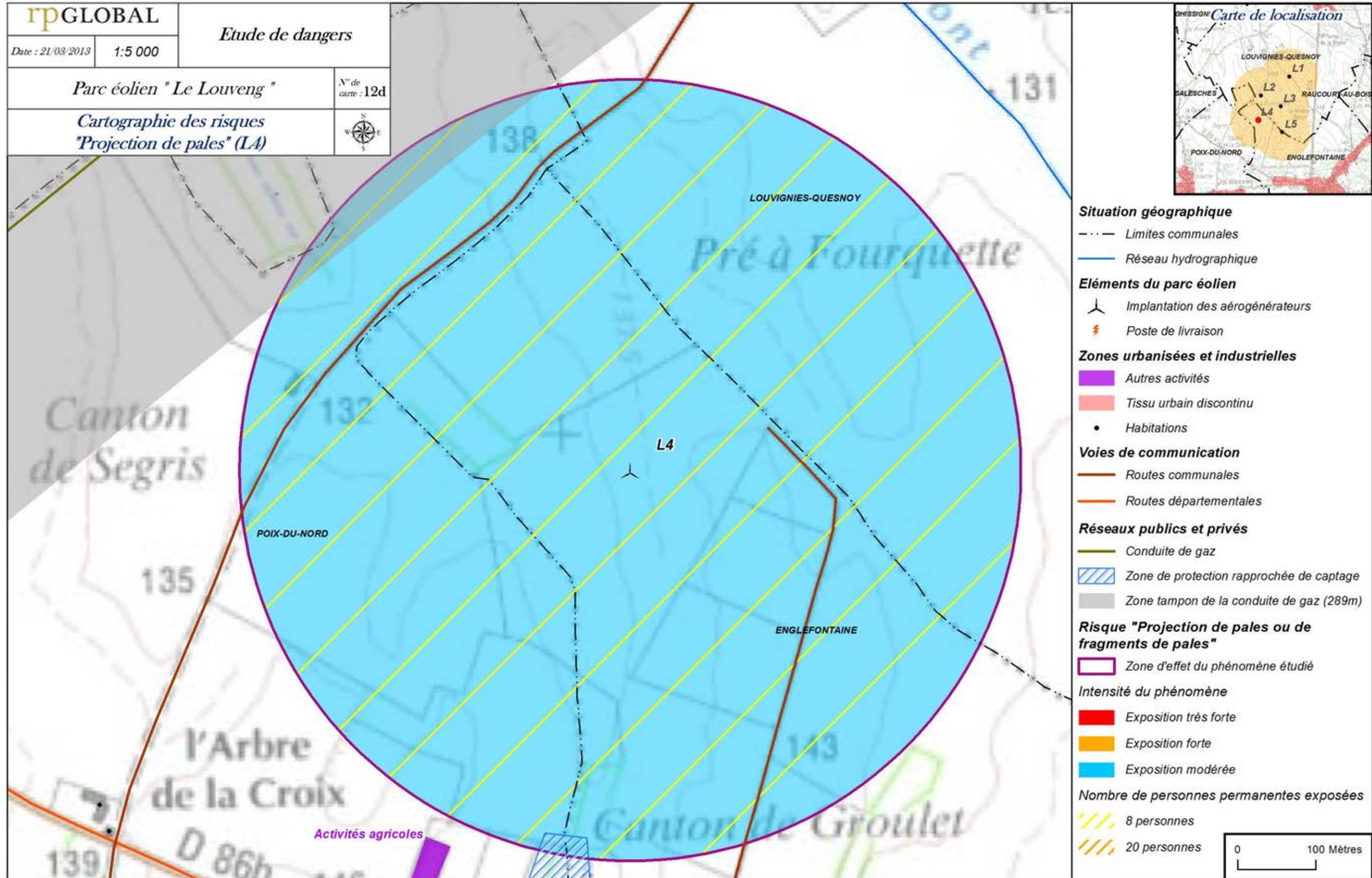
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



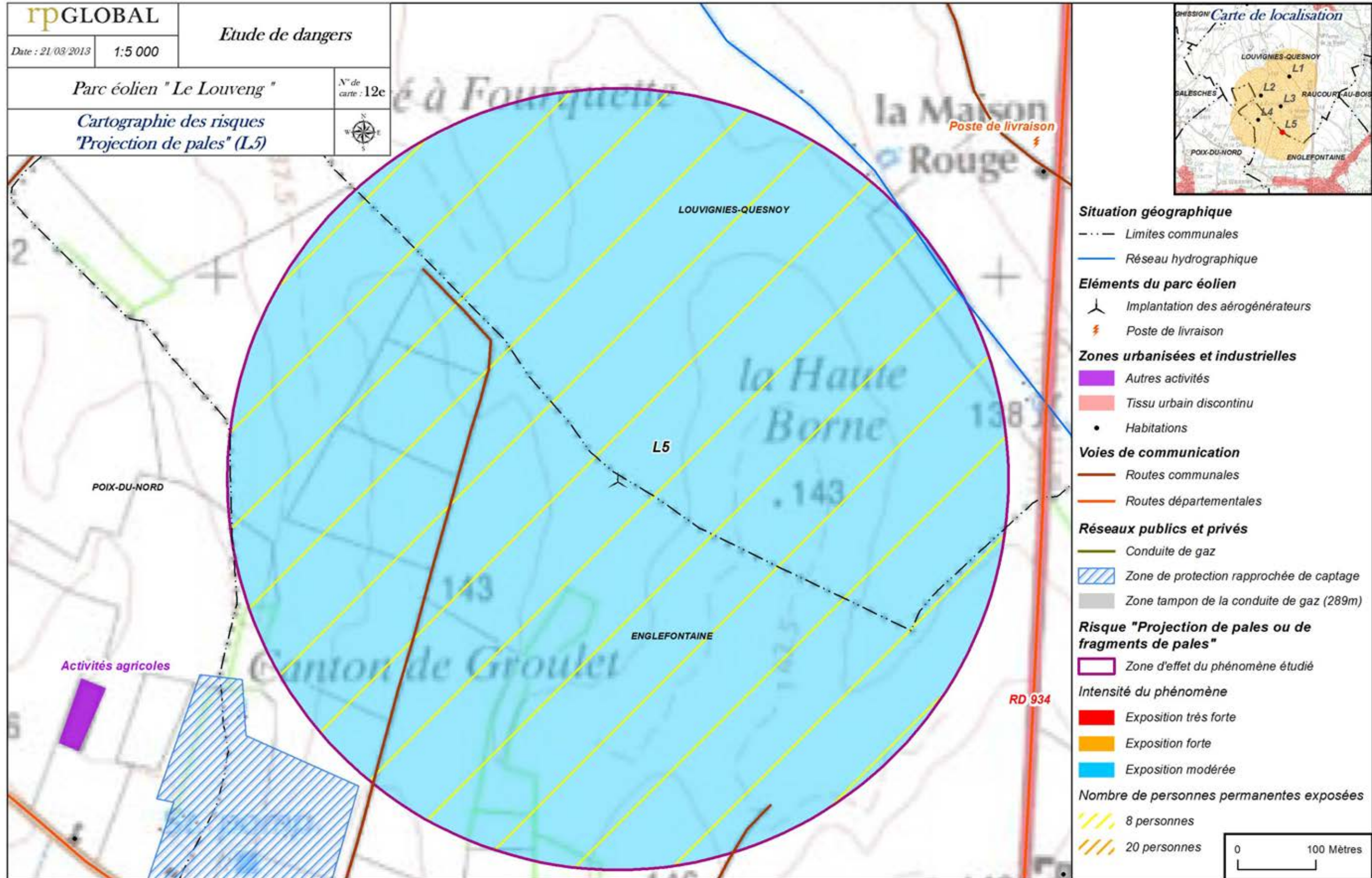
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



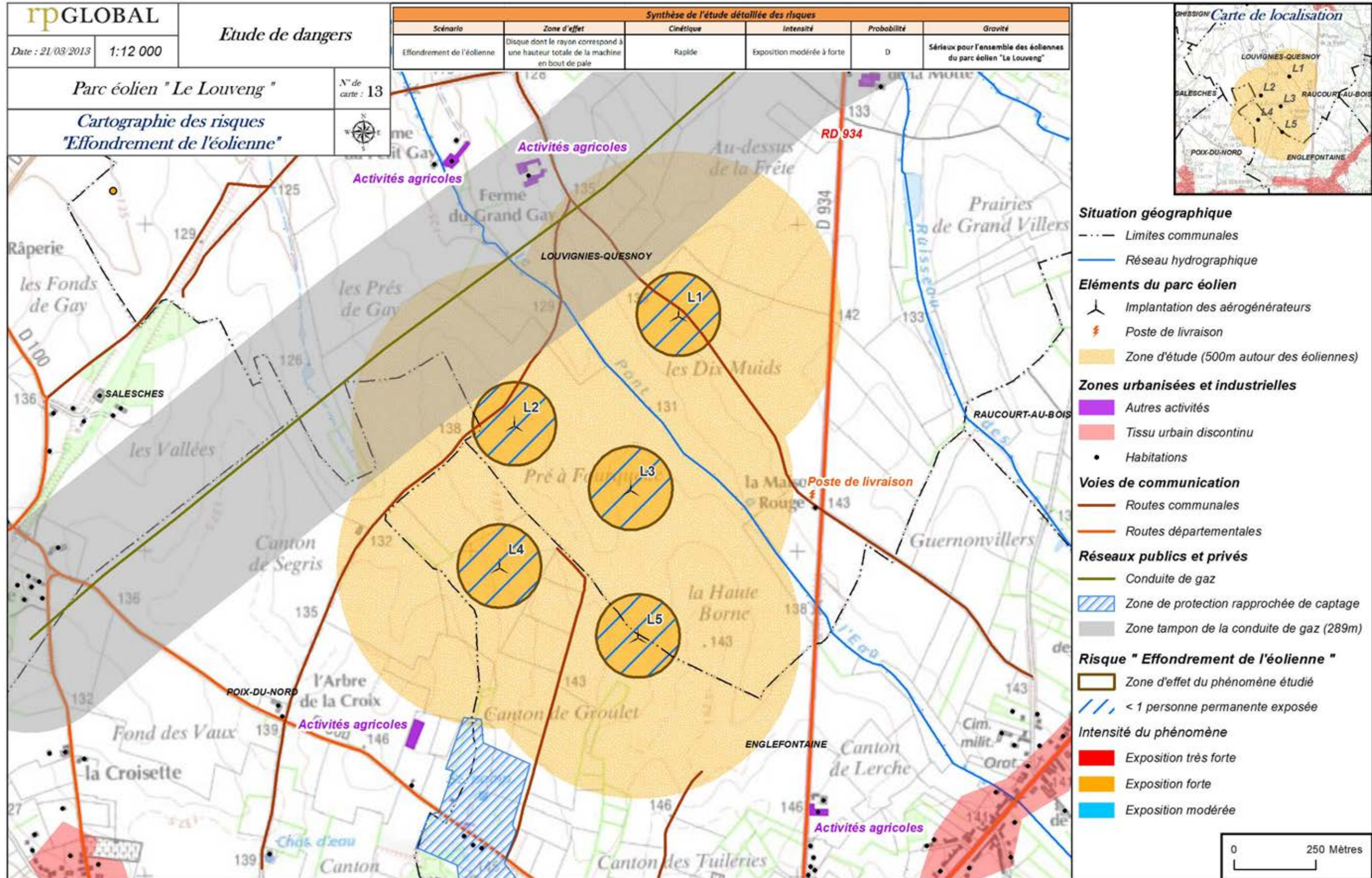
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu

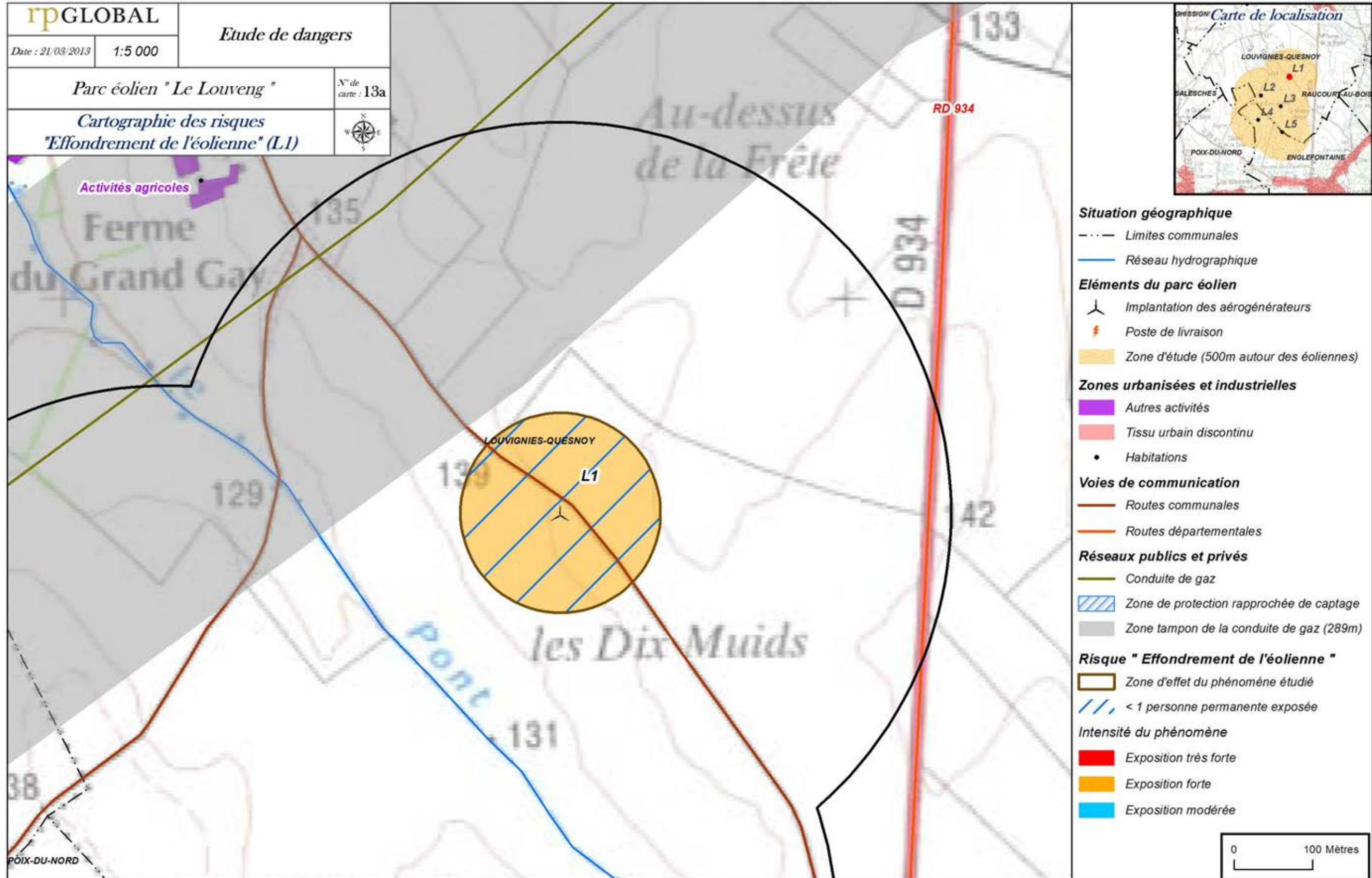


Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu

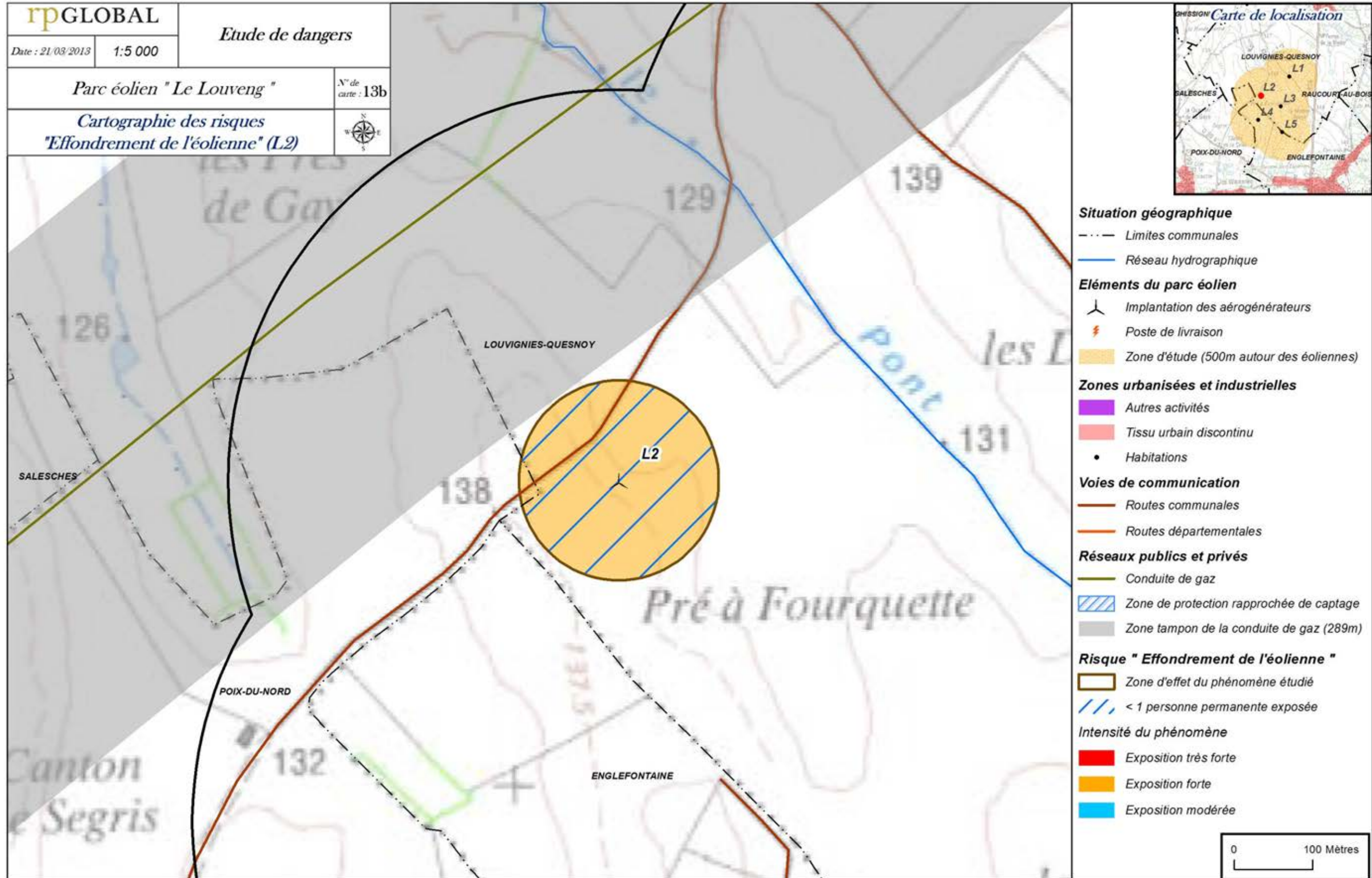


Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu

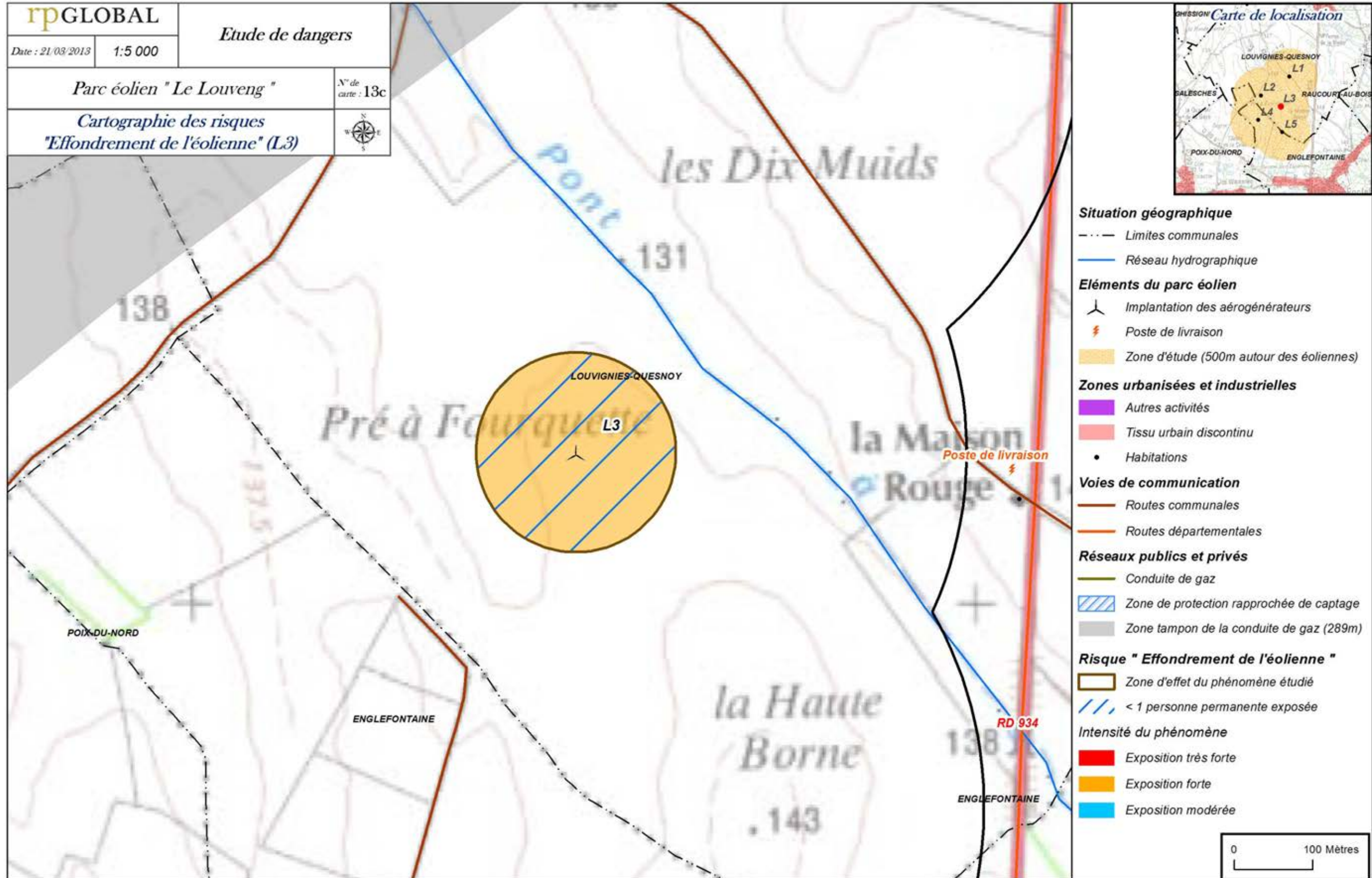




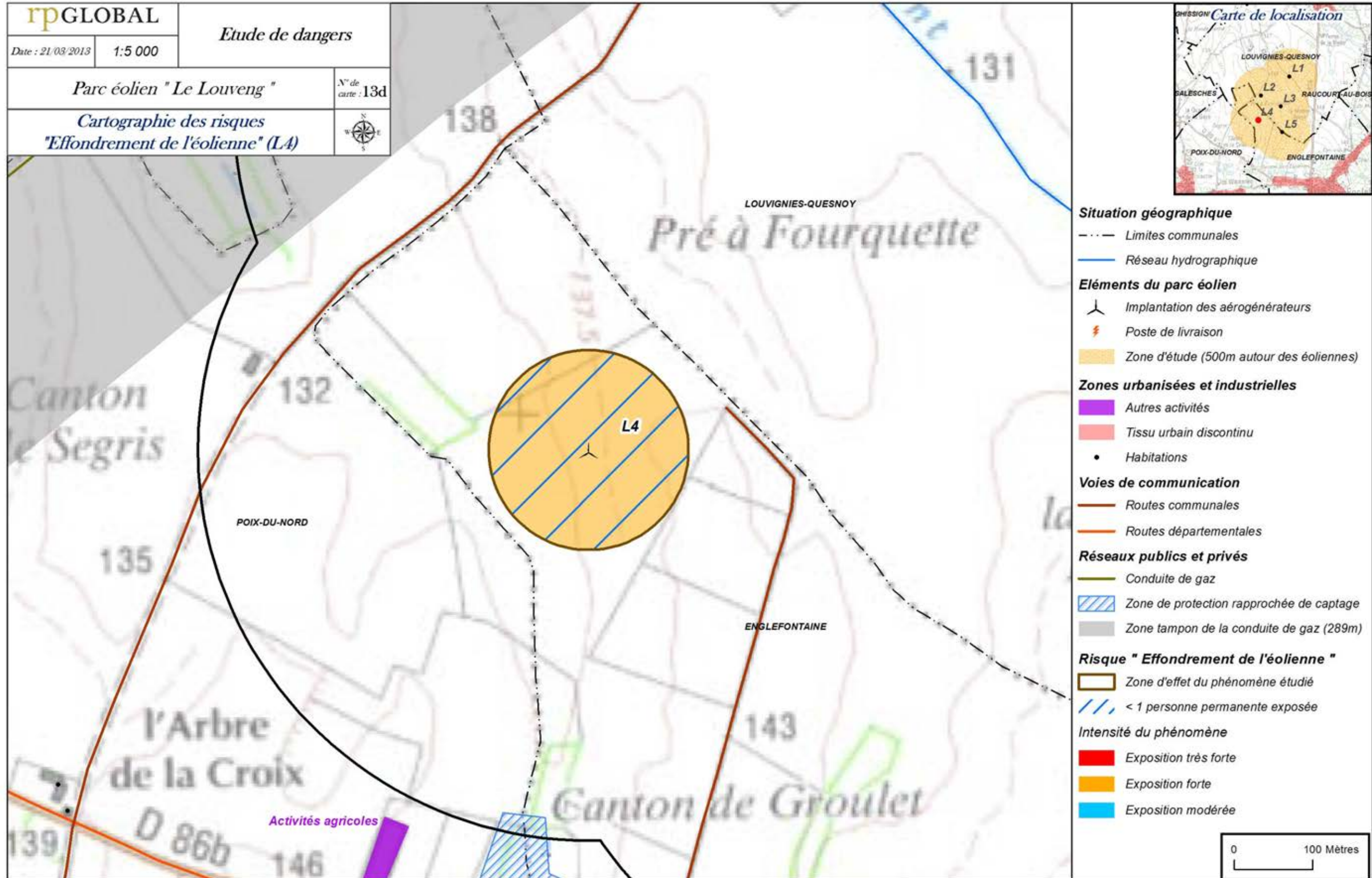
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



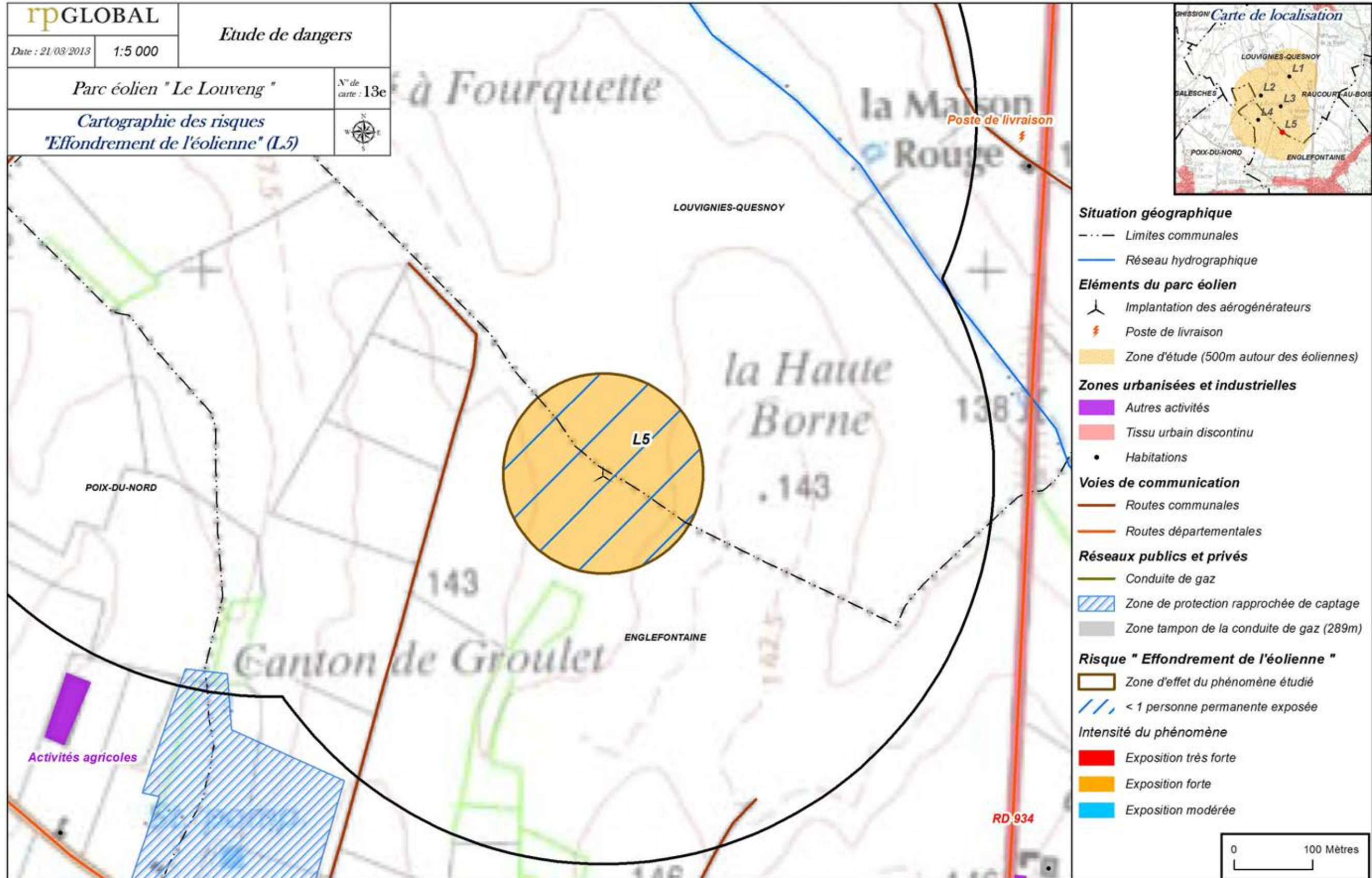
Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu



Source de fond de carte : IGN, carte SCAN 25  
 Projection : Lambert II étendu

## IX. CONCLUSION

Suite à la réalisation de la matrice de criticité sur le parc éolien « Le Louveng », il apparaît que les accidents les plus significatifs en termes de risque demeurent :

- La chute d'éléments de l'éolienne
- La projection de glace
- La chute de glace
- Projection de pales (L1)

Les scénarios « Effondrement de l'éolienne » et « Projection de pale » (pour les aérogénérateurs L2 à L5) ont également fait l'objet d'une étude détaillée (estimation de la probabilité, gravité, cinétique et intensité des événements). Ils constituent un risque acceptable pour les personnes exposées.

Le tableau ci-dessous représente la probabilité et la gravité de ces accidents en termes de risque :

<b>Accidents majeurs les plus significatifs</b>		
<b>Scénario</b>	<b>Probabilité</b>	<b>Gravité</b>
Chute d'éléments de l'éolienne	C	<b>Sérieux pour l'ensemble des éoliennes du parc éolien « Le Louveng »</b>
Projection de pales	D	<b>Important pour l'aérogénérateur L1 du parc éolien « Le Louveng »</b>
Chute de glace	A	<b>Modérée pour l'ensemble des éoliennes du parc éolien « Le Louveng »</b>
Projection de glace	B	<b>Sérieux pour l'ensemble des éoliennes du parc éolien « Le Louveng »</b>

Plusieurs mesures de maîtrise des risques sont mise en place pour prévenir ou limiter les conséquences de ces accidents majeurs (cf VII.6). Ces mesures de sécurité sont conformes aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation.

Le tableau suivant a pour objectif de synthétiser les principales mesures de sécurité permettant de prévenir les conséquences des accidents les plus significatifs sur le parc éolien « Le Louveng » :

<b>Fonction de sécurité</b>	<b>Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace</b>	<b>Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace</b>	<b>Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)</b>	<b>Prévenir la survitesse</b>	<b>Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort</b>
<b>Mesures de sécurité</b>	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)	Détection de survitesse et système de freinage	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne par le système de conduite
<b>Description</b>	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande.	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.
<b>Efficacité</b>	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Ainsi, pour le parc éolien « Le Louveng », les accidents majeurs identifiés en termes de risque constituent un risque acceptable pour les personnes exposées.

## **X. RÉSUMÉ NON TECHNIQUE**

Le résumé non technique est la synthèse des résultats de l'analyse des risques sous forme didactique.

Il est destiné au public et associé à l'étude d'impact sur l'environnement.

## ANNEXE 1 – MÉTHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DÉTERMINATION DE LA GRAVITÉ POTENTIELLE D'UN ACCIDENT À PROXIMITÉ D'UNE ÉOLIENNE

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées dans chacune des zones d'effet des phénomènes dangereux identifiés.

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, cette méthode permet tout d'abord, au stade de la description de l'environnement de l'installation (partie III.4), de comptabiliser les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) situés dans l'aire d'étude de l'éolienne considérée.

D'autre part, cette méthode permet ensuite de déterminer la gravité associée à chaque phénomène dangereux retenu dans l'étude détaillée des risques (partie VIII).

### Terrains non bâtis

Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...) : compter 1 personne par tranche de 10 hectares.

Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradin néanmoins...)) : compter la capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare.

### Voies de circulation

Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes. En effet, les voies de circulation non structurantes (< 2000 véhicule/jour) sont déjà comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

#### Voies de circulation automobiles

Dans le cas général, on comptera 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Exemple : 20 000 véhicules/jour sur une zone de 500 m =  $0,4 \times 0,5 \times 20\,000/100 = 40$  personnes.

Nombre de personnes exposées sur voies de communication structurantes en fonction du linéaire et du trafic											
	Linéaire de route compris dans la zone d'effet (en m)										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
Trafic (en véhicules/jour)	2 000	0,8	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,6	6,4	7,2	8
	3 000	1,2	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12
	4 000	1,6	3,2	4,8	6,4	8	9,6	11,2	12,8	14,4	16
	5 000	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	7 500	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	10 000	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
	20 000	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
	30 000	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
	40 000	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160
	50 000	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
	60 000	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
70 000	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280	
80 000	32	64	96	128	160	192	224	256	288	320	
90 000	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360	
100 000	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	

### Voies ferroviaires

Train de voyageurs : compter 1 train équivalent à 100 véhicules (soit 0,4 personne exposée en permanence par kilomètre et par train), en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie.

### Voies navigables

Compter 0,1 personne permanente par kilomètre exposé et par péniche/jour.

### Chemins et voies piétonnes

Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée, car les personnes les fréquentant sont généralement déjà comptées comme habitants ou salariés exposés.

Pour les chemins de promenade, de randonnée : compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne.

### Logements

Pour les logements : compter la moyenne INSEE par logement (par défaut : 2,5 personnes), sauf si les données locales indiquent un autre chiffre.

### Etablissements recevant du public (ERP)

Compter les ERP (bâtiments d'enseignement, de service public, de soins, de loisir, religieux, grands centres commerciaux etc.) en fonction de leur capacité d'accueil (au sens des catégories du code de la construction et de l'habitation), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès (cf. paragraphe sur les voies de circulation automobile).

Les commerces et ERP de catégorie 5 dont la capacité n'est pas définie peuvent être traités de la façon suivante :

- compter 10 personnes par magasin de détail de proximité (boulangerie et autre alimentation, presse et coiffeur) ;
- compter 15 personnes pour les tabacs, cafés, restaurants, supérettes et bureaux de poste.

Les chiffres précédents peuvent être remplacés par des chiffres issus du retour d'expérience local pour peu qu'ils restent représentatifs du maximum de personnes présentes et que la source du chiffre soit soigneusement justifiée.



Une distance d'éloignement de 500 m aux habitations est imposée par la loi. La présence d'habitations ou d'ERP ne se rencontreront peu en pratique.

### **Zones d'activité**

Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public) : prendre le nombre de salariés (ou le nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipes), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès.

## ANNEXE 2 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE

Le tableau ci-dessous a été établi par le groupe de travail constitué pour la réalisation du présent guide. Il recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et fin 2011. L'analyse de ces données est présentée dans la partie VI. de la trame type de l'étude de dangers.

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	0,5	1993	Non	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	Information peu précise
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage	-
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour cartériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	0,85	2002	Oui	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	-
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	Information peu précise
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	-
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0,75	2002	Non	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km.	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	-
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Nord	0,3	1996	Non	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micropieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	-
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	-
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0,66	2001	Oui	Acte de malveillance: explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	0,08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5	2005	Oui	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Manche	0,66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED Interne exploitant	-
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3	2007	Non	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-
Emballement	03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	2	2004	Non	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident aéronautique)

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)	-
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	-
Rupture de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale		Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	Oui	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Interne SER-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau Aucun blessé		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5	2003	Oui	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2,3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
Rupture de pale	05/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	0,75	2000	Non	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant	-

## ANNEXE 3 – SCÉNARIOS GÉNÉRIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

Cette partie apporte un certain nombre de précisions par rapport à chacun des scénarios étudiés par le groupe de travail technique dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques.

Le tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques est présenté dans la partie VII.4. de la trame type de l'étude de dangers. Il peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes et pourra par conséquent être repris à l'identique dans les études de dangers.

La numérotation des scénarios ci-dessous reprend celle utilisée dans le tableau de l'analyse préliminaire des risques, avec un regroupement des scénarios par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience par le groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

### Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)

#### Scénario G01

En cas de formation de glace, les systèmes de préventions intégrés stopperont le rotor. La chute de ces éléments interviendra donc dans l'aire surplombée par le rotor, le déport induit par le vent étant négligeable.

Plusieurs procédures/systèmes permettront de détecter la formation de glace :

- Système de détection de glace
- Arrêt préventif en cas de déséquilibre du rotor
- Arrêt préventif en cas de givrage de l'anémomètre.

① **Note :** Si les enjeux principaux seront principalement humains, il conviendra d'évoquer les enjeux matériels, avec la présence éventuelle d'éléments internes au parc éolien (poste de livraisons, sous-stations), ou extérieurs sous le surplomb de la machine.

#### Scénario G02

La projection de glace depuis une éolienne en mouvement interviendra lors d'éventuels redémarrage de la machine encore « glacée », ou en cas de formation de glace sur le rotor en mouvement simultanément à une défaillance des systèmes de détection de givre et de balourd.

Aux faibles vitesses de vents (vitesse de démarrage ou « cut in »), les projections resteront limitées au surplomb de l'éolienne. A vitesse de rotation nominale, les éventuelles projections seront susceptibles d'atteindre des distances supérieures au surplomb de la machine.

### Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07)

Les éventuels incendies interviendront dans le cas ou plusieurs conditions seraient réunies (Ex : Foudre + défaillance du système parafoudre = Incendie).

Le moyen de prévention des incendies consiste en un contrôle périodique des installations.

Dans l'analyse préliminaire des risques seulement quelques exemples vous sont fournis. La méthodologie suivante pourra aider à déterminer l'ensemble des scénarios devant être regardé :

- Découper l'installation en plusieurs parties : rotor, nacelle, mât, fondation et poste de livraison ;
- Déterminer à l'aide de mot clé les différentes causes (cause 1, cause 2) d'incendie possibles.

L'incendie peut aussi être provoqué par l'échauffement des pièces mécaniques en cas d'emballement du rotor (survitesse). Plusieurs moyens sont mis en place en matière de prévention :

- Concernant le défaut de conception et fabrication : Contrôle qualité
- Concernant le non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant, Contrôle qualité (inspections)
- Concernant les causes externes dues à l'environnement : Mise en place de solutions techniques visant à réduire l'impact. Suivant les constructeurs, certains dispositifs sont de série ou en option. Le choix des options est effectué par l'exploitant en fonction des caractéristiques du site.

L'emballement peut notamment intervenir lors de pertes d'utilités. Ces pertes d'utilités peuvent être la conséquence de deux phénomènes :

- Perte de réseau électrique : l'alimentation électrique de l'installation est nécessaire pour assurer le fonctionnement des éoliennes (orientation, appareils de mesures et de contrôle, balisage, ...)
- Perte de communication : le système de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance du parc peut être interrompu pendant une certaine durée.

Concernant la perte du réseau électrique, celle-ci peut être la conséquence d'un défaut sur le réseau d'alimentation du parc éolien au niveau du poste source. En fonction de leurs caractéristiques techniques, le comportement des éoliennes face à une perte d'utilité peut être différent (fonction du constructeur). Cependant, deux systèmes sont couramment rencontrés :

- Déclenchement au niveau du rotor du code de freinage d'urgence, entraînant l'arrêt des éoliennes ;
- Basculement automatique de l'alimentation principale sur l'alimentation de secours (batteries) pour arrêter les aérogénérateurs et assurer la communication vers le superviseur.

Concernant la perte de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance, celle-ci n'entraîne pas d'action particulière en cas de perte de la communication pendant une courte durée.

En revanche, en cas de perte de communication pendant une longue durée, le superviseur du parc éolien concerné dispose de plusieurs alternatives dont deux principales :

- Mise en place d'un réseau de communication alternatif temporaire (faisceau hertzien, agent technique local...)
- Mise en place d'un système autonome d'arrêt à distance du parc par le superviseur.

Les solutions aux pertes d'utilités étant diverses, les porteurs de projets pourront apporter dans leur étude de danger une description des protocoles qui seront mis en place en cas de pertes d'utilités.

### Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)

Les fuites éventuelles interviendront en cas d'erreur humaine ou de défaillance matérielle.

Une attention particulière est à porter aux mesures préventives des parcs présents dans des zones protégées au niveau environnemental, notamment en cas de présence de périmètres de protection de captages d'eau potable (identifiés comme enjeux dans le descriptif de l'environnement de l'installation). Dans ce dernier cas, un hydrogéologue agréé devra se prononcer sur les mesures à prendre en compte pour préserver la ressource en eau, tant au niveau de l'étude d'impact que de l'étude de danger. Plusieurs mesures pourront être mises en place (photographie du fond de fouille des fondations pour montrer que la nappe phréatique n'a pas été atteinte, comblement des failles karstiques par des billes d'argile, utilisation de graisses végétales pour les engins, ...).

#### Scénario F01

En cas de rupture de flexible, perçage d'un contenant ..., il peut y avoir une fuite d'huile ou de graisse ... alors que l'éolienne est en fonctionnement. Les produits peuvent alors s'écouler hors de la nacelle, couler le long du mât et s'infiltrer dans le sol environnant l'éolienne.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher l'écoulement de ces produits dangereux :

- Vérification des niveaux d'huile lors des opérations de maintenance
- Détection des fuites potentielles par les opérateurs lors des maintenances
- Procédure de gestion des situations d'urgence

Deux événements peuvent être aggravants :

- Ecoulement de ces produits le long des pales de l'éolienne, surtout si celle-ci est en fonctionnement. Les produits seront alors projetés aux alentours.
- Présence d'une forte pluie qui dispersa rapidement les produits dans le sol.

### Scénario F02

Lors d'une maintenance, les opérateurs peuvent accidentellement renverser un bidon d'huile, une bouteille de solvant, un sac de graisse ... Ces produits dangereux pour l'environnement peuvent s'échapper de l'éolienne ou être renversés hors de cette dernière et infiltrer les sols environnants.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher le renversement et l'écoulement de ces produits :

- Kits anti-pollution associés à une procédure de gestion des situations d'urgence
- Sensibilisation des opérateurs aux bons gestes d'utilisation des produits

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

Événement aggravant : fortes pluies qui disperseront rapidement les produits dans le sol.

### Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)

Les scénarii de chutes concernent les éléments d'assemblage des aérogénérateurs : ces chutes sont déclenchées par la dégradation d'éléments (corrosion, fissures, ...) ou des défauts de maintenance (erreur humaine).

Les chutes sont limitées à un périmètre correspondant à l'aire de survol.

### Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06)

Les événements principaux susceptibles de conduire à la rupture totale ou partielle de la pale sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- Défaut de conception et de fabrication
- Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance
- Causes externes dues à l'environnement : glace, tempête, foudre...

Si la rupture totale ou partielle de la pale intervient lorsque l'éolienne est à l'arrêt on considère que la zone d'effet sera limitée au surplomb de l'éolienne

L'emballement de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballement peut notamment être provoqué par la perte d'utilité décrite au 2.2 de la présente partie C (scénarios incendies).

### Scénario P01

En cas de défaillance du système d'arrêt automatique de l'éolienne en cas de survitesse, les contraintes importantes exercées sur la pale (vent trop fort) pourraient engendrer la casse de la pale et sa projection.

### Scénario P02

Les contraintes exercées sur les pales - contraintes mécaniques (vents violents, variation de la répartition de la masse due à la formation de givre...), conditions climatiques (averses violentes de grêle, foudre...) - peuvent entraîner la dégradation de l'état de surface et à terme l'apparition de fissures sur la pale.

Prévention : Maintenance préventive (inspections régulières des pales, réparations si nécessaire)

Facteur aggravant : Infiltration d'eau et formation de glace dans une fissure, vents violents, emballement de l'éolienne

### Scénarios P03

Un mauvais serrage de base ou le desserrage avec le temps des goujons des pales pourrait amener au décrochage total ou partiel de la pale, dans le cas de pale en plusieurs tronçons.

### Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10)

Les événements pouvant conduire à l'effondrement de l'éolienne sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- Erreur de dimensionnement de la fondation : Contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;

Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant

- Causes externes dues à l'environnement : séisme, ...

## ANNEXE 4 – PROBABILITE D’ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL

Le risque individuel encouru par un nouvel arrivant dans la zone d’effet d’un phénomène de projection ou de chute est appréhendé en utilisant la probabilité de l’atteinte par l’élément chutant ou projeté de la zone fréquentée par le nouvel arrivant. Cette probabilité est appelée probabilité d’accident.

Cette probabilité d’accident est le produit de plusieurs probabilités :

$$P_{\text{accident}} = P_{\text{ERC}} \times P_{\text{orientation}} \times P_{\text{rotation}} \times P_{\text{atteinte}} \times P_{\text{présence}}$$

$P_{\text{ERC}}$  = probabilité que l’événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

$P_{\text{orientation}}$  = probabilité que l’éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d’une défaillance dans la direction d’un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)

$P_{\text{rotation}}$  = probabilité que l’éolienne soit en rotation au moment où l’événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)

$P_{\text{atteinte}}$  = probabilité d’atteinte d’un point donné autour de l’éolienne (sachant que l’éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu’elle est en rotation)

$P_{\text{présence}}$  = probabilité de présence d’un enjeu donné au point d’impact sachant que l’élément est projeté en ce point donné

Par souci de simplification, la probabilité d’accident sera calculée en multipliant la borne supérieure de la classe de probabilité de l’événement redouté central par le degré d’exposition. Celui-ci est défini comme le ratio entre la surface de l’objet chutant ou projeté et la zone d’effet du phénomène.

Le tableau ci-dessous récapitule les probabilités d’atteinte en fonction de l’événement redouté central.

Evènement redouté central	Borne supérieure de la classe de probabilité de l’ERC (pour les éoliennes récentes)	Degré d’exposition	Probabilité d’atteinte
Effondrement	$10^{-4}$	$10^{-2}$	$10^{-6}$ (E)
Chute de glace	1	$5 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$ (A)
Chute d’éléments	$10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$ (D)
Projection de tout ou partie de pale	$10^{-4}$	$10^{-2}$	$10^{-6}$ (E)
Projection de morceaux de glace	$10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-8}$ (E)

Les seuls ERC pour lesquels la probabilité d’atteinte n’est pas de classe E sont ceux qui concernent les phénomènes de chutes de glace ou d’éléments dont la zone d’effet est limitée à la zone de survol des pales et où des panneaux sont mis en place pour alerter le public de ces risques.

De plus, les zones de survol sont comprises dans l’emprise des baux signés par l’exploitant avec le propriétaire du terrain ou à défaut dans l’emprise des autorisations de survol si la zone de survol s’étend sur plusieurs parcelles. La zone de survol ne peut donc pas faire l’objet de constructions nouvelles pendant l’exploitation de l’éolienne.



## ANNEXE 5 – GLOSSAIRE

Les définitions ci-dessous sont reprises de la circulaire du 10 mai 2010. Ces définitions sont couramment utilisées dans le domaine de l'évaluation des risques en France.

**Accident** : Evénement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/ dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence d'enjeux vulnérables exposés aux effets de ce phénomène.

**Cinétique** : Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables (cf. art. 5 à 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005). Dans le tableau APR proposé, la cinétique peut être lente ou rapide. Dans le cas d'une cinétique lente, les enjeux ont le temps d'être mis à l'abri. La cinétique est rapide dans le cas contraire.

**Danger** : Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance (butane, chlore...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz...), à une disposition (élévation d'une charge...), à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » (sont ainsi rattachées à la notion de « danger » les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux, etc. inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible [pneumatique ou potentielle] qui caractérisent le danger).

**Efficacité (pour une mesure de maîtrise des risques) ou capacité de réalisation** : Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la mesure de maîtrise des risques. Cette efficacité est évaluée par rapport aux principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques.

**Evénement initiateur** : Evénement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe.

**Evénement redouté central** : Evénement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Généralement, il s'agit d'une perte de confinement pour les fluides et d'une perte d'intégrité physique pour les solides. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».

**Fonction de sécurité** : Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir d'éléments techniques de sécurité, de procédures organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.

**Gravité** : On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition d'enjeux de vulnérabilités données à ces effets.

La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des enjeux potentiellement exposés.

**Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques** : Faculté d'une mesure, de par sa conception, son exploitation et son environnement, à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres mesures de maîtrise des risques, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence.

**Intensité des effets d'un phénomène dangereux** : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou enjeux] tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non d'enjeux exposés. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

**Mesure de maîtrise des risques (ou barrière de sécurité)** : Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue parfois :

- les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux
- les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux
- les mesures (ou barrières) de protection : mesures visant à limiter les conséquences sur les enjeux potentiels par diminution de la vulnérabilité.

**Phénomène dangereux** : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005, susceptibles d'infliger un dommage à des enjeux (ou éléments vulnérables) vivants ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages »

**Potentiel de danger (ou « source de danger », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de danger »)** : Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) « danger(s) » ; dans le domaine des risques technologiques, un « potentiel de danger » correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.

**Prévention** : Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux.

**Protection** : Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant.

**Probabilité d'occurrence** : Au sens de l'article L. 512-1 du code de l'environnement, la probabilité d'occurrence d'un accident est assimilée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée. Elle est en général différente de la fréquence historique et peut s'écarter, pour une installation donnée, de la probabilité d'occurrence moyenne évaluée sur un ensemble d'installations similaires.

Attention aux confusions possibles :

1. Assimilation entre probabilité d'un accident et celle du phénomène dangereux correspondant, la première intégrant déjà la probabilité conditionnelle d'exposition des enjeux. L'assimilation sous-entend que les enjeux sont effectivement exposés, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment si la cinétique permet une mise à l'abri ;
2. Probabilité d'occurrence d'un accident x sur un site donné et probabilité d'occurrence de l'accident x, en moyenne, dans l'une des N installations du même type (approche statistique).

**Réduction du risque** : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. [FD ISO/CEI Guide 73]. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité :

- Réduction de la probabilité : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité
- Réduction de l'intensité :
  - par action sur l'élément porteur de danger (ou potentiel de danger), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des vitesses de rotation, etc.
  - réduction des dangers: la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation

La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source ».

- Réduction de la vulnérabilité : par éloignement ou protection des éléments vulnérables (par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, ou par des plans d'urgence).

**Risque** : « Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73), « Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI 51).

**Scénario d'accident (majeur)** : Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.

**Temps de réponse (pour une mesure de maîtrise des risques)** : Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en œuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation [significativement plus courte] avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser.

Les définitions suivantes sont issues de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement :

**Aérogénérateur** : Dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur

**Survitesse** : Vitesse de rotation des parties tournantes (rotor constitué du moyeu et des pales ainsi que la ligne d'arbre jusqu'à la génératrice) supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur.

Enfin, quelques sigles utiles employés dans le présent guide sont listés et explicités ci-dessous :

**ICPE** : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

**SER** : Syndicat des Energies Renouvelables

**FEE** : France Energie Eolienne (branche éolienne du SER)

**INERIS** : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

**EDD** : Etude de dangers


**APR** : Analyse Préliminaire des Risques

**ERP** : Etablissement Recevant du Public

## ANNEXE 6 – BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES UTILISÉES

- [1] L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (ref DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011
- [2] NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006
- [3] Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum
- [4] Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24
- [5] Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005
- [6] Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004
- [7] Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public Interest Energy Research Program, 2006
- [8] Oméga 10: Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005
- [9] Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement
- [10] Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation
- [11] Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 Juillet 2003
- [12] Bilan des déplacements en Val-de-Marne, édition 2009, Conseil Général du Val-de-Marne
- [13] Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation
- [14] Alpine test site Güttsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al.
- [15] Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000
- [16] Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - Guillet R., Leteurtois J.-P. - juillet 2004
- [17] Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kröning J. - DEWI, avril 2003
- [18] Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005

ANNEXE 7 – CONSULTATION GRT GAZ



Région Nord Est  
Agence d'Exploitation de Reims  
7 rue des Compagnons  
BP 731 CORMONTREUIL  
51677 REIMS CEDEX

**RP Global France**  
A l'attention de M. PONCHE Arnaud  
31 rue d'Inkermann  
59000 Lille

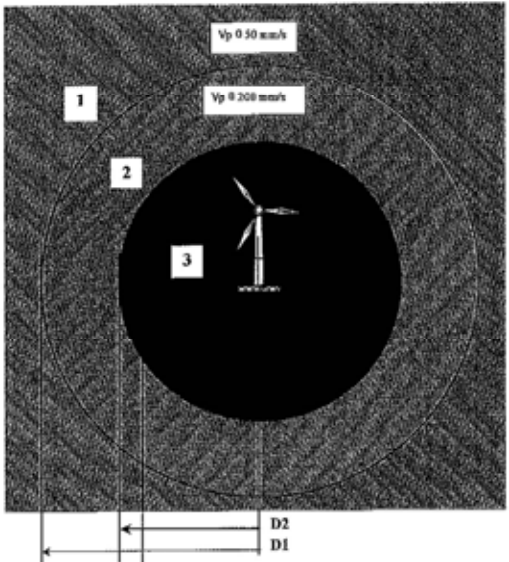
Vos Réf :  
Nos Réf : AER – FM/MD 12-160  
Interlocuteur : F. MASSON  
☎ 03 26 50 32 06  
Objet : Demande de renseignements - Parc de 5 Eoliennes  
Commune de Louvignies-Quesnoy (59)


Cormontreuil, le 30 mars 2012

Monsieur,

Suite à votre courrier du 09 Mars 2012, GRTgaz a procédé à un examen approfondi des règles qu'il apparaît raisonnable de prendre en compte dans ce type de projets et préconise des distances d'éloignement de ses ouvrages de transport gaz en se basant sur des scénarios de défaillance de l'éolienne (chute d'éléments mécaniques).

**1/ Pour les ouvrages enterrés :**  
Trois zones déterministes ont été ainsi identifiées :





- **Zone 1 (verte) :  $D \geq D1$**   
En cas de chute de l'éolienne, une distance au sol D supérieure à D1 permet de s'assurer que la vibration transmise dans le sol ne provoquera aucun dommage sur la canalisation. Les vibrations sont représentées par la notion de vitesse particulaire.  
  
Le seuil de vitesse particulaire maximale acceptable dans cette zone est de 50 mm/s.  
  
Par rapport aux événements considérés à cette distance :  
  
- un effondrement de la machine génère des vibrations dans le sol acceptables (inférieure à 50mm/s),  
  
- la probabilité de recevoir un morceau de pale impactant l'ouvrage gaz est très faible (probabilité inférieure à  $10^{-6}$  ).  
  
Pour les éoliennes situées dans cette zone, nous n'avons pas d'exigence sur la conception ou l'exploitation de l'éolienne.
- **Zone 2 (orange) :  $D2 \leq D < D1$**   
En cas de chute de l'éolienne, une distance au sol D supérieure à D2 permet de s'assurer que la vibration transmise dans le sol ne provoquera pas un dommage sur la canalisation supérieur à l'équivalent d'un séisme significatif.  
  
Il est considéré comme séisme significatif, le séisme potentiel rencontré dans une zone  $I_B$  représenté par une vitesse particulaire maximale de 200 mm/s. La tenue générale des canalisations de transport posées en zone  $I_B$  est justifiée dans le guide AFPS, « association française du génie parasismique ».  
  
Concernant les tronçons de canalisation situés en zone 2, un avis favorable de notre part nécessiterait un **engagement** du maître d'ouvrage du projet, sur la garantie de la qualité de **conception, construction et d'exploitation** des aérogénérateurs cités dans ce projet à savoir :  
  
Conception, construction :
  - **Certification de type** (exemple Germanischer Lloyd - Première partie, Edition 1999 (ou édition ultérieure), garantissant l'intégralité de la conception de l'aérogénérateur.
  - Respect des **prescriptions DIBt**, Edition 1995 (ou édition ultérieure), ou participation d'un expert agréé, à la création et la vérification des expertises de sol et des **fondations**.Exploitation :
  - Plan de maintenance périodique.
  - Engagement de prise en charge financière, en cas de chute de l'aérogénérateur, de l'inspection et la réparation éventuelle de notre ouvrage.
- **Zone 3 (rouge) :  $D < D2$**   
Aucun ouvrage ne doit se trouver dans cette zone sans une étude spécifique effectuée au cas par cas et validée par un tiers expert.

**2/ Résultats de l'étude :**  
L'étude a été menée pour des aérogénérateurs, conformément aux données que vous nous avez fournies.

.../...



**Caractéristiques des éoliennes : Marque MM 92**

- Hauteur de la tour : 78,5 m
- Rayon du rotor : 46 m
- Masse de la tour : 147 t
- Masse nacelle +pâles +rotor : 108,3t

Plan de zonage pour limiter les effets d'une chute de l'éolienne depuis sa base		
ZONE 1 (**)	D >= 205 m	- Aucune mesure n'est nécessaire sur l'ouvrage
ZONE 2 (**)	205 m > D >= 126 m	- Certificat de type - Engagement sur la maintenance + sur les fondations
ZONE 3	D < 126 m	- Zone interdite sauf étude probabiliste au cas par cas+ préconisations demandées en zone 2.

**Caractéristiques des éoliennes : Marque GE 103**

- Hauteur de la tour : 98,3 m
- Rayon du rotor : 51,5 m
- Masse de la tour : 240 t
- Masse nacelle +pâles +rotor : 137,9 t

Plan de zonage pour limiter les effets d'une chute de l'éolienne depuis sa base		
ZONE 1 (**)	D >= 289 m	- Aucune mesure n'est nécessaire sur l'ouvrage
ZONE 2 (**)	289 m > D >= 169 m	- Certificat de type - Engagement sur la maintenance + sur les fondations
ZONE 3	D < 169 m	- Zone interdite sauf étude probabiliste au cas par cas+ préconisations demandées en zone 2.

Ces résultats ne sont valables que pour les données techniques jointes à votre courrier.

**3/ Avis sur la position des éoliennes :**

L'éolienne E5, qui est la plus proche de nos ouvrages, se trouve à une distance supérieure à 325 mètres donc nous émettons un avis favorable à la réalisation de ce projet.

Les 5 éoliennes appartiennent à la zone 1.

NB : Préalablement au démarrage des travaux de construction, il conviendra de vérifier avec nos services si la mise en œuvre du projet (passage de véhicules, installations de lignes électriques, ATEX, déplacement éventuel des déversoirs de protection cathodique de notre ouvrage) est bien compatible avec les règles de l'art de travaux à proximité de gazoducs.

Nous restons à votre disposition pour tout renseignement complémentaire, et vous prions d'agréer, Monsieur, nos salutations distinguées.

Le Cadre d'Exploitation Réseau,

F. MASSON

Copie : - ZV  
- Archives ZV

## ANNEXE 8 – CONSIGNES ET PROCEDURES DE SECURITE

**1. Placement of Signs outside the Tower**



Figure 1.1: “No Access for Unauthorized Personnel” (item 208003) and his translation, “High Voltage” (item 208057) and his translation, “WTG Number”, “Poste de transformation”  
Place the signs on the door

**2. Placement of Signs inside the Tower**

**2.1. Placement of Signs at the Bottom Platform**



Figure 2.1.1: “Vestas Safety Panel” (item 60093470), “Electrical Safety Advice & Equipment”, “Fermez la trappe après votre passage / Close the hatch before leaving”, “Safety Harness required when climbing” (item 208056), “Emergency exit arrow down” (item 208015), “Only one person on the ladder in each tower section” (item 208058) and his translation, “Consignes de sécurité électriques” “Safety rule Ladder/Service lift”  
Place the signs to the left of the ladder.

**Vestas** Mounting of warning and safety signs



Figure 2.1.2: “Emergency Exit” (item 208011), “Push bar to open” and his translation  
Place the signs on the upper part of the tower door



Figure 2.1.3: “Emergency stop / Arrêt d’urgence”, “Caution ! Battery voltage remains on after deenergizing” (item 119077) and his translation, “Main circuit” (item 119081),  
Place the signs on the ground controller

**Vestas** Mounting of warning and safety signs



Figure 2.1.4: “Circuits sécurité sous tension”, “Déclenchement F60”, « Rating Plate » (item 144299)  
Place the sign on the ground controller



Figure 2.1.5: “Caution ! Battery voltage remains on after deenergizing” (item 119078) and his translation Place the signs on the UPS system -  
“Electrical Hazard” (item 208013) Place the signs on the switchgear



Figure 2.1.6: “Emergency Plan”, “CE mark”  
Place the signs on the bottom section at the right of the door





Figure 2.1.7: “Fire Extinguisher” (item 208007)  
Place the signs next to the lift at the bottom platform approximately 170 cm above the bottom platform



Figure 2.1.8: “Safety rule Ladder/Service lift” Place the sign inside the service lift  
“Boitier de commande ascenseur” Plan the sign outside the service lift

2.2. Placement of Signs at Each Platform (Except Bottom Platform)



Figure 2.2.1: “Emergency Exit Arrow down” (item 208015), “Safety harness required when climbing” (item 208056)  
Place the signs on the left side of the ladder, approximately 170 cm above the platform



Figure 2.2.2: “Max Load on Platform 1t” (item 208014)  
Place the signs approximately 30 cm above the platform, opposite the ladder/lif as shown in the inserted drawing

2.3. Placement of Signs at the Top Platform



Figure 2.3.1: “Emergency Exit Arrow down” (item 208015), “Safety Harness Required when Climbing” item (208056), “Fermez la trappe après votre passage / close the hatch before leaving”, “Safety rule Ladder/Service lift”, “Attacher le harnais avant d’ouvrir la trappe / attach lanyard before opening hatch” Place the sign on the left side of the ladder, approximately 170 cm above the platform

3. Placement of Signs in the Nacelle



Figure 3.1: “Safety Harness Required” (item 208006) Place the sign underneath the rear door to the crane hatch.



Figure 3.2: “Safety Harness Required” (Item 208006) Place the sign next to each skylight on the inside of the roof.



Figure 3.3: “Don’t use anchorage point for the emergency evacuation system” Place the sign near the anchorage point at the rear of the internal crane.



Figure 3.4: “SWL 8500 kg” (item 208077) Place the sign on the front of the crane traverse  
 “SWL 800 kg” (item 208019) Place the sign on the front of the chain box

3.1. Placement of Signs at the Transformer Room



Figure 3.1.1: “Emergency Plan” Place the sign on the generator.



Figure 3.1.2:  
 “Emergency Exit Arrow down” (item 208015), “Safety harness required” (item 208006) Place the signs on the partition wall to the transformer room  
 “High Voltage” (item 208057) and his translation, “No flash photographing” (item 208009), “Electrical Hazard” (item 208013) Place the signs in the centre of the hatch to the transformer room

3.2. Placement of Signs on the Top Controllers



Figure 3.2.1: “Electrical hazard” (item 208013), Warning wait 5 min ...” (item 119079) and his translation, “Caution Battery voltage ...” (item 119095) and his translation Place the signs on the top controller.



Figure 3.2.2 “Emergency stop / Arrêt d’urgence”, “Declenchement F60” Place the signs around the button on the controller



Figure 3.2.3 “Main circuit” (item 119081) Place the signs on the top controller near the Q16 breaker

**Vestas** Mounting of warning and safety signs



Figure 3.2.4 “No flash photographing” (item 208009) Place the signs on the inside of the cabinet door above the Q8 breaker.



Figure 3.2.5: “High Voltage” (item 208057) and his translation, “No flash photographing” (item 208009) Place the signs on the door to the transformer behind the controller cabinets  
“Electrical Hazard” (item 208013) behind the controller cabinets

**Vestas** Mounting of warning and safety signs



Figure 3.2.6: “Rescue Equipment / Arrow” (item 208020/208021) and “Fire Extinguisher” (item 208007)  
Place the signs on the end cover of the nacelle controller

3.3. Placement of Signs on the Gearbox



Figure 3.3.1: “Rotating Parts Behind” (item 208017)  
Place the sign on the cover for the composite coupling and on the cover for the rotating hydraulic union.



Figure 3.3.2: “Do not step here” (item 208029) on the top of the slip ring unit “Electrical hazard” (item 208013) on each cover for the slip ring housing



Figure 3.3.3: “Hot Surface” (item 208023) Place the sign on the left side of the gearbox.



Figure 3.3.4: “Hot Surface” (item 208023), “Emergency Exit Arrow Down” (item 208015)  
Place the both signs on the lower part of the back of the gearbox (above the ladder going down to the top platform).



Figure 3.3.5: “Hot surface” (item 208023) Place the sign on the middle of the air-to-air cooler on the generator



Figure 3.3.6: “Emergency Stop / Arrêt d’urgence” Place the sign under the gearbox next to the button

3.4. Placement of Signs on the Access to the Hub



Figure 3.4.1: “Rotor Lock Required” (item 208027), “Rotating Parts Behind” (item 208017), “Safety Harness required” (item 208006), “Engage rotor lock system ... / Engagez le verrouillage du rotor” Place the signs on the partition wall to the hub. Place the signs to the left just above the hatch.



Figure 3.4.2: “Supprimer la pression hydraulique ... / Discharge hydraulic pressure” Place the signs near the hydraulic station



Figure 3.4.3: “Emergency Stop / Arrêt d’urgence”, “Rotor Lock System / Verrouillage du rotor” Place the signs around the parts



Figure 3.4.4: “Emergency Stop / Arrêt d’urgence” Place the signs under the main shaft



Figure 3.4.5: “Hub controller” (item 119075) Place the sign in the center of the upper part on the right cabinet door on the hub controller



4. Additional Signs for Extinguisher



Figure 4.1: “Electrical Risk” Place the signs on the two extinguishers (bottom and nacelle)

Document no., (revision):  
**M-1.1-GP.GK.03-A-EN (A)**

Author:  
 Repower Systems AG  
 TechCenter  
 Albert-Betz-Straße 1  
 24783 Osterrönhof  
 Phone: +49-4331-1313-90  
 Fax: +49-4331-1313-99

Source document: German

Prepared: W. Maas

Reviewed: T. Stampa  
 R. Rieckenberg

Approved: U. Harms

Date: 2010-07-08

Translator: Glossa Group GmbH

Pages:  
 Sequentially numbered: 25  
 Additionally inserted: \_\_\_\_\_  
 Subsequently removed: \_\_\_\_\_

Version:  
 Original  
 Registered copy no. \_\_\_\_\_  
 Copy (not registered)

Status:  
 Draft  
 Draft for external review  
 Approved final version

Classification:  
 Strictly confidential  
 Internal  
 Customer confidential  
 Public

Updating service:  
 Yes  
 No  
 Limited until: \_\_\_\_\_



**Wind turbine  
 REpower MM**

**Instruction for labeling  
 at the tubular tower  
 internal transformer system (ITS)  
 for Europe**

Protective note ISO 16016: Unless explicitly approved, circulating and reproducing this document as well as utilizing and disclosing its contents are prohibited. Failure to comply with this provision results in an obligation to pay damages. All rights with regard to the registration of ordinary, utility, and design patents reserved.

**Wind turbine REpower MM**  
 Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

**Table of contents**

1. Change history .....2

2. Documents related to this instruction.....2

3. General notes .....3

    3.1 Information about the label names .....3

    3.2 Label materials.....3

    3.3 Labeling of supplier components .....4

    3.4 Location and equipment markings .....4

    3.5 Legend of abbreviations used .....4

4. Overview of the label layout.....5

    4.1 Location overview .....5

    4.2 Description of the locations.....6

5. Positioning instruction .....6

    5.1 Outside area .....6

    5.2 Entrance area platform.....6

    5.3 Intermediate platforms .....6

    5.4 Tower head platform .....6

    5.5 Nacelle .....6

**1. Change history**

Revision	Issue date	Replaced pages	Changes
A			Initial version, replacement for: V-1.1-GP.GK.02-B ( D )

**2. Documents related to this instruction**

Name	Document no.:

### 3. General notes

#### 3.1 Information about the label names

For all related documents for labeling the latest version must be used unless specified differently.

For control and replacement purposes the material no. can be found on the bottom left and the document no. on the bottom right for every bilingual label.

Bilingual labels are in English and German by default. In this default version the document no. does not contain a country code. It ends in the version (e.g. V-0.0-GP.GK.06-A-A).

For deliveries abroad the country-specific regulations must be observed. The bilingual labeling must then always be in English and the respective national language of the installation location. In this case the document no. on the labels ends in the version and the country code.

(e.g. for France V-0.0-GP.GK.06-A-A-FR).

Overview of country codes:

CZ - Czech	NL - Dutch
DA - Danish	NO - Norwegian
ES - Spanish	PL - Polish
ET - Estonian	PT - Portuguese
FI - Finnish	RU - Russian
FR - French	SV - Swedish
HU - Hungarian	TR - Turkish
IT - Italian	

The instruction for positioning the labels applies generally to all label sets irrespective of the language version (e.g. EN-DE, EN-IT, EN-FR,...).

The document numbers specified in this instruction do, therefore, not contain any versions or country codes. Because the material numbers are country-specific, they are not listed in this instruction. If required, they can be found in the respective country-specific bill of materials.

The photos shown show the standard version in EN-DE for all bilingual labels.

For different entrance areas the instructions of the site manager apply in accordance with the sample specifications in this instruction.

#### 3.2 Label materials

The following labels are used in the tower:

- Label from PVC self-adhesive film (the protective film on the back must be removed prior to attaching)
- 1.5 mm PVC label (to attach the label adhesive must be applied to its back as specified)
- 1.5 mm PVC label with holes (the label is attached to magnetic hooks)
- 2 mm aluminum compound label (to attach the label adhesive must be applied to its back as specified)

Prior to attaching the labels with glue the substrate must be cleaned (free from dirt and grease) and a minimum temperature of 10 °C must be maintained near the substrate.

### 3.3 Labeling of supplier components

#### - Type labels

All tower sections and, where applicable, the elevator system must be equipped with type labels providing a unique link to the REpower technical documentation on which the production was based including the respective latest revision status.

#### - Lubricants

For all oil-conveying or grease-lubricated components the lubricants used must be evident from the labeling.

#### - Cables

All power cables must be labeled on both cable ends in accordance with the cable numbers from the current list of cables.

#### - Electrical equipment components or control cabinets

Assemblies and areas containing live components must be labeled in accordance with the applicable VDE regulations (German Association for Electrical, Electronic and Information Technologies) or REpower specifications (e.g. currency symbol, voltage specification, ...).

### 3.4 Location and equipment markings

On the outside of the tower wall:

1. the location no. must be applied.

The numbering is defined by the turbine operator in wind farms.

If there is only one turbine the location no. can be omitted.

2. the WT no. must be applied.

The numbering is defined by REpower.

In Germany the WT no. also doubles as the WT EIS no. (**W**ind **t**urbine **e**mergency **i**nformation **s**ystem no.).

The location of the marking on the tower must always be in the line of sight from the access to the tower irrespective of where the external door is in the tower.

The unique WT designation is important both for service and for any rescue action required.

Missing or incorrectly positioned labels might even cost lives!

### 3.5 Legend of abbreviations used

Bb port = left

GRP glass-fiber reinforced plastic

norm. normally

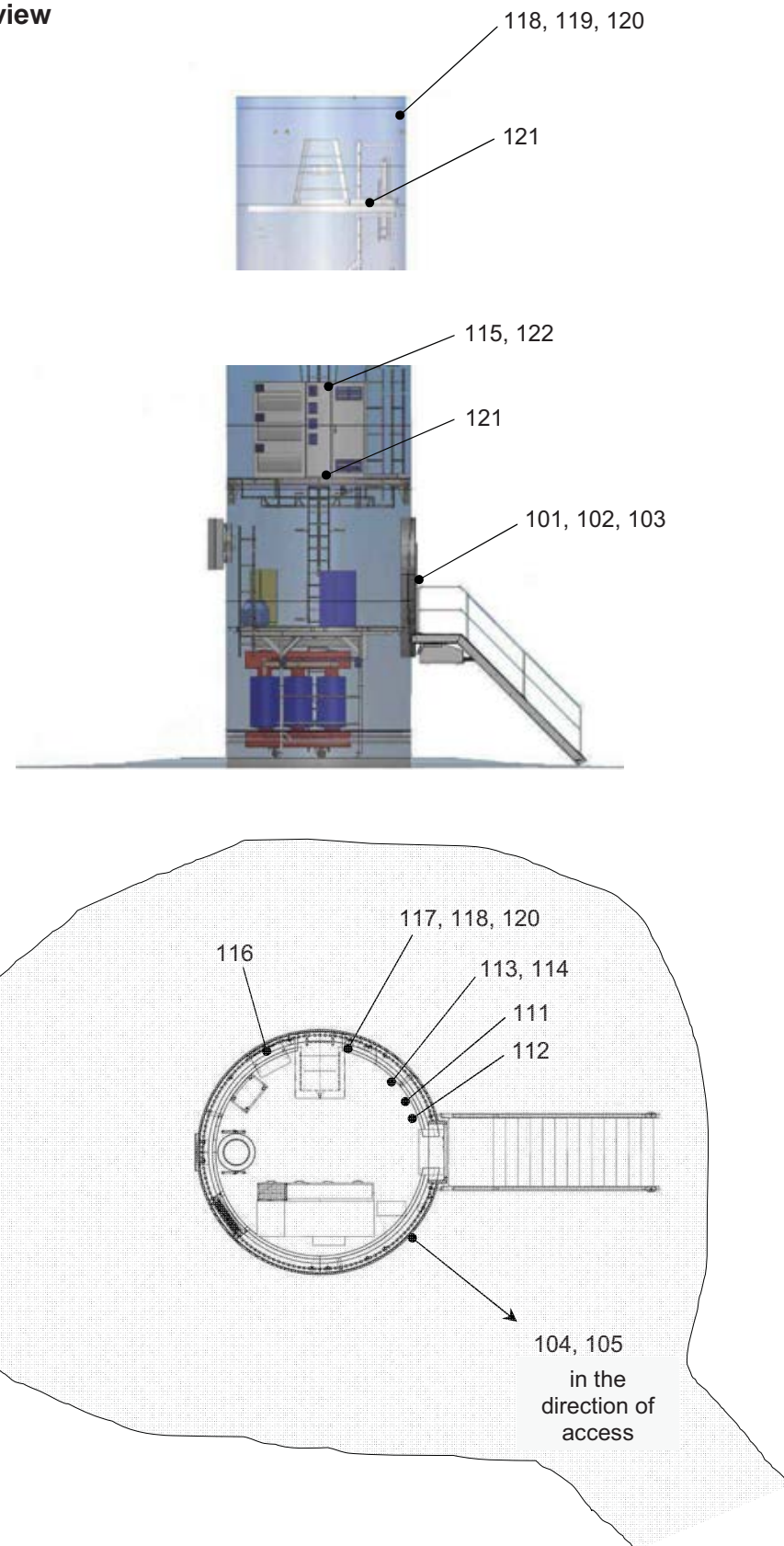
Item Item

Stb starboard = right

WT Wind turbine

## 4. Overview of the label layout

### 4.1 Location overview



### 4.2 Description of the locations

Item	Name	Document no.	Material	Quantity	Attachment location
10	Red triangle	addition to the protective grille of the rotor cover	PVC film, self-adhesive	1	nacelle
11	Warning label black/yellow	D-1.1-GP.GK.28-A	PVC film, self-adhesive	4	lifting eyes main frame
101	Door label	WT-dependent	2 mm aluminum compound	1	outer side of the external door
102	Label "Danger, electrical operating site"	V-0.0-GP.GK.00-P	2 mm aluminum compound	1	outer side of the external door
103	Label "Danger, electromagnetic radiation"	V-0.0-GP.GK.00-M	2 mm aluminum compound	1	outer side of the external door
104	Location no.	project-dependent	PVC film, self-adhesive	(1)	tower outer side
105	WT no.	WT-dependent	PVC film, self-adhesive	1	tower outer side
111	Label "Fire protection, CO2 fire extinguisher"	V-0.0-GP.GK.18-A	PVC film, self-adhesive	1	above the fire extinguisher
112	Label "Rescue, first aid"	V-0.0-GP.GK.21-A	PVC film, self-adhesive	1	above the first-aid kit
113	Label "Collective label onshore"	V-0.0-GP.GK.15-A	PVC film, self-adhesive	1	tower wall entrance platform
114	Label "Rescue behavior during emergency"	V-0.0-GP.GK.21-J	PVC film, self-adhesive	1	tower wall entrance platform

**Wind turbine REpower MM**

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Name	Document no.	Material	Quantity	Attachment location
115	Label "No switching", perforated	V-0.0-GP.GK.30-I	1.5 mm PVC	1	at the converter cabinet
116	Label "Documentation"	V-0.0-GP.GK.30-A	PVC film, self-adhesive	1	tower wall entrance platform
117	Ladder labeling	dependent on the ladder	PVC film, self-adhesive	1	tower wall in the ladder area of the entrance platform
118	Label "Danger during ascent and descent"	V-0.0-GP.GK.00-A	PVC film, self-adhesive	2	next to the ladder in the tower base and tower head
119	Label "Rescue emergency call"	V-0.0-GP.GK.21-C	PVC film, self-adhesive	7	tower wall all platforms, except entrance platform
120	Label "Caution, platform load 300 kg"	V-0.0-GP.GK.09-A	PVC film, self-adhesive	8	tower wall, all platforms
121	Label "Falling hazard, close hatch"	V-0.0-GP.GK.00-C	PVC film, self-adhesive	7	all hatch cover bottoms, except entrance platform
122	Magnet, round 33 mm with hook, white			2	at the converter cabinet





**Wind turbine REpower MM**

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
------	---------------	--------------	----------	------------	---------------------

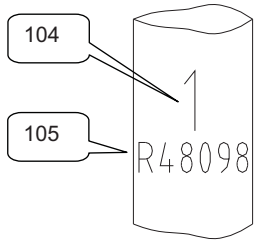

**5. Positioning instruction**

**5.1 Outside area**

101	Door label 	according to sample V-0.0-GP.GK.24-A	1	glue (using Sikaflex)	outer side of external door at handle height, warning label to the left (operating site label at the top), door label to the right of it
102	Electrical operating site 	V-0.0-GP.GK.00-P	1	glue (using Sikaflex)	
103	Electromagnetic radiation 	V-0.0-GP.GK.00-M	1	glue (using Sikaflex)	



**Wind turbine REpower MM**

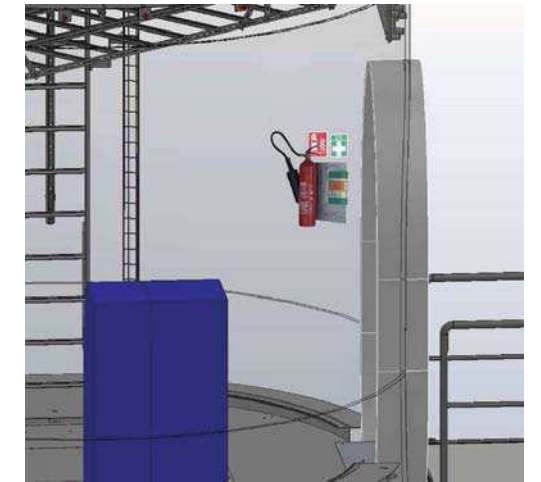
Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
104	Location no. (optional)	location-dependent number in wind farms (not in single turbines)	(1)	self-adhesive	tower outer side, always in line of sight of the access to the tower (if the entrance door is also within that line, the WT number is located directly next to the door)  the WT no. must be positioned at a height of approx. 2.5 - 4 m above the foundation (normally the WT no. is attached above the horizontal circumferential welding seam which is approx. at the level of the center of the entrance door).
105	WT no. 	WT-dependent number	1	self-adhesive	where present, the location no. must be positioned at the center directly above the WT no. (sample numbers are shown) 

**Wind turbine REpower MM**

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

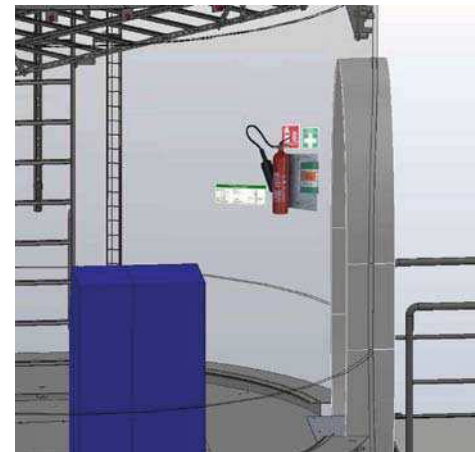
Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
<b>5.2 Entrance area platform</b>					
111	CO2 fire extinguisher 	V-0.0-GP.GK.18-A	1	self-adhesive	fire extinguisher label above the fire extinguisher
112	First aid 	V-0.0-GP.GK.21-A	1	self-adhesive	first aid label above the first aid kit The bottom edges of items 111 and 112 are on the same line.



Wind turbine REpower MM

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

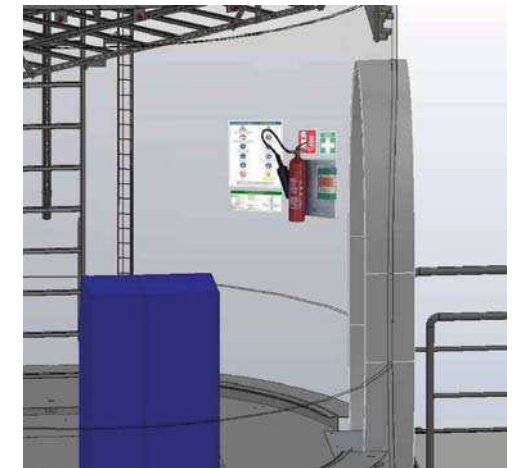
Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
114	Behavior during emergency	V-0.0-GP.GK.21-J	1	self-adhesive	to the left of the baseplate for fire extinguisher and first aid (bottom label edge flush with the baseplate)  enter emergency no. and WT no. (information available from the site manager)



Wind turbine REpower MM



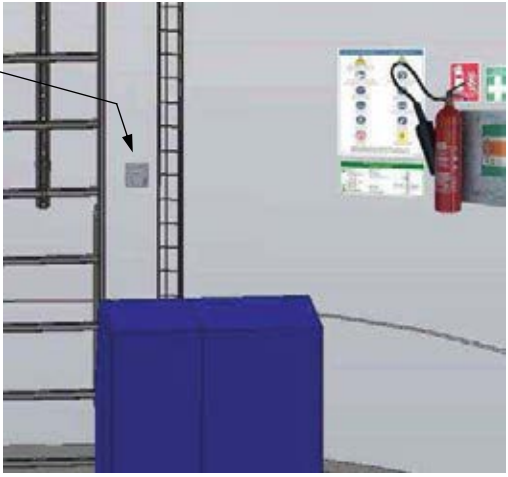
Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
113	Collective label	V-0.0-GP.GK.15-A	1	self-adhesive	directly above the label Behavior during emergency




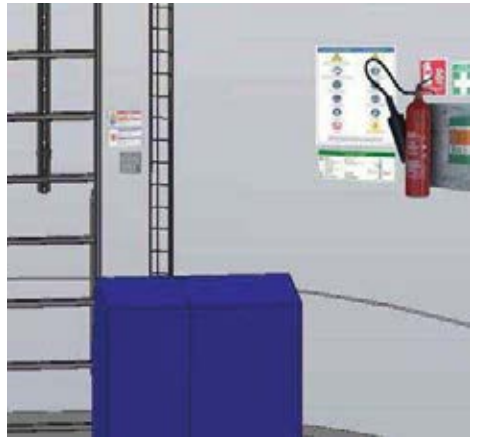

Wind turbine REpower MM

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
117	Ladder label  Hailo ladder with HACA fall protection rail (norm. only for Europe)  Avanti ladder and fall protection rail (norm. for Australia)  Hailo ladder and fall protection rail (norm. for USA and Canada)	dependent on the ladder    	1	self-adhesive	between the cable duct and the right-hand handle of the ladder (bottom label edge on the same line as the bottom label edge Behavior during emergency)  

Wind turbine REpower MM


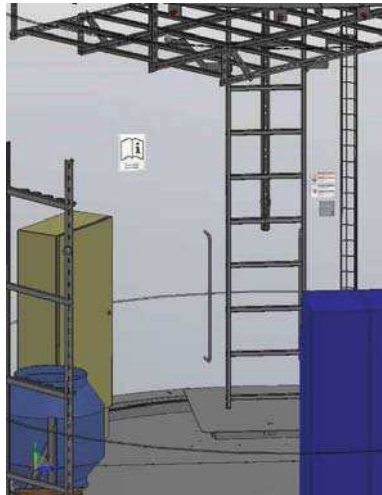
Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
118	Danger during ascent and descent  	V-0.0-GP.GK.00-A	1	self-adhesive	platform load capacity label directly above the ladder label (right label edges are on the same line)  warning label directly above the platform load capacity label (right label edges are on the same line)  
120	Platform load capacity  	V-0.0-GP.GK.09-A	1	self-adhesive	



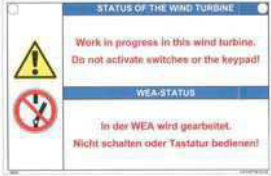
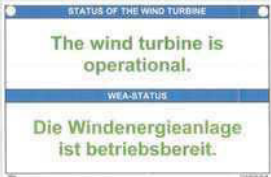

**Wind turbine REpower MM**

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
116	Documentation 	V-0.0-GP.GK.30-A	1	self-adhesive	tower wall above the documentation storage location for log and operating manual (bottom label edge approx. 2 m above the platform)  If the storage location is not clear, the instruction of the site managers apply.  

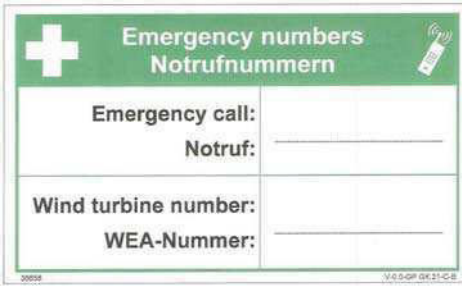

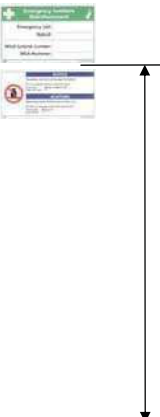
**Wind turbine REpower MM**

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
<b>5.3 Intermediate platforms</b>					
115	No switching  Front  Rear 	V-0.0-GP.GK.30-I	1	on two magnetic hooks	in front of the control panel on the converter cabinet  



Wind turbine REpower MM

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
119	Emergency call 	V-0.0-GP.GK.21-C	for each platform 1	self-adhesive	at the inside tower wall opposite the exit from the elevator system, or if there is no elevator system directly next to the exit of the tower ladder, labels arranged on top of each other, (emergency call label above the load capacity label)  enter emergency no. and WT no.
120	Platform load capacity 	V-0.0-GP.GK.09-A	for each platform 1	self-adhesive	 approx. 160 cm above the platform

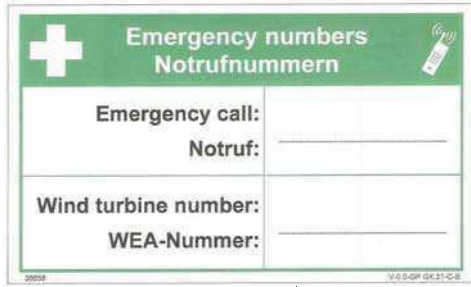

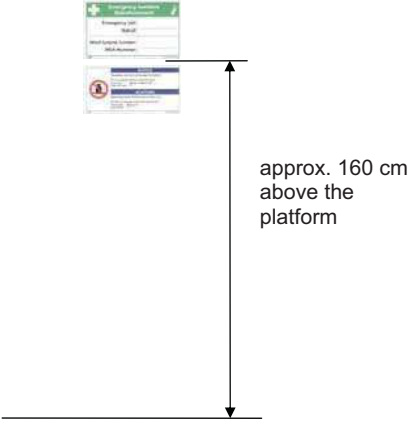
Wind turbine REpower MM

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
121	Close hatch 	V-0.0-GP.GK.00-C	for each hatch 1	self-adhesive	hatch cover bottom centered under the hatch cover handle  





Wind turbine REpower MM

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
<b>5.4 Tower head platform</b>					
119	Emergency call 	V-0.0-GP.GK.21-C	1	self-adhesive	directly next to the exit of the tower ladder, Label layout as in the intermediate platforms, (emergency call label above the load capacity label)  enter emergency no. and WT no.
120	Platform load capacity 	V-0.0-GP.GK.09-A	1	self-adhesive	 approx. 160 cm above the platform

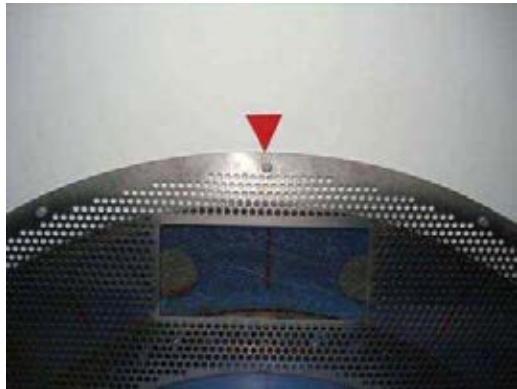
Wind turbine REpower MM

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
118	Danger during ascent and descent 	V-0.0-GP.GK.00-A	1	self-adhesive	directly to the left of the platform capacity label 
121	Close hatch 	V-0.0-GP.GK.00-C	1	self-adhesive	hatch cover bottom centered under the hatch cover handle 


**Wind turbine REpower MM**

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
<b>5.5 Nacelle</b>					
10	Red triangle	Addition to the protective grille of the rotor cover	1	self-adhesive	<p>Only attach the triangle after the rotor lock has been extended!, directly above the protective grille and vertically aligned with the red line on the rotor lock disk</p> 


**Wind turbine REpower MM**

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
11	Warning marking band, width 50 mm, black/yellow	D-1.1-GP.GK.28-A	1 (length as required)	self-adhesive	<p>rear lifting eye Stb, top of the lifting eye</p> 


**Wind turbine REpower MM**

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
11	Warning marking band, width 50 mm, black/yellow	D-1.1-GP.GK.28-A	1 (length as required)	self-adhesive	front lifting eye Stb, top of the lifting eye 


**Wind turbine REpower MM**

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
11	Warning marking band, width 50 mm, black/yellow	D-1.1-GP.GK.28-A	1 (length as required)	self-adhesive	front lifting eye Bb, top of the lifting eye 

Wind turbine REpower MM

Instruction for labeling at the tubular tower (ITS) for Europe

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
11	Warning marking band, width 50 mm, black/yellow	D-1.1-GP.GK.28-A	1 (length as required)	self-adhesive	rear lifting eye Bb, top of the lifting eye 

Document no., (revision):  
**M-1.1-GP.GK.01-A-EN (A)**



Author:  
 Repower Systems AG  
 TechCenter  
 Albert-Betz-Straße 1  
 24783 Osterrönfeld  
 Phone: +49-4331-1313-90  
 Fax: +49-4331-1313-99

Source document: German

Prepared: W. Maas

Reviewed: R. Rieckenberg

O. Jöns

G. Ertel

Approved: U. Harms

Date: 2010-07-08

Translator: Glossa Group GmbH

Pages:  
 Sequentially numbered: 30  
 Additionally inserted: \_\_\_\_\_  
 Subsequently removed: \_\_\_\_\_

Version:  
 Original  
 Registered copy no. \_\_\_\_\_  
 Copy (not registered)

Status:  
 Draft  
 Draft for external review  
 Approved final version

Classification:  
 Strictly confidential  
 Internal  
 Customer confidential  
 Public

Updating service:  
 Yes  
 No  
 Limited until: \_\_\_\_\_

# Wind turbine REpower MM

## Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

### Wind turbine REpower MM Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

#### Table of contents

1. Change history .....	2
2. Documents related to this instruction.....	2
3. General notes .....	3
3.1 Information about the label names .....	3
3.2 Label materials.....	3
3.3 Labeling of supplier components .....	4
3.4 Legend of abbreviations used .....	4
4. Attachment points.....	5
4.1 Overview of attachment points.....	5
4.2 Description of the attachment point labeling .....	6
5. Labeling.....	7
5.1 Location overview .....	7
5.2 Description of the locations: .....	8
6. Layout of the labels and markings .....	9
6.1 Rotor hub .....	9
6.2 Nacelle .....	12
6.3 Attachment points .....	26

#### 1. Change history

Revision	Issue date	Replaced pages	Changes
A			Initial version, replacement for: V-1.1-GP.GK.01-C-D

#### 2. Documents related to this instruction

Name	Document no.:
Nacelle, center of gravity Transport MM82	D-2.5-GP.MA.19-B
Rotor hub, center of gravity Transport MM82	D-2.5-GP.MA.23-A
Nacelle, center of gravity Transport MM92	D-2.9-GP.MA.19-B
Rotor hub, center of gravity Transport MM92	D-2.9-GP.MA.23-A

Protective note ISO 16016: Unless explicitly approved, circulating and reproducing this document as well as utilizing and disclosing its contents are prohibited. Failure to comply with this provision results in an obligation to pay damages. All rights with regard to the registration of ordinary, utility, and design patents reserved.

### 3. General notes

#### 3.1 Information about the label names

For all related documents for labeling the latest version must be used unless specified differently.

For control and replacement purposes the material no. can be found on the bottom left and the document no. on the bottom right for every bilingual label.

Bilingual labels are in English and German by default. In this default version the document no. does not contain a country code. It ends in the version (e.g. V-0.0-GP.GK.06-A-A).

For deliveries abroad the country-specific regulations must be observed. The bilingual labeling must then always be in English and the respective national language of the installation location. In this case the document no. on the labels ends in the version and the country code.

(e.g. for France V-0.0-GP.GK.06-A-A-FR).

Overview of country codes:

CZ - Czech	NL - Dutch
DA - Danish	NO - Norwegian
ES - Spanish	PL - Polish
ET - Estonian	PT - Portuguese
FI - Finnish	RU - Russian
FR - French	SV - Swedish
HU - Hungarian	TR - Turkish
IT - Italian	

The instruction for positioning the labels applies generally to all label sets irrespective of the language version (e.g. EN-DE, EN-IT, EN-FR,...).

The document numbers specified in this instruction do, therefore, not contain any versions or country codes. Because the material numbers are country-specific, they are not listed in this instruction. If required, they can be found in the respective country-specific bill of materials.

The photos shown show the standard version in EN-DE for bilingual labels.

The only monolingual label is the type label (always in English).

#### 3.2 Label materials

The following labels are used in the nacelle:

- Label from PVC self-adhesive film (the protective film on the back must be removed prior to attaching)
- 1.5 mm PVC label (to attach the label adhesive must be applied to its back as specified)
- 1.5 mm PVC label, perforated (the label is attached using cable ties)
- 2 mm aluminum compound label (to attach the label adhesive must be applied to its back as specified)

Prior to attaching the labels with glue the substrate must be cleaned and kept free from dirt and grease.

#### 3.3 Labeling of supplier components

##### - Type labels

All supplier components and assemblies must be equipped with type labels providing a unique link to the REpower technical documentation on which the production was based including the respective latest revision status.

##### - Lubricants

For all oil-conveying or grease-lubricated components the lubricants used must be evident from the labeling.

##### - Cables

All cables must be labeled on both cable ends in accordance with the cable numbers from the current list of cables.

##### - Electrical equipment components or control cabinets

Assemblies and areas containing live components must be labeled in accordance with the applicable VDE regulations (German Association for Electrical, Electronic and Information Technologies) or REpower specifications (e.g. currency symbol, voltage specification, ...).

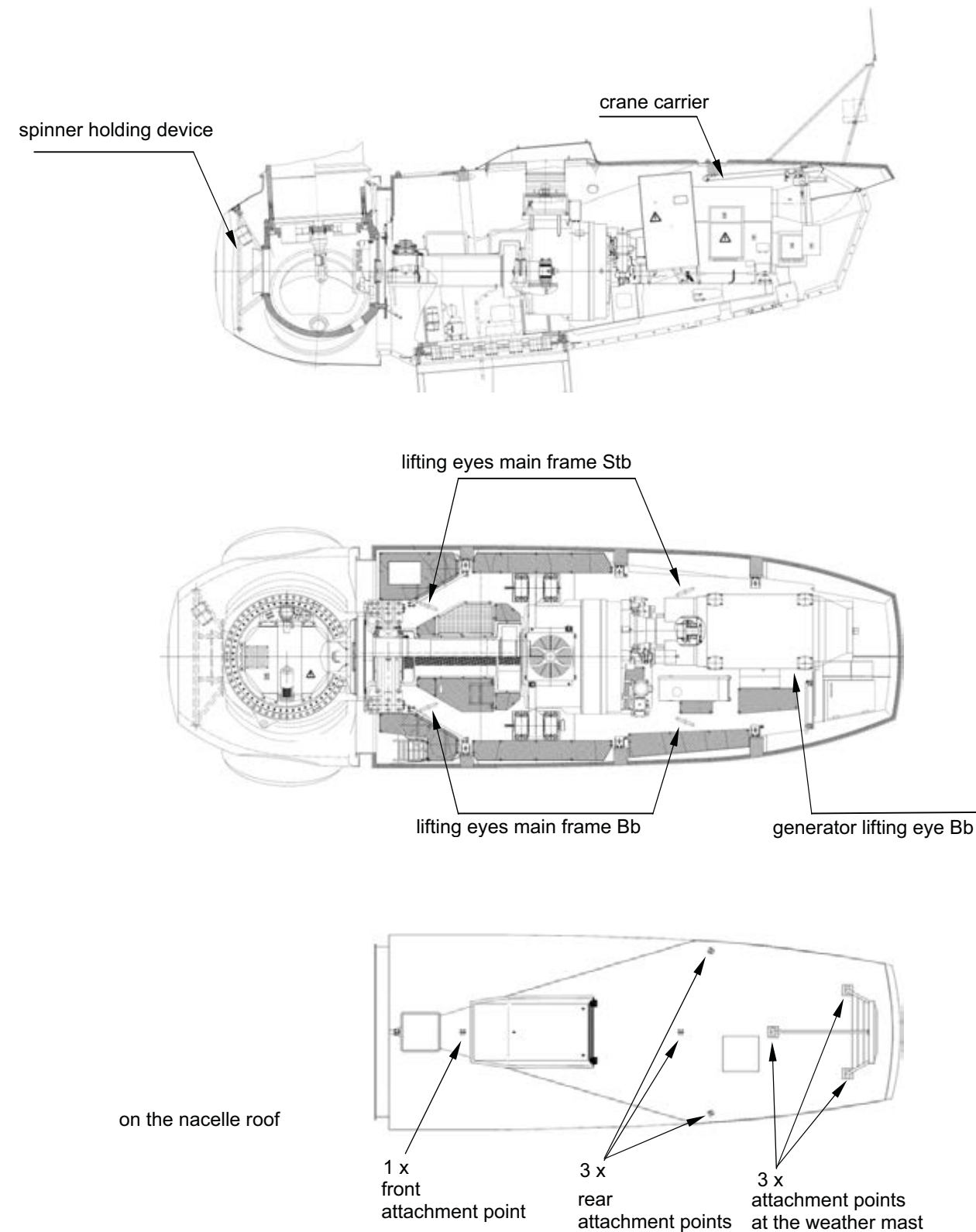
#### 3.4 Legend of abbreviations used

Bb	port = left
GRP	glass-fiber reinforced plastic
Item	Item
Stb	starboard = right
WT	Wind turbine



#### 4. Attachment points

##### 4.1 Overview of attachment points



##### 4.2 Description of the attachment point labeling

All attachment points must be painted yellow in RAL 1023 or marked with a corresponding paint spray. The substrate must be cleaned immediately beforehand and kept free from dirt and grease.

##### **Rotor hub**

###### Spinner holding device

On the surrounding tube a full area yellow marking of at least 20 cm length must be applied to at least 3 locations at even distances from each other. The marking must fully enclose the tube.

##### **Nacelle interior**

###### Lifting eyes at the main frame

The lifting eyes of the main frame only need to be marked in yellow over the full area of the vertical side faces. The top front faces will only have the black/yellow warning marking bands applied after the WT has been erected on the site.

###### Lifting eye at the generator

The rear lifting eye on the Bb side must be marked in yellow on all sides.

###### Crane carrier

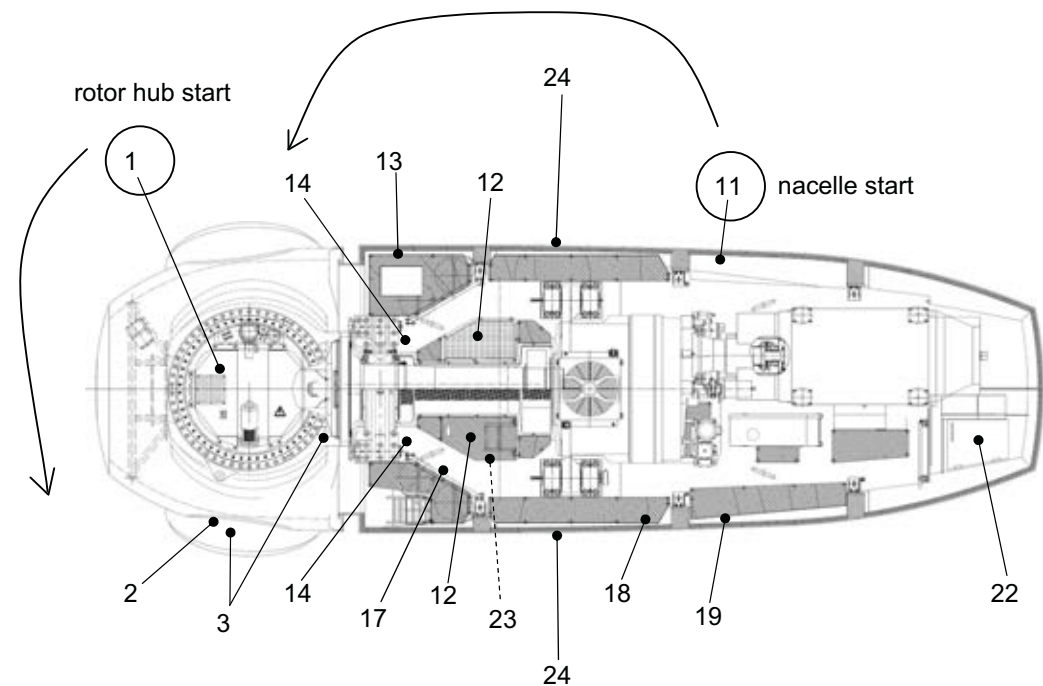
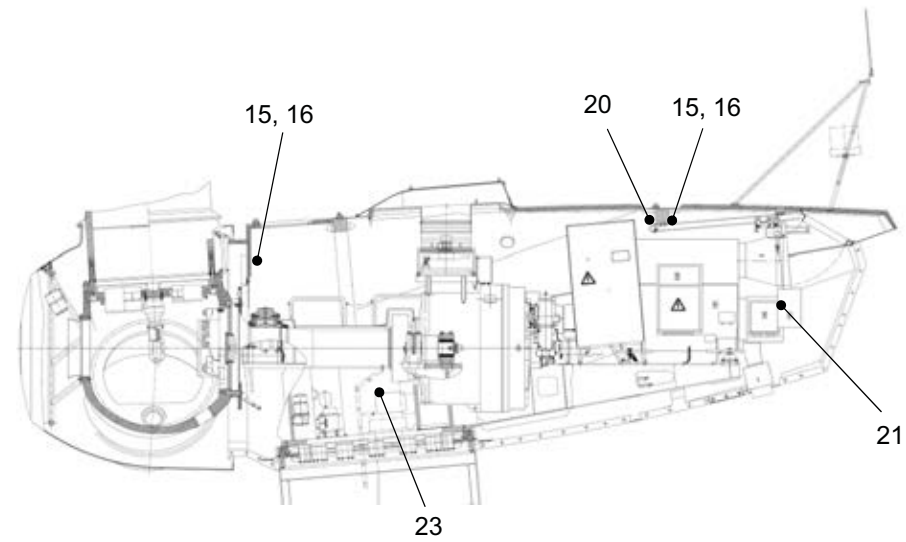
On the crane carrier near the crane hatch a full area yellow marking of at least 80 cm length must be made. The marking must fully surround the crane carrier.

##### **Nacelle roof**

All attachment points on the nacelle roof must be marked in yellow all over.

## 5. Labeling

### 5.1 Location overview



The **description of locations (item 5.2)** will be in numerical order in accordance with the bill of materials.

The **layout of the locations (item 6.)** were based on the glue directions shown above in the rotor hub and the nacelle (here always counterclockwise commencing at the start).

### 5.2 Description of the locations:

#### Rotor hub

Item	Name	Document no.	Material	Quantity	Attachment position
1	Label "Caution, falling cover"	V-0.0-GP.GK.06-A	PVC film, self-adhesive	6	converter and battery boxes
2	Center of gravity marking	Z-1.1-BL.AS.08-A	PVC film, self-adhesive	3	spinner outer side
3	Rotor hub axis marking	2 sets, items 1, 2, 3	PVC film, self-adhesive	6	blade bearing cover spinner outer side

#### Nacelle

11	Label "Fire protection, ABC fire extinguisher"	V-0.0-GP.GK.18-B	PVC film, self-adhesive	1	nacelle enclosure Stb
12	Label "Falling hazard, close hatch"	V-0.0-GP.GK.00-C	PVC film, self-adhesive	2	manhole cover Bb and Stb
13	Label "Rescue, rescue device"	V-0.0-GP.GK.21-D	PVC film, self-adhesive	1	nacelle enclosure Stb
14	Label "Rotor lock MM"	V-0.0-GP.GK.30-B	1.5 mm PVC	2	floor in front of rotor lock Bb and Stb
15	Label "Falling hazard, safety rope"	V-0.0-GP.GK.00-E	PVC film, self-adhesive	2	roof access
16	Label "Hazard, roof load 300 kg"	V-0.0-GP.GK.00-J	PVC film, self-adhesive	2	roof access
17	Label "Warning, rotating rotor, perforated"	V-0.0-GP.GK.03-B	1.5 mm PVC	1	gate before yaw ladder Bb
18	Nacelle escape plan	V-1.1-GP.GK.21-G	1.5 mm PVC	1	nacelle enclosure Bb
19	Label "Fire protection, CO2 fire extinguisher"	V-0.0-GP.GK.18-A	PVC film, self-adhesive	1	nacelle enclosure Bb
20	Label "Rescue, first aid"	V-0.0-GP.GK.21-A	PVC film, self-adhesive	1	nacelle enclosure Bb
21	Label "Hazard, crane load 250 kg"	V-0.0-GP.GK.00-F	PVC film, self-adhesive	1	crane chain box
22	Label "Hazard, crane hatch 150 kg"	V-0.0-GP.GK.00-H	1.5 mm PVC	1	crane hatch
23	Type label	WT-dependent	2 mm aluminum compound	1	main frame Bb
24	Center of gravity marking	Z-1.1-BL.AS.08-A	PVC film, self-adhesive	3	nacelle enclosure outside



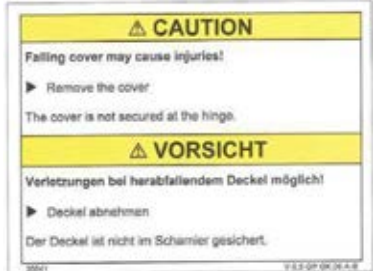

Document no.: M-1.1-GP.GK.01-A-EN (A)8/30

Observe protective note ISO 16016

**Wind turbine REpower MM**  
**Instruction for labeling the rotor hub / nacelle**

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
------	---------------	--------------	----------	------------	---------------------

**6. Layout of the labels and markings**  
**6.1 Rotor hub**

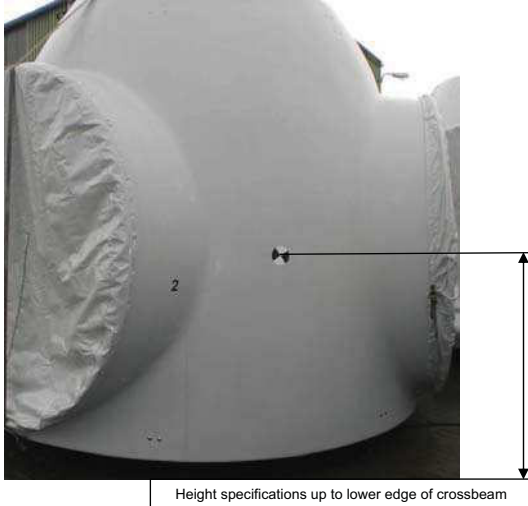
1	Falling cover 	V-0.0-GP.GK.06-A	3	self-adhesive	covers of the converter boxes, always under the company name "MOOG" and/or upper left edge 
1	Falling cover 	V-0.0-GP.GK.06-A	3	self-adhesive	covers of the battery boxes, always under the company name "MOOG" and/or upper left edge 

Document no.: M-1.1-GP.GK.01-A-EN (A)9/30

Observe protective note ISO 16016

**Wind turbine REpower MM**  
**Instruction for labeling the rotor hub / nacelle**

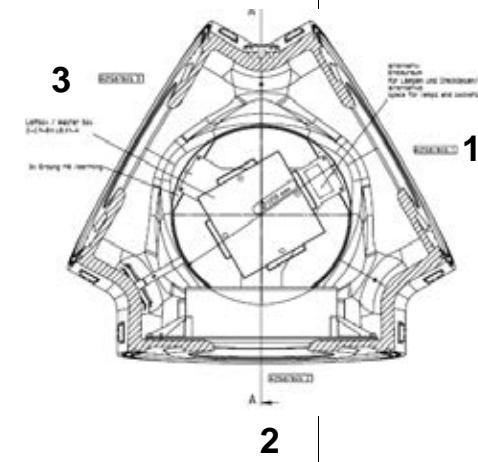

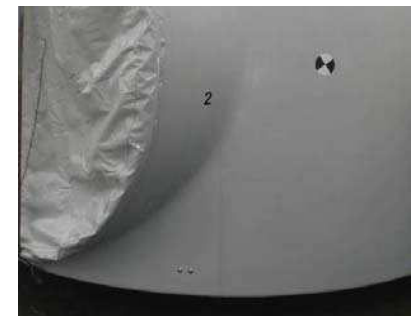
Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
------	---------------	--------------	----------	------------	---------------------

2	Center of gravity marking diameter 100 mm	Z-1.1-BL.AS.08-A	3	self-adhesive	spinner outer side, always centered between the rotor blades  Height specifications up to lower edge of crossbeam exact layout according to drawing D-2.5-GP.MA.23-A (rotor hub center of gravity MM82) D-2.9-GP.MA.23-A (rotor hub center of gravity MM92)
---	--	------------------	---	---------------	---


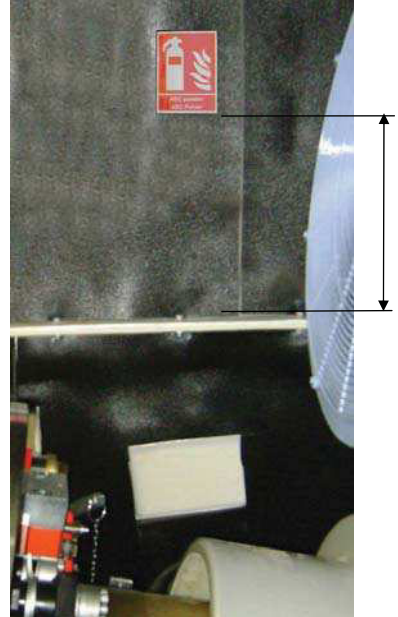
Document no.: M-1.1-GP.GK.01-A (A) 10/30

Observe protective note ISO 16016





**Wind turbine REpower MM**  
 Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
3	Rotor hub axis marking according to drawing  Example: box insert, pitch system Z-2.9-BV.00.02-A  		3 (items 1, 2, 3)	self-adhesive	at the bottom of the blade bearing cover  
			3 (items 1, 2, 3)	self-adhesive	at the spinner, left to the center of gravity marking  

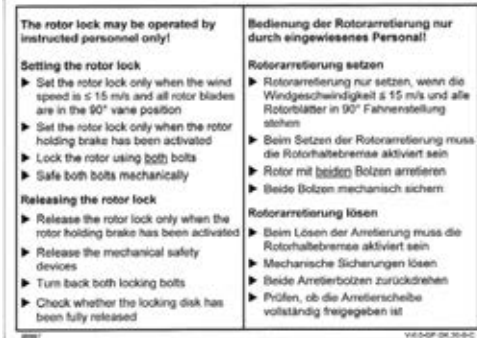

**Wind turbine REpower MM**  
 Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
<b>6.2 Nacelle</b>					
11	ABC fire extinguisher  	V-0.0-GP.GK.18-B	1	self-adhesive	nacelle enclosure Stb above the fire extinguisher, bottom label edge approx. 50 cm above the coaming  




Wind turbine REpower MM  
Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
12	Close hatch 	V-0.0-GP.GK.00-C	1	self-adhesive	bottom of manhole cover Stb. centered below the finger hole 
13	Rescue device 	V-0.0-GP.GK.21-D	1	self-adhesive	nacelle enclosure Stb above the rescue device, bottom label edge approx. 70 cm above the coaming 

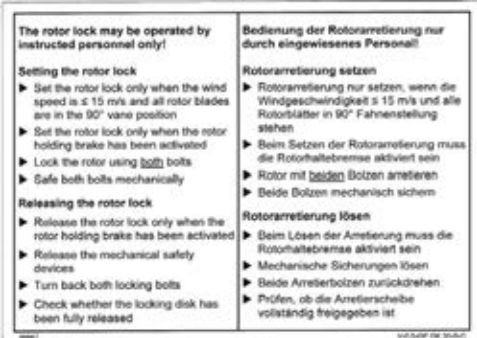

Wind turbine REpower MM  
Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
14	Rotor lock MM 	V-0.0-GP.GK.30-B	1	glue (using Sikaflex)	before the rotor lock Stb, the left side of the rotor lock label and the left side of the rotor bearing are aligned 





Wind turbine REpower MM  
Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
15	Falling hazard, safety rope 	V-0.0-GP.GK.00-E	1	self-adhesive	nacelle enclosure front, centered above the rotor shaft on smooth GRP surface as close as possible to the roof exit hatch (item 15 top, item 16 immediately below) 
16	Roof load 300 kg 	V-0.0-GP.GK.00-J	1	self-adhesive	

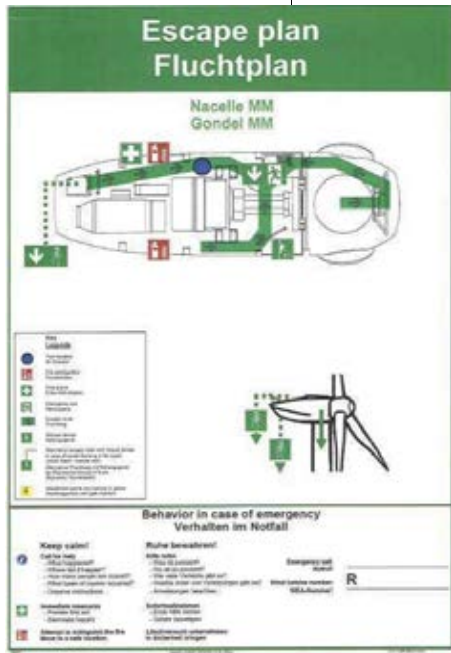

Wind turbine REpower MM  
Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
14	Rotor lock MM 	V-0.0-GP.GK.30-B	1	glue (using Sikaflex)	before the rotor lock Bb, the right side of the rotor lock label and the right side of the rotor bearing are aligned 

Wind turbine REpower MM  
Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
17	Rotating rotor, with 2 holes 	V-0.0-GP.GK.03-B	1	tighten (using two cable ties, align label vertically)	gate Bb from the nacelle to the yaw area, center of top gate frame 
12	Close hatch 	V-0.0-GP.GK.00-C	1	self-adhesive	bottom of manhole cover Bb, centered below the finger hole 

Wind turbine REpower MM  
Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
18	Escape plan 	V-1.1-GP.GK.21-G	1	glue (using Sikaflex or spray adhesive suitable for PVC)	nacelle enclosure Bb, on the right next to the nacelle lighting, the top edge of the lamp and the top edge of the escape plan are at the same height, horizontal lettering 



**Wind turbine REpower MM**

Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
19	CO2 fire extinguisher 	V-0.0-GP.GK.18-A	1	self-adhesive	nacelle enclosure Bb above the fire extinguisher, label directly under the lamp, horizontal lettering 




**Wind turbine REpower MM**

Instruction for labeling the rotor hub / nacelle



Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
20	First aid 	V-0.0-GP.GK.21-A	1	self-adhesive	frame of the nacelle enclosure Bb, bottom label edge flush with the bottom front edge of the frame 



Wind turbine REpower MM  
Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
15	Falling hazard, safety rope	V-0.0-GP.GK.00-E	1	self-adhesive	frame of the nacelle enclosure (rear Bb) on smooth GRP surface as close as possible to the roof exit hatch (item 15 left, item 16 immediately adjacent to the right)
					
16	Roof load 300 kg	V-0.0-GP.GK.00-J	1	self-adhesive	
					

Wind turbine REpower MM  
Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
21	Crane load 250 kg	V-0.0-GP.GK.00-F	1	self-adhesive	crane chain box, front face of the chain box, centered under the crane hook
					

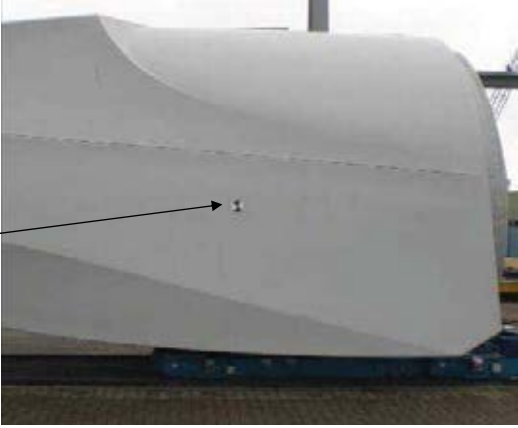
Wind turbine REpower MM  
Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
22	Crane hatch load	V-0.0-GP.GK.00-H	1	glue (using Sikaflex)	crane hatch of the nacelle enclosure, inside center of the hatch cover, left label side parallel to the hatch cover


Wind turbine REpower MM  
Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
23	Type label	according to sample V-0.0-GP.GK.24-B	1	glue (using Sikaflex)	Bb side inside wall of the main frame, centered above the cable bushing (a sample label is shown)

**Wind turbine REpower MM**  
 Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Item	Label content	Document no.	Quantity	Attachment	Attachment location
24	Center of gravity marking, diameter 100 mm	Z-1.1-BL.AS.08-A	3	self-adhesive	nacelle enclosure outer side Bb, Stb and on the rear  exact layout according to drawing D-2.5-GP.MA.19-B (nacelle center of gravity MM82) D-2.9-GP.MA.19-B (nacelle center of gravity MM92)



**Wind turbine REpower MM**  
 Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Location of the attachment point marking	Version (yellow RAL 1023)
<b>6.3 Attachment points</b> <b>Rotor hub</b> At least 3 positions on the tube of the spinner holding device (same distance between the markings) 	length of each marking at least 20 cm, all over around the tube

**Wind turbine REpower MM**  
 Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Location of the attachment point marking	Version (yellow RAL 1023)
--	---------------------------

**Nacelle interior**

<p>Side faces of the front lifting eyes at the main frame, Bb and Stb</p> 	<p>all sides of the lifting eyes</p>
<p>Side faces of the rear lifting eyes at the main frame, Bb and Stb</p> 	<p>all sides of the lifting eyes</p>

**Wind turbine REpower MM**  
 Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

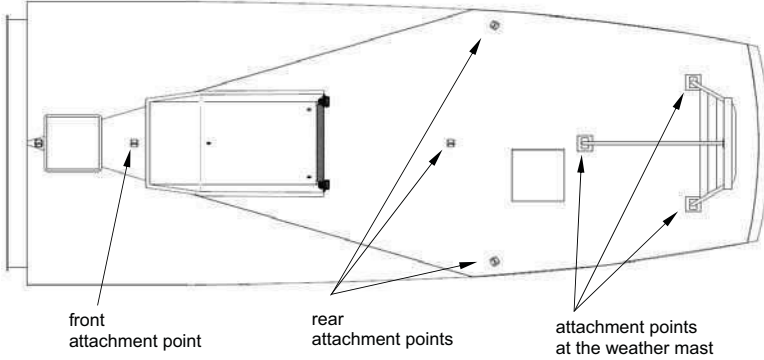
Location of the attachment point marking	Version (yellow RAL 1023)
--	---------------------------

<p>Rear attachment point at the generator, Bb side</p>  <p>variant lifting eye      variant transport ring</p>	<p>all sides of the lifting eye / the transport ring</p>
--	--

**Wind turbine REpower MM**  
 Instruction for positioning labels (rotor hub/nacelle)

Location of the attachment point marking	Version (yellow RAL 1023)
<p>Crane carrier above the crane hatch</p> 	<p>length of the marking at least 80 cm, all over around the crane carrier</p>

**Wind turbine REpower MM**  
 Instruction for labeling the rotor hub / nacelle

Location of the attachment point marking	Version (yellow RAL 1023)
<p><b>Nacelle roof</b></p> <p>Attachment points front, rear and at the weather mast</p>  <p>front attachment point      rear attachment points      attachment points at the weather mast</p>	<p>all sides of the attachment points</p>

### History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

### Table of Contents

1 Introduction.....3

Class I  
Item no.: 0000-0591.V00  
2007-04-16

# Manuel SST Vestas

0. Introduction



## 1 Introduction

### La sécurité avant tout

*Vestas ne transige jamais sur la sécurité.*

La sécurité concerne l'ensemble du personnel de Vestas et nous ne devons jamais oublier que notre objectif premier est de servir les intérêts de Vestas, et donc de toujours privilégier la sécurité.

Vestas a décidé, conformément à sa politique d'entreprise, de mettre en place un Système efficace de gestion de l'environnement, de la santé et de la sécurité du travail. Quel que soit l'endroit où nous travaillons, quelle que soit la tâche à accomplir, nous ne devons jamais transiger sur la sécurité.

La responsabilité incombe toujours en premier lieu aux chefs et directeurs, mais tous les employés partagent aussi cette responsabilité. Il est essentiel que chacun assimile clairement ses responsabilités pour faire de chaque établissement Vestas un lieu de travail sûr.

Nous devons tous penser « sécurité avant tout » dans chacune de nos tâches, et nous devons aussi empêcher les employés d'être tentés ou de se sentir contraints d'ignorer les règles de sécurité. Il est indispensable, pour Vestas, que nous améliorions sans cesse notre niveau de sécurité et que vous, en tant qu'employés, soyez sensibilisés au problème et sachiez intervenir et prévenir votre supérieur ou le responsable de la sécurité si vous constatez des points à améliorer. Nous devons aussi apprendre à faire marche arrière quand nous avons l'impression que la sécurité est, d'une manière ou d'une autre, mise en péril. Il n'est pas seulement question de votre sécurité, mais aussi de la sécurité de vos collègues.

Date 2007-04-16

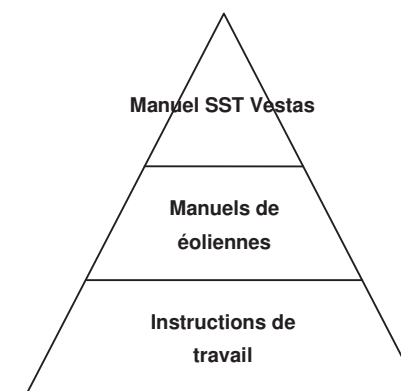
Jakob Larsen,

Directeur, Group Safety & Environment, People & Culture

#### Champ d'application

Ce manuel présente les directives générales de santé et de sécurité du travail en termes de transport, de montage sur site, d'exploitation et de démantèlement des éoliennes Vestas.

Ce manuel décrit les directives générales permettant la mise en œuvre de pratiques de travail sûres. Il s'appuie sur les manuels individuels des éoliennes et sur un certain nombre d'instructions de travail spécifiques.



En cas de contradiction entre les indications de ce manuel et celles des manuels des éoliennes, ce manuel prévaut.

Le Manuel SST Vestas est publié par Technology R&D, Documentation.

Tous les employés et tous les sous-traitants de Vestas qui travaillent dans les secteurs du transport, du montage sur site, de l'exploitation et du démantèlement des éoliennes Vestas, sont soumis aux règles correspondantes du Manuel SST Vestas.

Le « Manuel de sécurité Vestas » dans son ensemble est composé du présent manuel et des différents manuels de sécurité des unités commerciales, qui sont spécifiquement adaptés au pays, à la région ou au client et qui peuvent différer du Manuel SST Vestas. Le niveau de sécurité le plus élevé prévaut toujours.

# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

1	Définitions .....	2
1.1	Supérieur responsable .....	2
1.2	Personne compétente .....	2

## 1 Définitions

### 1.1 Supérieur responsable

Dans ce manuel, le terme « supérieur responsable » désigne le supérieur qui est responsable d'une activité ou d'un lieu de travail spécifique.

Les supérieurs responsables ont différents titres en fonction de la situation géographique et selon que l'activité spécifique est une activité de service ou d'installation.

Les titres habituels pour les activités d'installation sont: chef de site, superviseur de site, superviseur, chef de projet et superviseur de projet.

Les titres habituels pour les activités de service sont: directeur du département maintenance, coordinateur des services et coordinateur de techniciens.

### 1.2 Personne compétente

Une personne compétente est une personne qui dispose des qualifications, des connaissances techniques ou de l'expérience suffisantes pour lui permettre d'éviter les risques liés à un manque de sécurité et qui a été nommée pour exécuter des travaux spécifiés par écrit.



# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

1	Rôles et responsabilité .....	2
1.1	Politique .....	2
1.2	Responsabilité .....	2
1.2.1	Direction .....	2
1.2.2	Tous les employés de Vestas .....	3

## 1 Rôles et responsabilité

### 1.1 Politique

#### Que faire?

- Donner la priorité absolue à la sécurité
- Améliorer continuellement les conditions d'environnement, de santé et de sécurité au travail
- Consacrer le temps et l'énergie nécessaires au développement, à la fabrication, aux procédures d'entretien et à l'élimination des déchets
- Tenir compte des employés et de l'environnement dans la planification et l'exécution des activités
- Instaurer une atmosphère communicative et sincère avec les employés et avec les autres intervenants
- Optimiser l'utilisation des ressources
- Exercer une pression sur les fournisseurs pour qu'ils fournissent des produits et des services respectueux de l'environnement

#### Comment procéder?

- Posséder et utiliser un système de management certifié ISO 14001 et OHSAS 18001
- Tenir compte de l'environnement, de la santé et de la sécurité du travail lors du développement des produits et des procédés
- Communiquer aux employés et aux autres intervenants toutes les informations existantes sur l'environnement, sur la santé et la sécurité au travail, ainsi que sur les améliorations apportées à la santé
- Mesurer et justifier l'impact de Vestas sur les employés et sur l'environnement
- Préparer une déclaration environnementale annuelle externe

### 1.2 Responsabilité

#### 1.2.1 Direction

- Encourager l'implication des employés et des sous-traitants dans le processus de sécurité.
- Fournir une surveillance adéquate sur les sites de travail.
- Veiller au respect des exigences légales et internes.
- S'assurer que les ouvriers sont informés des risques et préparés à gérer les dangers spécifiques à leur site de travail.

- S'assurer que des équipements de protection individuelle (EPI) sont disponibles sur le site de travail, qu'ils sont utilisés, stockés et entretenus dans le respect des règles et qu'ils sont remplacés quand cela s'avère nécessaire.
- S'assurer que les ouvriers et les fournisseurs sont parfaitement qualifiés pour le travail qu'ils ont à réaliser.
- Développer et maintenir un système de gestion de l'environnement et de l'environnement de travail certifié ISO 14001 et OHSAS 18001.
- Communiquer le système de gestion à l'ensemble du personnel et des sous-traitants impliqués.
- Mener et documenter des audits réguliers de tous les lieux de travail de Vestas pour montrer que les procédures et les règles sont respectées et identifier les domaines d'amélioration.
- Tenir à jour tous les dossiers de sécurité et tous les dossiers environnementaux conformément aux réglementations légales en vigueur.
- S'assurer que les visiteurs présents sur les sites de Vestas ont pris connaissance des règlements de sécurité de Vestas afin que les règles de sécurité tant générales que locales soient appliquées, y compris en veillant à ce que les visiteurs ne se déplacent pas seuls.
- S'assurer que les accidents industriels et les presque-accidents sont signalés et traités pour mettre en place des actions correctives et préventives.

### 1.2.2 Tous les employés de Vestas

- Suivre toutes les procédures figurant dans ce manuel et dans les notices d'installation et d'entretien.
- Signaler toutes les conditions dangereuses à son responsable immédiat.
- Observer le travail de ses collègues et des sous-traitants pour garantir leur sécurité et celle de leur entourage, et pour corriger les actes dangereux de manière proactive et positive afin d'éviter tout incident ou presque-incident.
- Refuser poliment d'exécuter un travail dans des conditions risquées ou quand l'employé ne s'estime pas compétent pour exécuter la tâche.
- Signaler tous les accidents du travail, presque-accidents, blessures et maladies à son responsable immédiat.
- Utiliser et entretenir correctement l'équipement de protection individuelle (EPI) exigé.
- Assurer l'entretien, la propreté et le rangement de la zone de travail.

- Utiliser tous les véhicules, outils et équipements mobiles conformément aux lois en vigueur, aux règles du site, aux spécifications du fournisseur et aux politiques de sécurité de la société.
- Toute personne qui prend des médicaments (sur ordonnance ou non) susceptibles de provoquer une somnolence ou d'autres effets secondaires pouvant avoir un impact sur sa capacité à travailler en sécurité doit en avertir son responsable immédiat avant de commencer une quelconque tâche risquée ou de travailler à proximité de personnes effectuant de telles tâches.
- Toute personne connue pour être sous l'influence de substances toxiques ne doit pas être autorisée à pénétrer sur le site dans cet état. L'intoxication (ou l'absorption de substances toxiques au travail) est une faute qui entraîne des mesures disciplinaires pouvant aller jusqu'au licenciement immédiat.

# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

<b>1</b>	<b>Gestion du programme SST</b> .....	<b>2</b>
1.1	Organisation du travail en sécurité.....	2
1.1.1	Réunions de sécurité.....	2
1.1.2	Planification du travail.....	2
1.2	Obligations de formation à la sécurité.....	3
1.2.1	Généralités.....	3
1.2.2	Employés travaillant en hauteur.....	3
1.2.3	Employés effectuant des travaux d'ordre électrique.....	3
1.3	Formation sur site.....	4
1.3.1	Visiteurs.....	4
1.3.2	Employés, sous-traitants et autres partenaires concernés.....	4
1.4	Contrôle de sécurité sur les sites de construction.....	4
1.5	Alertes de sécurité.....	5
1.6	Évaluations des risques.....	5
1.7	Communication.....	5
1.7.1	Radio ou téléphones portables.....	5
1.7.2	Signaux pour grues.....	6

## 1 Gestion du programme SST

### 1.1 Organisation du travail en sécurité

Le supérieur responsable est chargé de s'assurer que le travail est effectué dans le respect des directives de santé et de sécurité.

Les représentants des employés pour la santé et la sécurité doivent être désignés parmi le personnel selon les réglementations locales. Le représentant des employés doit toujours être impliqué dans les aspects liés à la santé et la sécurité.

#### 1.1.1 Réunions de sécurité

Réunions de sécurité générale : le supérieur responsable doit tenir des réunions de sécurité régulières avec le représentant de la sécurité des employés du service.

Réunions de sécurité sur les sites éoliens : le supérieur responsable doit organiser des réunions de sécurité régulières avec les représentants de la sécurité des employés et des représentants des sous-traitants et des autres partenaires concernés sur le site.

Les points à aborder lors des réunions doivent être répertoriés dans l'ordre du jour des réunions. L'ordre du jour doit, au minimum, porter sur :

- le suivi des problèmes et des solutions depuis la dernière réunion de sécurité ;
- les résultats des inspections ;
- la non-conformité aux lois et réglementations ;
- les alertes de sécurité ;
- le résumé des rapports d'incidents (p. ex. accidents du travail et presque accidents signalés) et les rapports d'enquête ;
- les activités non couvertes par le plan SST en vigueur et évaluation des risques.

Le supérieur responsable est chargé de préparer et distribuer les procès-verbaux des réunions.

Tous les employés et sous-traitants disposeront des informations nécessaires pour effectuer leurs tâches. Les documents et informations correspondants seront transmis à tous les employés, sous-traitants et autres partenaires.

#### 1.1.2 Planification du travail

Le supérieur responsable doit être informé de toute tâche effectuée sur le site et doit donner son accord avant le démarrage de la tâche.

Avant de commencer une tâche, la personne responsable de ce travail doit expliquer en détail à toutes les personnes impliquées en quoi consiste le travail. Les employés sont ainsi informés précisément de ce qu'ils ont le droit de faire et des risques inhérents à chaque tâche.

Le statut des tâches en cours fait l'objet d'une discussion quotidienne pour garantir la coordination de toutes les parties impliquées.

En cas d'accident grave, toutes les parties concernées doivent être informées de l'accident et être impliquées dans les efforts pour éviter qu'un incident similaire ne se produise.

## 1.2 Obligations de formation à la sécurité

### 1.2.1 Généralités

Tous les employés, sous-traitants et autres partenaires concernés doivent avoir les compétences nécessaires pour être autorisés à effectuer une tâche spécifique. Le supérieur responsable doit veiller à ce que les compétences soient évaluées et que des justificatifs de ces compétences soient disponibles avant d'entreprendre un travail.

Tous les techniciens d'entretien Vestas doivent être correctement formés à l'utilisation appropriée des équipements de sécurité, du matériel d'ascension, des extincteurs, de l'équipement de premiers secours et de l'équipement de descente.

L'ensemble des formations, initiations au plan SST, certificats et licences exigés pour l'exécution du travail doit être enregistré.

### 1.2.2 Employés travaillant en hauteur

Avant de commencer à travailler en hauteur, un employé doit avoir suivi les formations suivantes :

- formation à la sécurité (formation à l'utilisation d'un harnais de protection, d'une longe avec absorbeur de choc, d'une longe de maintien au travail et d'un dispositif antichute) ;
- au sauvetage en hauteur (formation à l'utilisation d'un dispositif de descente). La formation au sauvetage doit être renouvelée au moins tous les quatre ans.

### 1.2.3 Employés effectuant des travaux d'ordre électrique

Avant de commencer à travailler au contact ou au voisinage d'installations électriques et à haute tension, l'employé doit suivre les formations suivantes.

- La personne doit avoir suivi des formations supplémentaires et être autorisée à travailler avec du courant haute tension/basse tension (> 1 000/1 500 volts CA/CC et < 1 000/1 500 volts CA/CC – limite variable selon les pays).

## 1.3 Formation sur site

Le supérieur responsable est chargé de veiller à ce que tout le personnel, y compris les employés salariés, les employés rémunérés à l'heure, les sous-traitants et les visiteurs prennent connaissance des directives de sécurité et du plan d'intervention d'urgence des sites.

L'initiation doit, au moins, comporter les éléments suivants :

### 1.3.1 Visiteurs

- règles de sécurité du site ;
- équipement de sécurité sur le site ;
- zones à accès restreint ;
- plan d'intervention d'urgence.

### 1.3.2 Employés, sous-traitants et autres partenaires concernés

- règles de sécurité du site ;
- équipement de sécurité du site ;
- zones à accès restreint ;
- plan d'intervention d'urgence ;
- règles de circulation (sur le site et en dehors) ;
- substances dangereuses ;
- importance du respect des procédures relatives à l'environnement, à la santé et à la sécurité ;
- responsabilités générales.

Le supérieur responsable est chargé de la révision/mise à jour du programme d'initiation du site.

La formation sur site est une activité continue qui peut être, si nécessaire, complétée par des formations supplémentaires.

## 1.4 Contrôle de sécurité sur les sites de construction

Le supérieur responsable doit régulièrement contrôler les dispositions et procédures liées à l'environnement, à la santé et à la sécurité sur le site, y compris les travaux réalisés par des sous-traitants et d'autres partenaires. Certains des problèmes essentiels sont décrits ci-dessous :

- Stockage des déchets, gestion des déchets et nettoyage du site.

- Inspection des substances dangereuses (y compris les déchets dangereux) en vue de leur stockage et gestion corrects sur site. Il faut vérifier que des Fiches de Données de Sécurité (FDS) des produits chimiques et des huiles sont disponibles sur site.
- Clôtures des zones à accès restreint.
- Emplacement et état des kits d'intervention en cas de pollution.
- Bonne utilisation de l'équipement de protection individuelle (EPI) par le personnel.
- Bonne utilisation de l'équipement de protection individuelle (EPI) par le personnel.
- Emplacement, état et qualité des extincteurs.
- Contrôle régulier des équipements d'ascension, de levage et de sécurité, des équipements électriques et des dispositifs de sécurité. Absence ou non d'équipements défectueux.

### 1.5 Alertes de sécurité

Quand un problème de sécurité grave est identifié, une alerte de sécurité est émise. Les alertes de sécurité doivent être respectées ; elles supplantent toute autre instruction ou procédure de travail et restent actives tant que le danger n'a pas été éliminé ou que le risque a été réduit à un niveau acceptable.

### 1.6 Évaluations des risques

Le supérieur responsable est chargé de l'application des évaluations des risques avant d'effectuer des tâches de montage et de maintenance non encadrées par les work instructions et par les manuels de transport, d'installation et de maintenance. Il doit veiller à ce qu'aucune condition irrégulière ne concerne le travail à effectuer. Une work instruction doit être développée sur la base de l'évaluation des risques. Il n'est pas autorisé d'effectuer une tâche de cette nature tant que l'évaluation des risques et la work instruction n'ont pas été achevées.

Les activités impliquant des risques inacceptables doivent être évitées tant qu'une procédure de sécurité ou une méthode de travail n'est pas mise au point.

### 1.7 Communication

#### 1.7.1 Radio ou téléphones portables

Le personnel qui mène les opérations de levage peut être caché à l'intérieur de l'éolienne et il arrive que les signaux manuels soient difficiles à percevoir à cause de la distance ou des conditions météorologiques. Le personnel impliqué dans les opérations de levage doit utiliser des radios avec émetteur-récepteur ou des téléphones portables pendant les opérations de levage.

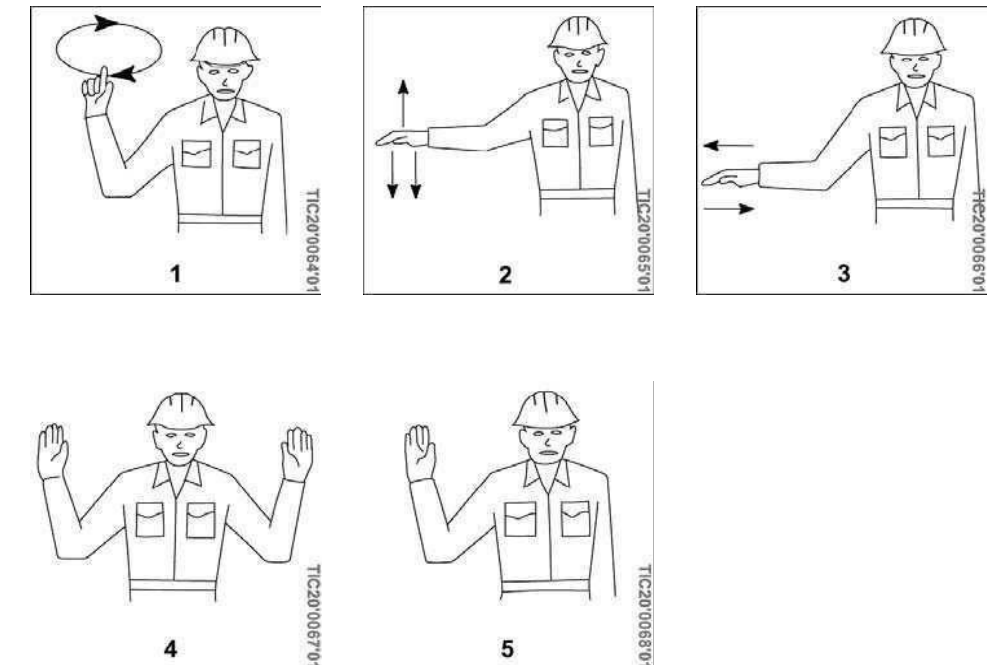
#### 1.7.2 Signaux pour grues

Lors de l'utilisation du treuil interne de l'éolienne, un contact visuel doit être établi entre le grutier et le pontier-élingueur. La charge soulevée doit pouvoir être vue par le grutier ou le pontier-élingueur.

Les illustrations ci-dessous montrent les signaux internationaux généralement utilisés pour contrôler une opération de levage.

Une personne seulement est responsable des signaux permettant de guider le grutier.

Signaux internationaux pour le guidage des grues



**1. Lever** : lever une main et lui faire décrire des cercles.

**2. Abaisser** : déplacer la main de haut en bas et de bas en haut.

**3. Direction** : étendre la main et la déplacer d'avant en arrière dans la direction souhaitée.

**4. Arrêt d'urgence** : lever les deux mains, paumes tournées vers le grutier. Ce signal peut être donné par n'importe quelle personne placée face au grutier.

**5. Arrêt** : lever une main et tourner la paume de la main vers le grutier.

# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

<b>1</b>	<b>Plan et procédures d'intervention d'urgence</b>	<b>2</b>
1.1	Généralités :	2
1.2	Accidents (sauf électriques)	3
1.3	Accidents électriques	3
1.4	Emballement de l'éolienne	4
1.5	Incendie	4
1.6	Descente d'urgence – sauvetage d'une personne blessée	5
1.6.1	Sauvetage d'un blessé depuis la nacelle	7
1.6.2	Sauvetage dans la tour	8
1.6.3	Évacuation de l'ascenseur de maintenance	10
1.7	Incident – déversement de produits chimiques	13
1.8	Boutons d'arrêt d'urgence	14
1.8.1	Ascenseur (facultatif)	14
1.8.2	Treuil interne	14

## 1 Plan et procédures d'intervention d'urgence

### 1.1 Généralités :

#### Plan d'intervention d'urgence pour éoliennes

Le département Technology R&D doit s'assurer qu'un plan d'intervention d'urgence documenté existe pour chaque type d'éolienne. Les plans d'intervention d'urgence doivent couvrir au moins les éléments suivants :

- accidents du travail ;
- incendie ;
- accidents environnementaux.

#### Plan d'intervention d'urgence sur site d'éoliennes

Le supérieur responsable du site ou de l'activité doit s'assurer qu'un plan d'intervention d'urgence documenté est disponible pour chaque site/emplacement d'éoliennes. Le plan d'intervention d'urgence doit couvrir au moins les éléments suivants :

- accidents du travail ;
- incendie ;
- accidents environnementaux ;
- procédure d'alerte d'urgence.

La procédure d'alerte comprend un système de communication (radio, téléphones portables, etc.) permettant d'avertir tous les employés présents sur le site ainsi que la caserne de pompiers la plus proche en cas d'urgence. Une liste de numéros de téléphone utiles, p. ex. police, services d'urgence, direction Vestas, propriétaire, compagnie d'électricité et autres parties concernées, doit être à disposition dans les situations d'urgence. Le supérieur responsable du site ou de l'activité doit mettre cette liste régulièrement à jour.

Les plans d'intervention d'urgence doivent être révisés et mis à jour régulièrement. Les plans d'intervention d'urgence doivent être mis à la disposition des employés de Vestas dans la langue locale.

Les plans d'intervention d'urgence doivent être testés en partie ou dans leur ensemble au moins tous les deux ans. Un bref rapport des résultats des tests doit être rédigé et les plans d'urgence doivent être modifiés en conséquence, si besoin est.

Les besoins de formation et d'apprentissage doivent être identifiés et conséquemment mis en pratique. Des formations à la lutte contre les incendies, à la descente d'une hauteur et aux premiers secours doivent cependant être organisées dans tous les cas pour garantir une intervention rapide en cas d'urgence.

Chaque responsable doit s'assurer que tous les employés et visiteurs présents dans sa zone de responsabilité sont informés des procédures d'urgence et les comprennent parfaitement.

### 1.2 Accidents (sauf électriques)

La procédure générale est la suivante :

1. Aider le blessé pour éviter une aggravation de ses blessures, sauf si cela doit mettre la vie d'une autre personne en danger.
2. S'assurer que les premiers secours sont effectués aussi vite que possible.
3. Appeler à l'aide et informer le supérieur responsable et les autres personnes concernées sur le site de l'accident.
4. Décrire les circonstances et le lieu de l'accident.
5. Envoyer une personne à l'entrée/sortie d'urgence désignée pour guider l'équipe de secours ou l'ambulance vers le lieu de l'accident.
6. Quand l'équipe de secours ou l'ambulance arrive sur le site, ses membres doivent prendre le relais et le supérieur responsable doit, si nécessaire, désigner des personnes pour aider l'équipe de secours.
7. Vestas doit fournir un équipement de sauvetage en hauteur. C'est à l'équipe de secours de décider si, oui ou non, elle souhaite utiliser l'équipement de sauvetage. Le personnel Vestas sur le site doit s'assurer que l'équipe de secours sait utiliser l'équipement de sauvetage.
8. Le travail ne doit reprendre qu'après avoir mené une enquête prouvant que l'on peut recommencer à travailler dans des conditions sûres. L'enquête doit se conclure par un rapport sur les causes de l'accident et les actions correctives et par une analyse des procédures de travail ; elle doit indiquer que l'équipement a été inspecté afin de détecter s'il est défectueux.
9. Ne rien toucher dans la zone de l'accident sauf pour aider le blessé ou pour des raisons de sécurité.
10. Observer les lieux de l'accident pour rechercher des facteurs susceptibles d'aider l'enquête.

Une enquête doit être menée au sujet de l'accident conformément à la procédure d'enquête figurant à la Section 5.2. Si l'accident doit être signalé, utiliser la procédure de signalement figurant à la Section 5.1.

### 1.3 Accidents électriques

En cas de choc électrique, procéder comme suit :

1. Ne pas toucher le blessé tant que l'alimentation n'a pas été coupée et qu'il n'a pas été vérifié que l'alimentation a bien été coupée. L'interrupteur doit être verrouillé afin que personne ne puisse rétablir le courant par inadvertance.

La procédure décrite au point 4.2 doit ensuite être suivie.

### 1.4 Emballage de l'éolienne

Par un concours de circonstances, il arrive parfois qu'une éolienne ne soit plus contrôlable.

Dans ce cas, procéder comme suit :

- Protéger les vies humaines. Ne pas essayer de « jouer au héros » – on peut remplacer une éolienne, pas une vie humaine.
- Évacuer immédiatement l'éolienne et la zone alentour en courant face au vent.
- Évacuer le site de l'éolienne et ne pas approcher à moins de 500 mètres du site tant que l'éolienne n'est pas à nouveau sous contrôle. Des débris de pales ou autres peuvent s'envoler et représenter un risque pour les personnes présentes.
- Appeler les secours si nécessaire.
- Contacter le département de maintenance local de Vestas pour obtenir de plus amples informations.

### 1.5 Incendie

En cas d'incendie, suivre les instructions décrites dans le plan d'intervention d'urgence. Les directives ci-dessous s'appliquent dans tous les cas :

- Évacuer l'éolienne immédiatement.
- Ne porter qu'un équipement de sauvetage et n'utiliser qu'un équipement de lutte contre les incendies pour s'assurer une voie d'évacuation sûre de l'éolienne.
- Interdire l'accès à la zone.
- Informer le supérieur responsable et les services d'urgence.
- Si cela ne comporte aucun danger, couper immédiatement l'interrupteur principal ou le coupleur de l'éolienne. Si cela n'est pas possible depuis le site, demander immédiatement au superviseur du réseau local de couper la connexion.
- Si le feu a pris à l'extérieur de l'éolienne, essayer si possible d'éteindre l'incendie, mais sans prendre de risques.
- Utiliser l'agent extincteur approprié. Ne jamais utiliser d'eau sur les incendies électriques, ou sur de l'huile ou de l'essence en feu. Utiliser les extincteurs fournis.
- Aider le chef des pompiers.

- S'assurer que tout le monde a bien évacué, personnel et visiteurs compris. Ces informations doivent être immédiatement transmises aux services d'urgence.

Personne n'est autorisée à retourner sur le site tant que les services d'urgence n'ont pas donné leur feu vert.

### 1.6 Descente d'urgence – sauvetage d'une personne blessée

Si la voie d'évacuation par la tour est coupée par un incendie ou par un autre événement imprévisible, utiliser le dispositif de sauvetage et de descente qui a été apporté ou le dispositif de sauvetage et de descente présent dans la nacelle. Consulter le manuel d'utilisation pour de plus amples informations sur l'équipement de sauvetage.

- S'attacher en revêtant l'équipement antichute et en le fixant à un point d'ancrage prévu à cet effet à proximité de la sortie de secours.
- Ouvrir et fixer les panneaux de sortie de secours et vérifier qu'aucun obstacle n'obstrue la voie d'évacuation.
- Vider le sac ou la boîte du dispositif de sauvetage.
- Vérifier qu'il ne manque rien.
- Accrocher le dispositif de descente à un point d'ancrage prévu à cet effet.
- Accrocher le mousqueton de la corde du dispositif de descente aux deux anneaux en D situés à l'avant du harnais.



S'attacher en revêtant l'équipement antichute et en le fixant à un point d'ancrage prévu à cet effet à proximité de la sortie de secours.



Ouvrir les panneaux de sortie de secours dans la nacelle.

- Vérifier que la corde n'est pas enroulée autour d'un obstacle quelconque et que rien n'est susceptible de la coincer ou de l'écraser.
- Tendre la corde pour se rapprocher de la poulie.

- Fixer la corde dans le frein de corde du dispositif de descente.
- En cas de tension sur la longe de maintien ou la longe avec absorbeur de choc, utiliser le volant de commande du dispositif de descente et se hisser jusqu'à pouvoir détacher les mousquetons.



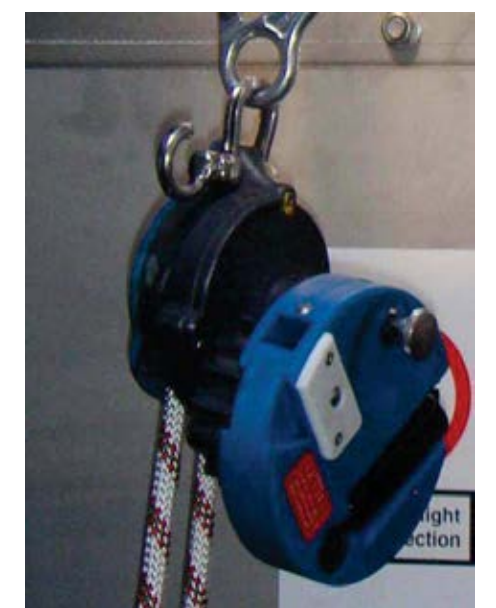
Accrocher le dispositif de descente d'urgence à un point d'ancrage prévu à cet effet.



Accrocher l'équipement de descente d'urgence aux anneaux en D situés à l'avant du harnais et tirer sur la corde pour la tendre.



Se laisser descendre jusqu'en bas.



Utiliser le volant pour se soulever.

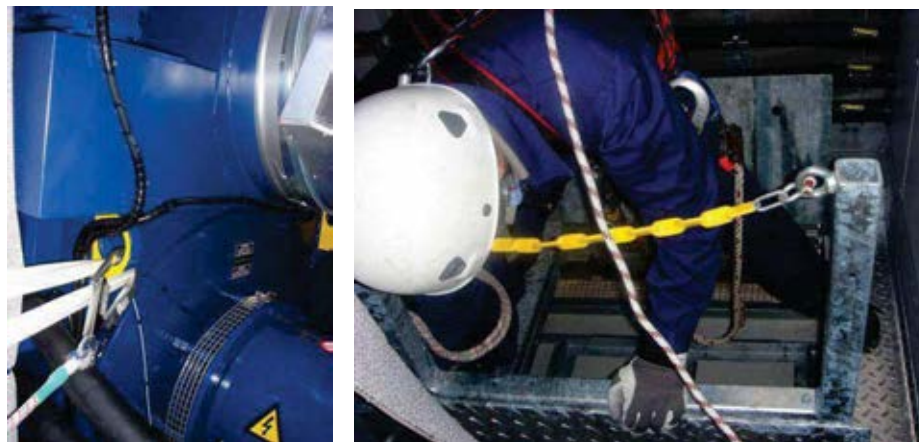
- Libérer la corde du frein du dispositif de descente.
- Se laisser descendre jusqu'en bas.



## Le sauvetage d'un blessé s'effectue en plusieurs phases.

### 1.6.1 Sauvetage d'un blessé depuis la nacelle

- Apporter le dispositif de sauvetage.
- Vider le sac ou la boîte du dispositif de sauvetage.
- Vérifier qu'il ne manque rien.
- Amener le blessé jusqu'à la sortie de secours.
- Équiper les sauveteurs d'un équipement de protection antichute adéquat relié à un point d'ancrage prévu à cet effet à proximité de la sortie.
- Ouvrir et fixer les panneaux de sortie de secours et vérifier qu'aucun obstacle n'obstrue l'issue.
- Accrocher le dispositif de descente à un point d'ancrage prévu à cet effet.
- Relier le dispositif de descente à l'anneau situé à l'arrière du harnais du blessé.



*S'attacher en revêtant l'équipement antichute et en le fixant à un point d'ancrage prévu à cet effet à proximité de la sortie de secours.*

*Ouvrir les panneaux de sortie de secours dans la nacelle.*

- Vérifier que la corde n'est pas enroulée autour d'un obstacle quelconque et que rien n'est susceptible de la coincer ou de l'écraser.
- Vérifier que la corde est tendue pour éviter que le blessé ne tombe.
- Fixer la corde dans le frein de corde du dispositif de descente.
- Si le blessé est coincé par la longe de maintien ou la longe avec absorbeur de choc, utiliser le volant de commande du dispositif de descente pour hisser le blessé de manière à pouvoir détacher les mousquetons.



*Faire descendre le blessé.*

*Tourner le volant pour hisser le blessé.*

- Libérer la corde du frein du dispositif de descente.
- Si le blessé se trouve dans la nacelle, le guider pour le faire passer par un panneau d'évacuation.
- Si le blessé se trouve à l'extérieur de la nacelle, le guider pour le faire passer par-dessus le toit de la nacelle.
- Faire descendre le blessé.
- Si possible, une troisième personne doit aider et soutenir le blessé quand il atteint le sol.

### 1.6.2 Sauvetage dans la tour

Si quelqu'un se blesse ou est pris d'un malaise à l'intérieur de la tour alors qu'il est en train de travailler ou de grimper, il sera arrêté par le dispositif antichute et la barre ou le câble de l'échelle.

Pour effectuer une opération de sauvetage depuis l'échelle de la tour, procéder comme suit :

- Attacher les sauveteurs en leur faisant enfiler un équipement de protection antichute adéquat.
- Empêcher la progression de l'accident et mettre le blessé en sécurité.
- Protéger les vies humaines – dispenser les premiers secours, si nécessaire.
- Appeler les secours en utilisant les numéros d'urgence disponibles sur site.

- Le sauveteur doit attacher le sac contenant le matériel de sauvetage à son dispositif antichute et grimper pour aller se placer juste au-dessus du blessé.
- Attacher le sac à l'échelle.
- En sortir le dispositif de descente.
- Enrouler l'élingue autour du montant juste au-dessus des fixations qui relient l'échelle à la tour, et attacher le dispositif de descente à l'élingue.
- Vider les éléments du sac un par un et les accrocher à l'échelle.



Accrocher le dispositif de descente aux barreaux de l'échelle.

Accrocher les autres éléments à l'échelle.

- Libérer le frein de corde du dispositif de descente et tirer la corde de manière à ce que le crochet soit à la portée du blessé.
- Accrocher la corde à l'arrière du dispositif antichute.
- Il suffit de tourner le volant du dispositif de descente et de hisser le blessé jusqu'à pouvoir détacher le dispositif antichute ou l'absorbeur de choc.



Attacher le mousqueton à l'anneau.

Tourner le volant pour hisser le blessé.

- Le sauveteur doit accrocher un mousqueton à l'anneau au niveau de la hanche et laisser filer la corde de descente pour guider le blessé jusqu'en bas.
- Si possible, placer d'autres personnes sur les plates-formes pour guider le blessé à travers les passages.

### 1.6.3 Évacuation de l'ascenseur de maintenance

Les personnes qui utilisent l'élévateur doivent porter leur équipement de protection contre les chutes. L'équipement de protection contre les chutes est composé d'un harnais de protection, d'un dispositif antichute pour câble ou rail, d'une ligne de sécurité comportant une longe avec absorbeur de choc et une longe de maintien.

Si l'ascenseur tombe en panne avec une personne à l'intérieur, qu'il s'arrête entre la nacelle et le bas de la tour et que la personne ne veut pas utiliser le dispositif de descente d'urgence intégré, mais préfère sortir par l'échelle, elle doit procéder comme suit :

- Accrocher le mousqueton de la longe avec absorbeur de choc au point d'ancrage jaune ou à un autre point d'ancrage sécurisé dans/sur l'ascenseur.



Accrocher le mousqueton à un point d'ancrage sécurisé.

- En gardant les deux pieds dans l'ascenseur, se pencher vers l'échelle et accrocher le mousqueton de la longe de maintien au travail autour du montant juste au-dessus des fixations qui relient l'échelle à la paroi de la tour et tendre la corde au maximum. Attraper l'échelle d'une main en plaçant un pied sur la marche située dans l'ascenseur et l'autre main sur le câble de l'ascenseur, et, avec l'autre jambe, enjamber l'ascenseur pour atteindre l'avant de l'échelle.



Fixer le mousqueton de la longe de maintien autour des montants de l'échelle.



Attraper l'échelle d'une main et placer l'autre pied sur l'échelle.

- Placer un pied sur le barreau de l'échelle. Libérer la longe avec absorbeur de choc du point d'ancrage situé dans l'ascenseur en décrochant le mousqueton et l'accrocher sur le montant juste au-dessus des fixations qui relient l'échelle à la paroi de la tour.
- Se hisser vers l'échelle en faisant passer l'autre jambe devant l'ascenseur et en la plaçant aussi sur le barreau de l'échelle. Une fois debout sur l'échelle, en se tenant d'une main, décrocher la longe de maintien au travail du montant et ranger le mousqueton dans la ceinture ventrale.



Debout à l'extérieur de l'échelle.

- Passer de l'autre côté de l'échelle, s'appuyer contre la paroi de la tour et accrocher le dispositif antichute au support d'assurage rigide, puis décrocher la longe avec absorbeur de choc du point d'ancrage sur le montant de l'échelle.



Passer de l'autre côté de l'échelle et accrocher le dispositif antichute au support d'assurage rigide.

- Descendre l'échelle avec le dispositif antichute relié au support d'assurage rigide.

## 1.7 Incident – déversement de produits chimiques

La procédure suivante concerne les déversements de produits chimiques ou de déchets dangereux.

Contenir les déversements autant que possible sans se mettre en danger ou mettre d'autres personnes en danger.

- Éloigner hommes et animaux du lieu de l'incident.
- Faire tout ce qui peut être fait de façon immédiate et sûre pour maîtriser la pollution. Utiliser les matériaux absorbants présents (matériau spécial ou sable).
- Avertir le responsable.
- Le responsable décide de la suite des opérations.
- Contacter les autorités environnementales locales (le numéro de téléphone figure dans les « Contacts d'urgence »).
- Suivre, le cas échéant, les instructions des autorités locales.
- Continuer à essayer de maîtriser l'incident. Si possible, demander l'aide des départements Safety & Environment, People & Culture de chez Vestas.

### Impact sur le sol

- Extraire la terre contaminée et la stocker dans des conteneurs conçus à cet effet.
- Si nécessaire, prélever des échantillons de terre pour documenter les opérations de nettoyage.
- Éliminer la terre contaminée de la même façon que les déchets dangereux.

### Impact sur l'eau (lac, mer)

- Si possible, se procurer des barrages flottants et les mettre en place.
- Absorber les produits chimiques présents à la surface de l'eau.
- Éliminer le liquide contaminé de la même façon que les déchets dangereux liquides.

### Impact sur les rochers ou les machines

- Placer du matériau absorbant sur la zone contaminée.
- Balayer le matériau absorbant contaminé et le stocker dans des conteneurs conçus à cet effet.

- Éliminer la terre contaminée de la même façon que les déchets dangereux.

Indiquer au responsable et aux autres personnes concernées toute information pertinente.

Le responsable doit enregistrer l'incident, rédiger un rapport (cf. instructions pour établir un rapport interne) et archiver un exemplaire du rapport d'incident.

## 1.8 Boutons d'arrêt d'urgence

Pour des raisons de sécurité, il est important de noter l'emplacement des boutons d'arrêt d'urgence.

Les boutons-poussoirs d'arrêt d'urgence sont rouges sur fond jaune. Un arrêt d'urgence est activé lorsque l'on appuie sur l'un des boutons rouges. Lorsqu'un arrêt d'urgence est activé, l'unité de contrôle passe en mode « EMERGENCY STOP », ce qui signifie que les contacteurs magnétiques ne seront plus alimentés, les pales s'inclineront (mise en drapeau totale), le frein s'enclenchera et l'éolienne s'arrêtera. Le système d'orientation, la pompe hydraulique, la pompe à huile du multiplicateur et le ventilateur de la nacelle s'arrêteront également. Tous les équipements en mouvement seront donc immobilisés.

Toutefois, l'alimentation de l'éclairage, de la nacelle, du moyeu et des unités de contrôle au sol sera toujours en marche.

**Note : le bouton d'arrêt d'urgence ne doit pas être réinitialisé tant que cela ne peut être effectué en toute sécurité.**

### 1.8.1 Ascenseur (facultatif)

Les ascenseurs disposent de plusieurs boutons d'arrêt d'urgence. Ces boutons n'arrêtent que l'ascenseur. Les boutons d'arrêt d'urgence de l'éolienne n'ont aucun effet sur l'ascenseur.

### 1.8.2 Treuil interne

Le treuil est équipé d'un bouton-poussoir d'arrêt d'urgence. Ce bouton ne concerne que le treuil. Les boutons d'arrêt d'urgence de l'éolienne n'ont aucun effet sur le treuil.

# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

1	Enquête et rapport d'incident .....	2
1.1	Procédure de signalement .....	2
1.2	Procédure d'enquête .....	2
1.3	Mesures correctives et préventives.....	3

## 1 Enquête et rapport d'incident

### 1.1 Procédure de signalement

Tous les accidents, presque incidents et conditions dangereuses doivent faire l'objet d'un rapport afin que des mesures correctives et préventives puissent être prises pour éviter que le problème ne se répète.

Le responsable est chargé de signaler l'incident, cf. procédures de rapport locales. Il convient que la ou les personnes concernées par l'incident participent à l'enquête et préparent le rapport. Le représentant de la sécurité doit toujours être impliqué dans l'enquête.

Les autorités locales doivent être informées en cas de :

- Accident avec lésions mortelles \*)
- Accident avec lésions graves \*)
- Incidents graves \*)
- Autres incidents conformément à la législation locale.

\*) Ces événements sont considérés comme des « accidents graves » et doivent être traités conformément au « BP 05.11.00 Handling of serious accidents ».

### 1.2 Procédure d'enquête

En plus de la rédaction d'un rapport, les accidents, presque incidents et conditions dangereuses doivent faire l'objet d'une enquête interne. Le rapport d'enquête interne doit inclure une analyse des causes de l'incident.

Au minimum, les éléments suivants doivent être couverts :

- Organiser une discussion approfondie entre les personnes impliquées, le représentant de la sécurité et le responsable.
- Examiner les lieux de l'événement. Prendre des photos des lieux pour pouvoir décrire l'événement en détail et préparer le rapport écrit.
- Interroger le blessé.
- Interroger les éventuels témoins.
- Interroger la personne qui effectuait le travail au moment où l'incident s'est produit.
- Identifier toutes les causes de l'accident ou de l'incident.

Évaluer la manière dont l'événement a été géré, par exemple, les premiers secours, les procédures d'urgence, etc.

### 1.3 Mesures correctives et préventives

Des mesures correctives et préventives doivent être mises en œuvre pour minimiser les risques qu'un événement similaire ne se produise. Poser les questions suivantes :

Comment peut-on éviter les causes de l'incident ?

Si les causes ne peuvent pas être évitées, comment peut-on modifier la tâche ou les conditions de travail de manière à améliorer la sécurité ?

Si la tâche ou les conditions de travail ne peuvent pas être modifiées, comment peut-on minimiser les risques ?

Les mesures permettant de limiter les risques doivent être énumérées et leur mise en œuvre planifiée. Une personne responsable de chaque mesure doit être désignée et le responsable est chargé de mettre les mesures en place.

Le cas échéant, l'évaluation des risques et la méthode élaborée pour les tâches doivent être révisées.

# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

1	Code des pratiques de sécurité .....	2
1.1	Entretien .....	2
1.2	Règles générales de sécurité .....	2
1.3	Machines .....	3
1.4	Panneaux de sécurité des manuels et des éoliennes .....	4
1.5	Équipement de levage .....	4
1.6	Dangers et actions préventives .....	5
1.7	Règles pour les invités et les visiteurs .....	5

## 1 Code des pratiques de sécurité

Tous les employés doivent se conformer au présent Code des pratiques de sécurité, faire leur possible pour garantir la sécurité des opérations et signaler au supérieur responsable toutes les situations ou pratiques dangereuses.

Attention !

- Ne pas se mettre en danger doit être une PRIORITÉ. Il faut rester vigilant et savoir réagir aux dangers potentiels. Être attentif aux risques et les prévenir avant qu'ils ne se développent.
- En gardant constamment la sécurité à l'esprit, vous ferez de Vestas un lieu de travail plus sûr pour vous-même et pour vos collègues.
- Une éolienne connectée au réseau comporte certains dangers si elle est manipulée sans que les mesures de sécurité appropriées soient respectées.
- Pour des raisons de sécurité, au moins deux personnes compétentes doivent être présentes lors de toute procédure de travail.
- Le travail en question doit être effectué proprement en respectant le contenu de ce manuel et des autres manuels s'y rapportant. Ceci implique entre autre que le personnel doit être formé de façon à avoir une parfaite connaissance et maîtrise des parties importantes de ce manuel.

### 1.1 Entretien

Les pratiques d'entretien sont un élément essentiel de tout programme de sécurité. Il est demandé à tous les employés d'utiliser de bonnes pratiques d'entretien et de remettre les outils et autres matériels à leur place après utilisation.

Aucun matériel ne doit être stocké sur les routes, chemins et zones pédestres.

### 1.2 Règles générales de sécurité

Les règles de sécurité, les plans d'intervention d'urgence, les panneaux et les réglementations du site éolien en question doivent être respectés. Tout le monde doit se familiariser avec ces règles spécifiques avant d'entreprendre un travail.

Le responsable du site d'éoliennes doit veiller à l'application des réglementations.

Tous les employés doivent savoir qui est leur représentant de la sécurité.

Un vêtement de travail ou un gilet réfléchissant adapté doit être utilisé en cas de mauvaises conditions météorologiques ou la nuit.

Il est interdit de travailler sous des charges suspendues et de se tenir sous la nacelle quand des personnes travaillent à l'extérieur ou à l'intérieur de la nacelle. Si une inspection au sol est nécessaire sur une éolienne en marche, ne jamais rester sous le plan du rotor.

En quittant une éolienne, verrouiller la porte d'accès pour éviter que des personnes non autorisées n'entrent dans l'éolienne.

Avant de grimper à l'échelle ou d'utiliser l'ascenseur de maintenance, ne pas oublier de :

- Arrêter l'éolienne conformément au manuel de l'éolienne ou à la work instruction.
- Mettre hors tension toute télécommande. Des précautions spéciales doivent être prises si le travail nécessite la mise sous tension de la télécommande.
- Porter des chaussures de sécurité adaptées à l'ascension des tours.
- Utiliser un harnais de protection avec dispositif antichute.
- Porter un casque.
- Apporter un dispositif de descente d'urgence.

Veiller à ce qu'aucun outil, radio, etc. situé près de soi ne tombe.

Fermer les trappes de la plate-forme une fois qu'elles sont franchies.

Repérer l'emplacement des boutons-poussoirs d'arrêt d'urgence dans l'éolienne.

Ne pas effectuer un travail sans y avoir été formé et sans qu'il ait été demandé.

Les boulons desserrés sont synonymes de danger. Les boulons desserrés doivent être immédiatement resserrés. S'il s'agit de plusieurs boulons, ou de boulons qui se desserrent régulièrement, il faut contacter le responsable.

Avant de descendre, fermer et verrouiller la lucarne et la trappe d'inspection de la nacelle. Vérifier que tous les outils ont été rassemblés et ne pas oublier que les boutons d'arrêt d'urgence rouges doivent être désactivés.

Ne pas rester dans la nacelle si l'éolienne fonctionne, sauf pour exécuter une tâche spécifique ou sur demande. Des précautions de sécurité particulières doivent être prises.

Prendre des précautions particulières pour grimper sur un pylône en treillis mouillé ou glacé. Prendre aussi des précautions particulières pour grimper à l'extérieur d'un pylône en treillis car la partie arrière de la pale passe tout près du pylône en treillis.

### 1.3 Machines

Ne pas faire fonctionner une machine ou un équipement sans y avoir été formé.

Tous les équipements doivent être utilisés conformément aux spécifications de Vestas et du fabricant et aux graphiques de charge.

Ne pas essayer de réparer ou de régler une machine ou de lubrifier une quelconque pièce mobile en fonctionnement, sauf si l'équipement est conçu pour cela ou s'il est équipé de protections destinées à protéger la personne qui effectue le travail.

#### 1.4 Panneaux de sécurité des manuels et des éoliennes

Dans cette section, sont présentés et expliqués les panneaux de sécurité et d'alerte des éoliennes, des manuels et des work instructions.



Panneau de sécurité –  
CASQUE OBLIGATOIRE



Danger – Grue en fonctionnement



Panneau de sécurité –  
CHAUSSURES DE  
SÉCURITÉ  
OBLIGATOIRES



Points d'ancrage - pour  
équipement antichute



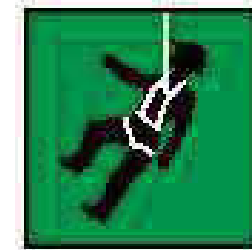
Interdiction de se tenir sous une  
charge suspendue



Interdiction de fumer



Panneau d'information -  
EXTINCTEUR



Équipement de descente  
d'urgence

Personnel autorisé  
uniquement

#### 1.5 Équipement de levage

Vérifier que l'équipement de levage n'est pas usé ou défectueux avant utilisation.

Avant d'utiliser l'équipement de levage, vérifier ses limites de charge.

Tous les crochets doivent être équipés de loquets de sécurité ou dispositifs similaires.

Utiliser un seul œillet par crochet. S'il y a plusieurs œillets, utiliser une manille.

Utiliser des protections pour les angles vifs pour éviter que la sangle ne s'use et se rompe.

#### 1.6 Dangers et actions préventives

Si nécessaire, des équipements de contrôle de la circulation à haute visibilité doivent être utilisés pour travailler sur ou à proximité des routes du site, particulièrement en cas d'utilisation de grues et d'excavateurs, de creusement de tranchées ou de blocage d'une partie de la route pour l'assemblage du rotor.

Des barrières et des signaux à haute visibilité doivent être placés autour des excavations et des tranchées ouvertes.

La personne responsable du site doit écouter les bulletins météorologiques locaux tous les matins et en informer l'équipe. Toute personne employée ou présente sur le site de travail doit surveiller l'approche de mauvaises conditions météorologiques telles que des vents violents ou un orage et en informer immédiatement le responsable du site.

Il est interdit de travailler sur plusieurs niveaux à la fois entre les plates-formes dans la tour.

#### 1.7 Règles pour les invités et les visiteurs

Avant l'arrivée des invités et des visiteurs sur le site, le responsable du site doit être informé des éléments suivants :

- Noms des visiteurs et nom de leur société.
- Objet de la visite.

À leur arrivée, les visiteurs doivent se présenter au responsable du site.

Les visiteurs doivent être initiés aux règles de sécurité du site. Les visiteurs ne peuvent accéder au site que s'ils portent un casque et des chaussures de sécurité, et s'ils sont accompagnés d'au moins deux personnes compétentes.

Les visiteurs ne sont pas autorisés à pénétrer dans les zones d'accès limité (p. ex. à proximité d'équipements tels que des grues ou des excavateurs). En principe, les visiteurs ne sont pas autorisés à pénétrer dans l'éolienne. Seul le responsable du site peut leur en donner l'autorisation.



# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

1	Prévention et protection contre les incendies .....	2
1.1	Règles générales .....	2
1.2	Travaux par points chauds .....	2
1.3	Fioul, gasoil et essence .....	3

## 1 Prévention et protection contre les incendies

### 1.1 Règles générales

L'environnement de travail doit être évalué avant tout travail, notamment les risques d'incendie, la proximité de l'équipement de lutte contre les incendies et les voies d'évacuation en cas d'incendie.

Les personnes présentes sur le site doivent être formées aux procédures d'incendie.

L'équipement de lutte contre les incendies doit être parfaitement visible, facilement accessible. Il doit être inspecté et entretenu régulièrement. Les personnes présentes sur le site doivent connaître l'emplacement des extincteurs.

Un système d'alerte, p. ex. téléphone (fixe ou portable), appels radio, sirène, etc. doit être mis en place pour alerter tous les employés présents sur le site ainsi que les services d'urgences les plus proches en cas d'urgence. Les numéros de téléphone et les instructions doivent être clairement affichés à côté des téléphones et à l'entrée réservée aux employés.

Prévenir les risques d'incendie sur le site. Il est possible de limiter les risques d'incendie en respectant les directives suivantes :

- Respecter les règles du site en matière de consommation de tabac.
- Les équipements alimentés par un moteur à combustion interne (p. ex. les générateurs portables) doivent être placés de manière à ce que l'échappement ne risque pas d'entrer en contact avec des matériaux combustibles.
- Minimiser l'utilisation de liquides inflammables.
- Les chiffons gras doivent être stockés dans des poubelles destinées aux déchets dangereux. Les chiffons gras ne doivent pas être jetés dans les poubelles ou bennes ordinaires.

### 1.2 Travaux par points chauds

Seuls les soudeurs qualifiés sont autorisés à exécuter des travaux de soudure ou de brûlage, mais uniquement après avoir obtenu l'autorisation préalable du supérieur responsable.

L'état de l'équipement doit être inspecté avant tout travail à chaud.

L'équipement de protection individuelle (EPI) adéquat doit être porté.

L'atelier de soudure doit être bien aéré et une ventilation mécanique peut être nécessaire.

Un écran de soudeur doit être utilisé en cas de travail de soudure à proximité d'autres personnes.

Un guetteur d'incendie doit être employé si une opération de soudure, de brûlage, d'utilisation d'un appareil à flamme nue ou de meulage est réalisée dans une zone qui contient des produits combustibles ou inflammables. Le guetteur d'incendie doit être équipé de matériel de lutte contre les incendies adéquat. Les produits combustibles doivent être déplacés ou soigneusement protégés des étincelles.

En cas d'opération de soudure à l'extérieur, faire particulièrement attention au vent, aux herbes sèches, aux réservoirs de carburant, etc.

### 1.3 Fioul, gasoil et essence

En cas de stockage de fioul, de gasoil ou d'essence sur le site, le stockage doit avoir lieu dans une zone sécurisée disposant d'un plateau collecteur, dans des conditionnements homologués.

Aucun autre stockage de fioul, de gasoil ou d'essence (qu'il soit mobile ou fixe) ne doit être installé sur le site sans approbation préalable du supérieur responsable.

L'accès au site sera refusé aux camions-citernes non équipés d'un kit anti-fuites de taille adaptée.

En cas de déversement ou fuite de fioul, gasoil ou essence, la fuite doit être contenue immédiatement et le matériau contaminé doit être déposé dans un emballage et un conteneur adaptés. Les cuves ou conteneurs défectueux doivent être rincés et l'emballage doit être jeté de manière sûre.

# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

<b>1</b>	<b>Sécurité personnelle .....</b>	<b>2</b>
1.1	Équipes de deux .....	2
1.2	Travail seul dans l'éolienne .....	2
1.3	Conditions météorologiques .....	3
1.3.1	Limites de vent .....	3
1.3.2	Travail par temps froid ou très froid .....	4
1.3.3	Travail par temps chaud .....	5
1.3.4	Travail au soleil .....	5
1.4	Orages et foudre .....	5

## 1 Sécurité personnelle

### 1.1 Équipes de deux

Les tâches sont en principe attribuées à des équipes composées d'au moins deux personnes compétentes.

- Il est important d'éviter qu'un membre de l'équipe se retrouve isolé.
- Si les membres de l'équipe travaillent chacun de leur côté et n'ont pas de contact visuel au cours du travail, il faut établir une procédure de communication claire entre les membres de l'équipe.
- Les membres de l'équipe doivent disposer de dispositifs de communication émetteur-récepteur ayant une capacité de batterie couvrant au moins la durée du travail.
- Un équipier ne doit jamais terminer un travail ou quitter la zone de travail sans en informer l'autre membre de l'équipe.
- Si une personne travaille dans le moyeu, il faut qu'au moins une autre personne reste dans la nacelle jusqu'à ce que la personne travaillant dans le moyeu ait fini et soit revenue dans la nacelle.

### 1.2 Travail seul dans l'éolienne

Les employés ne sont pas autorisés à travailler en isolement sauf dans des cas exceptionnels et uniquement à terre.

Dans ce cas, les employés sont autorisés à :

- Relever les compteurs.
- Peindre ou nettoyer la surface de la base de la tour sans utiliser d'échafaudages.

Seuls les employés compétents et habilités sont autorisés à travailler en isolement. Une communication doit être établie entre l'ouvrier isolé et le coordinateur techniciens. Un plan d'urgence doit être convenu entre le travailleur isolé et le coordinateur techniciens.

#### Plan d'urgence pour travail en isolement

- L'ouvrier isolé doit appeler le coordinateur techniciens à intervalles convenus ne pouvant dépasser 15 minutes.
- L'ouvrier isolé doit contacter le coordinateur techniciens à son arrivée sur le site.
- Si l'ouvrier isolé ne contacte pas le coordinateur techniciens, c'est ce dernier qui doit le contacter.
- Si l'ouvrier isolé ne répond pas, lancer le plan d'urgence.

### Avant le début du travail

- L'ouvrier isolé doit contacter le coordinateur techniciens avant de commencer à travailler.
- L'ouvrier isolé doit s'assurer que le moyen de communication fonctionne correctement.
- L'ouvrier isolé et le coordinateur techniciens doivent se mettre d'accord sur la durée estimée de la tâche.
- Le coordinateur techniciens et l'ouvrier isolé doivent parcourir le plan d'urgence avant le début du travail.

### Pendant le travail

- L'ouvrier isolé doit contacter le coordinateur techniciens à intervalles convenus.
- L'ouvrier isolé doit contacter le coordinateur techniciens s'il doit quitter l'éolienne subitement.

### Une fois le travail terminé

- L'ouvrier isolé doit contacter le coordinateur techniciens quand la tâche est terminée et avant de quitter le site.

## 1.3 Conditions météorologiques

### Avant de commencer le travail

- Consulter les prévisions météorologiques avant de commencer un quelconque travail sur le site de l'éolienne ou dans l'éolienne.
- Toujours respecter les conditions et les réglementations locales.

### Pendant le travail

- Être vigilant quant aux changements des conditions météorologiques.
- Noter que l'emplacement du site peut déterminer les conditions météorologiques. Par exemple, des rafales de vent particulières peuvent avoir lieu dans les zones montagneuses.

#### 1.3.1 Limites de vent

En règle générale, les travaux suivants ne doivent pas être exécutés si la vitesse moyenne du vent, mesurée sur une durée de 10 minutes, excède :

- 15 m/s max. pour le travail sur le moyeu, l'arbre principal, le multiplicateur, le générateur ou le système d'orientation ;
- 15 m/s max. pour le travail sur ou dans la nacelle en cas de panne du système de freinage aérodynamique de l'éolienne ;

- 25 m/s max. pour le travail d'entretien ordinaire, p. ex. lubrification, etc. (sans verrouillage du rotor).

Dans des conditions spéciales, des vitesses de vent sortant des limites générales peuvent être déterminées. Ces circonstances sont décrites dans les manuels des éoliennes et les work instructions correspondantes, qui doivent toujours être respectés.

### Vents violents et tornades

En cas de tempête, d'ouragan ou de vents violents, l'accès à l'éolienne et au site est strictement interdit.

### 1.3.2 Travail par temps froid ou très froid

#### Précautions

- Ne pas approcher d'une éolienne couverte de neige et de glace.
- En cas de travail à l'extérieur, ne pas oublier que des vents importants ont un fort effet de refroidissement qui donne l'impression que la température est bien inférieure à celle indiquée par un thermomètre.

Apporter suffisamment d'aliments et de boissons pour pouvoir supporter un travail prolongé par temps froid.

#### Dangers spécifiques à la neige et au verglas

- Par temps froid et en cas de neige abondante, des chutes de glace ou de neige peuvent se produire sous l'éolienne.
- Quand une éolienne démarre, particulièrement après une période de temps froid, la neige ou la glace présente sur les pales et la nacelle risque de tomber.
- Il est interdit de s'approcher d'une éolienne en cas de risque de chute de glace ou de neige.

#### Précautions à prendre lors de l'installation d'une éolienne

Il arrive que de grandes quantités de glace ou de neige s'accumulent sur les pales, sur la nacelle ainsi qu'à l'intérieur et à l'extérieur de la tour quand les pièces de l'éolienne sont posées sur le sol. Il est donc important de vérifier minutieusement chaque pièce et d'enlever la neige et la glace à l'intérieur comme à l'extérieur avant de commencer les opérations de levage.

### Prévention de l'hypothermie

Lors d'un travail à l'air libre, les pertes de chaleur se font principalement par la tête. Le moyen le plus efficace de prévenir l'hypothermie est donc de se couvrir la tête. Il est important de porter des vêtements adaptés à l'environnement pour prévenir l'hypothermie. Les matières qui retiennent les liquides, par exemple le coton, peuvent provoquer de l'hypothermie si la personne transpire, puis se refroidit. Elle portera alors des vêtements trempés de sueur dans de l'air froid. Par temps froid, il est conseillé de porter des tissus capables d'évacuer rapidement l'humidité de la transpiration. Ces tissus sont notamment la laine ou les matières synthétiques à séchage rapide.

### 1.3.3 Travail par temps chaud

#### Précautions

Les températures élevées et l'humidité peuvent provoquer une déshydratation, une hypoglycémie et une perte de minéraux.

- Il est important d'apporter beaucoup d'eau et de boire beaucoup.
- Il est important de se rendre régulièrement dans un lieu ventilé.
- Si une personne se sent mal, il faut l'emmener dans un lieu ventilé, la faire boire et lui rafraîchir la tête et le corps avec de l'eau. Consulter un médecin.

### 1.3.4 Travail au soleil

#### Précautions

Plusieurs heures de travail au soleil peuvent endommager les yeux et la peau, et provoquer un coup de chaleur. Les personnes travaillant à l'intérieur d'une éolienne ou à proximité doivent prendre les précautions suivantes :

- L'humidité et la lumière directe du soleil peuvent donner l'impression que la température est bien supérieure à celle indiquée par un thermomètre.
- Il est important de boire beaucoup d'eau.
- En cas d'exposition de la peau au soleil, utiliser une bonne lotion solaire. Se protéger les yeux à l'aide de lunettes de soleil et porter une casquette ou un chapeau sur la tête.
- Il est important de se mettre à l'ombre dès que possible.
- Si une personne se sent mal, il faut la mettre à l'ombre, la faire boire et lui rafraîchir la tête et le corps avec de l'eau. Consulter un médecin.

### 1.4 Orages et foudre

Noter que des précautions spéciales s'appliquent aux travaux en mer, cf. manuels de sécurité du site.

En cas d'orage sur le site, tout le personnel doit immédiatement quitter l'éolienne.

Ne pas oublier :

- Il est strictement interdit de travailler dans les éoliennes et d'utiliser les grues pendant les orages.
- Toujours respecter les conditions et les réglementations locales.
- Il est interdit de se tenir à proximité des éoliennes.
- Il est interdit de pénétrer dans le poste source.
- L'utilisation du téléphone du poste source n'est pas permise.

Si l'éolienne a été touchée par la foudre et qu'elle présente des dégâts visibles, couper l'alimentation électrique et contacter le responsable pour demander une inspection approfondie.

Il est interdit de pénétrer à nouveau dans l'éolienne tant que l'orage ne s'est pas éloigné définitivement.

Il est interdit de s'approcher de l'éolienne pendant au moins une heure après le passage de l'orage. En revanche, même une heure après le passage de l'orage, ne pas s'approcher de l'éolienne si celle-ci émet des bruissements ou des sifflements dus à l'électricité statique.

# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

<b>1</b>	<b>Équipement de protection individuelle .....</b>	<b>2</b>
1.1	Vêtements appropriés .....	2
1.2	Casque .....	3
1.3	Système personnel de protection contre les chutes (SPPCC) .....	4
1.3.1	Règles générales .....	4
1.3.2	Longe avec absorbeur de choc .....	4
1.3.3	Longe de maintien .....	6
1.3.4	Inspection de la longe avec absorbeur de choc et de la longe de maintien .....	7
1.3.5	Harnais de protection .....	8
1.3.6	Inspection du harnais de protection .....	10
1.3.7	Dispositif antichute pour systèmes avec rails .....	11
1.3.8	Dispositif antichute pour câble .....	12
1.3.9	Inspection du dispositif antichute pour câble d'acier ou rail .....	14
1.4	Chaussures de sécurité.....	14

## 1 Équipement de protection individuelle

Un équipement de protection individuelle adapté et approuvé est fourni par Vestas pour minimiser les risques sur le lieu de travail. Les employés de Vestas sont responsables de l'entretien quotidien de l'équipement, de son inspection périodique et de son remplacement, si nécessaire.

Avant de commencer un travail, vérifier que l'équipement de protection individuelle adéquat est à portée de main. Avant d'utiliser l'équipement de protection individuelle, l'inspecter conformément aux instructions du fabricant. Il est conseillé que les collègues s'aident mutuellement lors de l'inspection de l'équipement.

Il est obligatoire de porter des lunettes de sécurité en cas de risque de particules volantes, de génération de poussière, etc.

Une protection auditive appropriée doit être portée en cas de travail sur ou à proximité d'équipements bruyants (exposition prolongée à 80 dB ou plus).

Les respirateurs ou les masques filtrants approuvés sont obligatoires en cas de présence excessive de poussière, de brouillard, de fumée, de gaz ou d'autres impuretés atmosphériques nuisibles pour la santé.

Porter des gants adaptés au travail en cas d'exposition des mains à des surfaces rugueuses ou inégales, si les gants permettent d'assurer une meilleure prise ou en cas de manipulation de matériaux ou de substances dangereuses (béton, époxy, agent nettoyant, graisse, etc.).

Des gants spéciaux sont fournis en cas d'exposition à des dangers spécifiques pour ce type de travail.

Les techniciens de maintenance doivent porter des chaussures de sécurité approuvées (embout en acier) qui maintiennent bien les chevilles. Les chaussures de sécurité doivent être en bon état.

Un équipement de protection contre les chutes (harnais de protection approuvé, longe avec absorbeur de choc, longe de maintien et dispositif antichute) doit être porté en permanence par les employés exposés à un risque de chute (éolienne, échafaudage, plate-forme de travail suspendue, etc.). Le dispositif de protection contre les chutes doit toujours être en bon état et doit être stocké dans un lieu propre et sec quand il n'est pas utilisé. Le dispositif de protection contre les chutes doit être régulièrement inspecté et remplacé quand il est usé ou endommagé.

### 1.1 Vêtements appropriés

#### Conditions météo, bavures et échardes

Il est important de porter des vêtements appropriés pour travailler sur un site éolien ou dans une éolienne.

Les vêtements protègent la personne de la météo, des écorchures et des chocs.

En cas de travail en hauteur, les conditions météo et le vent peuvent être différents de ceux enregistrés à terre. Par exemple, le vent est généralement plus violent à une hauteur de 60 ou 70 mètres qu'au niveau du sol.

La température d'un corps mouillé en contact avec l'air environnant baisse 25 fois plus vite que quand la peau est sèche.

#### Précautions

- Porter des vêtements adaptés à la tâche et aux conditions météorologiques.
- Il est important d'apporter des vêtements de rechange secs.
- Porter des pantalons longs et des chemises à manches longues pour se protéger des étincelles et de la chaleur.

### 1.2 Casque

Le port du casque est obligatoire sur le site d'une éolienne et pour travailler dans une éolienne. Il est cependant possible d'enlever son casque lorsque l'on travaille dans la nacelle et qu'il n'y a aucun risque de chute d'objets.

L'ensemble du personnel du site, y compris les chauffeurs de camions et les grutiers, ainsi que les visiteurs doivent porter un casque quand ils sortent des zones protégées.

Le casque protège du soleil et des objets susceptibles de tomber de la tour ou de la nacelle. Le casque peut également éviter à la personne de se blesser si elle heurte un objet tranchant ou dur.

Il existe des casques de différentes formes et de différentes couleurs et il est possible de les équiper d'accessoires supplémentaires tels que des protections auditives ou des masques faciaux. Tous les casques doivent être approuvés (par exemple, marque CE).

#### Inspection quotidienne

Pour garantir une protection maximum, les porteurs de casque doivent inspecter le casque avant utilisation, conformément aux instructions du fabricant. Cette vérification doit porter sur au minimum les éléments suivants :

- Dommages et fissures sur le casque.
- État des parties intérieures du casque.

Si le casque est endommagé ou si sa durée de vie est dépassée, il doit être jeté et remplacé.

## 1.3 Système personnel de protection contre les chutes (SPPCC)

### 1.3.1 Règles générales

Toute personne travaillant en hauteur (à plus de 2 mètres) doit utiliser un équipement personnel de protection contre les chutes (harnais de protection, longe avec absorbeur de choc, longe de maintien, dispositif antichute pour câble ou rail). En cas de risque de chute, relier l'équipement personnel de protection contre les chutes à un câble ou un rail ou à un point d'ancrage conçu pour les SPPCC. Les points d'ancrage ne doivent être utilisés qu'avec un équipement de protection contre les chutes approuvé qui n'exposera pas l'utilisateur à des forces supérieures à 6 kN.

Les équipements de protection contre les chutes durent plus longtemps s'ils sont nettoyés régulièrement et stockés dans un lieu sec à l'abri de la lumière du jour. L'équipement doit aussi être protégé de tout contact avec de l'huile, des produits chimiques ou d'autres substances agressives. Si l'équipement a été en contact avec de l'huile ou d'autres produits chimiques, le nettoyer avec un détergent doux et beaucoup d'eau (40 °C). Sinon il doit être remplacé.

En cas de contact de l'équipement avec de l'eau, essuyer tous les composants métalliques avec un chiffon sec et suspendre l'ensemble de l'équipement pour le faire sécher à la température ambiante dans un lieu non exposé à la lumière directe du soleil. Ne jamais faire sécher le dispositif dans des placards chauffants, des chaufferies ou autres zones extrêmement chaudes.

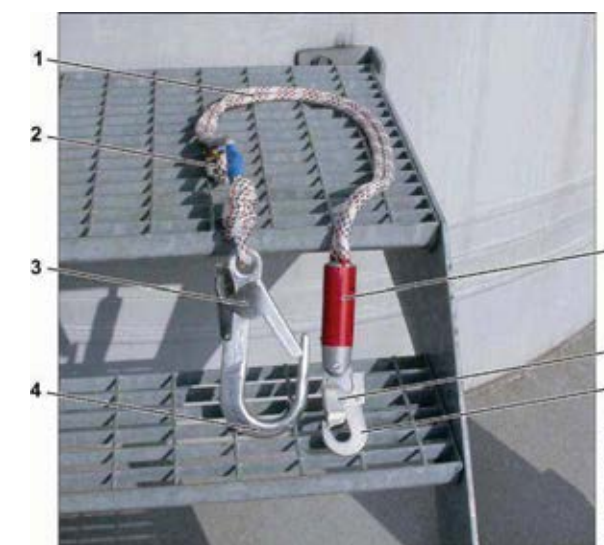
### 1.3.2 Longe avec absorbeur de choc

La longe avec absorbeur de choc fait partie du dispositif de protection contre les chutes. La longe avec absorbeur de choc protège l'utilisateur de toute blessure grave en cas de chute et doit toujours être utilisée lorsqu'un risque de chute existe. La longe avec absorbeur de choc doit toujours être fixée au harnais avec un mousqueton dans l'anneau en D à l'arrière.

La longe avec absorbeur de choc est toujours utilisée avec le harnais de protection.

Les panneaux obligatoires concernant l'utilisation d'équipement de protection contre les chutes recommandent l'utilisation d'une longe avec absorbeur de choc.

Composants d'une longe avec absorbeur de choc



1. Corde
2. Nœud sécurisant la longe avec absorbeur de choc
3. Verrou de sécurité du grand crochet de sécurité
4. Crochet du grand crochet de sécurité
5. Longe avec absorbeur de choc
6. Verrou de sécurité du petit crochet de sécurité
7. Crochet du petit crochet de sécurité

### Utilisation de la longe avec absorbeur de choc

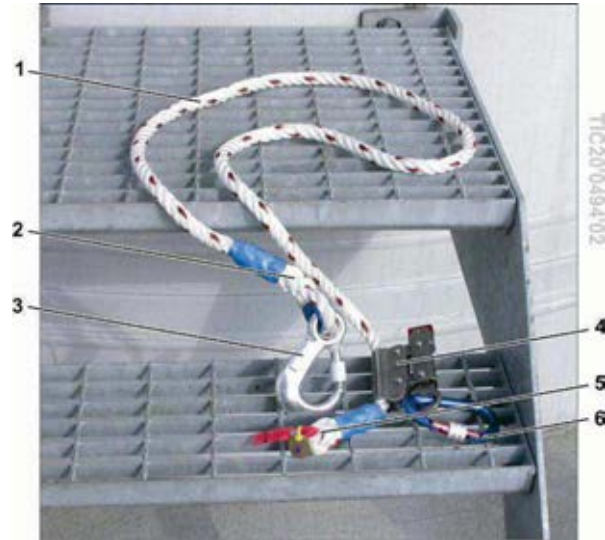
- Accrocher le petit crochet de sécurité à l'anneau en D situé à l'arrière du harnais de protection, et le grand crochet de sécurité à l'anneau de hanche quand il n'est pas utilisé.
- Lors d'un travail en hauteur ou avant de décrocher le dispositif antichute du câble ou du rail de l'échelle, accrocher la longe avec absorbeur de choc à un point d'ancrage sécurisé.
- En cas de travail à un endroit présentant un risque de chute, utiliser la longe avec absorbeur de choc en association avec le harnais de protection.
- Fixer le petit crochet de sécurité à l'anneau en D situé à l'arrière du harnais.
- Accrocher le grand crochet de sécurité à un point d'ancrage approuvé (pour plus d'informations sur les points d'ancrage, consulter le manuel de l'éolienne).
- Accrocher la longe avec absorbeur de choc à un point d'ancrage situé le plus haut possible au-dessus de la personne pour réduire la distance de chute.

### 1.3.3 Longe de maintien

**Attention !** La longe de maintien ne doit jamais être utilisée comme prolongement d'une longe avec absorbeur de choc.

La longe de maintien sert de soutien supplémentaire et est utilisée en association avec le harnais de protection et la longe avec absorbeur de choc.

Parties de la longe de maintien



- |   |  |
|---|--|
| 1. Corde                                | 2. Nœud du côté du mousqueton          |
| 3. Mousqueton                           | 4. Frein de corde                      |
| 5. Nœud de sécurité à l'extrémité corde | 6. Mousqueton pour fixation au harnais |

### Utilisation de la longe de maintien

La longe de maintien peut par exemple être utilisée sur l'échelle de la tour en situation de travail ou d'urgence, car elle offre à l'utilisateur un soutien supplémentaire et une bonne position de travail.

- Accrocher la longe de maintien à l'anneau de hanche du harnais de protection.
- Il est possible d'enrouler la longe de maintien une ou deux fois autour d'un point approprié, par exemple autour du montant de l'échelle de la tour.

### 1.3.4 Inspection de la longe avec absorbeur de choc et de la longe de maintien

En dehors de la vérification de sécurité légale annuelle de l'équipement de protection contre les chutes, les utilisateurs doivent inspecter cet équipement régulièrement et avant chaque utilisation, conformément aux instructions du fabricant. Les éléments suivants doivent être vérifiés :

- Vérifier que la corde n'est ni usée ni endommagée.
- Vérifier les nœuds au niveau des deux mousquetons et le nœud final du côté de l'extrémité en corde.
- Vérifier que les marquages de couleur sont identiques des deux côtés de la longe avec absorbeur de choc ce qui signifie que l'absorbeur n'a pas été déclenché.
- Vérifier l'absence de fissures ou autres dommages sur les deux mousquetons.
- Vérifier le crochet de sécurité des petit et grand mousquetons.

Vérifier la corde, y compris les épissures et les parties métalliques, pour détecter la présence éventuelle des éléments suivants :

- Cassures et coupures.
- Parties dénudées.
- Corrosion.
- Fissures.
- Modifications par rapport à la forme d'origine.
- Mauvais fonctionnement.
- Autres défauts incompatibles avec la sécurité.

En cas de défaut susceptible de nuire à la solidité et au fonctionnement d'un dispositif, celui-ci doit être immédiatement mis hors service ou envoyé en réparation.

**Attention :** une longe avec absorbeur de choc qui a servi lors d'une chute et a donc été chargée au maximum doit être jetée.



### 1.3.5 Harnais de protection

Toutes les personnes travaillant dans une éolienne, notamment les techniciens, les spécialistes, les visiteurs et le personnel d'exploitation, doivent porter un équipement de protection contre les chutes.

L'équipement de protection contre les chutes à utiliser dans les éoliennes associe différents composants. Des précisions sur les composants à associer et sur leur utilisation figurent plus loin dans ce document.

Le personnel doit être formé à la bonne utilisation des équipements de protection contre les chutes, des dispositifs de descente et du matériel de premiers secours. Les visiteurs qui n'ont pas reçu de formation à la sécurité ne peuvent accéder à un site d'éolienne que s'ils sont accompagnés d'employés ayant suivi une formation à la sécurité.

Le panneau « équipement de protection contre les chutes » indique le port obligatoire d'un équipement de protection contre les chutes adapté au travail. Les panneaux sont installés dans les tours et dans les nacelles des éoliennes, et des pictogrammes sont ajoutés aux instructions de travail pour rappeler qu'un équipement de protection contre les chutes doit être porté.

Le harnais de protection est l'élément central de l'équipement de protection contre les chutes. Il est associé à d'autres composants de sécurité, par exemple un dispositif antichute, une longe avec absorbeur de choc et une longe de maintien.

### Parties du harnais de protection



- |                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Attaches du torse            | 2. Sangles des cuisses              |
| 3. Sangles des épaules          | 4. Attaches du torse                |
| 5. Anneau métallique dorsal     | 6. Ceinture dorsale                 |
| 7. Anneaux métalliques frontaux | 8. Sangles ventrales                |
| 9. Boucle de la sangle ventrale | 10. Boucles des sangles des cuisses |

### Réglage du harnais de protection

Il est important que le harnais de protection soit de taille correcte et bien ajusté à la personne qui le porte.

### Vérification du réglage du harnais

Le moyen le plus simple et le plus facile de vérifier si un harnais de protection est bien réglé pour son utilisateur est de trouver un endroit permettant de se pendre par le harnais de protection.

Le harnais de protection doit fournir un bon soutien global (les différentes parties ne doivent pas être trop serrées ou trop lâches). Le support de hanche et le siège doivent être particulièrement efficaces.

#### 1.3.6 Inspection du harnais de protection

Outre la vérification de sécurité légale du harnais de protection, l'utilisateur doit vérifier son équipement de protection contre les chutes avant utilisation conformément aux instructions du fabricant. Les éléments suivants doivent être vérifiés :

- Vérifier que les sangles ne sont pas usées, endommagées ou couvertes de graisse et d'huile.
- Vérifier que les coutures ne sont ni usées ni endommagées.
- Vérifier que les bords des sangles ne sont pas usés au-delà de la ligne témoin.
- Vérifier l'absence de dommages et de corrosion sur toutes les boucles. Il est possible de vérifier les parties cachées sous les sangles et sous les coutures en retournant la boucle ou l'anneau ou en desserrant les sangles.
- Vérifier que les boucles et les crochets métalliques ne sont endommagés. Il est possible de vérifier les parties cachées en retournant l'anneau.

Inspecter toutes les sangles et toutes les coutures du harnais de protection pour vérifier l'absence des éléments suivants :

- Trous ou début d'usure du tissage.
- Dommages liés au frottement et à l'usure.
- Déformations.
- Fils cassés.
- Autres défauts incompatibles avec la sécurité.

Vérifier l'absence des éléments suivants sur les parties métalliques :

- Corrosion.
- Modifications par rapport à la forme d'origine.
- Cassures ou fissures.
- Mauvais fonctionnement.

- Autres défauts incompatibles avec la sécurité.

En cas de défaut susceptible de nuire à la solidité et au fonctionnement d'un dispositif, celui-ci doit être immédiatement mis hors service et envoyé en réparation.

**Attention :** un harnais de protection qui a servi lors d'une chute a été chargé au maximum et doit donc être jeté.

#### 1.3.7 Dispositif antichute pour systèmes avec rails

Avant de grimper dans la tour, accrocher la longe avec absorbeur de choc et la longe de maintien au harnais de protection.

Avant de commencer à grimper sur l'échelle de la tour, relier le harnais de protection au rail ou au câble de l'échelle au moyen d'un dispositif antichute.

Les échelles des tours peuvent être équipées de différents systèmes de protection contre les chutes. Il est donc crucial de s'assurer de la compatibilité entre les dispositifs antichute et le rail.

Certains dispositifs antichute peuvent être équipés d'absorbeurs de choc pour faciliter l'ascension de l'échelle de la tour.

Il y a deux types de dispositifs antichute pour rail : un type de dispositif antichute qui se fixe sur le rail de l'échelle par insertion à l'extrémité du rail et l'autre type qui peut être ouvert et fixé à n'importe quel endroit du rail.

Dispositif antichute associé à une longe avec absorbeur de choc pour rail



Ouvrir le mousqueton du dispositif antichute/longe avec absorbeur de choc



#### Utilisation du dispositif antichute

- Ouvrir le mousqueton du dispositif antichute/longe avec absorbeur de choc et l'insérer sur les deux anneaux métalliques situés à l'avant du harnais de protection.
- Accrocher le dispositif antichute sur le rail en l'insérant à l'extrémité inférieure puis en le faisant monter, et vérifier que le dispositif antichute est fixé au-dessus du verrou.
- Lorsqu'il est possible d'ouvrir le dispositif antichute, appuyer sur le loquet : les deux moitiés du dispositif antichute se séparent. Accrocher le dispositif antichute au rail en veillant à ce que la flèche soit tournée vers le haut. S'assurer que le loquet est bien fermé dans la bonne position.

#### 1.3.8 Dispositif antichute pour câble

Les échelles des tours peuvent être équipées de différents systèmes de protection contre les chutes. Il est donc crucial de s'assurer de la compatibilité entre les dispositifs antichute et le câble.

- Orienter le dispositif antichute dans le bon sens. La petite flèche située sur le côté du dispositif antichute doit être orientée vers le haut.
- Accrocher le dispositif antichute aux deux anneaux situés à l'avant du harnais de protection.
- Le mousqueton doit être verrouillé et sécurisé.

Dispositif antichute avec flèche orientée vers le haut



Utiliser le mousqueton pour fixer le dispositif antichute au harnais de protection

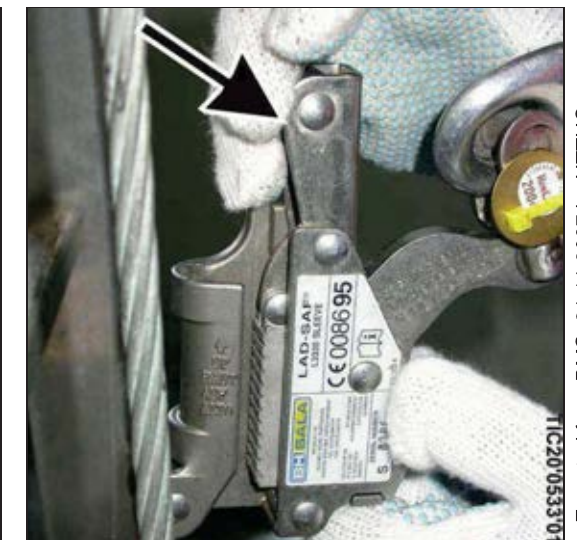


- Ouvrir le dispositif antichute en appuyant et en tournant le petit loquet de verrouillage situé sur le côté du câble.
- Ouvrir le dispositif antichute en le maintenant d'une main et en appuyant sur la partie supérieure.

Tourner le loquet de verrouillage



Ouvrir le dispositif antichute en appuyant sur la partie supérieure



- Une fois ouvert, fixer le dispositif antichute au câble par pression.
- Vérifier que le dispositif antichute est verrouillé et sécurisé sur le câble.

### 1.3.9 Inspection du dispositif antichute pour câble d'acier ou rail

Outre la vérification de sécurité légale du harnais de protection, l'utilisateur doit vérifier son dispositif antichute avant utilisation conformément aux instructions du fabricant. Il doit au minimum vérifier que toutes les parties en métal ou en PVC :

- ne sont pas oxydées ;
- ne sont pas modifiées par rapport à leur forme d'origine ;
- ne comportent pas de cassures/fissures ;
- ne présentent pas un mauvais fonctionnement ;
- n'ont aucun autre défaut incompatible avec la sécurité.

En cas de défaut susceptible de nuire à la solidité et au fonctionnement d'un dispositif, celui-ci doit être immédiatement mis hors service et envoyé en réparation.

## 1.4 Chaussures de sécurité

Les chaussures de sécurité approuvées sont obligatoires et doivent être portées en permanence par le personnel, notamment par les techniciens, les chauffeurs de camions, les grutiers et les visiteurs. Les chaussures de sécurité protègent des lésions, par exemple en cas de chute d'objet.

Les chaussures de sécurité peuvent revêtir différentes formes, mais leur principale fonction est de protéger les pieds contre les blessures et de garder les pieds au sec et au chaud. Les chaussures de sécurité doivent être adaptées aux conditions climatiques.

Le panonceau « chaussures de sécurité » indique que ces chaussures sont obligatoires. Les panonceaux sont installés dans les tours et dans les nacelles des éoliennes, et des pictogrammes sont ajoutés aux instructions de travail pour rappeler que le port des chaussures de sécurité est obligatoire.

### Inspection des chaussures de sécurité

Il est essentiel que les parties protectrices des chaussures de sécurité ne soient pas endommagées. En cas de problème, les chaussures de sécurité doivent être retirées et remplacées.

# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

<b>1</b>	<b>Travail en hauteur .....</b>	<b>2</b>
1.1	Travail à l'extérieur de l'éolienne .....	2
1.2	Travail à l'intérieur de l'éolienne .....	4
1.3	Point d'anchrage pour l'équipement de protection individuelle (EPI) .....	4

## 1 Travail en hauteur

Un équipement de descente d'urgence doit être disponible dans l'éolienne ou à proximité immédiate de la zone de travail.

Un harnais de protection doit être porté en cas de travail à des hauteurs supérieures à deux mètres si la plate-forme n'est pas équipée de rails de protection. À partir du moment où une personne entre dans la tour et doit travailler sur l'échelle ou grimper à l'échelle, elle doit porter un système individuel de protection contre les chutes.

- Porter le harnais de protection même si l'ascension se fait par l'ascenseur de la tour.
- Retirer le harnais de protection pour travailler à proximité de pièces en rotation (pour réduire le risque que l'équipement du harnais ne se prenne dans les pièces en rotation).

Si le travail comporte un risque de chute, la personne doit être accrochée à un point d'ancrage pour assurer sa sécurité.

Les échelles des tours peuvent être équipées de différents systèmes de protection contre les chutes. Il est donc crucial de s'assurer de la compatibilité entre les dispositifs antichute et les systèmes de protection contre les chutes.

- Le dispositif antichute attaché sur le harnais doit être compatible avec le système installé sur l'échelle de la tour.
- Le harnais de protection doit être parfaitement ajusté.
- Accrocher le dispositif antichute pour câble ou rail au harnais de protection.
- Accrocher le dispositif antichute au rail ou au câble de l'échelle.
- Chacun doit grimper à l'échelle à son propre rythme.
- Pour les éoliennes disposant d'un système de câble, seule une personne à la fois peut se trouver sur l'échelle de la tour.
- Pour les éoliennes disposant d'un système de rail, seule une personne à la fois peut se trouver sur l'échelle entre deux plateformes, et uniquement si les trappes sont fermées.
- Ne pas porter d'outils ou d'autres objets à la main ou dans une poche ouverte.
- Porter le petit équipement dans un sac à outils fermé porté dans le dos ou accroché au harnais de protection, si sa conception le permet.

### 1.1 Travail à l'extérieur de l'éolienne

Il est interdit de travailler dans des conditions météo extrêmes (vents violents, orage, etc.).

Pour le montage du moyeu avec pales sur la nacelle, verrouiller la transmission, le système de pas variable des pales et le système d'orientation avant le début du travail.

Si le travail est effectué à l'extérieur sur le toit de la nacelle, utiliser toujours deux longes. Ainsi, il est possible de se déplacer sur le toit de la nacelle en ayant en permanence une longe reliée au rail du toit.

### Conditions générales et équipement

Travailler en équipes d'au moins deux personnes.

Vérifier la présence d'équipements de premiers secours, de descente et de lutte contre les incendies à proximité de la zone de travail.

Pour travailler en hauteur, respecter les conditions suivantes :

- La plate-forme de levage ou la grue équipée de l'équipement de levage et du monte-hommes doit avoir été approuvée et munie d'un équipement de descente.
- L'équipe doit disposer des certificats et de la formation nécessaires (certificats d'utilisation de l'équipement et des machines).
- Des règles de communication claires doivent être déterminées entre l'équipe de la grue et l'équipe de travail ; elles peuvent prendre la forme de signaux manuels ou de communication par radio ou par téléphone.
- L'équipe doit avoir été formée à l'utilisation de l'équipement de sécurité (équipement de protection contre les chutes, équipement de descente d'urgence et ancrage dans le monte-hommes).
- Les outils utilisés doivent être accrochés à des points d'ancrage dans le monte-hommes.
- Si le monte-hommes est monté sur la grue, une corde de guidage doit être utilisée pour que le monte-hommes reste en position.
- Tous les points d'ancrage existants doivent être utilisés pour assurer la sécurité des personnes.

### Précautions

- La sécurité des personnes travaillant à l'extérieur de l'éolienne (sur la nacelle) doit être assurée par un dispositif de protection contre les chutes.
- En cas de travail à l'extérieur, les outils et les pièces doivent être attachés par des cordes et des cordes de positionnement.
- Les outils et les pièces doivent passer d'une personne à l'autre en sécurité.

## 1.2 Travail à l'intérieur de l'éolienne

### Conditions générales et équipement

Travailler en équipes d'au moins deux personnes.

Vérifier la présence d'équipements de premiers secours, de descente et de lutte contre les incendies à proximité de la zone de travail.

## 1.3 Point d'ancrage pour l'équipement de protection individuelle (EPI)

Les points d'ancrage pour l'équipement de protection individuelle sont situés à différentes endroits dans la tour et la nacelle et à l'extérieur de la nacelle et du moyeu. Ces points d'ancrage sont généralement marqués ou peints en jaune.

- Ne jamais utiliser d'installations non approuvées comme points d'ancrage pour l'équipement de protection contre les chutes.
- En cas de risque de chute, accrocher le crochet de la longe avec absorbeur de choc à un point d'ancrage approuvé.
- Vérifier que les points d'ancrage ne sont pas endommagés.
- Ne jamais utiliser les points d'ancrage destinés à l'équipement de protection contre les chutes comme points de levage.

# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

1	Sécurité des travaux électriques .....	2
1.1	Règles générales .....	2
1.2	Travail hors tension .....	3
1.3	Verrouillage et étiquetage .....	4
1.3.1	Procédure de verrouillage .....	4
1.3.2	Remise en service de l'équipement .....	5
1.4	Précautions pour le travail sur les installations haute tension .....	5
1.5	Travail sous tension .....	7
1.6	Équipement de protection individuelle .....	7

## 1 Sécurité des travaux électriques

Règle de base : il est interdit de démonter les plaques de protection ou d'ouvrir les portes verrouillées menant à des installations haute tension sans une instruction préparée et dispensée par une personne dûment qualifiée.

Le système de « verrouillage » doit comporter des verrous de sécurité avec des clés uniques pour éviter une remise sous tension accidentelle. Les clés doivent être conservées dans un lieu sûr, accessible uniquement par la personne responsable de l'exécution des travaux. Les précautions doivent être renforcées par de la documentation contenant des détails écrits formels sur les isolations et la mise à la terre, le cas échéant, pour éviter tout malentendu. Le début du travail ne sera autorisé qu'à réception de ce document de sécurité.

Les interventions sur des équipement haute tension doivent être réalisées par des personnes qualifiées ou formées. Si l'intervention ne peut pas être effectuée à distance, un équipement de protection individuelle adapté doit être porté.

### 1.1 Règles générales

L'électricité peut tuer. Les chocs non mortels peuvent cependant provoquer des blessures graves et irréversibles. Respecter l'électricité et prendre toutes les précautions de sécurité nécessaires. La plupart des accidents électriques se produisent alors que l'équipement n'était pas hors tension comme on le pensait, alors qu'on savait que l'équipement était sous tension mais les intervenants n'avaient pas la formation adaptée ou l'équipement adéquat ou n'avaient pas pris les précautions qui s'imposaient.

Tous les équipements électriques, qu'ils soient portables ou fixes, doivent être régulièrement inspectés conformément à la réglementation Vestas et aux normes locales, et entretenus selon les recommandations des fabricants.

Vérifier, avant utilisation, que les câbles d'alimentation et les rallonges ne sont ni endommagés ni usés. Les câbles défectueux ou usés ne doivent pas être utilisés. Les câbles et rallonges doivent rester à l'abri de l'eau, de la boue et de la circulation piétonne ou routière.

Réduire la tension peut diminuer le risque de blessure. Limiter donc la tension d'alimentation au maximum avant d'effectuer le travail, p. ex. lorsque des outils électriques sont utilisés, privilégier l'alimentation par batterie ou l'utilisation d'outils qui fonctionnent avec une tension de 110 V avec prise médiane à la terre. Si un équipement fonctionnant à de plus hautes tensions est utilisé (220/240 V), un dispositif à courant résiduel (RCD) peut offrir une sécurité supplémentaire.

Seules des prises conventionnelles doivent être utilisées pour les outils électriques.

Avant d'effectuer tout travail sur une installation électrique, une évaluation des risques doit être réalisée. Cette évaluation doit indiquer comment réaliser le travail de manière sûre.

Seul le personnel compétent et qualifié peut être autorisé à effectuer des travaux électriques.

L'accès aux installations électriques doit être strictement contrôlé ; lorsque deux installations ou plus se rejoignent, les personnes contrôlant ces installations doivent se mettre d'accord de manière formelle.

Identifier le circuit ou l'équipement sur lequel ou près duquel on travaille et définir ce qu'il convient de faire. Décider de travailler hors ou sous tension : le travail hors tension est toujours le choix par défaut ; le travail sous tension ne peut avoir lieu que s'il est totalement justifié.

Planifier le travail ; lorsque l'exécution du travail est complexe, la préparation doit se faire par écrit.

Signaux et intervalles de temps convenus sont interdits pour la mise sous tension ou hors tension.

### 1.2 Travail hors tension

L'équipement/circuit objet de l'intervention doit rester déconnecté de toute source d'alimentation électrique et l'isolation doit être sécurisée grâce à un dispositif de verrouillage et une étiquette.

Le circuit DOIT être considéré comme étant sous tension tant que sa mise hors tension n'a pas été prouvée. Utiliser un équipement de protection individuelle approuvé pour le travail sous tension tant qu'il n'a pas été prouvé que le circuit est hors tension.

La méthode « vérification - test - vérification » doit toujours être appliquée ; et ce à l'aide d'un équipement de test sûr et approuvé (appareil de mesure), qui est contrôlé avant et après le test du circuit. Dans un système ou équipement triphasé avec plus d'une alimentation, prouver que TOUS les conducteurs d'alimentation sont hors tension.

Il est interdit de retirer les plaques de protection tant qu'il n'a pas été vérifié que les composants protégés sont hors tension. Si les procédures standard ne peuvent pas être suivies, une évaluation des risques doit être réalisée.

Pour réduire davantage les risques, il est préférable que tous les conducteurs soient mis à la terre à l'aide d'un dispositif ou de fils de mise à la terre appropriés. Ceci est indispensable pour les équipements haute tension et à énergie accumulée comme les condensateurs. Dans les équipements basse tension, la mise à la terre peut être irréalisable ou il existe un risque de court-circuit provenant des parties sous tension voisines.

Lorsque l'équipement a été mis hors tension, il peut être encore nécessaire de se protéger de tout contact accidentel avec les parties sous tension voisines. Pour cela, utiliser des barrières physiques et/ou un matériau isolant temporaire.

### 1.3 Verrouillage et étiquetage

Cette procédure définit les conditions minimales de verrouillage des dispositifs d'isolation en cas d'intervention sur des équipements.

Cette procédure permet de garantir l'arrêt de l'équipement, son isolement de toutes les sources d'énergie potentielles et son verrouillage avant toute intervention de maintenance préventive ou curative. Cela rend impossible toute reconnexion ou le redémarrage imprévu de l'équipement.

Tout le personnel doit respecter les normes qui lui sont imposées en cas de verrouillage et étiquetage d'un équipement. Les personnes qualifiées doivent effectuer le verrouillage conformément à cette procédure. Si une personne s'apprête à réaliser une activité de maintenance préventive ou curative sur une machine et qu'elle réalise que la machine ou une partie de l'équipement est verrouillée et étiquetée, elle ne doit PAS démarrer, mettre sous tension ou utiliser la machine ou l'équipement.

#### 1.3.1 Procédure de verrouillage

1. Toutes les personnes concernées doivent être averties qu'une opération de maintenance préventive ou curative est requise sur une machine ou un équipement et que la machine ou l'équipement sera arrêté et verrouillé dans ce but.
2. La personne qualifiée doit consulter le manuel de l'éolienne, les work instructions ou un autre document pour identifier les précautions nécessaires pour réaliser le travail de manière sûre. Elle doit être consciente des dangers et doit être familiarisée avec les méthodes de contrôle des risques.
3. Si la machine ou l'équipement est en fonctionnement, utiliser la méthode habituelle pour l'arrêter (bouton d'arrêt, ouverture de l'interrupteur, etc.).
4. Faire fonctionner les dispositifs d'isolation pour isoler la machine ou l'équipement des sources d'énergie.
5. Les dispositifs d'isolation doivent être sécurisés pour éviter toute reconnexion, de préférence en verrouillant le mécanisme de fonctionnement avec les verrous individuels indiqués. En l'absence de dispositif de verrouillage, une mesure de blocage équivalente doit être prise.
6. Une note ou une étiquette sera placée sur le point de déconnexion afin que tout le monde sache qu'un travail est en cours.
7. L'énergie emmagasinée, p. ex. condensateurs, doit être dissipée grâce à des méthodes telles que libération de l'énergie par les résistances petit à petit ou mise à la terre.
8. La machine ou l'équipement est maintenant verrouillé.

9. Vérifier que la machine ou l'équipement est hors tension au niveau de tous les conducteurs d'alimentation aussi près que possible du site de l'intervention.
10. Effectuer toutes les mises à la terre nécessaires.
11. Se protéger contre les pièces sous tension voisines, si nécessaire. Utiliser l'équipement de protection individuelle adapté.
12. L'autorisation de commencer le travail peut être donnée.

#### 1.3.2 Remise en service de l'équipement

Une fois l'opération de maintenance préventive ou curative terminée et la machine ou l'équipement prêt à reprendre le travail, suivre les étapes suivantes.

1. Enlever les mises à la terre, les barrières ou le matériau isolant. Utiliser l'EPI approprié.
2. Vérifier les alentours immédiats de la machine ou de l'équipement pour s'assurer que tous les objets non indispensables ont été retirés et que les composants de la machine ou de l'équipement sont intacts et prêts à fonctionner.
3. Vérifier la zone de travail pour s'assurer que toutes les personnes présentes sont en sécurité ou qu'elles se sont éloignées.
4. Vérifier que les commandes sont au point mort.
5. Retirer les dispositifs de verrouillage et remettre la machine ou l'équipement sous tension.
6. Les employés concernés doivent être avertis que les activités de maintenance préventive ou curative sont terminées et que la machine ou l'équipement est opérationnel.

### 1.4 Précautions pour le travail sur les installations haute tension

Dans ce manuel, la haute tension est définie comme supérieure à 1 000 V CA ou 1 500 V CC (aux États-Unis : toute tension supérieure à 600 V).

La haute tension peut créer des étincelles dans l'air, il n'est donc pas nécessaire de toucher les parties sous tension pour souffrir de chocs ou de brûlures.

Règle de base : il est interdit de démonter les plaques de protection ou d'ouvrir les portes verrouillées menant à des installations haute tension sans un document de sécurité écrit, préparé et diffusé par une personne dûment qualifiée.



L'opérateur ou le technicien de maintenance n'est autorisé à contourner les protections/portes qu'une fois la haute tension isolée, verrouillée et clairement mise à la terre. Les précautions de sécurité prises pour travailler sur les installations haute tension doivent être appliquées par le personnel spécifiquement qualifié pour effectuer ces tâches. La personne qualifiée doit donner par écrit l'autorisation d'accéder aux installations haute tension.

Les travaux sur des installations haute tension doivent être exécutés conformément aux réglementations nationales et aux règles de sécurité reconnues en la matière. La mise à la terre des conducteurs entre le point de travail et le point de déconnexion est essentielle ; des mises à la terre supplémentaires peuvent être nécessaires en cas de mauvaise visibilité ou d'éloignement du point de travail.

Le système de « verrouillage » doit comporter des verrous de sécurité avec des clés uniques pour éviter toute remise sous tension accidentelle. Les clés doivent être conservées dans un lieu sûr, accessible uniquement par la personne responsable de l'exécution des travaux. Les précautions doivent être renforcées par de la documentation contenant des détails écrits formels sur les isolations et la mise à la terre, le cas échéant, pour éviter tout malentendu. Le début du travail ne sera autorisé qu'à réception de ce document de sécurité.

- Les interventions sur des équipement haute tension doivent être réalisées par des personnes qualifiées ou formées. Si l'intervention ne peut pas être effectuée à distance, un équipement de protection individuelle adapté doit être porté.
- L'équipement électrique doit être isolé par une personne compétente et spécifiquement qualifiée.
- Confirmer à l'aide d'un équipement de test approuvé que l'équipement sur lequel on intervient est hors tension.
- L'équipement de test approuvé doit être contrôlé avant et après la vérification du circuit. Vérification-test-vérification.
- L'équipement de test doit être résistant à la tension de contact et ne doit pas permettre qu'une partie du corps empiète sur la distance de sécurité.
- Le point d'isolation doit être verrouillé et la personne responsable des travaux doit en conserver la clé en lieu sûr.
- Effectuer des mises à la terre entre le point d'isolation et la zone de travail.
- Un document de sécurité préparé et diffusé indique exactement ce qui a été sécurisé, comment cela a été fait et quel travail est à faire. Personne ne doit effectuer un travail qui n'est pas spécifié dans le document de sécurité.

## 1.5 Travail sous tension

Le travail sous tension ne doit pas être la règle. Le travail sous tension dans un but pratique sera limité à un test de diagnostic. Le test de diagnostic peut avoir été effectué sous tension, mais NE PAS considérer que la réparation peut l'être. Ne pas oublier de verrouiller et étiqueter.

- Le travail sous tension ne peut être effectué que par des personnes compétentes qui ont suivi une formation sur les exigences particulières en la matière. Ce niveau de compétence doit être confirmé par écrit.
- La personne réalisant le travail doit ôter tout objet métallique tel que montres, bagues, bracelets, etc.
- Un objet métallique proche, électriquement lié à la terre, ou des conducteurs ayant un potentiel différent de celui sur lequel on travaille, doivent disposer de barrières de protection ou d'un blindage fait d'un matériau d'isolation suffisamment fort pour éviter un dégât accidentel.
- Utiliser des outils isolés approuvés, des tapis, des gants isolants et autres vêtements de protection adaptés.
- Utiliser des instruments et capteurs de test approuvés.
- Deux personnes au moins doivent être présentes en cas de travaux sous tension. La seconde personne doit être formée à reconnaître tout danger, à mettre l'alimentation hors tension et apporter son aide en cas d'urgence.

## 1.6 Équipement de protection individuelle

Les techniciens de maintenance doivent utiliser un équipement de protection individuelle et des outils isolés approuvés.

Seuls des outils isolés approuvés peuvent être utilisés car ils sont suffisamment résistants aux dégâts physiques. Ils doivent être inspectés fréquemment et ne pas être utilisés en cas de dommage. Les instruments de test doivent avoir des capteurs isolés et des fusibles avec un pouvoir de coupure élevé.

L'équipement de protection individuel doit être fourni lorsqu'il réduit les risques de contact avec les parties sous tension ; p. ex. gants isolants, tapis en caoutchouc.

Les normes reconnues et la législation nationale doivent être respectées.

Le personnel qui effectue des travaux sur des équipements électriques doit respecter les règles suivantes :

- Utilisation de gants en caoutchouc approuvés.
- Utilisation de revêtements isolants approuvés.
- Utilisation de chaussures isolantes approuvées.

- Utilisation d'outils isolants approuvés.
- Utilisation d'équipements et de câbles de test approuvés.



Gants en caoutchouc approuvés



Exemple de tampon d'approbation



Jeu de tournevis isolés



Pinces allongées et tenailles  
coupantes approuvées et isolées



Exemple d'équipement de test



# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

<b>1</b>	<b>Travaux hydrauliques .....</b>	<b>2</b>
1.1	Périmètre de sécurité et sécurisation des systèmes.....	2
1.1.1	Périmètre de sécurité et procédure de sécurité .....	2
1.1.2	Remise en service de l'équipement .....	3
1.2	Huile hydraulique (systèmes sous pression).....	3
1.3	Travail avec des outils hydrauliques .....	4
1.4	Travail avec des actionneurs hydrauliques .....	4
1.5	Travail avec des accumulateurs hydrauliques .....	4

## 1 Travaux hydrauliques

### 1.1 Périmètre de sécurité et sécurisation des systèmes

Cette procédure définit les conditions minimales de mise en place d'un périmètre de sécurité et de sécurisation des systèmes en cas d'activités de maintenance préventive ou curative sur des éoliennes ou autres équipements. Cette procédure permet de garantir l'arrêt de la machine ou de l'équipement, son isolement de toutes les sources d'alimentation potentiellement dangereuses, sa sécurisation et la mise en place d'un périmètre de sécurité avant toute intervention de maintenance préventive ou curative, notamment dans les cas où un circuit pourrait par inadvertance être alimenté ou mis sous pression, la machine ou l'équipement être mis en marche ou de l'énergie emmagasinée être libérée, d'où un risque de blessure.

Si un employé remarque que des pièces d'une machine ou d'un équipement sont isolées par un périmètre de sécurité ou sécurisées, il ne doit pas retirer le cordon ni mettre l'équipement en marche sans avoir vérifié précisément si d'autres personnes travaillent sur un équipement ou une machine ou à proximité ou sans s'être assuré de la raison d'être du périmètre de sécurité.

#### 1.1.1 Périmètre de sécurité et procédure de sécurité

1. Tous les employés concernés doivent être avertis qu'une opération de maintenance préventive ou curative est requise sur une machine ou un équipement et que la machine ou l'équipement doit être arrêté, isolé par un périmètre de sécurité et sécurisé dans ce but.
2. Les employés doivent consulter le manuel de l'éolienne ou la work instruction pour connaître la puissance et la tension de la machine ou de l'équipement concerné. Les employés doivent être conscients des dangers d'un équipement pressurisé et doivent être familiarisés avec les méthodes de contrôle.
3. Si la machine ou l'équipement est en fonctionnement, utiliser la procédure d'arrêt habituelle pour l'arrêter.
4. La machine ou l'équipement doit être séparé de la source d'énergie par le dispositif d'isolation..
5. Utiliser les verrous individuels attribués pour verrouiller les dispositifs d'isolation.
6. Libérer ou contenir l'énergie emmagasinée ou l'énergie résiduelle (condensateurs, ressorts, pièces de machines soulevées, volant rotatif, systèmes hydrauliques, et air, gaz, vapeur ou eau sous pression, etc.) au moyen de méthodes telles que la mise à la terre, le repositionnement, l'obturation, etc.
7. Vérifier l'isolation de l'équipement par exemple en activant le bouton-poussoir ou toute autre commande habituelle ou en testant que l'équipement ne fonctionne pas.

8. La machine ou l'équipement est maintenant isolé par un périmètre de sécurité et sécurisé.

#### 1.1.2 Remise en service de l'équipement

Une fois l'opération de maintenance préventive ou curative terminée et la machine ou l'équipement prêt à reprendre le travail, procéder comme suit :

1. Vérifier les alentours immédiats de la machine ou de l'équipement pour s'assurer que tous les objets non indispensables ont été retirés et que les composants de la machine ou de l'équipement sont intacts et prêts à fonctionner.
2. Vérifier la zone de travail pour s'assurer que toutes les personnes présentes sont en sécurité ou qu'elles se sont éloignées.
3. Vérifier que les commandes sont au point mort.
4. Retirer les cordons et remettre la machine ou l'équipement sous tension. Note : certains verrous nécessitent que la machine soit remise sous tension avant de pouvoir être enlevés.
5. Les employés concernés doivent être avertis que les activités de maintenance préventive ou curative sont terminées et que la machine ou l'équipement est prêt à fonctionner.

### 1.2 Huile hydraulique (systèmes sous pression)

Il est interdit de travailler sur des systèmes hydrauliques sous pression. Les systèmes hydrauliques doivent être dépressurisés avant que tout travail n'y soit effectué.

- Utiliser la procédure de « périmètre de sécurité et sécurisation du système » pour empêcher que le système hydraulique ne soit remis en marche accidentellement.
- Utiliser des vêtements de protection adaptés.
- Éviter toute inhalation de vapeur d'huile hydraulique.
- Utiliser des vêtements adaptés et éviter tout contact avec la peau.
- Utiliser des lunettes ou des masques de protection et éviter tout contact avec les yeux.
- Changer les vêtements contaminés le plus rapidement possible.
- Utiliser des gants.
- En cas de projection provoquée par un élément sous haute pression, consulter immédiatement un médecin.
- Éviter les déversements.

### 1.3 Travail avec des outils hydrauliques

Les outils hydrauliques fonctionnent sous haute pression et engendrent de puissantes forces. En dehors des points mentionnés ci-dessus, suivre les règles en cas de travail avec des outils hydrauliques.

- Vérifier que les outils hydrauliques ne sont pas endommagés et qu'ils fonctionnent correctement.
- Éloigner les doigts et autres parties du corps des outils hydrauliques en marche lorsqu'ils sont sous pression.
- Éviter de tenir les conduites hydrauliques à la main quand les outils sont sous pression.
- Utiliser des gants.
- Utiliser uniquement des clés dynamométriques hydrauliques préalablement inspectées et calibrées conformément aux exigences de Vestas.

### 1.4 Travail avec des actionneurs hydrauliques

Quand les actionneurs hydrauliques sont mis en marche, ils fonctionnent sous haute pression et engendrent de puissantes forces.

Outre les points mentionnés dans la procédure de « périmètre de sécurité et sécurisation du système », suivre les règles ci-dessous en cas de travail avec des actionneurs hydrauliques.

- Éloigner les doigts et autres parties du corps des actionneurs hydrauliques lorsqu'ils sont sous pression.
- Éviter de se faire coincer derrière ou dans les actionneurs.
- Dépressuriser les systèmes hydrauliques avant toute opération de démontage.
- Monter un verrou de pas en cas de travail près des vérins de pas dans le moyeu.

### 1.5 Travail avec des accumulateurs hydrauliques

Les accumulateurs hydrauliques sont pré-chargés avec des gaz et sont capables de créer de fortes pressions hydrauliques.

Outre les points mentionnés dans la procédure de « périmètre de sécurité et sécurisation du système », suivre les règles ci-dessous en cas de travail avec des accumulateurs hydrauliques.

- Avant de commencer à travailler sur un système hydraulique, l'arrêter et le sécuriser pour qu'il ne puisse pas démarrer accidentellement.

Avant toute opération de démontage, s'assurer que le système est dépressurisé.

# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

<b>1</b>	<b>Travail sur des pièces rotatives</b>	<b>2</b>
1.1	Généralités	2
1.2	Périmètre de sécurité et sécurisation des systèmes	2
1.2.1	Périmètre de sécurité et procédure de sécurité	2
1.2.2	Remise en service de l'équipement	3
1.3	Verrouillage mécanique du rotor	4
1.3.1	Travail sur le moyeu et sur les pales	4
1.3.2	Travail sur le multiplicateur et sur le système de lubrification du multiplicateur	4
1.3.3	Travail sur le couplage et sur le frein	4
1.3.4	Travail sur le générateur	4
1.3.5	Travail sur le système d'orientation	5
1.3.6	Travail électrique dans la nacelle	5
1.3.7	Travail sur le système hydraulique du système de pas variable et le système de freinage	5
1.3.8	Travail à l'extérieur de l'éolienne	5
1.3.9	Remplacement de composants	5

## 1 Travail sur des pièces rotatives

### 1.1 Généralités :

Outre les exigences énumérées dans ce manuel, il est important d'évaluer chaque situation individuellement avant de commencer à travailler sur les pièces rotatives.

Pour éviter les accidents et les presque-accidents, qui peuvent être évités en verrouillant mécaniquement le rotor, suivre les directives suivantes :

- Arrêter l'éolienne.
- Activer le frein.
- Verrouiller le rotor.
- Orienter la nacelle à 90° hors vent (pour faciliter la poussée sur le plan du rotor).

Il est interdit de travailler sur l'éolienne quand la vitesse du vent excède les valeurs de conception mécanique du système de verrouillage, telles qu'elles sont décrites dans le manuel de l'éolienne.

Sur les éoliennes qui ne peuvent pas être verrouillées mécaniquement, une évaluation des risques doit être menée et des mesures doivent être prises pour que le travail soit effectué sans risque pour la santé et la sécurité.

### 1.2 Périmètre de sécurité et sécurisation des systèmes

Cette procédure définit les conditions minimales de mise en place d'un périmètre de sécurité et de sécurisation des systèmes en cas d'activités de maintenance préventive ou curative sur des éoliennes ou autres équipements. Cette procédure permet de garantir l'arrêt de la machine ou de l'équipement, son isolement de toutes les sources d'alimentation potentiellement dangereuses, sa sécurisation et la mise en place d'un périmètre de sécurité avant toute intervention de maintenance préventive ou curative, notamment dans les cas où un composant pourrait par inadvertance se mettre à tourner, la machine ou l'équipement se mettre en marche ou de l'énergie emmagasinée être libérée, d'où un risque de lésion.

Si un employé remarque que des pièces d'une machine ou d'un équipement sont isolées par un périmètre de sécurité ou sécurisées, il ne doit pas retirer le cordon ni mettre l'équipement en marche sans avoir vérifié précisément si d'autres personnes travaillent sur un équipement ou une machine ou à proximité ou sans s'être assuré de la raison d'être du périmètre de sécurité.

#### 1.2.1 Périmètre de sécurité et procédure de sécurité

1. Tous les employés concernés doivent être avertis qu'une opération de maintenance préventive ou curative est requise sur une machine ou un équipement et que la machine ou l'équipement doit être arrêté, isolé par un périmètre de sécurité et sécurisé dans ce but.

2. Les employés doivent consulter le manuel de l'éolienne ou la work instruction pour connaître la puissance et la tension de la machine ou de l'équipement concerné. L'employé doit être conscient des risques liés à la tension et doit être familiarisé avec les méthodes de contrôle de la tension.
3. Si la machine ou l'équipement est en fonctionnement, utiliser la procédure d'arrêt habituelle pour l'arrêter.
4. La machine ou l'équipement doit être séparé de la source d'alimentation par le dispositif d'isolation.
5. Le dispositif d'isolation doit être isolé par un périmètre de sécurité et sécurisé par son propre verrou (consignation).
6. Libérer ou contenir l'énergie résiduelle emmagasinée (condensateurs, ressorts, pièces de machines soulevées, volant rotatif, systèmes hydrauliques, et air, gaz, vapeur ou eau sous pression, etc.) au moyen de méthodes telles que la mise à la terre, le repositionnement, l'obturation, etc.
7. Vérifier que l'équipement n'est connecté à aucune source d'alimentation par exemple en activant le bouton-poussoir ou toute autre commande habituelle ou en testant que l'équipement ne fonctionne pas.
8. La machine ou l'équipement est maintenant isolé par un périmètre de sécurité et sécurisé.

#### 1.2.2 Remise en service de l'équipement

Une fois l'opération de maintenance préventive ou curative terminée et la machine ou l'équipement prêt à reprendre le travail, suivre les étapes suivantes.

1. Vérifier les alentours immédiats de la machine ou de l'équipement pour s'assurer que tous les objets non indispensables ont été retirés et que les composants de la machine ou de l'équipement sont intacts et prêts à fonctionner.
2. Vérifier la zone de travail pour s'assurer que toutes les personnes présentes sont en sécurité ou qu'elles se sont éloignées.
3. Vérifier que les commandes sont au point mort.
4. Retirer les cordons et remettre la machine ou l'équipement sous tension. Note : certains verrous nécessitent que la machine soit remise sous tension avant de pouvoir être enlevés.
5. Les employés concernés doivent être avertis que les activités de maintenance préventive ou curative sont terminées et que la machine ou l'équipement est prêt à fonctionner.

### 1.3 Verrouillage mécanique du rotor

**Il est interdit de réaliser les travaux énumérés ci-dessous tant que l'éolienne n'a pas été verrouillée mécaniquement.**

#### 1.3.1 Travail sur le moyeu et sur les pales

- Entrer dans le moyeu et le cône de protection.
- Il est interdit de se tenir ou de travailler dans/à proximité de la pale, si le rotor et la pale n'ont pas été verrouillés.
- Sur les modèles V27-V52, verrouiller mécaniquement la traverse de pas variable avant tout travail dans le moyeu.

#### 1.3.2 Travail sur le multiplicateur et sur le système de lubrification du multiplicateur

Travail sur le multiplicateur et sur le système de lubrification du multiplicateur si ceci implique :

- Démontage et réglage de pièces mécaniques
- Resserrage
- Activation du disque d'accouplement
- Inspection interne – sauf s'il s'agit d'une inspection visuelle

#### 1.3.3 Travail sur le couplage et sur le frein

Travail sur le couplage et sur le système de freinage si ceci implique :

- Démontage et réglage de pièces mécaniques
- Resserrage
- Inspection du couplage
- Lubrification

#### 1.3.4 Travail sur le générateur

Travail sur le générateur si ceci implique :

- Démontage et réglage de pièces mécaniques
- Resserrage
- Travail sur les systèmes/unités de collecteur

#### 1.3.5 Travail sur le système d'orientation

Outre le verrouillage du rotor, l'éolienne doit être sécurisée contre toute orientation involontaire si ceci implique :

- Démontage de pièces mécaniques
- Impossibilité d'utiliser les freins d'orientation

#### 1.3.6 Travail électrique dans la nacelle

- Si ce travail implique la mise hors tension de l'unité centrale et la réalisation de travaux sur des pièces rotatives de la transmission.

#### 1.3.7 Travail sur le système hydraulique du système de pas variable et le système de freinage

Travail sur le système hydraulique du système de pas variable et le système de freinage si ceci implique :

- Démontage de pièces mécaniques
- Pompes hydrauliques en panne

#### 1.3.8 Travail à l'extérieur de l'éolienne

Outre le verrouillage du rotor, l'éolienne doit être sécurisée contre toute orientation ou réglage de pas variable involontaire si ceci implique :

- Travail avec une grue extérieure
- Utilisation d'un monte-hommes ou ascension de la tour
- Utilisation d'autres systèmes de levage ou d'échafaudages.

#### 1.3.9 Remplacement de composants

Remplacement de composants, si ceci implique :

- Remplacement de composants, capteurs, etc. à proximité de pièces rotatives non protégées.

# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

1	Travail avec des substances dangereuses .....	2
1.1	Substances dangereuses .....	2
1.2	Huile et lubrifiants .....	3
1.3	Fluides de refroidissement .....	3
1.4	Nettoyage et détergents .....	3
1.5	Peinture et solvants .....	4

## 1 Travail avec des substances dangereuses

### 1.1 Substances dangereuses

Les employés travaillant avec des substances dangereuses/produits chimiques doivent être formés sur les risques liés à leur utilisation et sur l'importance d'un équipement de protection individuelle adapté.

Le mode d'emploi des substances dangereuses/produits chimiques doit toujours être fourni par le fabricant (FDS) dans la langue locale.

Les nouvelles substances dangereuses/chimiques à utiliser doivent être approuvées par le responsable avant utilisation pour s'assurer que seuls des matériaux et substances non nocifs pour les employés ou l'environnement sont utilisés et que les employés disposent de l'équipement de protection adapté.

Si une substance dangereuse/chimique est transvasée de son conteneur d'origine dans un autre conteneur, le nouveau conteneur doit être étiqueté correctement.

Il est interdit de fumer, de manger ou de boire dans la zone d'utilisation des matériaux dangereux.

Toutes les huiles résiduelles et/ou les substances dangereuses doivent être recueillies et stockées dans une zone sécurisée en prévision de leur élimination ou de leur recyclage hors site. La zone de collecte doit pouvoir contenir un nombre de conteneurs suffisant pour assurer l'efficacité du transport et de la mise au rebut.

Toutes les substances dangereuses doivent être stockées et manipulées conformément aux instructions du fabricant (FDS) et à la législation locale.

Les déversements de substances dangereuses doivent être contenus et immédiatement enlevés. En cas de déversement de taille significative, le notifier aux autorités (cf. plan d'intervention d'urgence). Les opérations de nettoyage doivent être lancées rapidement, conformément aux instructions du fabricant (FDS) concernées et au plan d'intervention d'urgence.

Le personnel travaillant avec des substances dangereuses doit toujours utiliser un équipement de protection adapté, cf. instruction pour le travail en question. L'équipement de protection habituel utilisé par Vestas comporte :

- Vêtement de travail adapté
- Gants
- Lunettes et masques de protection
- Masque ou protection respiratoire.

Le personnel qui travaille avec des substances dangereuses doit toujours éviter :

- D'inhaler des vapeurs.
- Tout contact avec la peau.
- De porter des vêtements contaminés.

## 1.2 Huile et lubrifiants

En cas d'utilisation d'huile et de lubrifiants, respecter les règles suivantes pour éviter les problèmes de santé.

- Utiliser un équipement de protection adapté.
- Ne pas inhaler les vapeurs (les huiles chaudes provoquent de grandes quantités de vapeur).
- Éviter de contaminer les vêtements – changer de vêtements si nécessaire.
- Éviter tout contact des lubrifiants et des huiles avec les yeux – porter des lunettes ou un masque de protection en cas d'utilisation d'huile.
- Éviter tout contact avec la peau et porter des gants adéquats.
- Faire preuve d'une bonne hygiène personnelle.

## 1.3 Fluides de refroidissement

Les liquides des systèmes de refroidissement peuvent être très chauds et sous pression. Il est donc important de suivre les règles ci-dessous pour éviter les problèmes de santé.

- Pas d'exigences spéciales en matière de protection respiratoire en conditions normales et quand une ventilation adéquate est possible.
- Porter des lunettes ou un masque de protection en cas de risque d'éclaboussure.
- Éviter tout contact avec la peau et porter des gants adéquats.

Faire preuve d'une bonne hygiène personnelle.

## 1.4 Nettoyage et détergents

Certaines opérations d'installation ou de maintenance impliquent l'utilisation de différents détergents ou produits chimiques.

Dans la mesure du possible, Vestas Wind Systems A/S fournit des détergents et des produits chimiques sans risque pour la santé et pour l'environnement. L'utilisation de produits chimiques est limitée au minimum.

En cas d'utilisation de détergents ou de produits chimiques, utiliser l'équipement de protection individuelle adéquat et lire les instructions du fabricant (FDS) avant utilisation.

- Éviter d'inhaler les vapeurs.
- Porter des gants et des vêtements de protection.
- Éviter tout contact avec la peau et porter des gants adéquats.

## 1.5 Peinture et solvants

Certains travaux d'installation, d'entretien et de maintenance peuvent impliquer l'utilisation de peintures et de solvants. Respecter les règles suivantes en cas d'utilisation de peintures et de solvants.

- Utiliser un équipement de protection adapté.
- Assurer une ventilation adéquate.
- Éviter d'inhaler les vapeurs.
- Utiliser un dispositif de protection respiratoire adapté.
- Utiliser des lunettes ou un masque de protection.
- Éviter tout contact avec la peau et porter des gants adéquats.
- Ne pas porter de vêtements contaminés.



# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

1	<b>Outils et autres équipements</b> .....	2
1.1	Outils électriques, pneumatiques et hydrauliques .....	2
1.2	Échelles .....	2
1.3	Échafaudages .....	3
1.4	Bouteilles d'air/de gaz .....	3

## 1 Outils et autres équipements

### 1.1 Outils électriques, pneumatiques et hydrauliques

Tous les outils électriques doivent être mis à la terre ou doublement isolés.

Avant de les utiliser, vérifier que les outils électriques ne présentent pas de défauts, de pièces desserrées, de dispositifs de sécurité modifiés, un cordon ou tube d'alimentation usé ou défectueux. Il est interdit d'utiliser des outils modifiés ou défectueux ; les outils défectueux doivent être immédiatement signalés au supérieur responsable du site.

Tous les employés qui travaillent avec des outils doivent être formés à leur utilisation avant de commencer à travailler.

Après utilisation, déconnecter les outils de l'alimentation ou les dépressuriser le cas échéant. Stocker les outils dans un lieu sûr et protégé des conditions climatiques, de la saleté et de l'humidité.

Vérifier les alentours avant d'utiliser un outil. Avertir les personnes qui se tiennent à proximité avant de commencer à travailler avec des outils.

Toute personne qui utilise un outil doit être préparée à un éventuel blocage de l'outil. La personne doit être stable sur ses jambes, ne pas être en situation de déséquilibre, ne pas porter de vêtements amples non retenus et doit s'attacher les cheveux.

Toutes les meuleuses, portables et fixes, doivent être équipées de protections. Il est interdit de modifier ou de retirer un dispositif de protection.

Fermer et purger le conduit d'air avant de débrancher les outils pneumatiques.

Il est interdit d'utiliser l'air comprimé pour se nettoyer ou nettoyer ses vêtements.

Utiliser un équipement et des vêtements de protection adaptés en cas de travaux avec des outils.

### 1.2 Échelles

Avant d'utiliser une échelle, vérifier que ses montants ne sont pas fissurés, qu'aucun barreau n'est manquant ou défectueux et qu'elle ne présente aucun autre signe d'usure. Les échelles défectueuses doivent être immédiatement mises hors service.

Il est important de choisir une échelle qui dépasse d'au moins un mètre le haut de la plate-forme supérieure.

Une barre d'écartement ou un dispositif de verrouillage doit être monté sur tous les escabeaux afin de maintenir l'écart entre les deux sections.

Ne jamais peindre ou modifier d'une quelconque manière les échelles en bois. Placer les étiquettes d'identification ou d'avertissement sur un côté seulement d'un des montants.

Toujours utiliser une échelle en fibre de verre pour travailler dans ou près d'un transformateur ou sur des équipements électriques.

Les échelles doivent toujours être propres (exemptes d'huile, de graisse et d'autres substances glissantes).

### 1.3 Échafaudages

Vérifier les échafaudages avant de s'en servir.

Seuls les échafaudages et les planches approuvés peuvent être utilisés.

Les planches doivent être fixées pour éviter qu'elles ne glissent.

Les échafaudages doivent être équipés de rampes et de plinthes. Les rampes et les plinthes doivent être fixées.

Les échafaudages sur roulettes doivent être déplacés depuis le bas et non depuis le haut.

- Avant de déplacer un échafaudage, retirer tous les outils et matériaux.
- Une fois l'échafaudage en place, verrouiller les roues.

Il est interdit de grimper sur l'échafaudage ou sur les fixations. Utiliser une échelle pour accéder aux plates-formes.

### 1.4 Bouteilles d'air/de gaz

Qu'ils soient vides ou pleins, les réservoirs à gaz comprimé doivent être stockés en position droite et attachés pour éviter qu'ils ne tombent ou ne se renversent.

Enlever les régulateurs, fermer soigneusement les valves et boucher les bouteilles après utilisation et pendant le stockage.

Pour déplacer les bouteilles de gaz, les maintenir en position droite et utiliser des blocs et des fixations pour attacher les bouteilles au moyen de transport.

Avant de déplacer une bouteille de gaz, retirer les régulateurs et installer les bouchons.

En cas d'utilisation d'une grue par exemple, utiliser un étrier ou un équipement adapté pour fixer la bouteille.

Ne pas utiliser d'élingues ou de crochets pour déplacer les bouteilles.

# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

<b>1</b>	<b>Véhicules, transport lourd et équipements de levage</b> .....	<b>2</b>
1.1	Véhicules .....	2
1.2	Grues (mobiles) .....	2
1.3	Équipements lourds (chariots élévateurs, camions à chargement avant, appareils de levage télescopiques et bulldozers) .....	3

## 1 Véhicules, transport lourd et équipements de levage

### 1.1 Véhicules

Tous les véhicules utilisés doivent être contrôlés au début de la période de travail pour vérifier que les pièces, les équipements et les accessoires sont en état de fonctionnement et exempts de dommages susceptibles d'entraîner une panne.

Les véhicules qui nécessitent une réparation doivent être signalés et réparés dès que possible.

### 1.2 Grues (mobiles)

Seuls les employés formés et habilités sont autorisés à manœuvrer les grues, et uniquement si cela fait partie de leur travail habituel. Tous les grutiers du site doivent pouvoir fournir, sur demande, des certifications valides.

Les grues ainsi que les équipements de levage et d'ancrage doivent tous être correctement entretenus et officiellement contrôlés par une personne compétente au moins une fois par an et conformément à la législation nationale. Des copies des certificats d'inspection et de test doivent être conservées sur le site dans un endroit accessible.

Tous les équipements doivent être visuellement inspectés par l'utilisateur avant et après utilisation (inspection informelle).

Si l'inspection visuelle sur site ou bien l'inspection ou le test réglementaire met en évidence un défaut sur un équipement de levage, une étiquette « Défectueux » doit être apposée et l'équipement doit être immédiatement retiré du site de travail.

Avant l'exécution d'une quelconque opération de levage avec une grue, vérifier que la grue est approuvée, testée et certifiée pour ce genre de travail.

Le travail de levage doit être planifié à partir d'une évaluation des risques et toutes les personnes impliquées doivent être formées à leurs tâches.

Vestas est responsable de la sécurité générale, mais l'opérateur de la grue est le maître de l'opération de levage et doit être obéi.

Les longerons doivent être placés sur une base solide.

La flèche, les câbles et les charges de la grue doivent toujours rester à bonne distance des lignes haute tension. Si cela est impossible, les lignes électriques doivent être mises hors tension.

Il est interdit de faire passer une charge au-dessus d'une personne. Il est strictement interdit de se tenir ou de passer sous une charge suspendue.

Pour communiquer, l'opérateur de la grue et les autres personnes présentes doivent utiliser exclusivement des signaux standard. La communication par signaux avec l'opérateur ne doit jamais être réalisée par plus d'une seule personne à la fois. En cas de signaux multiples, l'opération doit être immédiatement arrêtée.

Au moins une personne doit surveiller le travail impliquant de déplacer des charges, de reculer ou de garantir une meilleure visibilité.

Il est toujours interdit d'utiliser la grue pour transporter des personnes à moins qu'elle ne soit conçue à cette fin.

S'assurer que personne n'approche de la grue sans l'accord de l'opérateur.

Il est interdit de se tenir sur une charge suspendue.

Seuls des employés compétents et formés sont autorisés à s'occuper du levage des composants de l'éolienne.

Il est interdit à quiconque, hors personnel formé, de se tenir à proximité de la zone de levage.

### 1.3 Équipements lourds (chariots élévateurs, camions à chargement avant, appareils de levage télescopiques et bulldozers)

Seuls les employés formés et certifiés peuvent utiliser les équipements lourds. Des certifications valides doivent être fournies sur demande.

Il est interdit d'utiliser des chariots élévateurs pour soulever des employés sauf s'ils sont équipés de cages ou de plates-formes munies de rambardes approuvées pour cet usage.

En cas d'utilisation d'un équipement lourd, il est important de vérifier que la voie est libre (y compris en hauteur) avant et pendant le déplacement.

Sur les talus et les pentes, faire particulièrement attention au risque de renversement.

Les fourches doivent être installées aussi loin que possible les unes des autres. Toujours vérifier la stabilité de la charge avant de la déplacer.

Rétrograder lors du port d'une charge.

Abaisser au maximum les fourches et les pelles avant de déplacer l'équipement.

Abaisser complètement les fourches et les pelles avant de quitter l'équipement.

# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

1	Obligations des sous-traitants en matière de santé et de sécurité .....	2
1.1	Responsabilités et obligations en matière de santé et de sécurité du travail .....	2

## 1 Obligations des sous-traitants en matière de santé et de sécurité

### 1.1 Responsabilités et obligations en matière de santé et de sécurité du travail

Les sous-traitants sont dans l'obligation de :

- S'assurer que la législation relative à la santé et à la sécurité du travail et à l'environnement est respectée.
- S'assurer que les conditions de santé et de sécurité du lieu de travail sont évaluées et que les mesures nécessaires sont prises avant le début des travaux sur site. Il s'agit notamment de fournir des vêtements de travail, des chaussures et autres équipements de protection, tels que gants, masques, lunettes de sécurité, casques, etc.
- S'assurer que leurs sous-traitants sont informés des risques de santé et de sécurité auxquels ils sont susceptibles d'être confrontés pendant le travail.
- S'assurer que les employés reçoivent la formation et les instructions nécessaires pour pouvoir exécuter leur travail en toute sécurité.
- Signaler toute non-conformité avec les exigences Vestas ainsi qu'avec la législation sur l'environnement et la sécurité applicable chez Vestas.
- Donner des informations sur les règles de sécurité spécifiques applicables à la zone dans laquelle le travail doit être réalisé.
- Contribuer à la mise en place de conditions de travail sûres dans leur domaine d'activité et prendre des mesures de sécurité efficaces en :
  - Utilisant l'équipement de protection individuelle (EPI) et en respectant les panneaux et les signaux d'avertissement
  - Signalant les défaillances et les défauts à Vestas ou au client
  - Suivant les règles convenues entre les différentes entreprises travaillant sur un même lieu de travail
  - Informant le client et Vestas en cas d'accident du travail, de presqu'accident, de pollution ou d'incendie
  - Assurant la propreté du lieu de travail
  - Connaissant les consignes de santé et de sécurité du travail figurant dans les instructions du fabricant (FDS) des produits utilisés en effectuant un travail pour Vestas
  - Étant en mesure de prouver que les inspections obligatoires des grues, palans et équipements d'ancrage, etc., ont été réalisées sur leurs propres équipements

- Pouvant prouver que les formations réglementaires exigées pour le travail effectué ont été suivies
- Respectant toutes les instructions de Vestas
- Respectant le code de la route et les panneaux de signalisation
- Contactant immédiatement Vestas en cas de détérioration des biens de Vestas pendant le travail

# Manuel SST Vestas

## History of this Document

Rev. no.	Date	Description of changes
00	2007-04-16	First edition

## Table of Contents

<b>1</b>	<b>Dispositions relatives au site de construction et au site éolien .....</b>	<b>2</b>
1.1	Emplacement des bâtiments, équipements d'urgence, sorties de secours, etc. ....	2
1.2	Voies d'accès et de circulation .....	2
1.3	Excavations (tranchées).....	3

## 1 Dispositions relatives au site de construction et au site éolien

### 1.1 Emplacement des bâtiments, équipements d'urgence, sorties de secours, etc.

#### Emplacement des bâtiments

L'initiation fournie aux employés et aux visiteurs d'un site comprend l'étude d'une carte indiquant l'emplacement des bâtiments, des équipements d'urgence et des sorties de secours. Une copie de la carte doit être fournie à chacun des participants.

#### Équipements d'urgence

Placer des extincteurs, des lavages oculaires et du matériel de premiers secours dans chaque bureau et dans chaque éolienne du site. Placer également des extincteurs, des lavages oculaires et du matériel de premiers secours dans la plupart des éoliennes. Si cet équipement n'est pas présent dans les éoliennes, il doit être apporté. Placer des kits d'intervention (pollution), pour absorber les déversements de produits chimiques et pour stocker la terre polluée, dans un bâtiment/conteneur situé à proximité des bâtiments du site.

Le kit d'intervention contient :

- Matériau absorbant
- Pelles
- Bâche ou bidon conçu pour le stockage de petites quantités de terre polluée.

### 1.2 Voies d'accès et de circulation

#### Accès

Seules les personnes autorisées peuvent accéder au site de construction.

L'accès au site se fait exclusivement par les routes et par les portails d'entrée désignés à cet effet. Les mouvements de véhicules sont limités aux chemins d'accès désignés, sauf approbation préalable.

Quand le trajet d'accès traverse un espace ouvert, les mouvements doivent être confinés à une seule voie pour minimiser l'impact sur les terres agricoles, l'environnement naturel et les éventuels sites de patrimoine culturel.

Tous les employés doivent respecter la législation nationale en matière de sécurité routière sur les routes publiques et sur les routes du site.

Tous les employés et sous-traitants doivent respecter les limites de vitesse indiquées sur les panneaux de limite de vitesse installés sur le site.

## Voies de circulation

Une carte du site de construction montre les voies de circulation et les routes d'accès au site de construction.

Cette carte est présentée aux employés et aux visiteurs au moment de l'initiation. Une copie de la carte doit être fournie à chacun des participants.

### 1.3 Excavations (tranchées)

Localiser les canalisations souterraines avant tous travaux d'excavation. Appeler d'abord la société de service public locale.

Installer des barricades à haute visibilité et des panneaux d'avertissement autour du site d'excavation. Utiliser, si nécessaire, des lampes de signalisation, un signaleur ou un guetteur.

Il est interdit aux véhicules ou aux autres équipements de s'approcher du bord de l'excavation.

Rester dans la zone étayée en surveillant l'évolution du sol.

Creuser en pente ou étayer les côtés pour éviter les effondrements. Inspecter soigneusement l'excavation après toute épisode de pluie et/ou d'inondation ou tout autre événement à risque. Étayer les bords, si la profondeur de l'excavation est supérieure à 1,5 mètre.

En cas d'excavation à proximité du haut d'une fissure, d'une rive ou d'une falaise, s'assurer que personne ne se tient en dessous de la zone d'excavation.

Utiliser des ponts munis de rampes pour traverser les excavations.

## Safety Manual

### Rules of Conduct on, in and around Wind Turbines Turbine Classes K06, K07, K08 All Types



NALL01\_011010\_EN

Revision 06 / 2012-04-11

- Translation of the original safety manual -  
This document is a translation from German. In case of doubt, the German text shall prevail.

Document is published in electronic form.

Signed original with Nordex Energy GmbH, Department Central Engineering.

#### Technical modifications

This document was created with utmost care, taking into account the currently applicable standards.

However, due to continuous development, the figures, functional steps and technical data are subject to change without prior notice.

#### Copyright

Copyright 2012 by Nordex Energy GmbH.

This document including its presentation and content is the intellectual property of Nordex Energy GmbH. The information in this document is intended exclusively for Nordex employees and employees of trusted partners and subcontractors of Nordex Energy GmbH and Nordex SE and must never (not even in extracts) be disclosed to third parties.

Any disclosure, duplication or translation of this document or parts thereof in printed, handwritten or electronic form without the explicit approval of Nordex Energy GmbH is explicitly prohibited.

All rights reserved.

#### Contact details

For questions relating to this documentation please contact:

Nordex Energy GmbH

Langenhorner Chaussee 600

22419 Hamburg

Germany

<http://www.nordex-online.com>

[info@nordex-online.com](mailto:info@nordex-online.com)

<b>1.</b>	<b>Conventions .....</b>	<b>7</b>
1.1	Symbols and notes .....	7
1.2	Notes on text format.....	8
<b>2.</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>Abbreviations and terms .....</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>Safety regulations .....</b>	<b>12</b>
4.1	Intended use .....	12
4.2	General rules .....	12
4.2.1	Basic occupational safety equipment .....	12
4.2.2	Access .....	13
4.2.3	Inside/around the WT .....	13
4.2.4	Operation.....	14
4.2.5	Ascending to the nacelle .....	14
4.2.6	Exiting the WT .....	16
4.3	Additional safety regulations for specialized personnel .....	17
4.3.1	General.....	17
4.3.2	Working in the separated transformer area .....	19
4.3.3	Using the vertical ladder during erection .....	20
4.3.4	Work in the nacelle .....	20
4.3.5	Work on and in the rotor hub .....	23
4.3.6	Work on the electrical system.....	23
4.3.7	Work on the hydraulic system and with hydraulic tools .....	24
4.3.8	Dealing with hazardous substances and environmental protection.....	25
4.3.9	Regulations for crane work.....	25
4.4	Special obligations of the owner .....	26
<b>5.</b>	<b>Warning and safety notes inside the WT .....</b>	<b>28</b>
<b>6.</b>	<b>Residual risks.....</b>	<b>29</b>
<b>7.</b>	<b>Safety equipment .....</b>	<b>31</b>
7.1	Personal protective equipment (PPE).....	31
7.1.1	Inspection/maintenance.....	31
7.1.2	Components of the PPE .....	31
7.1.3	Handling the safety harness .....	34
7.2	Rappelling equipment .....	36
7.2.1	Equipment/accessories .....	37
7.2.2	Inspection/maintenance.....	38
7.3	Fire extinguisher .....	39
7.4	First-aid kit .....	39

<b>8.</b>	<b>Safety devices .....</b>	<b>40</b>
8.1	Fall arrest system.....	40
8.1.1	Fall arrest systems used.....	40
8.1.2	Attaching the fall arrester.....	41
8.2	Rotor lock .....	44
8.3	Attachment points .....	44
8.4	Emergency stop switch .....	46
8.5	Access hatch switch.....	47
8.6	Area stop switches and battery disconnectors in the rotor hub .....	47
8.7	Call button rotor hub .....	50
8.8	Rotor brake selector switch.....	50
8.9	Emergency lighting .....	51
<b>9.</b>	<b>Behavior in specific situations .....</b>	<b>52</b>
9.1	Grid failure .....	52
9.2	Thunderstorm.....	52
9.3	Fire .....	53
9.3.1	Fire in the WT .....	53
9.3.2	Fire in medium-voltage switchgear or transformer .....	54
9.4	Accident .....	54
9.5	Oil spill .....	55
9.6	Earthquake.....	55
9.7	Leaving the nacelle in hazardous situations (rappelling) .....	56
9.7.1	Fastening the descender .....	56
9.7.2	Attaching the edge protection (K08 beta and K06).....	59
9.7.3	Rappelling yourself.....	60
9.7.4	Rappelling casualties.....	60
<b>10.</b>	<b>Ascending inside the tower .....</b>	<b>62</b>
10.1	Preparing for the ascent.....	62
10.2	Using the vertical ladder .....	63
10.3	Using the service lift.....	65
10.4	Entering the nacelle .....	67
<b>11.</b>	<b>Special features of K06 .....</b>	<b>68</b>
11.1	Operating the rotor brake without system pressure .....	68
11.2	Operating the rotor lock .....	70
11.3	Operating the roof .....	71





11.4	Operating the roof hydraulics for turbine class K06 .....	74
11.5	Entering the rotor hub .....	75
11.5.1	Attaching the hub rope .....	76
11.5.2	Crossing the rotor hub .....	77
11.6	Transporting objects into the nacelle .....	80
11.6.1	Using the on-board crane .....	81
11.6.2	Using the edge protection for the working rope .....	83
<b>12.</b>	<b>Special features of K07 alpha .....</b>	<b>85</b>
12.1	Operating the rotor brake without system pressure .....	85
12.2	Operating the rotor lock .....	87
12.3	Entering the rotor hub .....	89
12.4	Transporting objects into the nacelle .....	89
12.4.1	Using the on-board crane .....	90
12.5	Operating the hydraulic unit .....	91
<b>13.</b>	<b>Special features of K07 beta .....</b>	<b>92</b>
13.1	Operating the rotor brake without system pressure .....	92
13.2	Operating the rotor lock .....	93
13.3	Entering the rotor hub .....	93
13.4	Transporting objects into the nacelle .....	93
13.5	Operating the hydraulic unit .....	93
<b>14.</b>	<b>Special features of K08 beta .....</b>	<b>94</b>
14.1	Operating the rotor brake without system pressure .....	94
14.1.1	WTs with active rotor brakes .....	94
14.1.2	WTs with passive rotor brakes .....	95
14.2	Operating the rotor lock .....	97
14.2.1	Rotor lock on the rotor shaft .....	98
14.2.2	Rotor lock on the brake disk .....	102
14.3	Operating the roof .....	103
14.4	Operating the roof hydraulics .....	106
14.4.1	WT with active brake .....	106
14.4.2	WTs with passive brake .....	108
14.5	Entering the rotor hub .....	110
14.5.1	Attaching the hub rope .....	111
14.5.2	Crossing the rotor hub .....	112
14.6	Transporting objects into the nacelle .....	116
14.6.1	Using the on-board crane .....	116
14.6.2	Using the edge protection for the working rope .....	120



<b>15.</b>	<b>Special features of K08 gamma .....</b>	<b>122</b>
15.1	Operating the rotor brake without system pressure .....	122
15.1.1	Manually applying the rotor brake .....	122
15.1.2	Releasing the rotor brake .....	123
15.2	Operating the rotor lock on the rotor shaft .....	123
15.2.1	Rotor lock with torque wrench .....	123
15.2.2	Rotor lock with hand wheel .....	125
15.3	Rotor lock on the brake disk .....	128
15.4	Entering the rotor hub .....	129
15.5	Transporting objects .....	131
15.5.1	Using the electric chain hoist .....	131
15.5.2	Operating the overhead crane .....	134
<b>16.</b>	<b>Revision index .....</b>	<b>136</b>

# 1. Conventions

## 1.1 Symbols and notes

### Hazard of personal injury



Failure to comply with the instructions and notes will result in life-threatening injury.



Failure to comply with the instructions and notes may result in serious injury.



Failure to comply with the instructions and notes will result in injury.

### Warning of material damage

**NOTICE**

Warning of damage to components or material

### Notes and information



#### NOTE

Additional information, notes and hints



#### OBSERVE DOCUMENT

Reference to information in other documents

### Integrated safety notes and information

Information and safety notes integrated into the text. Indicated by the signal word in bold: Note, Notice, Caution, Warning.

Example

**Notice:** To prevent damage to the paintwork, the tower sections must not touch the ground.

## 1.2 Notes on text format

### Lists and work steps

- Work step
  - ▶ Result of a work step
- List
  - Subordinate list

### Italic text

Identification of proper names: e.g. manufacturer names, document titles.

## 2. Introduction

This document is confidential and intended for the owner/operator, Nordex employees, and employees of contractual companies.

This document contains general regulations and notes for the safe and risk-free operation, as well as the execution of all necessary work steps for the erection, commissioning and maintenance/repair of a Nordex wind turbine (WT).

It applies to all turbine types of the classes K06, K07 and K08, See " Table: Overview of wind turbine classes and types".

Strict adherence to and observation of these regulations and notes prevent possible dangerous situations. For this reason, it is absolutely essential that all persons operating or working on a wind turbine read this document carefully, and act in accordance with the instructions and regulations.

The safety manual must be understood in order to ensure safety on and around the WT. If questions arise when reading this document, clarify them first and, if required, consult Nordex.

The respective specific safety notes in the technical documentation (which, for example, describe the operation or maintenance) must also be read and understood.

In addition, the current version of the Document *NX\_HS\_WI\_0002 Instructions for all Work Steps to be Performed in and on Wind Turbines (WT)* is binding for Nordex employees. The Document *NX\_HS\_0004* applies for employees of contractual companies.

The Chapters *Special features of K06 et seqq.* apply to trained, specialized personnel, such as service employees.

In the interest of their own safety, the owner/operator should only perform any operations in a hazardous situation (i.e., if they or a casualty must be rappelled out of the nacelle) or if they belong to the group of trained, specialized personnel.

**Table: Overview of wind turbine classes and types**

Wind Turbine Class	Type
K06	N54-Mk3/1000 N60/1300 N62/1300
K07 alpha	S70/1500 S77/1500 S82/1500
K07 beta	N70/1500 N77/1500 N82/1500

Wind Turbine Class	Type
K08 beta	N80/2500 N90/2300 N90/2500
K08 gamma	N80/2500 N90/2500 N100/2500 N117/2400

### 3. Abbreviations and terms

The following terms and abbreviations are defined in this document:

Definition	Definition
Self-contained electrical operating site	Self-contained electrical operating sites are rooms or locations which are used solely to operate electrical turbines and are kept locked. Only electrically skilled and electrically instructed persons have access. Persons without electrotechnical training must only enter these rooms when supervised by electrically skilled persons.
Electrically skilled person	An electrically skilled person is a person who is able to appraise the work steps allocated to them and recognize possible dangers, due to their specialist training, knowledge and experience, as well as knowledge of the relevant regulations.
Electrically instructed person	Persons with electrotechnical training are those who have been trained and, if necessary, taught by an electrician about the tasks assigned to the electrician and the possible dangers that could occur in cases of improper conduct. They are also instructed in the necessary protective equipment and protective measures.
Trained, specialized personnel	Trained, specialized personnel include those trained, instructed and authorized for the professional execution of work on wind turbines.
PPE	Personal protective equipment
Expert for personal protective equipment against falling from a height	Expert for personal protective equipment against falling from a height is somebody who, on account of expert training and experience, has sufficient knowledge in the field of personal protective equipment against falling from a height and is familiar with the relevant occupational health and safety regulations, accident prevention regulations and generally accepted standards of technology to be able to evaluate whether or not a personal protective equipment against falling from a height is in a safe condition and is applied properly. In Germany, these requirements are fulfilled by anyone who has successfully participated in a training course, in accordance with the BG (Institution for Statutory Accident Insurance and Prevention) policy "Selection, training and proof of capability of experts for PPE against falling from a height" (BGG 906).
WT	Wind turbine

### 4. Safety regulations

#### 4.1 Intended use

The WT is solely intended to convert the kinetic energy of the wind into electrical energy, and to feed this into an existing electricity network.

The WT must only be used for the intended purpose within the specified performance limits and operating conditions.

Usage outside of these parameters is not permitted.

The manufacturer accepts no liability for damage caused by improper use or failure to adhere to safety regulations.

#### 4.2 General rules

Persons who want to enter, operate, or work on the WT must first have read and understood this safety manual and the operating instructions for the WT.

It is within the interest of your own safety and the safety of the WT to strictly adhere to the safety and operating instructions contained in these documents.



#### NOTE

The owner must ensure that this safety manual and the current operating instructions are always available in the WT and are in a usable condition.

#### 4.2.1 Basic occupational safety equipment

Persons who want to enter the WT must have the following basic occupational safety equipment:

- Working suit
- High safety shoes class S3
- Safety helmet
- Safety gloves

This equipment is compulsory for service employees.

Depending on the task in hand, service employees also require:

- 1 pair of safety glasses for work steps involving hydraulic tools
- 1 set of hearing protection, when noisy work is carried out in the tower or nacelle

The personal protective equipment (PPE) must also be used for the ascent in the tower using the vertical ladder or the service lift, or while staying in a fall hazard area, see Chapter 7.1 "Personal protective equipment (PPE)".

## 4.2.2 Access

The WT is classified as a self-contained electrical operating site.

For this reason, persons who want to enter the WT or must carry out work in or on the WT must meet special requirements.



Persons with pacemaker are not permitted to enter the turbine.



### NOTE

The owner of the WT must take suitable measures (e.g. key authorizations) to ensure that unauthorized persons cannot access the WT.

The following persons are authorized to access the WT:

- Electrically skilled persons
- Electrically instructed persons

Persons without electrotechnical training must only enter the WT under the supervision of one of the aforementioned persons.

If the medium-voltage transformer is installed in the tower, then it is located in a separated, locked area, due to the high electrical voltage applied. This area must only be entered when de-energized, and by electrically skilled persons only.

## 4.2.3 Inside/around the WT

When inside the WT or in its direct proximity, safety helmet and high safety shoes must be worn.

All warning and safety signs in the WT and all operating instructions must be strictly followed.

While inside the WT, it must be ensured that unauthorized persons do not enter the WT. This is achieved by means of corresponding signs.

If more than one person is inside or around the WT, the tower door can be locked from inside.

However, prerequisite for this is that access for the emergency services is ensured in case of emergency, e.g., by visibly leaving a key to the turbine in the locked service vehicle.

Depending on the general weather conditions, observe changes to the weather when inside the WT for prolonged periods, particularly when working in the nacelle, as well as on and in the rotor hub.

This is necessary in order to take measures early enough to prevent dangerous situations caused by freshening wind or approaching thunderstorms.

Loose, long hair, loose clothing, or jewelry that may get caught or dragged into rotating parts are not permitted.

Smoking is not permitted in the WT.

## 4.2.4 Operation

The WT has been designed, constructed and erected using state of the art technologies and in accordance with the relevant technical standards and regulations.

Despite this, incorrect usage can result in dangerous situations, which can put persons' health and lives, and the WT or other material assets at risk.

For this reason, the WT must only be operated:

- According to its intended use
- In technically sound condition
- In compliance with the operating and maintenance instructions

The owner/operator may only perform operator control actions on the WT after receiving expert instructions. These are restricted to starting and stopping the WT, and querying WT production data using the software provided by the manufacturer.

Individual components of the WT must only be manually operated by trained specialized personnel, who are trained, instructed and authorized for this purpose.

Operating personnel currently undergoing training must only work on the WT under the supervision of an experienced person. A successfully completed training must be confirmed in writing.

The WT is operated automatically. Operational faults are identified by the control system, and trigger respective error messages, right through to shutting down the WT. Faults must only be identified and rectified by trained, specialized personnel.

## 4.2.5 Ascending to the nacelle



### NOTE

Only persons who are physically capable and have a valid certificate for working at heights are permitted to ascend into the nacelle.

It is only permitted to enter the nacelle in the following conditions:

- 10-minute average wind speeds up to
  - 20 m/s for tubular towers
  - 12 m/s for lattice towers
- A second person is present

- Service lift and vertical ladder with fall arrest system are in sound condition (valid test badge or test certificate).

Before ascending into the nacelle:

- Inform the responsible Remote Monitoring
- Stop the WT and secure it against re-activation
- Disable remote access to the control system
- Put on the personal protective equipment (PPE)

### Communications

When ascending to the nacelle, at least one mobile communication device (two-way radio, cell phone) must be carried along in order to ensure communication with persons remaining on the ground and, in cases of emergency, with the emergency services.

If no further persons are remaining on the ground, a communication device, which is activated and secured against access by third parties, must be deposited in the tower base.

### Using the service lift (option)

If there is a service lift in the WT, the following applies:

- The service lift must be generally used for ascending and descending the tower. Only use the vertical ladder if the service lift is out of order.
- The service lift must only be operated by persons instructed in its operation
- It is not permitted to use the service lift and the vertical ladder at the same time, as this would endanger the person using the vertical ladder
- When using the service lift, it is obligatory to always secure yourself against falling from a height. For this purpose, the PPE must be used together with the attachment points in the service lift cage.

### Vertical ladder

The following rules apply when using the vertical ladder:

- Before using the vertical ladder, remove any loose objects from pockets in clothing and either leave these behind or secure them against falling out
- It is obligatory to always secure yourself against falling. For this purpose, use the PPE in connection with the fall arrest system

- Before and during the ascent, visually inspect the vertical ladder and fall arrest system for damage
  - If in any doubt, cancel the ascent, and, if necessary, also secure yourself on the ladder upright using the lanyard with energy absorber
  - Immediately inform the responsible service company and remote monitoring
- Only one person at a time is allowed on the vertical ladder in the area between two tower platforms
- If a tower platform has an access hatch, this must be closed immediately after passing through it

### PPE

Rules for using the PPE:

- Only use your own PPE
- All components of the PPE must have a valid test badge
- The PPE must be checked for damage before use
- A PPE that has been put under stress due to a fall must no longer be used, and must be inspected by an expert
- The PPE must be inspected regularly by an expert, at least once a year

## 4.2.6 Exiting the WT

Owner and operator must restore the operational state of the WT before leaving it.

This means in particular:

- Inform Remote Monitoring of the intention to leave the WT
- For lattice towers:
  - Bring the service lift cage into the parked position
  - Deactivate the supply voltage to the service lift
- For towers with external ascent:
  - Attach the ladder guard and secure it with a lock
  - Store the key for the lock on the bracket for the PPE
- The PPE must be complete and properly stored in the correct place
- If the WT has been stopped manually, if necessary, restart the WT
- Log off on the turbine PC
- If necessary, re-establish remote access to the control system
- Switch off the lights

- Lock the door in the tower base (tubular tower) or of the transformer station (lattice tower)

The same applies to specialized personnel after completion of work on the WT.

The following must also be ensured:

- The rotor lock must be released and the rotor lock bolt secured
- The working rope and the chain for the on-board crane must be hauled in
- The jib for the on-board crane (K06 and K08 beta) must be in the parked position
- The chain bag of the on-board crane must be secured (K08 only)
- The nacelle roof (K06 and K08 beta) must be closed and secured
- The WT control system must be ready for operation
- Any contamination must be removed, and the WT must be cleared of tools and packaging

If specialized personnel intend to briefly leave the WT, although the work is not yet complete, the following must be ensured:

- Remote access to the WT control system is not possible
- The WT must be in a safe condition
- The nacelle roof (K06 and K08 beta) must be closed
- Unauthorized persons must not be able to access the WT

## 4.3 Additional safety regulations for specialized personnel

### 4.3.1 General

Work steps for erecting, commissioning, and maintaining the WT must only be performed by trained, specialized personnel.

During work in the WT, at least 2 employees must be on site at all times.

In addition, the generally accepted rules on safe and proper execution of work as well as the latest versions of the accident prevention regulations must be observed.

In all countries where turbines are erected the existing national regulations concerning accident prevention and environmental protection must be adhered to.

#### Specialized personnel

Specialized personnel working on the WT must:

- Regularly take part in rescue training and first-aid training

- Possess a valid certificate for working at heights

#### Safety equipment

- Each employee must carry and use their own PPE.  
The PPE and, if applicable, the rappelling equipment provided in the WT are only intended for use by the owner.
- Hearing protection must be used when carrying out noisy work, particularly in the tower.  
When using hearing protection, it must be ensured that those persons present are able to communicate by using hand signals agreed in advance.
- In the case of work on the hydraulic or cooling system, an emergency eyewash bottle must be carried along.

#### Responsibility and communication

- For the period of the completed work, the responsible employee is technically and disciplinary responsible for all subordinate employees.  
Before starting the work, he must instruct them in the safety regulations to be observed, and make sure that they are adhered to.
- The responsible employee must be familiar with the telephone numbers of the local rescue services and the power utility and keep them readily available.
- It must be ensured that all those involved are able to perfectly communicate at all times (if necessary, an interpreter must be used).  
An adequate number of two-way radios with uniform frequencies must be available. It must be checked whether or not the frequencies are permitted in the relevant countries where the turbines are erected.

#### Preventing re-activation and remote access

- If parts of the WT or the entire WT are switched off during maintenance or repair work, these parts must be secured against automatic or accidental re-activation.



**WARNING**

#### AUTOMATIC RESTART

The WT may be at a standstill due to an error that occurred during idle mode (standby). If the error is no longer active, the WT will automatically restart.

Prior to starting work on the WT, perform a manual stop and disable remote access to the control system.

- For individual turbines it may be necessary to remove the telephone plug from the telephone socket. In the case of a wind farm, the network plug must be removed in order to prevent remote access to the control system.

**Changing settings and repair work**

- To ensure that the WT can operate correctly and safely, factory-set switching points on monitoring and control components (such as pressure monitoring devices, valves, throttles or control parameters) must only be changed for testing purposes.
- Once tests have been completed, the specified values must be reset immediately.
- Only use original spare parts from the manufacturer for repair work. It is prohibited to use parts from manufacturers that have not been expressly approved by the manufacturer of the WT.
- Any damaged machine components must be replaced. If this is not possible, the WT must remain disconnected.

**Disassembling safety devices**

- If it is necessary to disassemble safety devices in order to execute work steps, these must be re-assembled directly after the work has been completed, and must then be checked for proper functioning.
- It is not permitted to permanently put safety devices out of service.

**Using the on-board crane**

- Do not transport persons with the on-board crane.
- Do not stand or walk under suspended loads.
- When using the on-board crane, observe the safety notes in the respective chapter "Using the on-board crane".

**4.3.2 Working in the separated transformer area**



**NOTE**

This section only applies to WTs with internal transformer.

If the medium-voltage transformer is installed in the tower, and if work must be executed in this specially separated area (e.g. maintenance work on foundation screw connections), the following special safety regulations apply:

- Before entering the separated, locked area of the transformer, an electrically skilled person with switching authorization must disconnect this area, including the supply cables of the medium-voltage cables (ring cable), observing the five safety rules.
- Only electrically skilled persons with a valid switching authorization for the medium-voltage switchgear for the corresponding voltage level are

authorized to enter the transformer area. Other persons are only permitted to work in this area under their supervision.

- While in the transformer area, the escape route must be kept free at all times. If the WT has a service lift, it must be parked on the next highest platform.

Once the work steps in the transformer area have been carried out, the switch-authorized electrically skilled person must check whether everyone has left the area and that all objects brought into the area have been removed again.

Only after this check, the entire system, including the medium-voltage cables, must be connected again.

**4.3.3 Using the vertical ladder during erection**

During erection, it may occur that the fall arrest system is not yet available, or has not yet been released for use.

If the vertical ladder must still be used, then special rules of conduct must be adhered to:

- A sign on the vertical ladder must explicitly indicate that the fall arrest system is not yet available, and that the person ascending the vertical ladder must be secured against falling using the lanyard with energy absorber
- Always safeguard yourself against falling by alternately attaching the two ends of the lanyard with energy absorber to the ladder uprights

**4.3.4 Work in the nacelle**

**Permissible wind speeds**

Depending on the situation in the nacelle, work in the nacelle is only permitted up to the following wind speeds:

Situation in the nacelle	Permissible wind speed 10-minute average/3-second average [m/s]			
	K08 gamma	K08 beta	K07 alpha beta	K06
Drive train completely enclosed, rotor not locked	20/26	20/26	20/26	20/26
Rotor locked on the rotor shaft	12/17	12/17	12/17	12/17
Drive train not completely enclosed, rotor locked on the brake disk or by the rotor brake	9/12 <sup>1)</sup>	12/17 <sup>1)</sup>	12/17	12/17



- 1) If, in the case of WTs with active rotor brake, the rotor is locked using the rotor brake only, the temperature of the brake pads must be at least 0 °C.

To be able to keep the above-mentioned conditions the Service technician has to monitor the developing weather conditions and, if necessary, repeatedly check the wind speed.

### After entering the nacelle

Immediately after entering the nacelle, the following initial tasks must be carried out prior to performing any maintenance or repair work:

- Switch the service switch on the manual control unit of the Topbox to service mode
- Close the access hatch
- Close the shut-off valve if the nacelle is equipped with an automatic fire extinguishing system with a shut-off valve
- Transport the rappelling equipment, which must be carried in the service vehicle, into the nacelle and deposit it ready-for-use in cases of emergency

To ensure personal safety on WTs with a drive train that is not completely enclosed, the following is required:

- Ensure that the rotor brake is applied and cannot be released by the control system
- Lock the rotor on the rotor shaft

### Work on the drive train

For any work on the drive train, the rotor must always be locked on the rotor shaft. The rotor must only be locked with the rotor lock on the brake disk or with the rotor brake if required for completing certain work steps.

In WTs of wind turbine classes K08 beta and K08 gamma with exposed rotating parts applies the following: Use the active rotor brake to lock the rotor only if the temperature of the brake pads is not below 0 °C. Prior to each actuation, the temperature of the brake pads must be checked via the analog value *TR52 RotBrake Temp* in the NC2 visualization.

The rotor lock on the brake disk must only be used under certain conditions, for K08 beta see Chapter 14.2.2 "Rotor lock on the brake disk".

### Using the rotor brake

When using the rotor brake, please observe that the full holding torque is only reached 25 s after actuating the rotor brake.

In addition, notice that in WTs of the wind turbine classes K08 beta and K08 gamma, the braking effect reduces significantly if the temperature of the brake pads falls below 0 °C.

### Error in the pitch system

In the case of an error in the pitch system, i.e. not all rotor blades are in the 90° position, this error must be rectified before starting any work on the drive train.

### Working with the roof open

When working with the roof open, all employees in a fall hazard area must secure themselves at one of the marked attachment points in the nacelle or at the safety rope system, using the lanyard with energy absorber.

There is a fall hazard in the following areas:

- The side of the drive train which faces the open roof edge
- The front and rear end of the nacelle

It is not permitted to leave the WT with the roof open.

### Working on the roof

When working on the roof, the employee must be attached to one of the marked personal attachment points using a lanyard with energy absorber.

### Working alone in the nacelle

If a person is working alone in the nacelle, they must remain in regular verbal or visual contact with one of the other employees.

### Staying in the nacelle with the WT in operation

If it is necessary to stay in the nacelle with the WT in operation, in order to complete certain work steps (e.g., for test runs), the following rules must be observed:

- The access hatch to the nacelle must be closed
- All protective covers over rotating parts must be in place, unless they must be removed in order to complete the work steps
- The working rope and the chain for the on-board crane must be hauled in
- The jib for the on-board crane (K08 beta and K06) must be in the parked position
- The roof must be closed
- The safety harness with lanyards must be taken off
- Tight work clothes must be worn
- Everyone must be in a safe position
- Hearing protection must be worn and reliable communication between the present persons must be ensured

### 4.3.5 Work on and in the rotor hub

It is only permitted to access the rotor hub and perform work on or in the rotor hub if:

- The 10-minute average wind speed is less than 12 m/s
- The rotor is locked on the rotor shaft
- Additionally, the rotor brake is applied
- Another employee is in the nacelle, who can operate the WT control system
- Both persons are equipped with a mobile communication device

If the rotor hub is accessed from the outside by crossing the hub (WTs of turbine class K06 and K08), the corresponding instructions must be strictly adhered to, see Chapter 11.5 "Entering the rotor hub", see Chapter 14.5 "Entering the rotor hub", and see Chapter 15.4 "Entering the rotor hub".



**WARNING**

#### ROTATING PARTS

Directly after climbing into the rotor hub, disconnect the pitch drives, if applicable.

If the work to be performed does not allow this, ensure that no body parts, clothing or harness parts come into contact with the slewing bearings and pinions of the pitch system.

### 4.3.6 Work on the electrical system

Work on the electrical system in the WT must only be performed by electrically skilled and electrically instructed persons.



**DANGER**

#### HAZARDOUS VOLTAGE

Potentially lethal voltage in some parts of the WT switch cabinets. Any contact with live parts may cause fatal injury.



**DANGER**

#### HAZARDOUS VOLTAGE

If the transformer is located in the tower of the WT, there is a potentially lethal high voltage in its immediate vicinity. Even approaching a live part may cause a fatal voltage flashover.

Always disconnect the transformer before entering the separated area.

Special regulations apply for work in this area of the tower base, see Chapter 4.3.2 "Working in the separated transformer area".

Work on medium-voltage switchgears must only be performed by electricians with a valid switching authorization.

Electrical equipment on which inspection, maintenance and repair work must be performed, must be disconnected.

In the process, the 5 safety rules must be observed:

- Disconnect completely
- Secure against reconnection
- Verify that the installation is dead
- Ground and short-circuit
- Provide protection against adjacent live parts

To verify whether all components are dead, use two-pole voltage testers according to EN 61243-3 (IEC 61243-3). Devices that comply with this standard (not equipped for current measurement) prevent the development of arc short-circuits.

Only electrically skilled persons with switching authorization are permitted to measure voltages on converters/converter cabinets of WT's up to 1500 V DC and to verify that they are dead. These operations must only be performed while wearing complete and suitable PPE (helmet with face protection, insulating gloves, insulating jacket, and insulating mat), which is mandatory for persons with switching authorization.

Always keep the electrical switch cabinets locked. Only authorized persons who are in the possession of a key or special tools are authorized to access these switch cabinets.

It is prohibited to perform any work on live parts or cables. The only exception is troubleshooting performed by specialized personnel with suitable measuring devices.

Never clean electrical equipment with water or similar liquids.

### 4.3.7 Work on the hydraulic system and with hydraulic tools

Any work on the hydraulic system of the WT must only be performed by trained specialized personnel.

Before starting any work, all hydraulic parts of the turbine, including any accumulators, must be depressurized. The hydraulic pump must be secured against automatic re-activation.

Make sure everything is kept scrupulously clean and prevent dirt and water from entering the system when performing work on the hydraulic system.

Always wear safety glasses when working with hydraulic tools (e.g., hydraulic preloading of screw connections).

#### 4.3.8 Dealing with hazardous substances and environmental protection



##### OBSERVE MANUFACTURER'S INSTRUCTIONS

When handling hazardous substances such as oils, greases, coolants, or cleaning fluids, observe the manufacturer's safety instructions applying to the product.

The responsible employee must carry the safety instructions and instructions for using the applied hazardous substances with them.

Any work that is performed on the wind turbine must comply to the regulations of waste avoidance and of proper waste treatment and waste disposal.

Especially, make sure that substances hazardous to ground water, such as greases, oils, coolants and solvent-based cleaning fluids, cannot penetrate into the ground, into waters or into the sewage system. These substances must be collected, stored, transported, and disposed of in suitable containers.

Remove any oil leaks without delay in order to avoid the risk of slipping and the possible destruction of the concrete foundations.

Determine and eliminate the cause of abnormal leaks.

If this is not possible, the WT must be shut down.

#### 4.3.9 Regulations for crane work

##### General

The regulations for crane work may be different from one country to another. The responsible employee must find out about country-specific regulations before starting the work, and must inform subordinate employees about these regulations in writing.

A contact person who is familiar with these regulations must be available for consultation.

##### Regulations on lifting components

Only suitable, approved and certified lifting tackles with sufficient load capacity must be used to hoist components.

In order to prevent uncontrolled pendular movements when lifting loads with two cranes, always lift the load with only one crane first, and position the crane hook directly above the lifting tackle before lifting.

No one must stand or walk under the suspended load.

All individuals must maintain an adequate safety distance from suspended loads to prevent injuries from falling objects.



##### NOTE

Special work under suspended loads, which cannot be completed in a different way, is only permitted at the express instruction of a defined responsible person.

Prerequisite for this is a clear agreement with the crane operators and a safety person.

##### Weather conditions

During thunderstorms, all crane work must be stopped due to a risk of lightning striking the crane or a component.

Consult the crane operator to determine the maximum wind speed at which crane work is possible.

The limit wind speed for crane work depends on the type of crane, the design of the crane and the wind conditions.

The crane operator is fully responsible during all crane work.

The responsible employee and the crane operator mutually agree when crane work must be stopped due to the wind conditions and when they can be resumed.

#### 4.4 Special obligations of the owner

The owner is particularly responsible for ensuring a high degree of safety when operating the WT and while persons are inside the WT.

In particular, the owner must ensure that:

- Only authorized persons have access to the WT, e.g., by means of an appropriate key concept. If no authorized persons are in the WT, it must be kept locked
- The PPE in the WT or the wind farm is carefully stored
- In a wind farm where not all WTs are equipped with a PPE, suitable information on the storage location of the PPEs available in the wind farm is provided in all WTs
- This document and all others stored in the WT by the manufacturer (e.g., the operating instructions for the WT and circuit diagrams) are always available in the WT and are in a usable condition
- The signs on and in the WT are in a proper condition, and are replaced, if necessary

- The work steps required for WT maintenance are organized and executed on time and in accordance with the manufacturer's specifications
- A specific safety concept has been developed and implemented for themselves and any accompanying person in the WT, which is used particularly in case of emergencies
- The WT is stopped as soon as there is a risk of icing, and is only restarted when there is no risk of ice throw

### Inspections of special equipment

Depending on the country in which the WTs are erected, there are specific, periodic inspection obligations for WT safety equipment, various safety devices and turbine components.

These inspections are not part of the standard maintenance work and must be performed by special experts.

The owner is responsible for organizing these inspections and for checking the proper and timely execution.

These special inspections apply to:

- The owner's PPE
- The rappelling equipment stored in the WT
- The fall arrest system for the vertical ladder
- Specific pressure tanks of the hydraulic system
- The service lift
- The on-board crane
- The fire extinguishers and, if available, the automatic fire alarm and fire extinguishing system
- The first-aid kits

Detailed specifications, including inspection periods, are included in the maintenance report.

## 5. Warning and safety notes inside the WT

Corresponding signs inside the WT provide warnings about possible dangerous situations, See " Table: WT signs".







Furthermore, signs containing operating notes and rules of conduct are attached to various turbine components. These must be observed at all times.



### NOTE

The owner is responsible for ensuring that the signs in and on the WT are in a usable condition and are replaced, if necessary.

Table: WT signs

Sign/symbol	Meaning
	Warning of a falling or slip hazard
	Warning of a crushing hazard
	Warning of hazardous voltage
	Do not step here
	First-aid kit
	Fire extinguisher

## 6. Residual risks

Nordex WT's comply with the state of the art technology and have high safety standards.

Despite this, certain risks remain when the WT is operated, and particularly when performing maintenance work in and on a WT.

### Slip hazard due to ice

In icy conditions, there is an increased risk of slipping when approaching the WT, and particularly when using the external staircase.

In these weather conditions, watch your step accordingly when approaching the WT or take actions to avoid slipping on iced floor.

### Ice throw

The primary residual risk when operating the WT is the risk of ice throw during the cold season.

If there is a risk of icing, the owner must ensure that the WT is stopped. It must only be restarted when the owner/operator has assured himself on site that there is no longer a risk of ice throw.

If there is a risk of ice throw, take particular caution when approaching the WT. In particular, avoid standing or walking below the rotor blades.

For this reason, particularly in locations with an increased risk of icing, it is advisable to equip the WT with an ice sensor, which is optionally available.

In this case, the control system stops the WT automatically when detecting any signs of icing on the ice sensor. However, proceed in the same way as described above when restarting the WT.

### Falling objects

When working at heights, objects may be dropped accidentally.

For this reason, it is prohibited to stand or walk underneath persons working at heights.

### Falling into the safety harness

When working at heights, persons may fall into the safety harness, despite adhering to all rules of conduct.

In this case, a quick rescue is necessary in order to prevent the risk of a suspension trauma and any associated health risks for the person affected.

### Tripping and slipping

There is an increased risk of tripping, especially in the nacelle and the rotor hub, due to the different height and width of steps, as well as the limited space.

Minor leaks, grease or climatic influences may also cause a risk of slipping.

For this reason, particular caution is advised while staying and moving in the WT.

## 7. Safety equipment

The WT is equipped with various pieces of safety equipment to ensure safety when inside the WT.



### NOTE

The safety equipment must be regularly inspected by an expert in accordance with the manufacturer's specifications.

For safety equipment that is permanently stored in the WT, the owner of the WT is responsible for completing these inspections.

### 7.1 Personal protective equipment (PPE)

Next to the standard protective clothing, which includes at least high safety shoes, safety gloves and a safety helmet, personal protective equipment (PPE) is required, particularly when using the vertical ladder.

It protects against falling while standing or walking in a fall hazard area.

The PPE for the owner and one accompanying person can be provided by Nordex.



### NOTE

The scope of supply of the PPE depends on the applicable contract.

If the supply of PPEs has been agreed to contractually, the owner is obliged to carefully store the PPE.

In a wind farm where not all WTs are equipped with a PPE, the owner must provide suitable information on the storage location of the PPEs available in the wind farm in all WTs.

#### 7.1.1 Inspection/maintenance

The PPE must be checked once a year by an expert.

The owner is solely responsible for organizing and monitoring the inspection of the owner's PPE, see Chapter 4.4 "Special obligations of the owner".

#### 7.1.2 Components of the PPE

The PPE for trained, specialized personnel consists of the following parts:

- 1 fall arrester
- 1 lanyard with energy absorber (Y-lanyard)
- 1 fall arrester, permitted for use with the respective fall arrest system in the tower

- 1 adjustable work-positioning lanyard
- 1 hub rope
- 1 head torch

In EU member states, the PPE must comply with the standards EN 361 (safety harnesses), EN 353-1 (fall arrest systems) and EN 354 (lanyards).

The scope of the PPE available for the owner depends on the applicable contract. The minimum equipment for ascending into the nacelle consists of safety harness, Y-lanyard and fall arrester for the respective fall arrest system in the tower.

#### Safety harness

The safety harness has an abdominal lug for attaching the fall arrester in the middle of the abdominal strap, and a dorsal lug (e.g., for rescue purposes), see Fig.1.

The two lateral lugs of the abdominal strap can be used, for example, for an equipment bag.

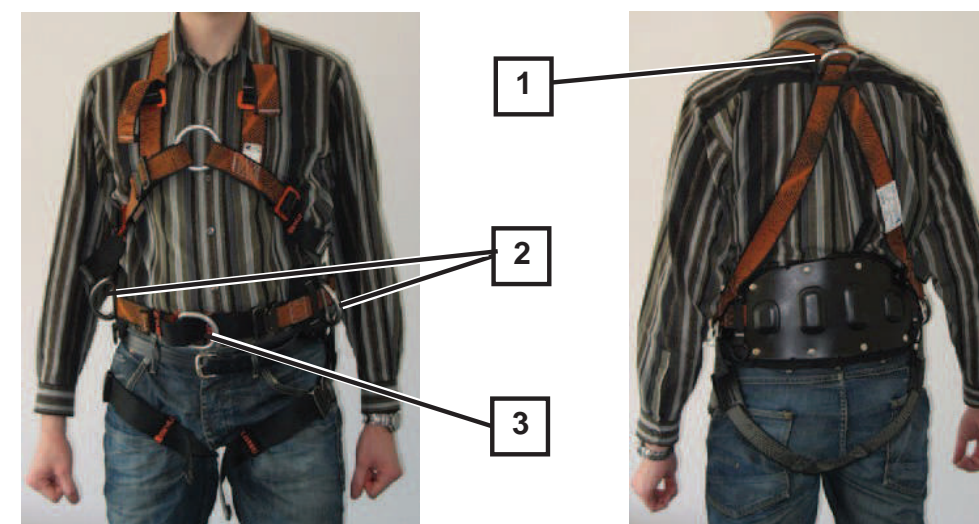


Fig. 1 Safety harness (example)

- 1 Dorsal lug
- 2 Lateral lugs
- 3 Abdominal lug on abdominal strap

#### Lanyard with energy absorber ("Y-lanyard")

The lanyard with energy absorber serves for safeguarding at a fixed attachment point, for example when there is a fall hazard during a change of location.

The lanyard with energy absorber has 2 large snap hooks for attaching to an attachment point, and 1 small snap hook for hooking into the dorsal lug on the backplate of the safety harness, see Fig.2.

The energy absorber behind the small snap hook ensures that the fall of a person is arrested smoothly.



Fig. 2 Lanyard with energy absorber

#### Adjustable work-positioning lanyard (Service only)

A further piece of safety equipment is required in order to secure yourself in awkward positions where there is a fall hazard. This also ensures to have both hands free for performing the necessary work.

An adjustable safety rope with flexible edge protection is provided for this purpose, see Fig.3.

The adjustable work-positioning lanyard is attached to the lateral lugs on the safety harness.



Fig. 3 Adjustable work-positioning lanyard with flexible edge protection

#### Hub rope, including accessories

In the case of WTs of turbine classes K08 and K06, use the hub rope with its accessories as additional safety equipment to secure yourself when climbing into the rotor hub, see Fig.4.

The hub rope is a fall arrester on a moveable guide with flexible edge protection and a length of 10 m. It must be stored together with the webbing sling in an equipment bag.

For more information on the handling, see Chapter 11.5.1 "Attaching the hub rope" for WTs of the K06 turbine class and see Chapter 14.5.1 "Attaching the hub rope" for WTs of the K08 turbine class.



Fig. 4 Hub rope, including accessories

- A Hub rope
- B Storage bag
- C Webbing sling

### 7.1.3 Handling the safety harness



#### NOTE

The handling of the PPE is explained here with an example.

In principle, the same procedure also applies to other versions of the safety harness.

- Attach the lanyard with energy absorber to the dorsal lug at the backplate of the safety harness using the small snap hook and secure it
- Attach the large snap hooks to the lateral lugs on the left and right side
- Put on the safety harness like a jacket
- Pull the right chest strap through the chest lug and lock it into the buckle

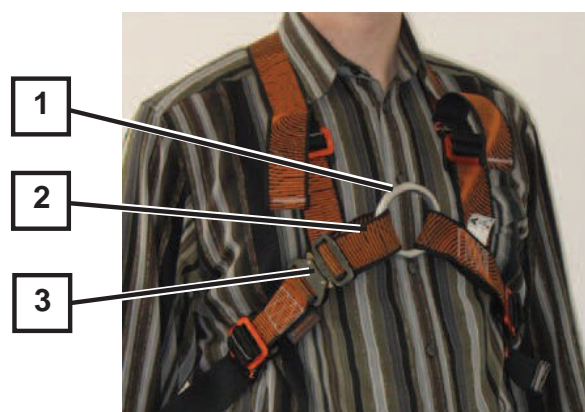


Fig. 5 Fastened safety harness (example)

- 1 Chest lug
- 2 Right chest strap
- 3 Chest strap buckle

- Fasten the abdominal strap
- Guide the leg straps through the legs from behind and lock them into the lateral buckles



Fig. 6 Fastened safety harness (example)

- 1 Abdominal strap buckle
- 2 Leg strap buckle

- Pull all straps tight so that the safety harness fits tightly around the body



#### NOTE

Rule of thumb for correct strap tension:  
A flat hand may fit between strap and body, but not a fist.

## 7.2 Rappelling equipment



#### NOTE

For handling the rappelling equipment, see Chapter 9.7 "Leaving the nacelle in hazardous situations (rappelling)"

If the service lift or the vertical ladder with the fall arrest system cannot be used for descending from the nacelle, the nacelle can only be exited by rappelling to the ground.

For the owner of the WT, the rappelling equipment required for this purpose is provided in sealed packaging inside a sealed aluminum box. The storage location of the rappelling equipment is different for the individual turbine classes.

#### Turbine classes K06 and K07

The rappelling equipment is located on the top platform of the tower, tied down with a strap.

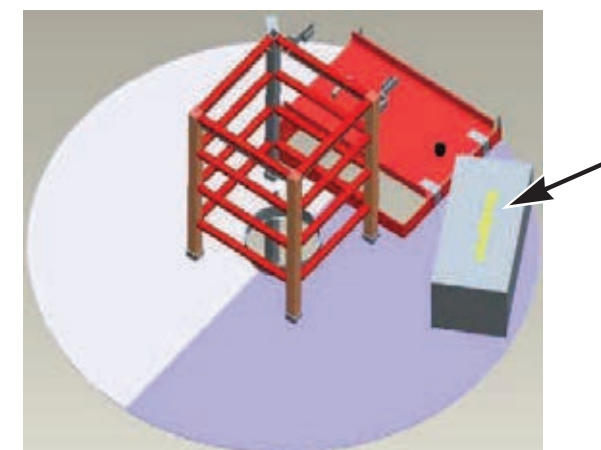


Fig. 7 Position of the rappelling equipment on WTs of turbine class K06/K07

#### Wind Turbine Class K08 beta

So far, the rappelling equipment was located in the same location as in WTs of turbine class K06 and K07. If the WT has already been retrofitted, the rappelling equipment is now located in the nacelle between generator and gearbox next to the shaft, tied down with a strap.



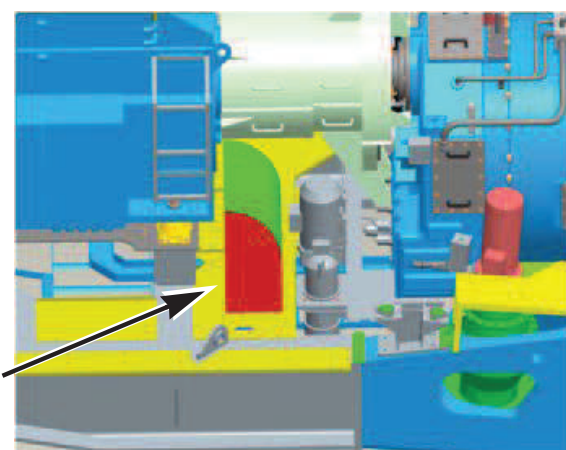


Fig. 8 Position of the rappelling equipment in the K08 beta nacelle

### Wind Turbine Class K08 gamma

The rappelling equipment is located in the nacelle on top of the rotor shaft cover between rotor bearing and gearbox, tied down with a strap.

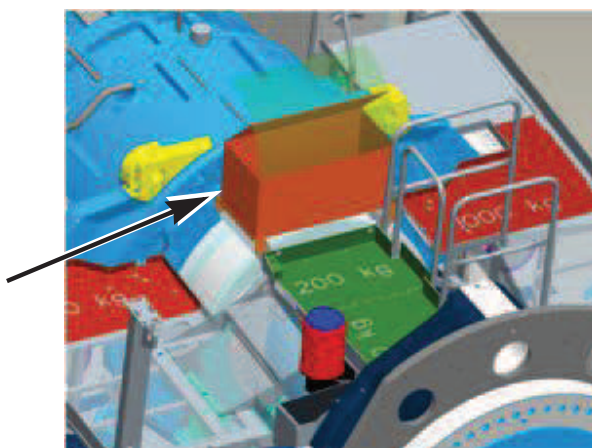


Fig. 9 Position of the rappelling equipment in the K08 gamma nacelle

Service employees must carry their own rappelling equipment in the service vehicle. Except for the aluminum box, this consists of the same components as the rappelling equipment for the owner of the WT.

### 7.2.1 Equipment/accessories

The rappelling equipment consists of a transport bag, the descender with a rope corresponding to the tower height, and a 1.5 m work-positioning lanyard for attaching the descender, see Fig.10.

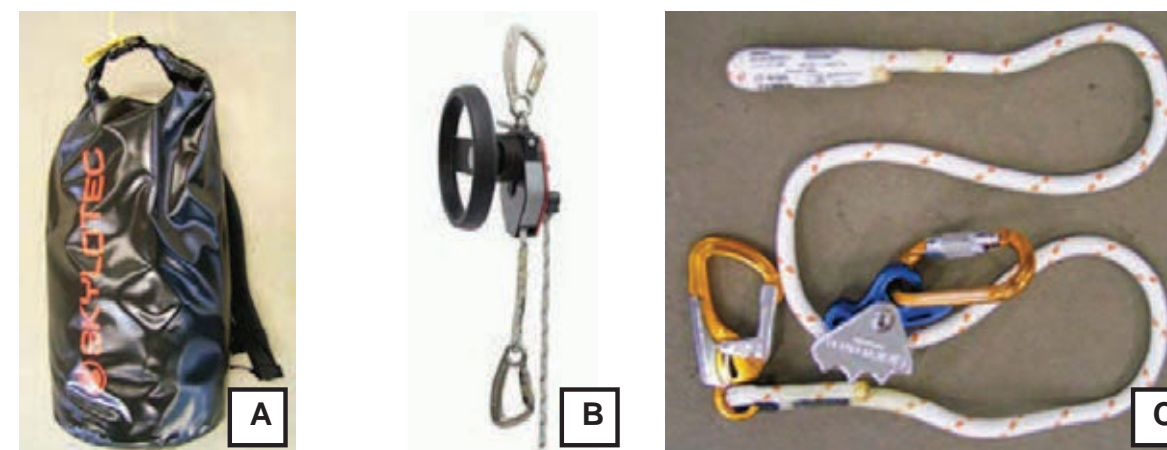


Fig. 10 Main components of the rappelling equipment

- A Transport bag
- B Descender
- C Work-positioning lanyard

The rappelling equipment also contains the following accessories:

- 1 edge protection for WTs (K06 and K08) for guiding the rope over the edge of the nacelle wall, see Fig.11
- 2 snap hooks and 1 rope clamp as alternative lifting tackles, see Fig.11.

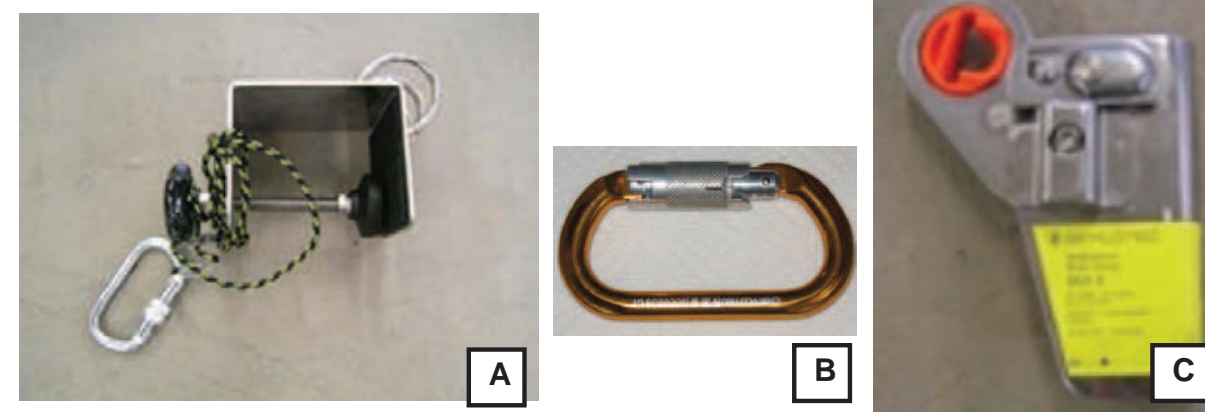


Fig. 11 Accessories for rappelling equipment

- A Edge protection (K06 and K08)
- B Snap hook (2x, similar to photo)
- C Rope clamp

Individual pieces of equipment may differ, e.g., a webbing sling for attachment instead of a work-positioning lanyard.

### 7.2.2 Inspection/maintenance

The rappelling equipment must be inspected by an expert once a year, in accordance with the manufacturer's instructions.

**NOTE**

The WT owner is solely responsible for organizing and checking these inspections, see Chapter 4.4 "Special obligations of the owner".

### 7.3 Fire extinguisher

At least two fire extinguishers are available in the WT for quickly fighting incipient fires:

- One in the tower base, next to the door
- One in the nacelle

These are ABC powder fire extinguishers, which are used to extinguish burning solids and liquids, as well as fires in electrical systems of up to 1000 V.

The WT can also be optionally equipped with a fire alarm and a fire extinguishing system.

### 7.4 First-aid kit

Generally, there are two first-aid kits in the WT for treating injuries:

- One in the tower base, next to the door
- One in the nacelle, either on the nacelle wall (turbine class K07) or on the front surface of the Topbox.

## 8. Safety devices

The WT is equipped with various safety devices, which are particularly necessary for the safe execution of maintenance work.

### 8.1 Fall arrest system

The WT is equipped with a vertical ladder with a fall arrest system.

Like the PPE, the fall arrest system must be inspected regularly by an expert.

The owner is responsible for organizing these inspections, see Chapter 4.4 "Special obligations of the owner".

#### 8.1.1 Fall arrest systems used

Nordex WTs can be equipped with three different fall protection systems, see Chapter 8.1.2 "Attaching the fall arrester":

- A fall arrest rail in the center of the vertical ladder
- A safety rope next to the vertical ladder
- A safety rope in the center of the vertical ladder (Latchways system)

Each fall arrest system has a special fall arrester.

When using the vertical ladder, only the fall arrester permitted for the installed fall arrest system must be used.

The fall arrester must be connected directly to the abdominal lug of the safety harness.

**Note:** Refer to the operating instructions of the safety harness for which abdominal lug must be used to connect the fall arrester.

In case of a fall, the fall arrester locks in place after just a few centimeters. The delayed reaction reduces the high loads to which the falling person is subjected and their fall will be arrested safely.

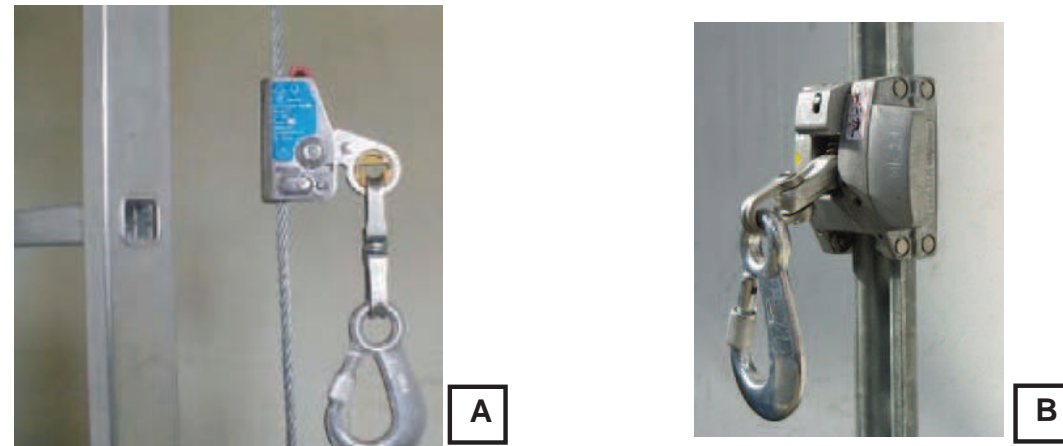


Fig. 12 Fall arrester

- A On the safety rope next to the vertical ladder
- B On the fall arrest rail

## 8.1.2 Attaching the fall arrester

### Safety rope next to the vertical ladder

- Completely loosen the knurled thumb screw on the fall arrester
- Push the ratchet down and open the fall arrester
- Place the open fall arrester around the safety rope
  - Make sure that the fall arrester is in the correct mounting position
  - The "up" arrow on the fall arrester must point upward



Fig. 13 Attaching the fall arrester to the safety rope

- Close the fall arrester so that the ratchet locks in place
  - Note:** This is easier if you slightly lift the snap hook.
- Manually retighten the knurled thumb screw
- Perform a functional test

### Safety rope in the center of the vertical ladder ("Latchways" system)



Fig. 14 Fall arrester "Latchways" system with starwheel (arrow)

- Hook the fall arrester in the abdominal lug on the abdominal strap
- Use your right hand to hold the fall arrester in a hanging position, and use your thumb to operate the ratchet release mechanism

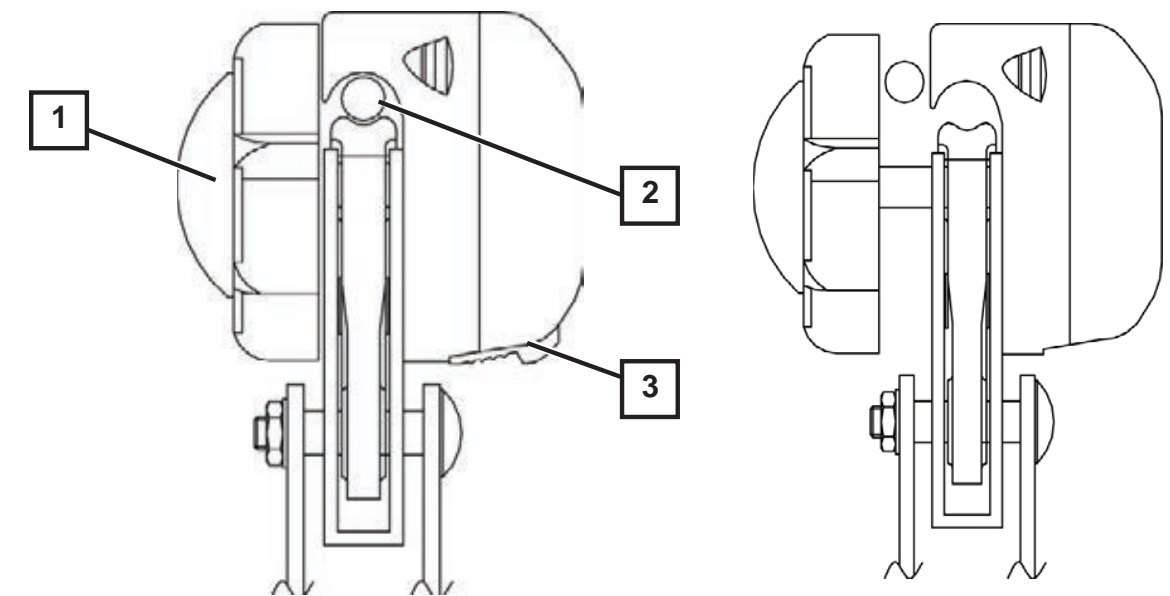


Fig. 15 Fall arrester, "Latchways" system (left closed, right open)

- 1 Encoder disk
- 2 Safety rope
- 3 Ratchet release mechanism

- Use your left hand to remove the left part of the fall arrester (starwheel) to the side
- Slide the fall arrester onto the rope, so that the rope runs through the inside of the housing

- Operate the ratchet release mechanism with your thumb and press both halves of the fall arrester together
- Check that the fall arrester is properly locked and can no longer be pulled apart
- Carry out a suspension test

#### Fall arrester with release mechanism (Haca)

The fall arrester with release mechanism can be attached and removed at any point on the fall arrest rail.

- Open the cover
- Push in the locking pin
- Pull the right half of the fall arrester to the side
- Attach the fall arrester to the fall arrest rail
  - Note:** The arrow on the fall arrester must point upwards
- Release the right half, so that both halves pull together
- Check that the rollers are sitting correctly on the fall arrest rail
  - Note:** The locking pin must be completely disengaged again
- Carry out a suspension test

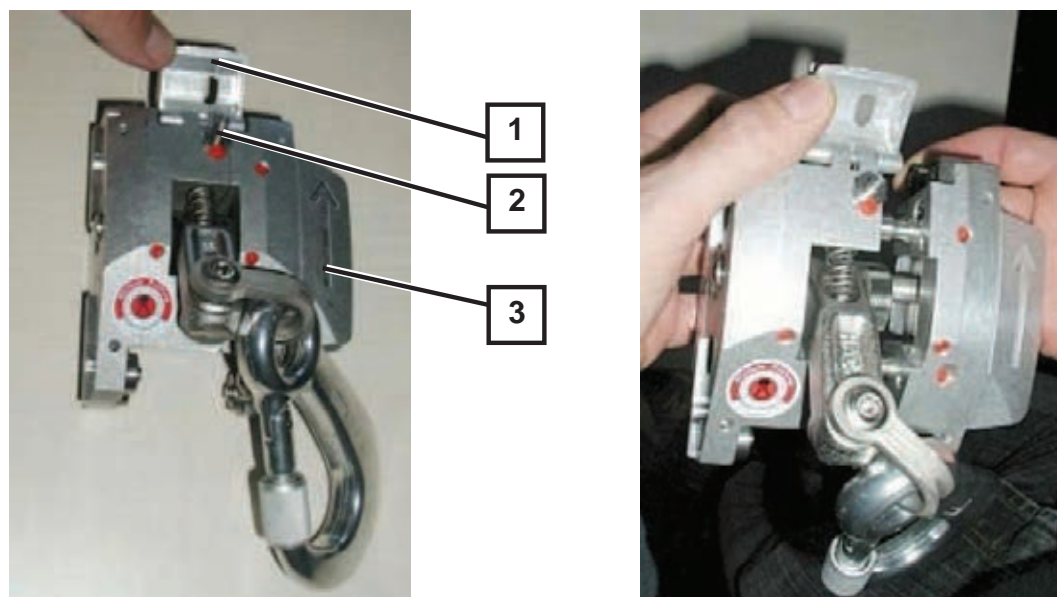


Fig. 16 Fall arrester (Haca)

- 1 Cover
- 2 Locking pin
- 3 Arrow marking

## 8.2 Rotor lock

The rotor lock is used to reliably mechanically lock the entire drive train. It prevents personal hazard to those working in the nacelle and rotor hub caused by rotating parts of the drive train.

WTs of all turbine classes are equipped with a rotor lock on the rotor shaft. This consists of 1 or 2 bolts and the rotor lock disk, which is located on the rotor shaft. With the rotor at standstill, the bolt/s are inserted into one of the drill holes in the rotor lock disk.

WTs of turbine class K08 can be equipped with an additional rotor lock on the brake disk. This must only be used under certain conditions.

The rotor lock must only be operated by trained specialized personnel.

## 8.3 Attachment points

There are specific attachment points in the WT for the PPE to safeguard against falling from a height. These attachment points are indicated with yellow paint, or with red paint in WTs that have been operational for a longer period of time.

The attachment points in the nacelle are a lifting lug on the rotor bearing and a lifting lug each on the left and right side of the gearbox, see Fig.17.

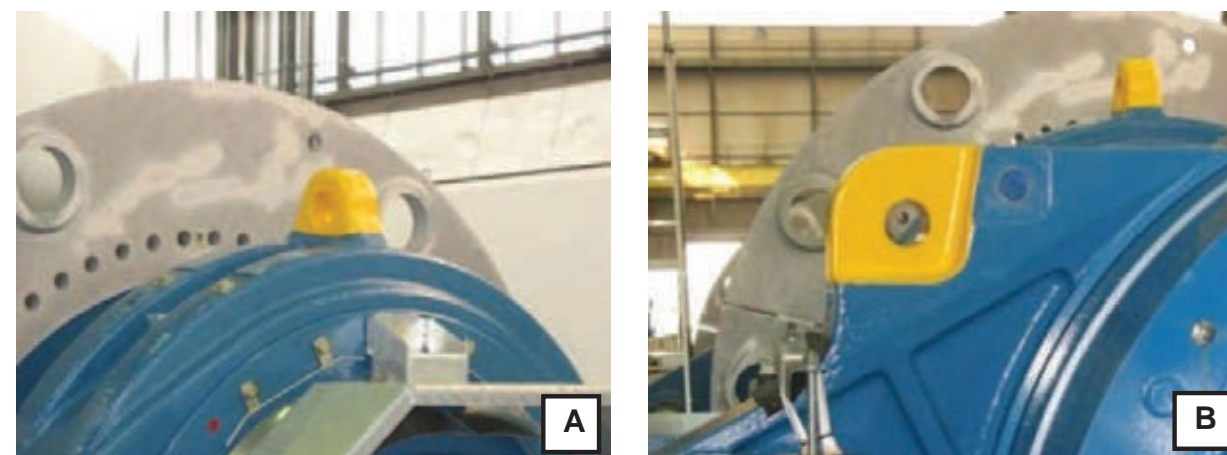


Fig. 17 Attachment points in the nacelle (example)

- A Lifting lug on rotor bearing
- B Lifting lug on the left side of the gearbox

In WTs of turbine class K08, the lifting lugs on the generator are also permitted as attachment points, see Fig.18.

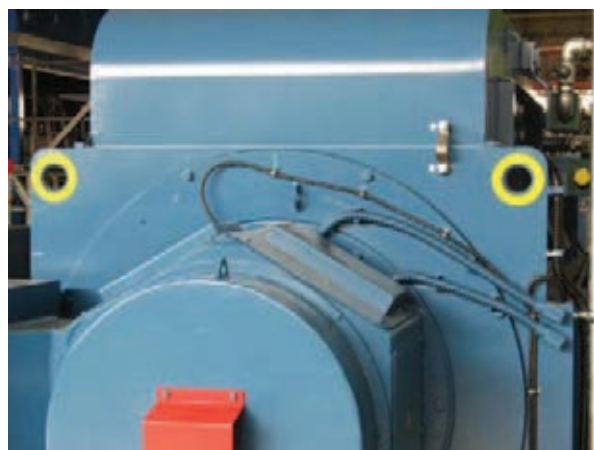


Fig. 18 Attachment points on generator (K08)

#### Additional attachment points K08 beta

WTs of turbine class K08 can be additionally equipped with a safety rope system, see Fig.19.

In this case, the safety rope serves as a continuous attachment point.

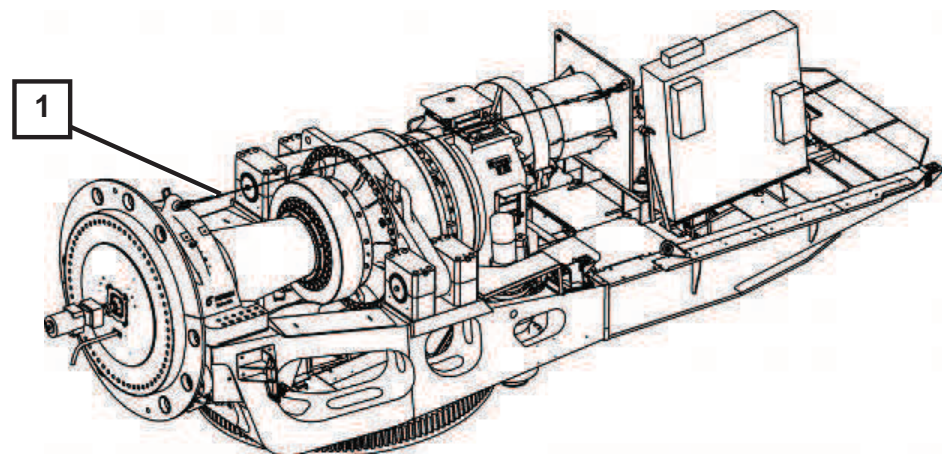


Fig. 19 WT with safety rope system (example)

1 Safety rope

If a sign indicates that the cross bolt for the front roof prop is a permitted attachment point in a WT of the K08 beta turbine class, this can be used to attach persons, particularly when rescuing a casualty in the nacelle.

Both roof props must be mounted in this case. Without props, the cross bolt is not permitted as an attachment point.

Eyebolts marked as attachment points are located in the tower and on the nacelle roof.



Fig. 20 Attachment point at the roof (K08 beta)

#### Additional personal attachment points K08 gamma

- At the front of the machine frame
- Vertical rod 1 of the crane support structure
- Vertical rod 4 of the crane support structure (at the crane hatch)
- On the crane rail
- On the roof
- On the rotor hub access hatch

## 8.4 Emergency stop switch

There are several emergency stop switches in the WT. They serve to stop the WT as quickly as possible in hazardous situations.

Actuating an emergency stop switch interrupts the *safety chain* of the WT, which is a hard-wired series connection of various monitoring devices.

The interruption of the safety chain leads to an emergency stop of the WT. This brings the rotor to a standstill as quickly as possible and disconnects the generator and converter from the grid.

The emergency stop switches have a twist release.

The knob must be turned to the right to reset the switch to its original position.

To return the WT to the operational state, the safety chain must be additionally reset directly on site.

The emergency stop switches are located at different points in the WTs of each turbine class. For detailed information, refer to the operating instructions of the respective WT.

## 8.5 Access hatch switch

Certain turbine types are equipped with an access hatch switch at the access hatch to the nacelle, see Fig.21.

This is activated when the access hatch is opened. It switches the WT into service mode and the rotor brake is applied.

In this way, the access hatch switch ensures that the rotor is at a standstill before entering the nacelle.

If, contrary to the regulations, the WT has not been stopped before ascending to the nacelle, the access hatch switch triggers one of the brake programs when the access hatch is opened. This stops the WT as quickly as possible.

Once the access hatch has been closed, the rotor brake is released again.

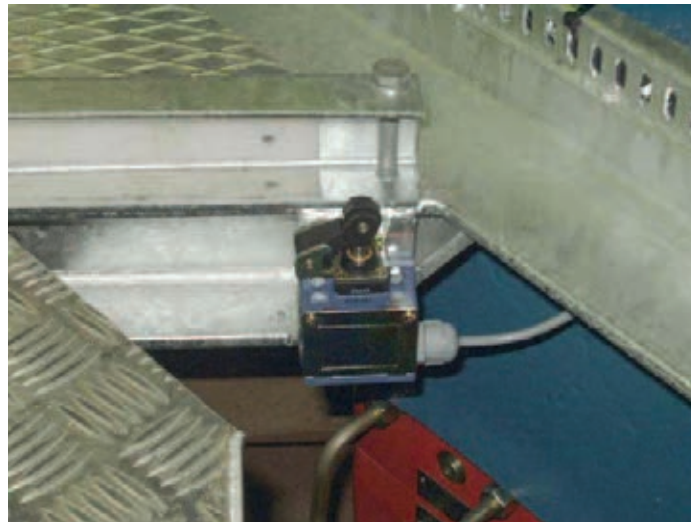


Fig. 21 Access hatch switch (example)

## 8.6 Area stop switches and battery disconnectors in the rotor hub

WTs with pitch systems (K07, K08) are equipped with various options for deactivating the pitch drives.

### K07 alpha

Each pitch box is provided with the following for the respective pitch drive:

- A mains switch for disconnecting the pitch power supply
- A battery disconnector for disconnecting the battery voltage

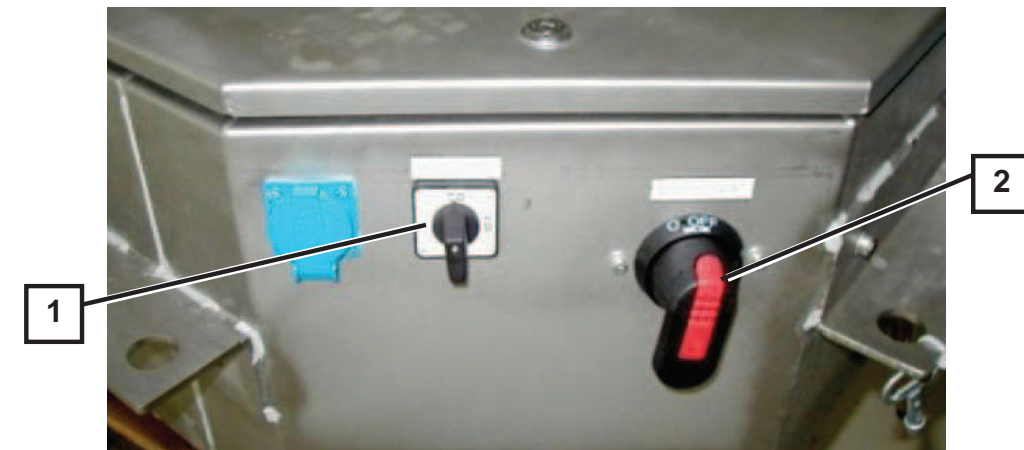


Fig. 22 Pitch box K07 alpha

- 1 Mains switch
- 2 Battery disconnector

If all battery switches are activated, deactivating one of the mains switches also causes an emergency pitch run of all pitch drives using the batteries – i.e., including the pitch drive whose mains switch was deactivated.

If the emergency pitch run for one of the pitch drives must be prevented, its battery disconnector must first be deactivated before deactivating one of the mains switches.

### K07 beta

Each pitch box is equipped with an area stop switch for completely disconnecting the respective pitch drive and with 1 battery disconnector for disconnecting the battery voltage.

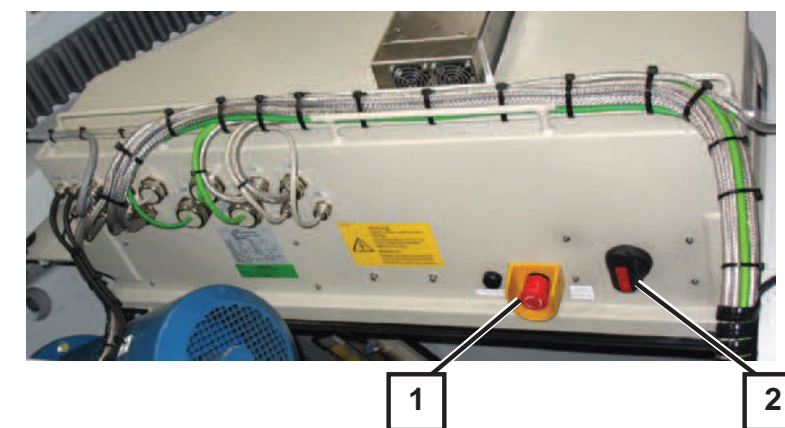


Fig. 23 Pitch box K07 beta

- 1 Area stop switch
- 2 Battery disconnector

Like the emergency stop switches, the area stop switches are equipped with a twist release.

The knob must be turned to the right to reset the switch to its original position. It has the same functionality as described under the section "K08 with 1 battery box per pitch drive" below.

### K08 with two battery boxes per pitch drive (Pitch 1)

Each pitch box is equipped with an area stop switch for completely disconnecting the respective pitch drive.

At the same time, the pitch supply voltage for the other two pitch drives is disconnected but their emergency pitch run using battery voltage is also triggered.

The emergency pitch run can only be prevented if the fuses for the battery voltage in the respective pitch boxes are opened in advance.

Like the emergency stop switches, the area stop switches are equipped with a twist release.

The knob must be turned to the right to reset the switch to its original position so that the pitch supply voltage is reconnected.

### K08 with one battery box per pitch drive (pitch 2 and higher)

Each pitch box is equipped with an area stop switch for completely disconnecting the respective pitch drive.

Each battery box is equipped with a battery disconnecter for disconnecting the battery voltage.

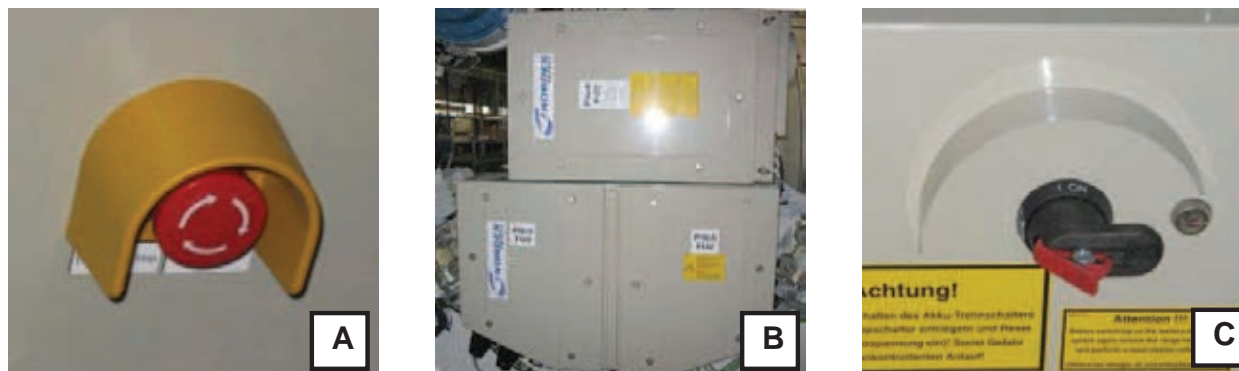


Fig. 24 Pitch boxes K08 (example)

- A Area stop switch
- B Battery box and pitch boxes
- C Battery disconnecter

Each area stop switch also disconnects the pitch supply voltage for the other two pitch drives. However, these remain connected to the battery voltage.

Actuating an area stop switch also triggers an emergency pitch run for the other two pitch drives, provided that the battery disconnecters are activated. This can

be prevented for each individual pitch drive by deactivating the respective battery disconnecter in advance.



#### NOTE

When actuating the area stop switch, a rotor blade that is not in a vertical position could move for a short time. This is because the pitch motor brake is applied with delay.

Like the emergency stop switches, the area stop switches are equipped with a twist release. The knob must be turned to the right to reset the switch to its original position.

To reconnect the pitch supply voltage, unlock the area stop switch and then actuate the blue reset button on pitch box 1 (pitch FU 1).

To re-activate a previously de-activated battery disconnecter, first reconnect the pitch supply voltage before re-activating the battery disconnecter. This prevents the rechargeable batteries of the respective pitch drive from being connected to the empty direct current link (DC link) of the pitch converter. Otherwise a high load would occur on the DC link capacitors, several semiconductor components and the rechargeable batteries which would in turn reduce the service life of these components.

## 8.7 Call button rotor hub

WTs of turbine class K07 beta and K08 as of pitch 2 include a call button in the rotor hub. If this button is actuated, you can hear an acoustic signal in the nacelle. Using this button, persons in the rotor hub are able to attract attention in cases of emergency.

Each pitch box has a call button next to the area stop switch.

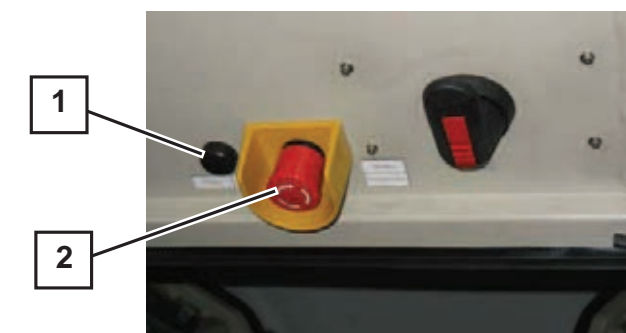


Fig. 25 Call button in the rotor hub

- 1 Call button
- 2 Area stop switch

## 8.8 Rotor brake selector switch

WTs of turbine class K08 and K07 beta with active rotor brake include a "rotor brake selector switch" on the Topbox.

It is used for switching between automatic and manual operation of the rotor brake.

Switching over from automatic to manual operation triggers a fast braking and an immediate application of the rotor brake.

The rotor brake can now only be released by using the *Release Brake* button on the manual control unit.

Now the wind turbine control system can no longer access the rotor brake.

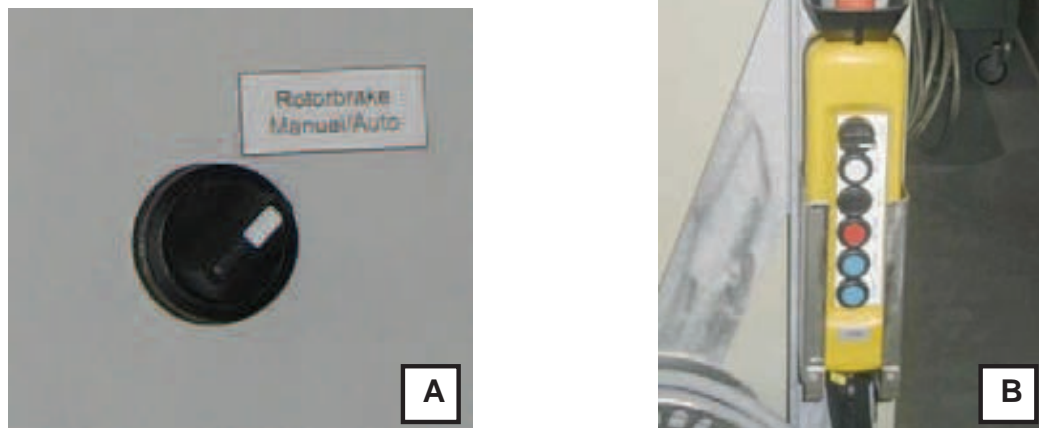


Fig. 26 Operational controls on the Topbox (example)

- A Rotor brake selector switch
- B Manual control unit

## 8.9 Emergency lighting

The WT is equipped with emergency lighting in the tower and nacelle if the power supply of the WT should fail.

The emergency lighting switches on automatically with a maximum delay of 15 seconds and ensures that the WT is lit for at least 1 hour.

This ensures a safe descent from the nacelle.

## 9. Behavior in specific situations

### 9.1 Grid failure



**DANGER**

#### FALL HAZARD

There is a fall and injury hazard when using the vertical ladder without sufficient lighting.

The emergency lighting in the WT is ensured for only 1 hour.

The descent into the tower base must be completed within one hour after the grid failure.



#### OBSERVE DOCUMENT

Work Instructions *F010\_002 Wind Turbines Without Grid Connection or With Locked Drive Train*

In case of grid failure, the lighting in the WT is automatically switched to emergency lighting.

If there is a grid failure during service work on the WT, and if it cannot be foreseen when the power supply will be restored, proceed as follows:

- Stop all work in the rotor hub and nacelle
- If the cabin roof is open, close and lock it
- Proceed as described in the Work Instructions *F010\_002*
- Descend to the tower base
- Inform the responsible Remote Monitoring

### 9.2 Thunderstorm



**DANGER**

#### LIGHTNING STRIKE

During thunderstorms, there is a danger to life inside or close to the WT in case of lightning strike.

In case of an approaching thunderstorm, leave the WT or do not enter it.

Once the thunderstorm has passed, be aware of crackling noises as you approach the WT, as these are a result of electrostatic charging.

Only enter the WT when these noises have stopped.

A WT is at high risk from lightning strikes.



The WT itself is adequately protected against damage by comprehensive lightning protection measures. However, persons inside or in the proximity of a WT are still at risk.

- Initially, proceed as in a grid failure
- Leave and lock the WT
- Wait at a safe distance from the WT until the thunderstorm has passed

Do not re-enter the WT until the thunderstorm has passed.

## 9.3 Fire



### FALLING TURBINE PARTS

In case of a fire in the nacelle or on the rotor, parts may fall off the wind turbine.

In case of a fire, nobody is permitted within a radius of 500 m from the turbine.



### NOTE

The WT is equipped with ABC powder fire extinguishers for fighting incipient fires.

At least one fire extinguisher is located in the tower base near the door and another in the nacelle near the Topbox.

This makes it possible to extinguish burning solids and liquids, as well as fires in electrical systems of up to 1,000 V.

These fire extinguishers are not suitable for extinguishing a fire on the high-voltage elements, see Chapter 9.3.2 "Fire in medium-voltage switchgear or transformer".

### 9.3.1 Fire in the WT

- Remove any persons from the danger area
- If possible, disconnect the burning object from the grid
- Fight the fire with available means if there is any chance of success
- If the fire cannot be extinguished or if there is no chance of success, call the fire department
- Inform the responsible Remote Monitoring

### 9.3.2 Fire in medium-voltage switchgear or transformer



### HIGH VOLTAGE

Parts of the medium-voltage switchgear and the medium-voltage transformer are subject to high voltage.

Do **not** attempt to extinguish such fires with the fire extinguishers found in the WT.

These are only suitable for equipment up to 1,000 V.

- Immediately disconnect the WT
  - Note:** If this is not possible, inform the responsible power utility and have the wind turbine disconnected from there.
- Evacuate the WT
- Call the fire department

## 9.4 Accident

- Remain calm
- Take care of your own safety
- Take action to prevent further casualties
- Rescue casualties from the danger area
- Perform first-aid
- Inform the rescue service
- Inform the responsible Remote Monitoring

### Electrical accidents

- Immediately disconnect the voltage in the WT
  - Note:** If this is not possible, the power utility must be informed to disconnect the wind turbine
- Only use non-conductive devices for any rescue attempts
- Continuously check the consciousness and breathing (circulation) of casualties
- Always seek medical treatment, even after minor electrical accidents

## 9.5 Oil spill



**WARNING**

### SLIP HAZARD

Move particularly carefully and, where possible, avoid stepping on oil-polluted surfaces.

- Stopping the WT
- Inform the responsible Remote Monitoring

#### Further measures, to be carried out by service employees only

- Locate the leak
- If possible, either seal the leak or otherwise block the oil flow
- Properly remove any escaped oil
- Replace damaged parts
- Remove any contamination
- If oil has penetrated into the soil, inform the responsible local authorities and agree further measures with them

## 9.6 Earthquake

If the WT is located in an area with earthquake hazard, the following rules of conduct must be observed.

#### Earthquakes during work on the WT

- Immediately leave the WT
- Wait at a safe distance until the end of the earthquake
- Do not re-enter the WT until it has been checked for damage and no safety risk has been identified

#### After an earthquake

- Stopping the WT
- Check the WT, particularly the tower and foundation, for external damage
- Inform the responsible Remote Monitoring, and agree further procedure with them

## 9.7 Leaving the nacelle in hazardous situations (rappelling)



### NOTE

The following information only applies to Nordex employees and employees of commissioned subcontractors.

The owner must create and use their own safety concept to be used on the WT.

A corresponding training course can be taken at Nordex to familiarize oneself with the rappelling equipment.

There are 2 escape routes out of the nacelle:

- Descending inside the tower via the vertical ladder
- Rappelling outside the tower, if descending inside the tower is not possible

**Warning:** Do not use the service lift during a fire or an earthquake.

**DANGER**

- If the rotor has not been stopped prior to rappelling out of the nacelle, there is a danger to life
- Before rappelling, ensure that the rotor has been locked or, at the very least, is secured with the rotor brake

For WTs of the following turbine types it is possible to rappel out of the nacelle as follows

- K06 and K08 beta: With the roof open, over the edge of the nacelle wall
- K07: Through the transport hatch in the rear part of the nacelle
- K08 gamma: Through the transport hatch (crane hatch) in the rear part of the nacelle or via the roof

### 9.7.1 Fastening the descender

- Depending on the equipment, remove the webbing sling or work-positioning lanyard from the transport bag

- Attach the webbing sling or work-positioning lanyard

#### K06 and K08 beta:

To the left lifting lug of the gearbox

#### K07 and K08 gamma:

Place it over the craneway above the transport hatch



Fig. 27 Attachment points

- A Webbing sling attached to lifting lug on gearbox (K06)  
 B Webbing sling attached to the craneway (K07)

- Take the descender out of the transport bag
- Attach the hook of the descender to the two eyes of the webbing sling or the work-positioning lanyard

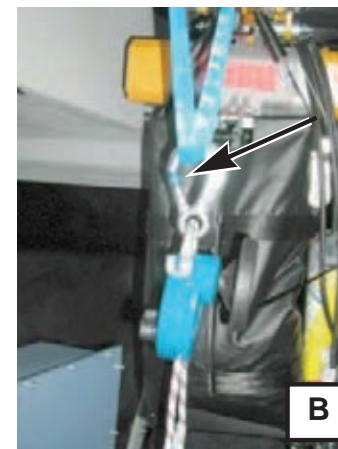
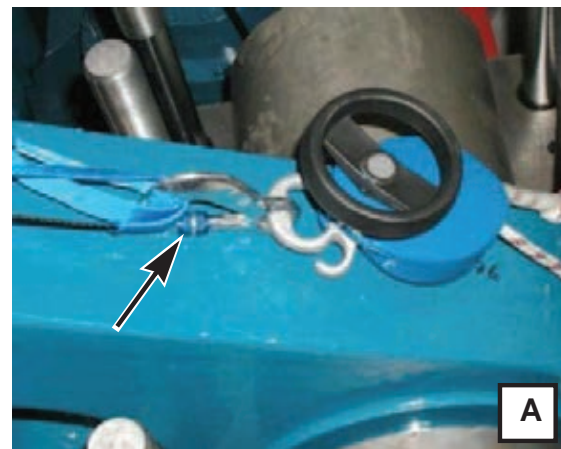


Fig. 28 Descender with knurled nut (arrow) on webbing sling

- A Turbine class K06  
 B Turbine class K07

- Screw the knurled nut down
  - ▶ In this way the hook of the descender is secured to prevent unintentional opening.
- To secure it, guide the long end of the rope via the diverter hook through the cam cleat of the descender

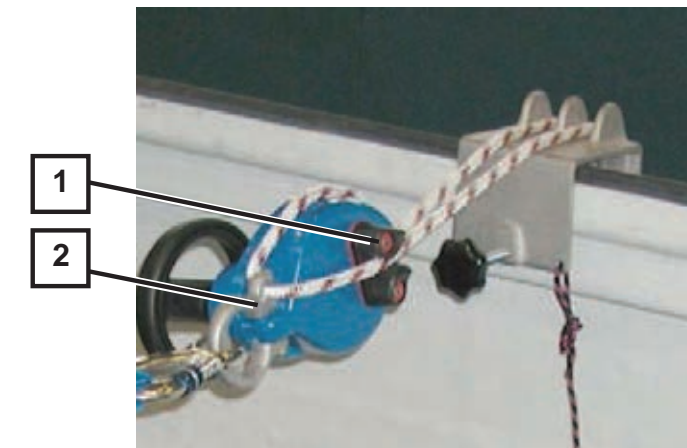


Fig. 29 Securing the rope on the descender

- 1 Cam cleat  
 2 Diverter hook

- Throw down the transport bag with the rope from the nacelle

### DANGER

#### JAMMING ROPE

Before using the rope, check it for knots and kinks.

Otherwise there is a risk that the rappelled person does not reach the ground.

#### Additional attachment point for K08 beta turbines

If a sign indicates that the cross bolt for the front roof prop is a permitted attachment point in a WT of the K08 beta turbine class, this can be used to attach persons, particularly when rescuing a casualty in the nacelle.

Prerequisite is that the roof has been secured with both props as specified.



Fig. 30 Additional attachment point for the K08 beta turbine class

- A Work-positioning lanyard on front roof prop
- B Descender on work-positioning lanyard

### 9.7.2 Attaching the edge protection (K08 beta and K06)



#### NOTE

This edge protection is the edge protection of the rappelling equipment. In some WTs there is also an edge protection for using the working rope, which is stored in the nacelle.

- Take the edge protection out of the transport bag
- Fasten the safety rope of the edge protection to a fixed point
- Attach the edge protection where the rope of the descender rests on the nacelle wall

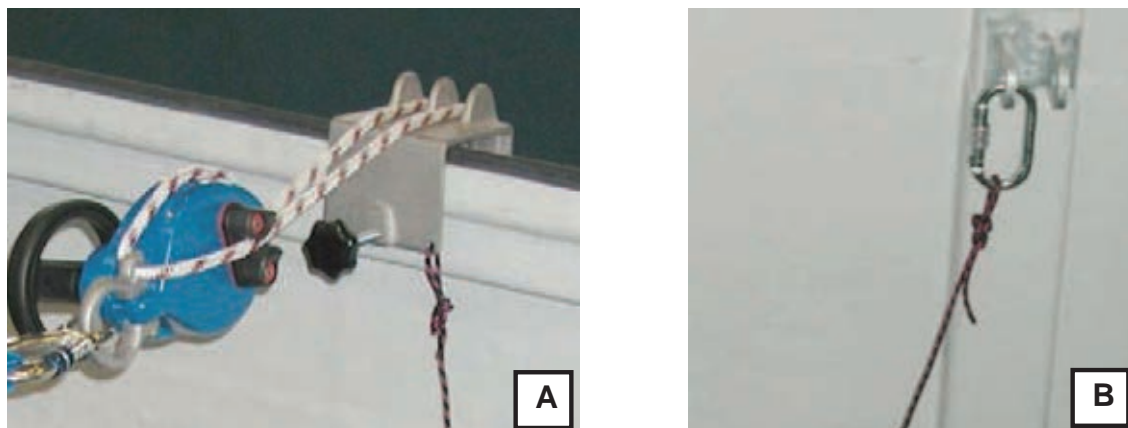


Fig. 31 Edge protection (example)

- A On the nacelle wall (with rope ends already positioned)
- B Safety rope of the edge protection

- Guide the descender rope over the edge protection

### 9.7.3 Rappelling yourself

- Hook the short rope end of the descender into the chest lugs of the safety harness and secure it
- Pull the long rope end out of the cam cleat
- Rappel over the edge of the nacelle (K06 and K08 beta) or through the transport hatch (K07 and K08 gamma)

### 9.7.4 Rappelling casualties



#### NOTE

The procedure for rappelling a casualty described in the following only applies if the casualty is conscious and can be transported whilst hanging in the safety harness.

Otherwise, height rescue workers must be requested.



#### WARNING

#### SUSPENSION TRAUMA

Hanging in the safety harness for a longer period may lead to a fatal suspension trauma.

Once the casualty has been lowered, leave them in a sitting position until the ambulance arrives, but for at least 20 minutes.

Under no circumstances put the casualty directly into a horizontal position.

Inform the ambulance explicitly about the suspected suspension trauma.

- Request an ambulance and helpers to receive the rappelled person on the ground
- Hook the hook of the short rope end of the descender into the dorsal lug on the backplate of the casualty's safety harness and secure it
- Move the casualty over the edge of the nacelle wall (K06 and K08) or through the transport hatch, hanging in the safety harness (K07 and K08 gamma)
- Pull the long rope end out of the cam cleat
- Lower the casualty
  - The descender brakes automatically
  - The long rope end can also be guided manually via the diverter hook on the descender
- Ask the casualty to move the legs, if possible, in order to maintain blood circulation
- On the ground, unhook the casualty from the rope together with a helper and put them in a sitting position, see Fig.32



Fig. 32 Casualty in a sitting position

- After approx. 20 minutes, slowly stretch the casualty's legs and, if possible, place him/her in a horizontal position
- Transfer the casualty to the ambulance for medical care
- Inform the ambulance explicitly about the suspected suspension trauma

## 10. Ascending inside the tower

### WARNING

It is only permitted to ascend into the nacelle in the following conditions:

- 10-minute average wind speeds up to 20 m/s for tubular towers and
- 12 m/s for lattice towers
- A second person is present



### WARNING

#### ICY VERTICAL LADDER

In the case of icing on the vertical ladder, the risk of injury increases due to slipping and falling into the safety harness.

The vertical ladder must not be used in the case of icing.

### 10.1 Preparing for the ascent



### DANGER

#### FALL HAZARD

A PPE either with an invalid test badge, or which has been damaged or strained by a fall, must no longer be used.

Replace the PPE immediately and have it checked by an expert.

- Inform the responsible Remote Monitoring about the intended ascent.
- Stop the WT and disable remote access to the WT.  
**Note:** To do this, see the operating instructions of the respective WT type.
- Remove any loose objects from pockets and clothing and leave them behind in the tower base or secure them from falling down during the ascent
- Make sure that the test badge of the safety harness is valid and that the safety harness does not show any signs of damage
- Put on the safety harness as described under "Safety equipment", see Chapter 7.1.3 "Handling the safety harness"
- Visually inspect the vertical ladder and fall arrest system as far as possible; make sure that there is no visible damage and that the test certificate is valid

In the case of damage or an invalid test certificate, proceed as follows:

#### Owner/operator

- Stop preparations for the ascent

The vertical ladder must not be used until it is released again by an expert.

- Have an expert rectify the damage to the vertical ladder and release the vertical ladder again

#### Service employee

- Stop preparations for the ascent

The vertical ladder must not be used until it is released again by an expert.

- Inform the responsible employee immediately
- Have an expert rectify the damage to the vertical ladder and release the vertical ladder again

## 10.2 Using the vertical ladder



**DANGER**

#### FALL HAZARD

There is a fall hazard if the service lift and the vertical ladder are used at the same time.

If a service lift is available it must always be used for ascending and descending the tower. Only use the vertical ladder if the service lift is out of order.



**DANGER**

#### FALL HAZARD

There is a fall hazard if the vertical ladder is used without fall arrest system. The vertical ladder must only be used while wearing the PPE, while secured with the fall arrester permitted for the respective fall arrest system, and while carrying the lanyard with energy absorber.



**DANGER**

#### FALL HAZARD

No more than two persons at one time must be secured to the safety rope of the Latchways fall arrest system.



**DANGER**

During the ascend: Do not allow your full body weight to rest in the fall arrester.

Always have at least three points in contact with the vertical ladder: 2 feet and 1 hand or 2 hands and 1 foot.



#### NOTE

- Wear safety gloves during the ascend.
  - The vertical ladder has a foldable rest platform about every 9 m.
- In the case of lattice towers, unlock the ladder guard on the vertical ladder, remove it and put it aside
  - Attach the fall arrester permitted for the respective fall arrest system to the fall arrest system
  - Check whether the fall arrester works properly
  - Attach the snap hook of the fall arrester to the abdominal lug in the middle of the abdominal strap, and secure it using the knurled nut
  - Check the personal protective equipment for correct fit and perform a suspension test
  - Make sure that there is no other person on the vertical ladder in the section up to the next platform  
Otherwise, wait until the other person has reached the next platform and, if applicable, has closed the hatch.
  - Start the ascent  
Pull lightly on the fall arrester to release the locking mechanism.
  - During the ascent, keep checking regularly whether the vertical ladder and the fall arrest system are fully functional and do not show any signs of damage
  - When reaching the next platform, open the hatch upward (if applicable), climb through, and close the hatch again



**DANGER**

#### FALL HAZARD

There is a fall hazard if the vertical ladder is left without fall protection. Before detaching from the fall arrester, attach the lanyard with energy absorber to a suitable attachment point, e.g., bracket or upright of the vertical ladder.

### Using the vertical ladder without fall arrest system



**DANGER**

#### FALL HAZARD

There is a fall hazard if the vertical ladder is used without fall arrest system. If the fall arrest system is not available, use a lanyard with energy absorber for securing.



**DANGER**

#### FALL HAZARD

The rungs of the ladder are not permitted as attachment points. Connect the lanyard to one of the ladder uprights.

If the vertical ladder must be used without the fall arrest system being available (e.g. during erection), the persons using the vertical ladder must be secured using the lanyard with energy absorber of the PPE.

Proceed as follows:

- Start the ascent
- At a height of about 1 m, connect one end of the lanyard with energy absorber to a ladder upright as high as possible
- Only climb the vertical ladder so far that you can still reach the first snap hook of the lanyard
- Attach the second end of the lanyard as high as possible on the vertical ladder upright
- Release the first snap hook of the lanyard
- Move further up the vertical ladder, as described, and alternately secure yourself with the two snap hooks

## 10.3 Using the service lift

**WARNING**

#### FUNCTIONAL LIMITATIONS IN SEVERE FROSTY WEATHER

The service lift is approved for temperatures down to  $-25\text{ °C}$ . At lower temperatures, only use the vertical ladder to ascend into the nacelle.



**DANGER**

#### FALL HAZARD

There is a fall hazard for persons on the vertical ladder when using the service lift.

If a service lift is available it must always be used for ascending and descending the tower. Only use the vertical ladder if the service lift is out of order.



**DANGER**

#### FALL HAZARD

If the service lift is used without fall protection, there is a fall hazard.

In the service lift cage, always secure yourself by attaching the lanyard with energy absorber to one of the attachment points.

**WARNING**

Improper use of the service lift may lead to wind turbine damage and put the life and health of persons at risk.

Only instructed persons are permitted to operate the service lift.

**WARNING**

Objects in the operating area of the service lift may lead to turbine damage. Before and while using the service lift, always make sure that the operating area of the service lift is clear.

In the case of lattice towers, some preparations must be made before using the service lift. This is because the service lift cage is parked approx. 8 m above the ground.

The service lift cage can only be reached via the vertical ladder.

- Switch on the operating voltage for the service lift  
The switch (-1F1) is located in the switch cabinet room of the transformer station, in the fuse box on the left wall.
- Use the vertical ladder to climb to the service lift cage  
To do so, proceed as described, see Chapter 10.2 "Using the vertical ladder" (among others removing the ladder guard, using the fall arrester).

To use the service lift, proceed as follows:

- Before using the service lift, familiarize yourself once more with its operation, particularly in the event of a fault, using the operating instructions provided on site
- Enter the service lift cage
- Attach the lanyard with energy absorber to one of the attachment points in the service lift cage
- Start the service lift

## 10.4 Entering the nacelle



### NOTE

Certain turbine types have an access hatch switch, see Chapter 8.5 "Access hatch switch".

- Prior to leaving the vertical ladder or the service lift, attach yourself to a suitable attachment point, e.g. ladder upright, using the lanyard with energy absorber.
- Release yourself from the fall arrester or the attachment point in the service lift
- If necessary, remove the fall arrester upwards out of the fall arrest rail, or from the fall arrest system, and hang it on the top rung until descending
- Step onto the top platform and close the hatch
- After the hatch has been closed, detach the lanyard from the attachment point
- Open the access hatch into the nacelle (depending on the design, slide it open or push it upwards)
- Ascend into the nacelle
- Switch the service switch on the manual control unit of the Topbox to service mode
- Close the access hatch into the nacelle

## 11. Special features of K06



### NOTE

Types:

- N54-Mk3/1000
- N60/1300
- N62/1300

### 11.1 Operating the rotor brake without system pressure

The following describes how the rotor brake can be operated when the hydraulic unit is not ready for operation, meaning there is no system pressure.

When there is no pressure, the rotor brake is applied.

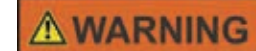
If the hydraulic unit of the WT is not ready for operation, the rotor brake can be released using a hydraulic hand pump and the spring assembly can be locked in the open position by screwing on a nut.

### NOTICE

#### DAMAGE TO HYDRAULIC SYSTEM

When operating the rotor brake using a hand pump, observe the following:

- Observe the maximum operating pressure of the rotor brake
- The hydraulic oil used in the hydraulic hand pump must be identical to the hydraulic oil of the WT
- To filter the hydraulic oil, use a 5- $\mu$  filter



#### SPURTING HYDRAULIC OIL

The hydraulic system may be under pressure.

Prior to working on hydraulic lines, depressurize the hydraulic system.

- Ensure that the hydraulic system is depressurized
- Remove the hydraulic hose of the brake system from the hydraulic supply line



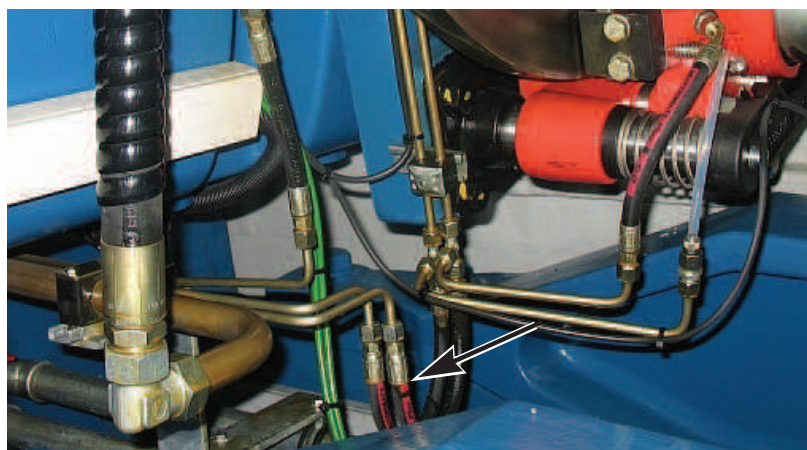


Fig. 33 Hydraulic supply line

- Absorb escaping hydraulic oil with a cloth
- Connect the hydraulic hand pump to the hydraulic hose
- Attach a protective cap to the hydraulic supply line
- Apply and release the rotor brake by either building up or releasing pressure using the hand pump

When the rotor brake must remain open for prolonged periods of time it can be locked in the open position. To do so:

- Remove the protective cap from the bolt in the spring assembly



Fig. 34 Protective cap on the bolt in the spring assembly

- Screw the nut A/F 36 attached to the brake caliper onto the bolt in the spring assembly

Once the work is complete:

- Restore the operational state of the rotor brake
- Vent the hydraulic circuit of the brake
- If necessary, refill any lost hydraulic oil

## 11.2 Operating the rotor lock

The rotor lock is a device for mechanically locking the rotor.

It prevents personal injuries in the nacelle and the rotor hub resulting from contact with rotating parts of the drive train.

### WARNING

The rotor lock must only be used at 10-minute average wind speeds of up to a maximum of 12 m/s.

### NOTICE

#### GEARBOX DAMAGE

If the rotor is locked for more than 24 hours, observe the current revision of the Work Instructions *F010\_002*.

WTs of turbine class K06 are equipped with two rotor lock bolts, which are positioned to the left and right of the rotor bearing.

These must be inserted manually into the corresponding drill holes in the rotor lock disk.

### WARNING

Danger of life-threatening injuries and serious wind turbine damage. The rotor shaft must always be locked with both rotor lock bolts.

### Locking the rotor

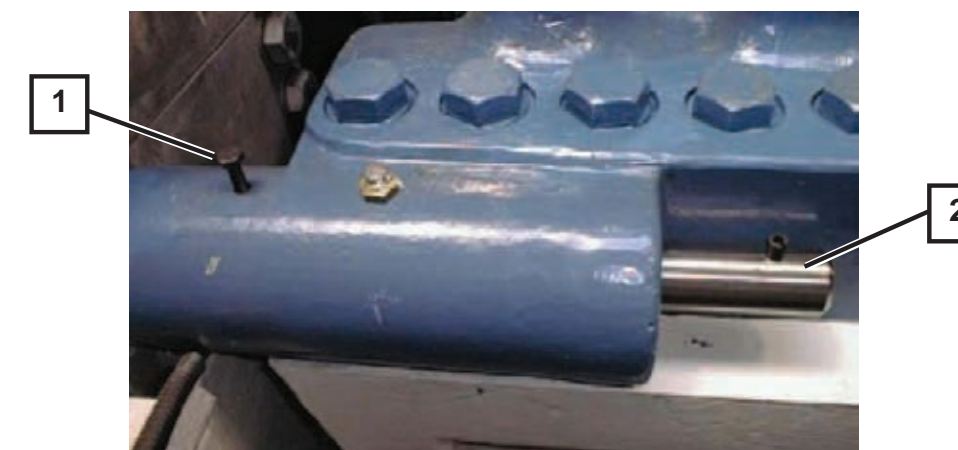


Fig. 35 Storage location of the left rotor lock bolt

- 1 Locking screw
- 2 Rotor lock bolt

- Ensure that manual control for the rotor brake is activated, the rotor brake is applied, and the rotor is locked
- Loosen the locking screw on both rotor lock bolts
- Manually push one of the rotor lock bolts to just before the rotor lock disk
- Release the rotor brake

**NOTE**

For instructions on operating the rotor brake without hydraulic pressure, see Chapter 11.1 "Operating the rotor brake without system pressure"

- Align the rotor lock disk
- Re-apply the rotor brake
- Insert each rotor lock bolt into a drill hole in the rotor lock disk

**NOTICE**

The rotor lock bolts must only be inserted into the rotor lock disk with the rotor shaft at a standstill.

- Tighten the locking screws to lock the rotor lock bolts in position

**Releasing the rotor lock**

- Make sure that the rotor brake is applied
- Loosen the locking screws
- Pull both rotor lock bolts out of the rotor lock disk
- Check whether the rotor lock bolts have been completely retracted, and whether the rotor lock disk can turn freely
- Secure the two rotor lock bolts with the locking screws

## 11.3 Operating the roof

The roof on WTs of turbine class K06 can be opened. It is necessary to open it, for example, in order to transport pieces of equipment into the nacelle or perform various maintenance tasks.

The roof is fastened to the right nacelle wall (when looking towards the rotor hub) by means of hinges, and secured to the left nacelle wall with two locks.

To open the roof, open the locks, then open the roof using the hinges and the hydraulic system, and secure it with 2 props.

## Opening the roof

**PERSONAL INJURY AND DAMAGE TO THE NACELLE**

The roof of the nacelle offers a large surface for the wind to act upon.

- Opening the roof is only permitted at 10-minute average wind speeds up to 12 m/s.
- With freshening wind, do not open the roof downwind

**NOTE**

In the case of rain, the nacelle should be positioned perpendicular to the wind direction so that the roof is opened against the wind, offering some degree of protection.

It is recommended to open the cabin roof as a team of two. Proceed as follows:

- Inform all persons in the nacelle of your intention to open the roof

**FALLING HAZARD WITH ROOF OPEN**

While in a fall hazard area, always secure yourself at one of the marked attachment points in the nacelle.

- Open the two locks on the left nacelle wall, see Fig.36



Fig. 36 Lock on the left nacelle wall

- Using the hydraulic system, open the roof so far that the bolts of the roof lock can still be easily reached

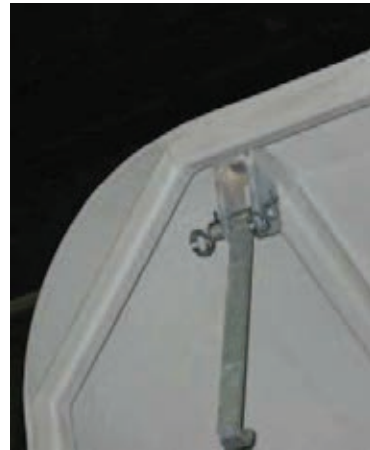


Fig. 37 Bolt for roof prop, example N60

- Remove the props from the brackets on the left nacelle wall and attach them to the bolts of the roof locks  
Ensure that the props are secured on the bolts
- Continue to open the roof until the props can be attached to the bolts for the locks on the nacelle wall

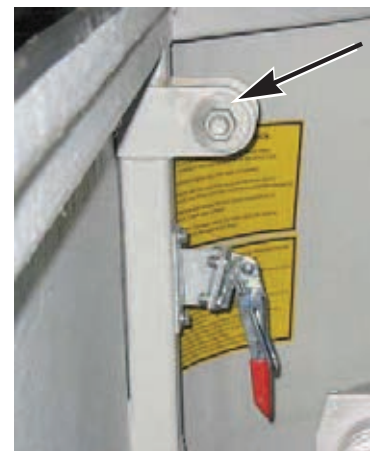


Fig. 38 Bolt for prop on nacelle wall

- Attach the props to the bolts of the locks on the nacelle wall  
**Note:** Ensure that the props are secured on the bolts.

#### Closing the roof

To close the roof, proceed as follows:

- Ensure that the edge of the nacelle wall is clear and the roof can be closed without obstruction
- Remove the props from the bolts on the nacelle wall.
- Lower the roof using the hydraulic system until the props can be removed from the roof

- Remove the props and place them on the brackets
- Lower the roof completely
- Hook the two locks of the roof lock into the left nacelle wall and lock them

## 11.4 Operating the roof hydraulics for turbine class K06

The roof on a WT of turbine class K06 can be operated using system pressure or the hand pump of the hydraulic unit.

### Opening the roof



#### NOTE

For instructions on how to open the roof, see Chapter 11.3 "Operating the roof".

Only the operation of the roof hydraulics is described here.

- Attach the handle provided with the hydraulic unit across the double valve 460.0 so that the pin is positioned at the side facing away from the generator



Fig. 39 Handle on hydraulic unit

- 1 Pin
- 2 Handle

- Move the handle toward the generator.  
If system pressure is available, the roof opens.
- If no system pressure is available: Attach the extension pipe to the hand pump of the hydraulic unit and build up pressure by pumping so that the roof opens, see Fig.40

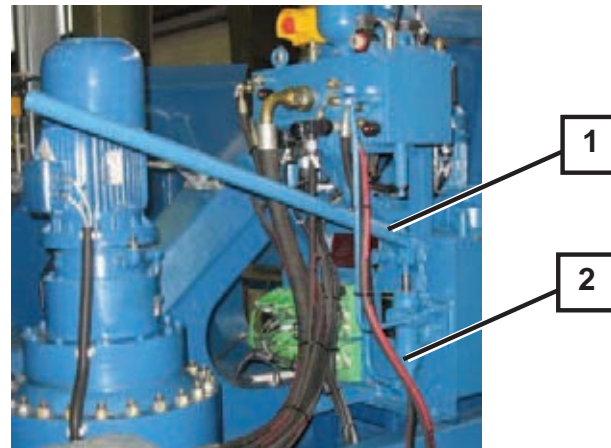


Fig. 40 Hydraulic unit of turbine class K06

- 1 Extension pipe
- 2 Hand pump

- When the roof is completely opened, remove the handle and place it back

#### Closing the roof



#### NOTE

For closing the roof, see Chapter 11.3 "Operating the roof"  
Only the operation of the roof hydraulics is described here.

- Turn the handle across the double valve 460.0 until the pin is positioned at the side facing away from the generator
- Move the handle toward the rotor hub  
If system pressure is available, the roof closes.
- If no system pressure is available: Attach the extension pipe to the hand pump of the hydraulic unit and build up pressure by pumping so that the roof closes
- When the roof is completely closed, remove the handle and place it back. If the hand pump has been used, remove the extension pipe and place it back

## 11.5 Entering the rotor hub

To perform maintenance or repair work on the rotor blades and hydraulic system, it is necessary to enter the rotor hub.

In the case of WTs of turbine class K06, the rotor hub must be crossed and entered from the outside. For this purpose, a modified pilot ladder is required as hub ladder, see Fig.41. This must be carried in the service vehicle.



Fig. 41 Hub ladder K06

In the interest of safety of the person performing the work, a second person who is able to operate the WT controls must be present in the nacelle.



#### WARNING

Work on the drive train and in the rotor hub is only permitted at 10-minute average wind speeds of less than 12 m/s.

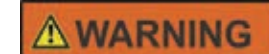


#### WARNING

If the rotor is suddenly set into motion, this may result in life-threatening or serious injury.

Before entering the rotor hub, always lock the rotor on the rotor shaft using the rotor lock, and ensure that the rotor brake is also applied.

For instructions on how to operate the rotor lock, see Chapter 11.2 "Operating the rotor lock".



#### WARNING

#### FALLING OBJECTS

Make sure that nobody is present in the area below the turbine when climbing onto the rotor hub.

Make sure that there are no loose parts that may fall down.

Secure any tools carried along.

### 11.5.1 Attaching the hub rope

In the case of WTs of turbine class K06, the respective service employee must be secured with the hub rope when crossing the rotor hub.

- Make sure that the hub rope and hub ladder are in sound condition and test badges are valid.



**DANGER**

#### FALL HAZARD

A PPE either with an invalid test badge, or which has been damaged or strained by a fall, must no longer be used.

Replace the PPE immediately and have it checked by an expert.

- Attach the hub rope directly to the lifting lug on the rotor bearing

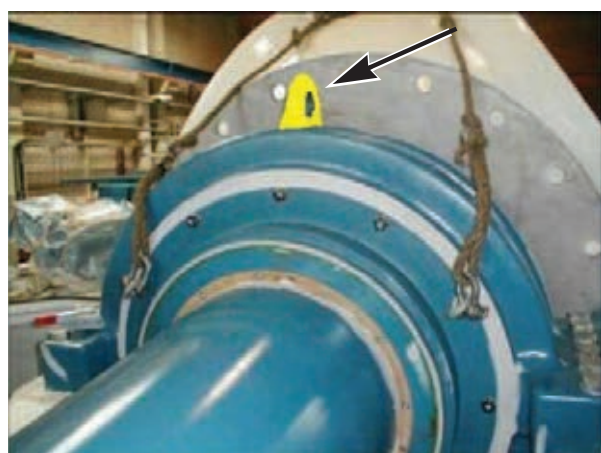


Fig. 42 Lifting lug on rotor bearing

### 11.5.2 Crossing the rotor hub

To access the rotor hub, proceed as follows:

- Turn the rotor out of the wind (nacelle perpendicular to wind)
- If the roof is not yet open, open and secure it



**DANGER**

#### FALL HAZARD

There is fall hazard when the roof is open.

While staying in a fall hazard area, secure yourself at one of the marked attachment points in the nacelle

- Check whether the rotor is locked in such a way that the step on the rotor hub is in the bottom position

**Note:** This is indicated by a red arrow on the rotor hub. This must be visible from the nacelle, and located in the top position.



Fig. 43 Step on the rotor hub

- If this is not the case, release the rotor lock, turn the rotor hub, and lock the rotor again
- Attach the hub ladder to the eyebolts on the rotor bearing, and lower it across the rotor hub

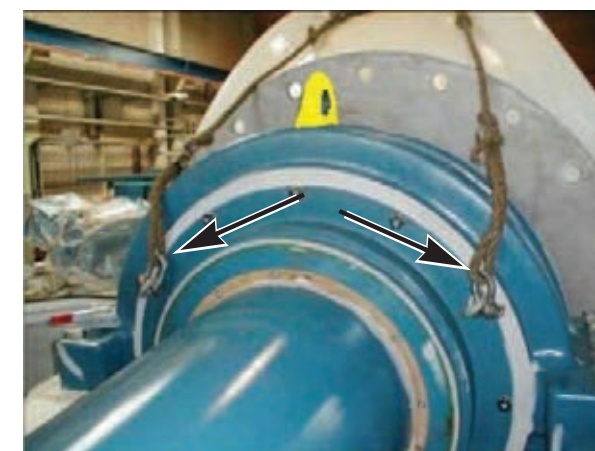


Fig. 44 Eyebolts on the rotor bearing



**DANGER**

#### FALL HAZARD

There is a fall hazard when crossing the rotor hub

When crossing the rotor hub, always use the hub rope attached to the rotor bearing to secure yourself against falling from a height. The hub ladder and the three eyebolts around the entrance to the rotor hub are not suitable as attachment points for protection against falling from a height.

- Ensure that the hub rope is attached to the lifting lug on the rotor bearing
- Check the guided-type fall arrester for proper functioning

- Hook the snap hook of the guided-type fall arrester of the hub rope into the chest lug of the safety harness and secure it
- Carrying the lanyard with energy absorber, step onto the hub ladder and carefully move on the hub ladder toward the rotor hub access. Step by step, move the guided-type fall arrester along so that in the event of slipping the fall height is as low as possible
- Check the step on the rotor hub for tight fit, and if it is safe, step onto it

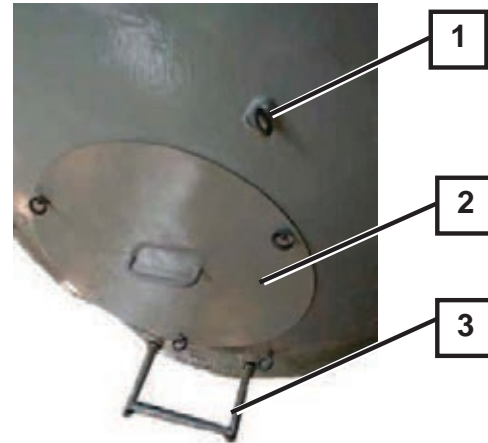


Fig. 45 Rotor hub entrance

- 1 Eyebolt
- 2 Rotor hub hatch
- 3 Step

If the step is damaged, the service employee must decide whether to continue the access into the rotor hub or to cancel. The damage must always be reported to the responsible employee.

- Loosen and unscrew the two upper eye nuts on the rotor hub hatch. If necessary, loosen the rotor hub hatch stays in advance
- Only loosen the third eye nut so that the rotor hub hatch can be pivoted downward
- Enter the rotor hub
- Attach the lanyard with energy absorber at a suitable location in the rotor hub



### **DANGER**

#### **FALL HAZARD**

There is a fall hazard in the rotor hub within 2 m of the rotor hub access. While working in this area, secure yourself using the lanyard with energy absorber.

- Release the guided-type fall arrester of the hub rope from the safety harness, and attach it at a suitable location inside the rotor hub

For returning into the nacelle, secure yourself and proceed in the same manner as described above:

- Hook the snap hook of the guided-type fall arrester of the hub rope into the chest lug of the safety harness and secure it
- Release the lanyard with energy absorber from the attachment point in the rotor hub
- Step out of the rotor hub onto the hub ladder
- Re-attach the hub hatch
- Move upwards on the hub ladder. In the process, move the guided-type fall arrester along step by step
- Enter the nacelle
- Secure yourself by attaching the lanyard with energy absorber to one of the attachment points in the nacelle
- Release the hub rope from safety harness and attachment point
- Bring in the hub ladder and release it from the attachment points

## 11.6 Transporting objects into the nacelle

NORDEX WT's are equipped with an on-board crane for transporting objects into the nacelle.

If the objects to be transported are not too heavy, they can also be transported using the working rope.



### **WARNING**

#### **FALLING OBJECTS**

Do not stand or walk in an appropriate radius under suspended loads.

The on-board crane must only be operated by instructed persons.

On-board cranes can differ in design from one WT to the other. Always refer to the operating instructions stored in the WT.

If the working rope is used on WT's of turbine type K06, use the edge protection, see Chapter 11.6.2 "Using the edge protection for the working rope", if available.

If this is not available, other arrangements must be made. This prevents damage to the edge of the nacelle wall and the sponge rubber seal on the wall.

### **NOTICE**

Risk of damaging the edge of the nacelle and the sponge rubber seal.

Do not guide the working rope over the unprotected edge of the nacelle wall.

## 11.6.1 Using the on-board crane



### NOTE

The following applies to the standard version of the on-board crane for WT's of turbine class K06, i.e., the pillar jib crane with a load capacity of up to 250 kg.

### NOTICE

#### PENDULAR MOVEMENTS

Danger of damage to the tower and to the objects to be transported due to uncontrolled pendular movements.

Secure the load to be transported with an additional rope from the ground and keep it clear from tower and nacelle.

To use the on-board crane, do the following:

- Remove the power supply cable coiled up on the crane pillar and connect it
- To lift the crane jib out of the bracket on the gearbox, turn the crank lever on the manual lifting jack



Fig. 46 Crane jib in parked position

- Unhook the locking device for the chain hoist
- Slew the crane jib far enough out of the parked position so that the chain hoist can be moved right forward
- Move the chain hoist forward on the crane jib until the ratchet is activated

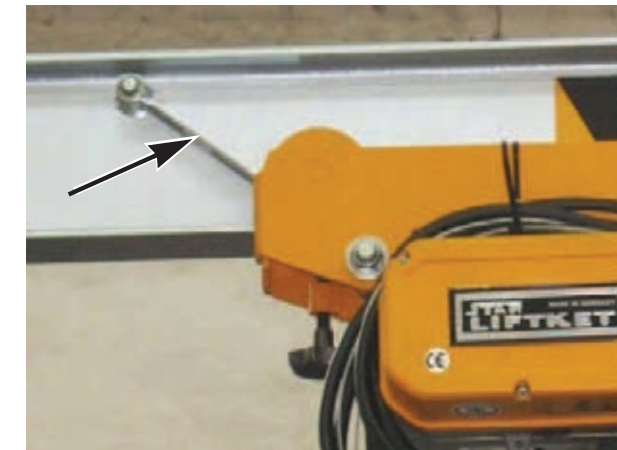


Fig. 47 Ratchet

- Attach the working rope to the crane hook and lower it to the ground
- To avoid any damage, use the working rope from the ground to keep the crane hook clear of nacelle and tower
- If necessary, load the crane hook with a big bag and make sure that the crane hook safety latch is closed
- Remove the securing bolt for the crane pillar from the gear rack bracket

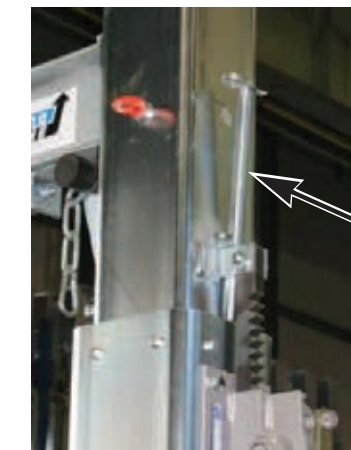


Fig. 48 Securing bolt in the gear rack bracket

- Fully extend the crane pillar using the manual lifting jack, and insert the securing bolt through the drill holes that become visible in the crane pillar

### WARNING

Risk of injury and material damage due to failure of the self-locking function of the gear rack drive.

Only use the extended crane pillar when the securing bolt is inserted.

- Slew the crane jib over the nacelle wall and use the snap hook to secure it to the eyebolt on the crane pillar



Fig. 49 Locking device crane jib

The chain hoist is now ready for operation and can be operated with its keyboard.

After using the on-board crane, return it to the parked position and secure it there.

- Retract the crane hook
- Release the crane jib's locking device from the crane pillar
- Slew the crane jib into the nacelle until the crane hook can be reached
- Remove any loads hanging on the crane hook
- Bring in the working rope and release it from the crane hook
- Open the ratchet and move the chain hoist toward the crane pillar
- Secure the chain hoist on the crane jib with the snap hook
- Remove the securing bolt from the crane pillar and store it in the bracket of the gear rack
- Position the jib over the bracket on the gearbox and use the manual lifting jack to lower it
- Pull the power supply cable out of the power outlet and coil it up on the crane pillar

### 11.6.2 Using the edge protection for the working rope

To protect the edge of the nacelle wall and the sponge rubber seal, use the edge protection when using the working rope for transporting objects into the nacelle with the roof open.

- Remove the edge protection from its storage location
- Place it over the edge of the nacelle wall
- Secure it with the star knob



Fig. 50 Edge protection in use

After use, return the edge protection to the storage location and secure it there.



## 12. Special features of K07 alpha



### NOTE

Types:

- S70/1500
- S77/1500
- S82/1500

### 12.1 Operating the rotor brake without system pressure

The following describes how the rotor brake can be operated when the hydraulic unit is not ready for operation, meaning there is no system pressure.

When there is no pressure, the rotor brake is applied.

If the hydraulic unit of the WT is not ready for operation, the rotor brake can be released using a hydraulic hand pump and the spring assembly can be locked in the open position by screwing on a nut.

#### NOTICE

#### DAMAGE TO HYDRAULIC SYSTEM

When operating the rotor brake using a hand pump, observe the following:

- Observe the maximum operating pressure of the rotor brake
- The hydraulic oil used in the hydraulic hand pump must be identical to the hydraulic oil of the WT
- To filter the hydraulic oil, use a 5- $\mu$  filter

#### WARNING

#### SPURTING HYDRAULIC OIL

The hydraulic system may be under pressure.

Prior to working on hydraulic lines, depressurize the hydraulic system.

- Ensure that the hydraulic system is depressurized
- Remove the hydraulic hose of the brake system from the hydraulic supply line

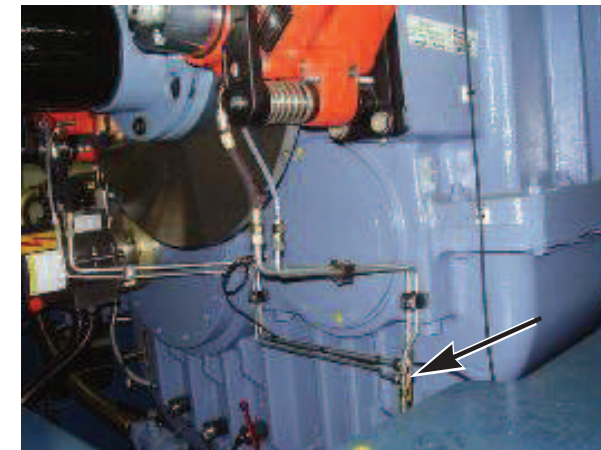


Fig. 51 Hydraulic supply line

- Absorb escaping hydraulic oil with a cloth
- Connect the hydraulic hand pump to the hydraulic hose
- Attach a protective cap to the hydraulic supply line
- Apply and release the rotor brake by either building up or releasing pressure using the hand pump

When the rotor brake must remain open for prolonged periods of time it can be locked in the open position. To do so:

- Remove the protective cap from the bolt in the spring assembly

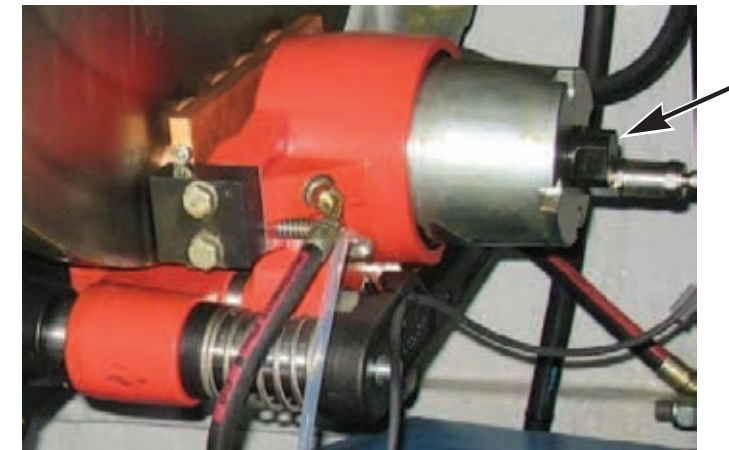


Fig. 52 Protective cap on the bolt in the spring assembly

- Screw the nut A/F 36 attached to the brake caliper onto the bolt in the spring assembly

Once the work is complete:

- Restore the operational state of the rotor brake
- Vent the hydraulic circuit of the brake
- If necessary, refill any lost hydraulic oil

## 12.2 Operating the rotor lock

The rotor lock is a device for mechanically locking the rotor. It prevents personal injuries in the nacelle and the rotor hub resulting from contact with rotating parts of the drive train.

### WARNING

The rotor lock must only be used at 10-minute average wind speeds of up to a maximum of 12 m/s. In the case of WT's with pitch system at least two rotor blades must be in the 90° position.

### NOTICE

#### GEARBOX DAMAGE

If the rotor is locked for more than 24 hours, observe the current revision of the Work Instructions *F010\_002*.

WT's of turbine class K07 are equipped with two rotor lock bolts, which are located on the right and left of the rotor bearing, and are inserted into corresponding drill holes in the rotor lock disk using an operating screw each.

### WARNING

The rotor shaft must always be locked with both rotor lock bolts.

#### Locking the rotor

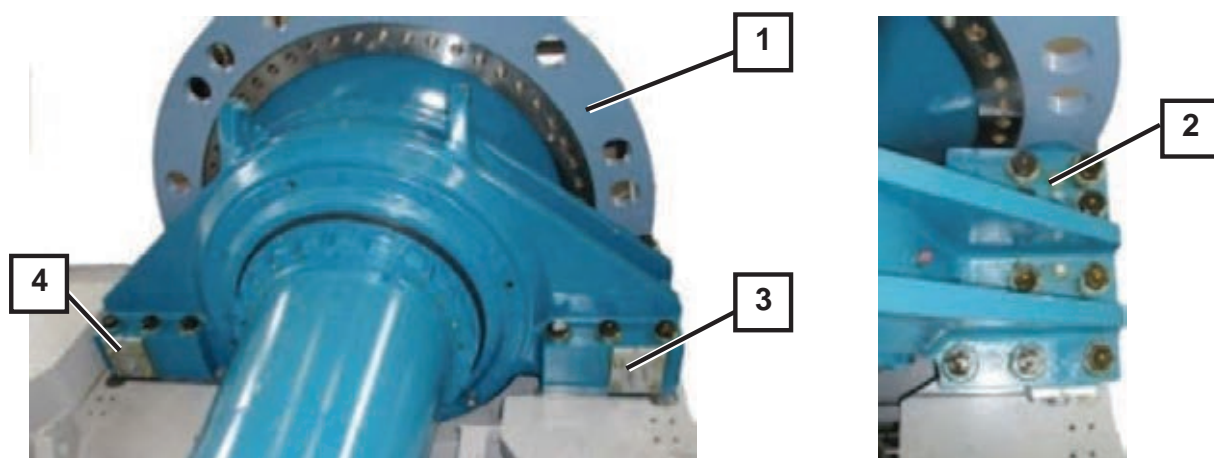


Fig. 53 Rotor shaft with rotor lock disk (WTs of turbine class K07)

- 1 Rotor lock disk
- 2 Locking screw for right rotor lock bolt
- 3 Operating screw for right rotor lock bolt
- 4 Operating screw for left rotor lock bolt

- Ensure that manual control for the rotor brake is activated, the rotor brake is applied, and the rotor is locked
- Release the locking screw for the left rotor lock bolt

### NOTICE

The left rotor lock bolt must be extended first, followed by the right rotor lock bolt.

- Extend the left rotor lock bolt until just before the rotor lock disk by turning the operating screw
- Release the rotor brake



#### NOTE

For instructions on operating the rotor brake without hydraulic pressure, see Chapter 12.1 "Operating the rotor brake without system pressure"

- Align the rotor lock disk
- Re-apply the rotor brake
- Extend the left rotor lock bolt into the rotor lock disk

### NOTICE

#### RISK OF TURBINE DAMAGE

The rotor lock bolts must only be inserted into the rotor lock disk with the rotor shaft at a standstill.

- Tighten the locking screw to lock the rotor lock bolt in position
- Proceed in the same way for the right rotor lock bolt

#### Releasing the rotor lock

- Make sure that the rotor brake is applied
- Loosen the locking screws
- Retract the right rotor lock bolt from the rotor lock disk by turning the operating screw
- Retract the left rotor lock bolt from the rotor lock disk by turning the operating screw
- Check whether the rotor lock bolts have been completely retracted, and whether the rotor lock disk can turn freely
- Secure the two rotor lock bolts with the locking screws

## 12.3 Entering the rotor hub

To perform maintenance or repair work on the rotor blades and pitch system, it is necessary to enter the rotor hub.

For WT's of turbine class K07, the rotor hub is covered with a spinner, so that the rotor hub is accessed from the inside of the nacelle through the spinner.

In the interest of safety of the person performing the work, a second person who is able to operate the WT controls must be present in the nacelle.

### WARNING

Work on the drive train and in the rotor hub is only permitted at 10-minute average wind speeds of less than 12 m/s.

### WARNING

If the rotor is suddenly set into motion, this may result in life-threatening or serious injury.

Before entering the rotor hub, always lock the rotor on the rotor shaft using the rotor lock, and ensure that the rotor brake is also applied.

For operating the rotor lock, see Chapter 12.2 "Operating the rotor lock"

## 12.4 Transporting objects into the nacelle

Nordex WT's are equipped with an on-board crane for transporting objects into the nacelle.

If the objects to be transported are not too heavy, they can also be transported using the working rope.

In the case of WT's of turbine class K07, the transport hatch in the bottom rear part of the nacelle is used for this purpose.



### DANGER

#### SUSPENDED LOAD

Risk of injury due to falling objects.

Do not stand or walk under suspended loads.

The on-board crane must only be operated by instructed persons.

On-board cranes can differ in design from one WT to the other. Always refer to the operating instructions stored in the WT.

## 12.4.1 Using the on-board crane



### NOTE

The following applies to the standard version of the on-board crane for WT's with a load capacity of up to 250 kg.

### NOTICE

#### UNCONTROLLED PENDULAR MOVEMENTS

Danger of damage to the tower and to the objects to be transported due to uncontrolled pendular movements.

Secure the load to be transported with an additional rope from the ground and keep it clear from tower and nacelle.

The on-board crane for WT's of turbine class K07 has a fixed crane rail.

This means, only the chain hoist must be moved and secured in the respective end positions using the locking screw.

The chain bag does not have to be secured separately.



Fig. 54 Chain hoist for turbine class K07

- 1 Crane rail
- 2 Locking screw

To use the on-board crane, do the following:

- Roll out the coiled up power supply cable and connect it
- Loosen the chain hoist locking screw
- Move the chain hoist over the transport hatch
- Attach the working rope to the crane hook and lower it to the ground  
To avoid any damage, use the working rope from the ground to keep the crane hook clear of nacelle and tower

- If necessary, load the crane hook with a big bag and make sure that the crane hook safety latch is closed

The chain hoist is now ready for operation and can be operated with its keyboard.

After using the on-board crane, return it to the parked position and secure it there.

- Retract the crane hook
- Remove any loads hanging on the crane hook
- Bring in the working rope and release it from the crane hook
- Loosen the chain hoist locking screw
- Move the chain hoist into the parked position
- Fasten the chain hoist with the locking screw
- Remove the power supply cable from the power outlet and roll it up

## 12.5 Operating the hydraulic unit

When releasing the pressure using the vent screws, make sure not to loosen them more than half a turn.

If the pressure does not drop, tighten and loosen the screw again.

## 13. Special features of K07 beta



### NOTE

Types:

- N70/1500
- N77/1500
- N82/1500

### 13.1 Operating the rotor brake without system pressure

In the case of a grid failure, the rotor brake is normally released and can no longer be applied automatically.

It can be applied manually using the hand pump on the hydraulic unit and released again using a valve.

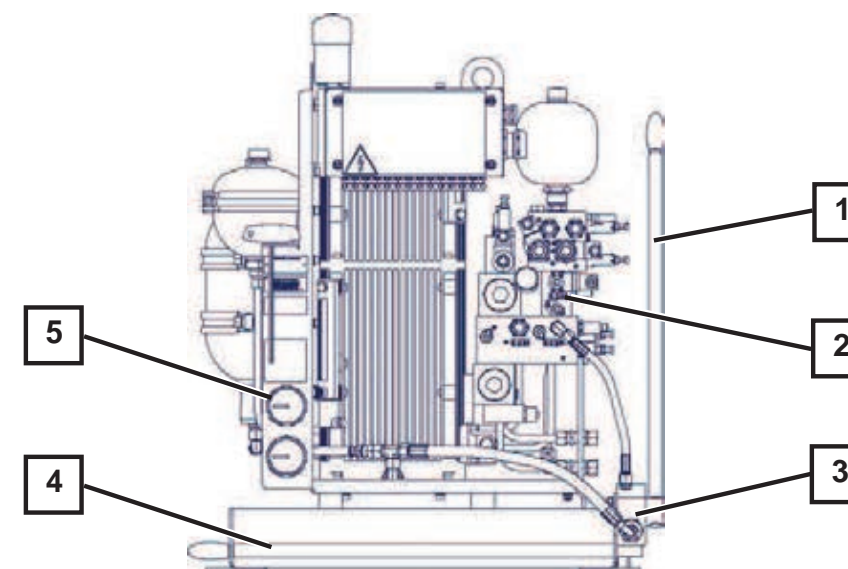


Fig. 55 Hydraulic unit

- 1 Attached extension pipe for hand pump
- 2 Vent 19.16
- 3 Hand pump
- 4 Extension pipe for hand pump in storage position
- 5 Pressure gage for rotor brake pressure

#### Applying the rotor brake

- Remove the extension pipe from the bracket and attach it onto the lever of the hand pump
- Build up the pressure using the hand pump until the pressure gage for the rotor brake pressure displays a value of 125 bar.

### Release the rotor brake

- Open vent 19.16  
When releasing the pressure make sure not to loosen the vent screw more than half a turn.  
If the pressure does not drop, tighten and loosen the screw again.
- After the pressure has been released, close valve 19.16 again



#### NOTE

If valve 19.16 is open it is not possible to start up the WT.

## 13.2 Operating the rotor lock

The rotor lock is a device for mechanically locking the rotor. It prevents personal injuries in the nacelle and the rotor hub resulting from contact with rotating parts of the drive train.

For instructions on how to operate the rotor lock, see "Operating the rotor lock" page 87.

## 13.3 Entering the rotor hub

To perform maintenance or repair work on the rotor blades and pitch system, it is necessary to enter the rotor hub.

For WTs of turbine class K07 beta, the rotor hub is covered with a spinner, so that the rotor hub is accessed from the inside of the nacelle through the spinner.

For information on how to proceed, see "Entering the rotor hub" page 89.

## 13.4 Transporting objects into the nacelle

Nordex WTs are equipped with an on-board crane for transporting objects into the nacelle. If the objects to be transported are not too heavy, they can also be transported using the working rope.

In the case of WTs of turbine class K07, the transport hatch in the bottom rear part of the nacelle is used for this purpose.

For information on how to proceed, see "Transporting objects into the nacelle" page 89.

## 13.5 Operating the hydraulic unit

When releasing the pressure using the vent screws, make sure not to loosen them more than half a turn.

If the pressure does not drop, tighten and loosen the screw again.

## 14. Special features of K08 beta



#### NOTE

Types:

- N80/2500
- N90/2300
- N90/2500

### 14.1 Operating the rotor brake without system pressure

The following describes how the rotor brake can be operated when the hydraulic unit is not ready for operation, meaning there is no system pressure.

In the case of WTs of turbine class K08 beta, there are WTs with passive rotor brake and with active rotor brake.

#### 14.1.1 WTs with active rotor brakes

In the case of a grid failure, the active mechanical rotor brake is normally released and can no longer be applied automatically.

It can be applied manually using the hand pump on the hydraulic unit and released again using a valve.

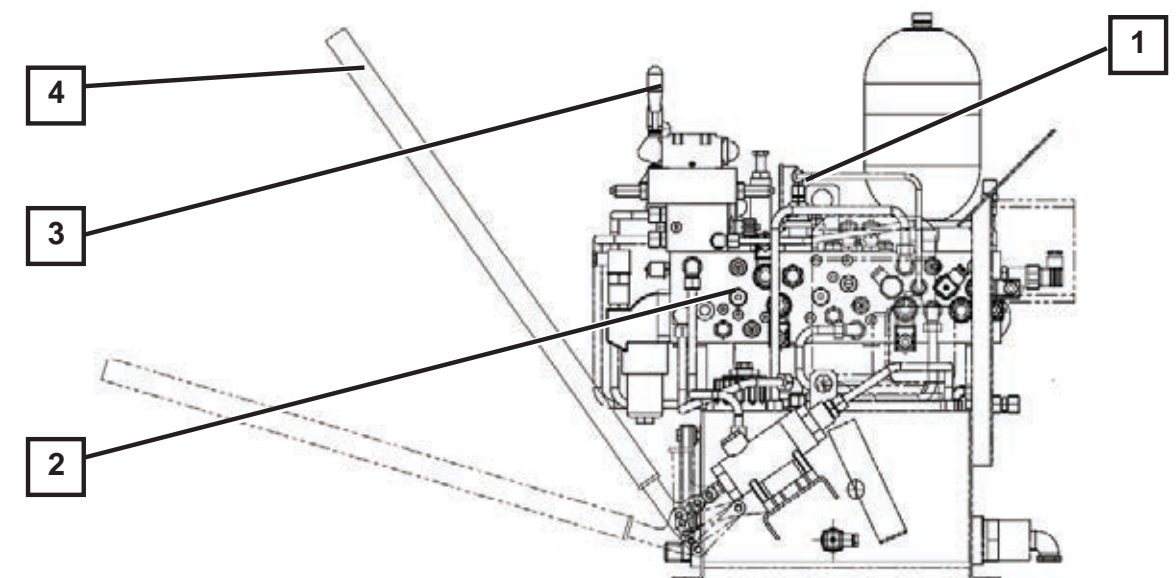


Fig. 56 Hydraulic unit for active rotor brake

- 1 Pressure gage
- 2 Valve 810.2
- 3 Valve 610
- 4 Lever of the hand pump with extension pipe

### Applying the rotor brake

- Move the lever of valve 610 into the "Rotor Brake" position
- Remove the extension pipe from the bracket and attach it onto the lever of the hand pump
- Build up the pressure using the hand pump until the pressure gage displays a value of 115 bar.
- Shift the lever of valve 610 back into the center position

### Release the rotor brake

- Open valve 810.2
- After the pressure has been released, close valve 810.2 again



#### NOTE

If valve 810.2 is open it is not possible to start up the WT.

## 14.1.2 WTs with passive rotor brakes

The following describes how the passive rotor brake can be operated if the hydraulic unit is not ready for operation, meaning there is no system pressure.

When there is no pressure, the passive rotor brake is applied.

If the hydraulic unit of the WT is not ready for operation, the rotor brake can be released using a hydraulic hand pump and the spring assembly can be locked in the open position by screwing on a nut.

#### NOTICE

#### DAMAGE TO HYDRAULIC SYSTEM

When operating the rotor brake using a hand pump, observe the following:

- Observe the maximum operating pressure of the rotor brake
- The hydraulic oil used in the hydraulic hand pump must be identical to the hydraulic oil of the WT
- To filter the hydraulic oil, use a 5- $\mu$  filter

#### WARNING

#### SPURTING HYDRAULIC OIL

The hydraulic system may be under pressure.

Prior to working on hydraulic lines, depressurize the hydraulic system.

- Ensure that the hydraulic system is depressurized

- Unscrew the hydraulic hose from one of the two brake calipers. Absorb escaping hydraulic oil with a cloth

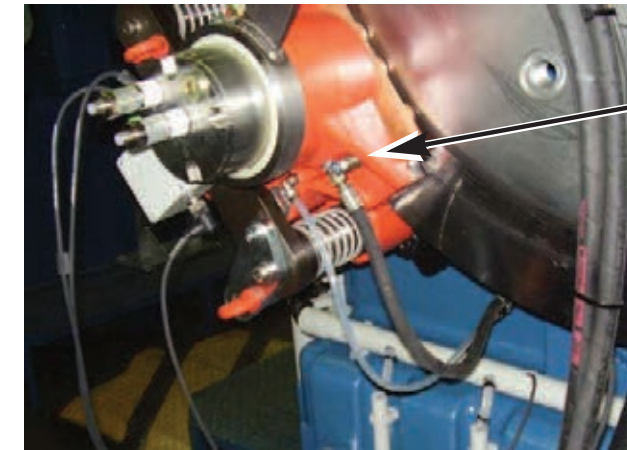


Fig. 57 Hydraulic hose port

- Seal the hydraulic hose with a cap in order to prevent dirt from entering and hydraulic oil from escaping
- Connect the hydraulic hand pump to the brake caliper
- Open the brake caliper by building up pressure using the hydraulic hand pump
- Remove the supply cable of the middle sensor for checking the brake pad thickness



Fig. 58 Sensor for checking the brake pad thickness

- Remove the sensor (wrench size 24 mm)
- To lock the brake caliper in the open position, screw the locking screw (hexagon screw M18x50 ISO 4017, stored in the vicinity of the brake) into the drill hole



Fig. 59 Locking screw

- Remove the hydraulic hand pump and close the hydraulic port on the brake caliper with a cap
- Proceed in the same way for the second brake caliper

After work has completed

- Restore the operational state of the rotor brake
- Vent the hydraulic circuit of the brake
- If necessary, refill any lost hydraulic oil

## 14.2 Operating the rotor lock

The rotor lock is a device for mechanically locking the rotor. It prevents personal injuries in the nacelle and the rotor hub resulting from contact with rotating parts of the drive train.

### WARNING

The rotor lock must only be used at 10-minute average wind speeds of up to a maximum of 12 m/s, with at least two rotor blades in the 90° position.

### **NOTICE**

#### **GEARBOX DAMAGE**

If the rotor is locked for more than 24 hours, observe the current revision of the Work Instructions *F010\_002*.

All WTs of turbine class K08 beta have a rotor lock bolt for the rotor lock on the rotor shaft. This is integrated into the left side of the machine frame, and is inserted hydraulically into the rotor lock disk on the rotor shaft.

In addition, WTs with active brake can also be equipped with a rotor lock on the brake disk.

### 14.2.1 Rotor lock on the rotor shaft

#### WARNING

If the mechanical design allows it, the rotor lock bolt must always be secured in both positions (extended and retracted), using the securing bolt.

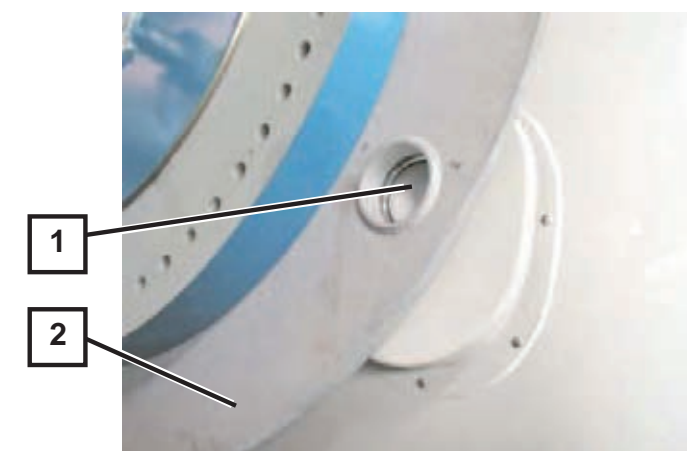


Fig. 60 Rotor lock on the rotor shaft

- 1 Rotor lock bolt
- 2 Rotor lock disk

#### Aligning the rotor

- Ensure that manual control for the rotor brake is activated, the rotor brake is applied, and the rotor is locked



#### NOTE

For instructions on operating the rotor brake without hydraulic pressure, see Chapter 14.1 "Operating the rotor brake without system pressure"

- Temporarily release the rotor brake by actuating the *Release Brake* button on the manual control unit of the Topbox. Position the rotor in such a way that one of the markings on the rotor shaft is aligned with the marking on the rotor bearing housing

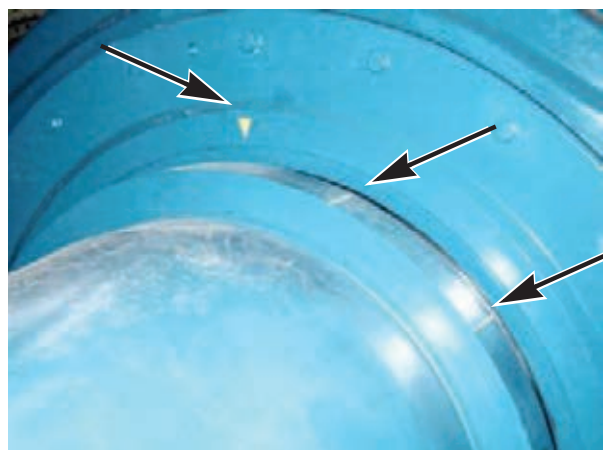


Fig. 61 Markings on rotor shaft and rotor bearing housing

- Make sure that the rotor brake is applied again

If system pressure is available, the rotor brake applies as soon as the *Release Brake* button on the manual control unit is released.

If no system pressure is available, the rotor brake must be manually applied again after the manual release.

- Remove the securing bolt from the mechanism of the rotor lock bolt, see Fig.62

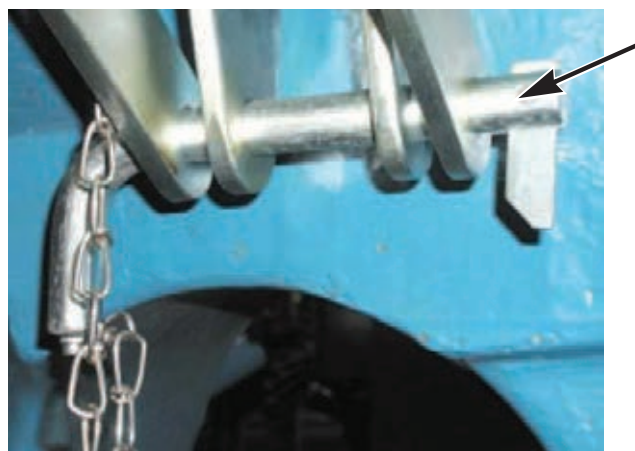


Fig. 62 Securing bolt on rotor lock bolt

- Remove the extension pipe from the bracket and attach it onto the lever of the hand pump

#### Locking the rotor with the active rotor brake

- Move the lever of valve 610 on the hydraulic unit into the "Rotor lock" position

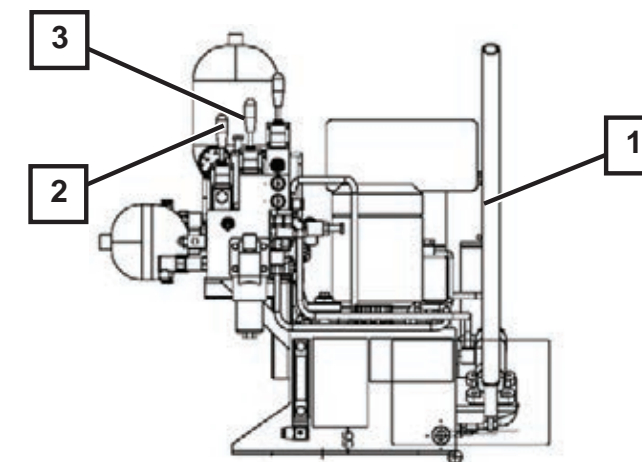


Fig. 63 Hydraulic unit for active rotor brake

- 1 Extension pipe for hand pump
- 2 Valve 600
- 3 Valve 610

- Move the lever of valve 600 into the "Extend lock cylinder" position and hold it in position  
The lever is spring-centered and does not lock so that otherwise it would automatically return to the center position.

#### NOTICE

##### DAMAGE TO THE MECHANICAL STRUCTURE

Prior to extending the rotor lock, the rotor must be stopped and precisely aligned in accordance with the markings.

- Extend the rotor lock bolt into the rotor lock disk by operating the hand pump
- If the pump resistance increases noticeably, check whether the rotor lock bolt has been correctly extended into the rotor lock disk. Otherwise, retract the rotor lock bolt and re-align the rotor
- Release the lever of valve 600 so that it returns to the center position
- Secure the rotor lock bolt with the securing bolt

#### Locking the rotor with the passive rotor brake

#### NOTICE

##### DAMAGE TO THE MECHANICAL STRUCTURE

Prior to extending the rotor lock, the rotor must be stopped and precisely aligned in accordance with the markings.



- Move the lever of valve 280 on the hydraulic unit to the right until it stops, see Fig.64
- Move the lever of valve 290 on the side of the hydraulic unit upward, see Fig.64

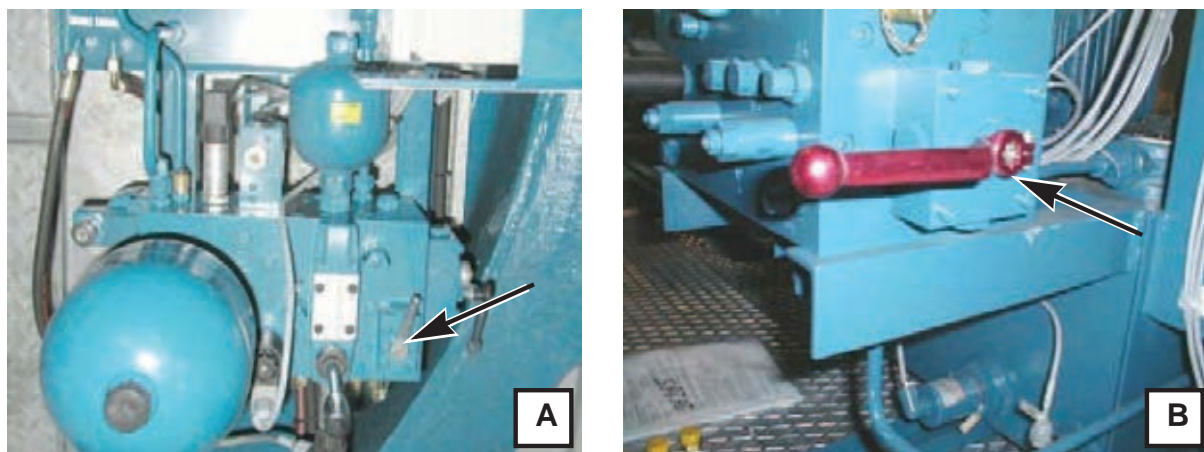


Fig. 64 Locking the rotor

A Vent 280  
B Vent 290

- Extend the rotor lock bolt into the rotor lock disk by operating the hand pump
- If the pump resistance increases noticeably, check whether the rotor lock bolt has been correctly extended into the rotor lock disk. Otherwise, retract the rotor lock bolt and re-align the rotor
- Secure the rotor lock bolt with the securing bolt

#### Releasing the rotor lock

To release the rotor lock, proceed as follows:

- Make sure that the rotor brake is applied
- Adjust the valves on the hydraulic unit

Active brake:

- Move the lever of valve 610 into the "Rotor lock" position
- Move the lever of valve 600 into the "Retract lock cylinder" position and hold it in position

Passive brake:

- Move the lever of valve 290 on the side of the hydraulic unit downward
- To retract the rotor lock bolt from the rotor lock disk, use the hand pump
- If the pump resistance increases noticeably, make sure that the rotor lock bolt has been retracted from the rotor lock disk

Otherwise:

- In order to release the tension, temporarily release the rotor brake by actuating the "Release brake" button on the manual control unit of the Topbox



#### NOTE

For instructions on operating the rotor brake without hydraulic pressure, see Chapter 14.1 "Operating the rotor brake without system pressure"

- Make sure that the rotor brake is applied again
- Continue to pump until the rotor lock bolt is fully retracted
- Only for active brake:
  - Release the lever of valve 600 so that it returns to the center position
  - Shift the lever of valve 610 into the center position
- Remove the extension pipe from the hand pump and place it in the bracket
- Secure the rotor lock bolt with the securing bolt

#### 14.2.2 Rotor lock on the brake disk

The rotor lock on the brake disk is only available for WT's with active rotor brake.



#### WARNING

The rotor lock on the brake disk is only an auxiliary lock.

Work in the rotor hub, on the rotor, and on the drive train is only permitted with the rotor lock engaged on the rotor shaft.



#### NOTE

Only use the rotor lock on the brake disk under the following conditions:

- The 10-minute average wind speed is less than 12 m/s.
- The rotor blades are in 90° position.
- The rotor brake is applied.

It is not permitted to leave the WT while the rotor is locked at the brake disk.

#### Locking the rotor

- Ensure that the manual control for the rotor brake is activated and the rotor brake is applied



#### NOTE

For instructions on operating the rotor brake without hydraulic pressure, see Chapter 14.1 "Operating the rotor brake without system pressure"

- Temporarily release the rotor brake by actuating the *Release Brake* button on the manual control unit of the Topbox. Align the brake disk so that the lock bolt can be inserted through the brake caliper halves and one of the 3 drill holes in the brake disk.
- Make sure that the rotor brake is applied again
- Remove the lock bolt from the bracket on the brake caliper

**WARNING**

Risk of injury and damage to the mechanical structure.  
Prior to inserting the lock bolt, the rotor must be stopped.

- Insert the lock bolt through both brake caliper halves and through the brake disk

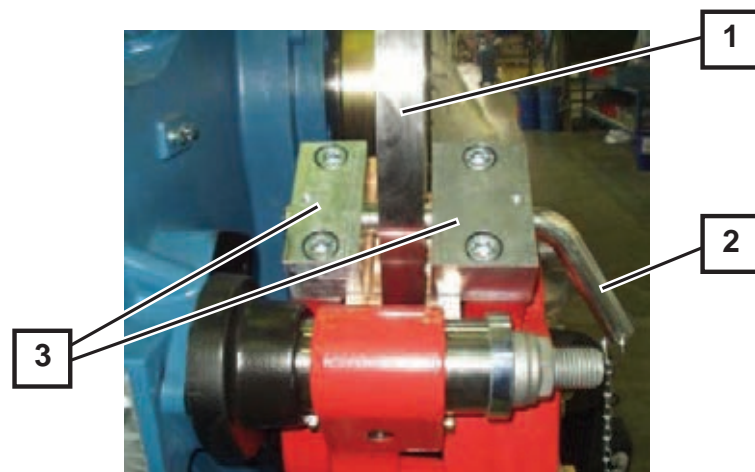


Fig. 65 Rotor lock on brake disk

- 1 Brake disk
- 2 Lock bolt
- 3 Brake caliper halves

- Secure the lock bolt with the spring cotter

**Releasing the rotor lock**

- Make sure that the rotor brake is applied
- Remove the spring cotter from the lock bolt
- Remove the lock bolt and store it in the bracket on the brake caliper

### 14.3 Operating the roof

The roof on WTs of turbine class K08 beta can be opened.

It is necessary to open it, for example, in order to transport pieces of equipment into the nacelle or perform various maintenance tasks.

The roof is fastened to the right nacelle wall (when looking towards the rotor hub) by means of hinges, and secured to the left nacelle wall with 2 locks.

To open the roof, open the locks, then open the roof using the hinges and the hydraulic system, and secure it with 2 props.

**Opening the roof**

**DANGER**
**FALL HAZARD**

There is a fall hazard when the roof is open.

While in a fall hazard area, always secure yourself at one of the marked attachment points in the nacelle.

**WARNING**
**HAZARD OF PERSONAL INJURY AND DAMAGE TO THE NACELLE.**

The roof of the nacelle offers a large surface for the wind to act upon.

- Opening the roof is only permitted at 10-minute average wind speeds up to 12 m/s
- With freshening wind, do not open the roof downwind


**NOTE**

In the case of rain, the nacelle should be positioned perpendicular to the wind direction so that the roof is opened against the wind, offering some degree of protection.

It is recommended to open the cabin roof as a team of two. Proceed as follows:

- Inform all persons in the nacelle of your intention to open the roof
- Open the two locks on the left nacelle wall

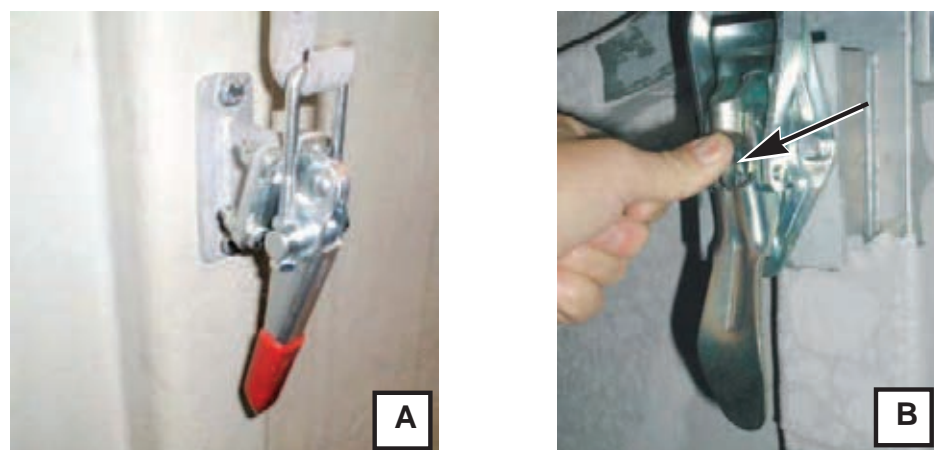


Fig. 66 Lock on the left nacelle wall

- A Old design
- B New design with locking mechanism (arrow)

In the new design, slide the locking mechanism upward, releasing the latch.

- Using the hydraulic system, open the roof so far that the bolts of the roof lock can still be easily reached

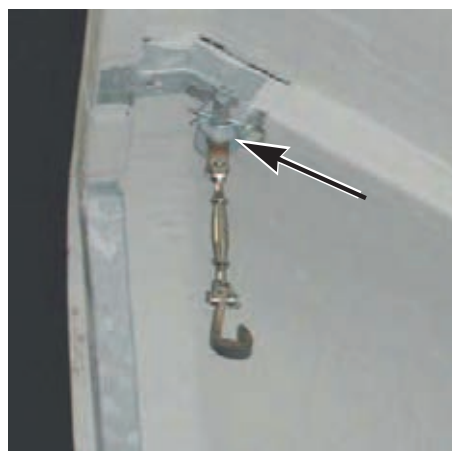


Fig. 67 Bolt for roof prop, example N90/2500

- Remove the props from the brackets on the left nacelle wall and attach them to the bolts of the roof locks  
Make sure that the props are secured on the bolts.
- Continue to open the roof until the props can be attached to the bolts for the locks on the nacelle wall



Fig. 68 Bolt for prop on nacelle wall

- Attach the props to the bolts of the locks on the nacelle wall  
Make sure that the props are secured on the bolts.

#### Closing the roof

- Ensure that the edge of the nacelle wall is clear and the roof can be closed without obstruction
- Remove the props from the bolts on the nacelle wall
- Lower the roof using the hydraulic system until the props can be removed from the roof
- Remove the props and place them on the brackets
- Lower the roof completely
- Hook the two locks of the roof lock into the left nacelle wall and lock them

## 14.4 Operating the roof hydraulics

The roof on a WT of turbine class K08 beta can be operated with system pressure or using the hand pump of the hydraulic unit.

However, the handling of the hydraulic unit for a WT with active rotor brake is slightly different from that for WTs with passive rotor brake.

### 14.4.1 WT with active brake

#### Opening the roof



#### NOTE

For instructions on how to open the roof, see Chapter 14.3 "Operating the roof".

Only the operation of the roof hydraulics is described here.

- Shift the lever of valve 610 into the center position

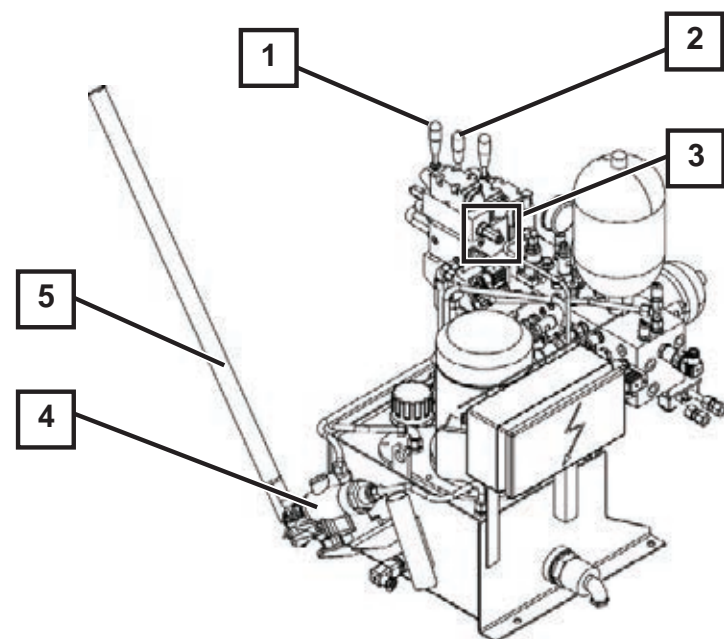


Fig. 69 Hydraulic unit for active rotor brake

- 1 Valve 640
- 2 Valve 610
- 3 Hand wheel 670
- 4 Hand pump
- 5 Extension pipe

- Provide hydraulic pressure:
  - Operation with system pressure: Slightly open the hand wheel 670
  - Operation with the hand pump: Remove the extension pipe from the bracket, attach it onto the lever of the hand pump, and start pumping



#### NOTE

The hand wheel 670 has a throttling function. It can be used to control the speed of the moving roof.

- Release the hydraulic pressure. To do this, move the lever of valve 640 into the "Open roof" position and hold it in position  
The roof opens slowly.



#### NOTE

Valve 640 is spring-centered and does not lock. It returns automatically to the center position.

- Once the required roof position has been reached, release the lever of valve 640 so that it returns to the center position

The roof remains in this position

- Only for operation with system pressure:  
Close the hand wheel 670

#### Closing the roof

- Shift the lever of valve 610 into the center position
- Provide hydraulic pressure:
  - Operation with system pressure: Slightly open the hand wheel 670
  - Operation with the hand pump: Remove the extension pipe from the bracket, attach it onto the lever of the hand pump, and start pumping
- Release the hydraulic pressure. To do this, move the lever of valve 640 into the "Open roof" position and hold it in position
  - ▶ The roof closes slowly
- Once the required roof position has been reached, release the lever of valve 640 so that it returns to the center position
  - ▶ The roof remains in this position

Once the roof has been closed:

- Only for operation with system pressure:  
Close the hand wheel 670
- Only for operation with hand pump:  
Remove the extension pipe from the hand pump and place it in the bracket

### 14.4.2 WTs with passive brake

#### Opening the roof

- Only for operation with system pressure:  
Open valve 240.2

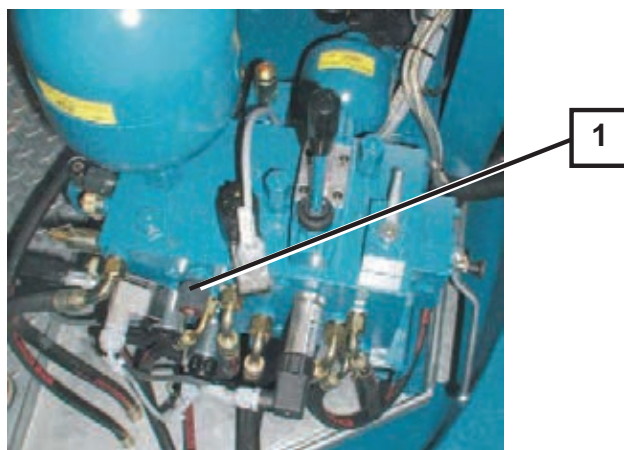


Fig. 70 Hydraulic unit for passive rotor brake

1 Valve 240.2

- Only for operation with hand pump
  - Move the lever of valve 280 counter-clockwise, fully to the left
  - Remove the extension pipe from the bracket, attach it onto the lever of the hand pump, and start pumping



Fig. 71 Hydraulic unit for passive rotor brake

1 Valve 280  
2 Valve 310

- Release the hydraulic pressure: Move the lever of valve 310 toward the rotor shaft
  - ▶ The roof opens slowly
- Once the required roof position has been reached, move the lever of valve 310 away from the rotor shaft
  - ▶ The roof remains in this position

## Closing the roof



### NOTE

For instructions on how to close the roof, see Chapter 14.3 "Operating the roof"

To close the roof, proceed as follows:

- Only for operation with system pressure: Open valve 240.2
- Only for operation with hand pump
  - Move the lever of valve 280 counter-clockwise, fully to the left
  - Remove the extension pipe from the bracket, attach it onto the lever of the hand pump, and start pumping
- Release the hydraulic pressure: Move the lever of valve 310 toward the rotor shaft
  - ▶ The roof closes slowly
- Once the required roof position has been reached, move the lever of valve 310 away from the rotor shaft
  - ▶ The roof remains in this position

Once the roof has been closed:

- Only for operation with system pressure: Close valve 240.2.
- Only for operation with hand pump:
  - Move the lever of valve 280 clockwise, fully to the right
  - Remove the extension pipe from the hand pump and place it in the bracket

## 14.5 Entering the rotor hub

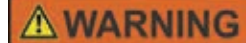
To perform maintenance or repair work on the rotor blades and pitch system, it is necessary to enter the rotor hub.

In the case of WT's of turbine class K08 beta, the rotor hub must be crossed on the outside.

In the interest of safety of the person performing the work, a second person who is able to operate the WT controls must be present in the nacelle.



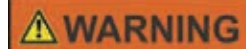
Work on the drive train and in the rotor hub is only permitted at 10-minute average wind speeds of less than 12 m/s.


**WARNING**

If the rotor is suddenly set into motion, this may result in life-threatening or serious injury.

Before entering the rotor hub, always lock the rotor on the rotor shaft using the rotor lock, and ensure that the rotor brake is also applied.

For operating the rotor lock, see Chapter 14.2 "Operating the rotor lock"



**WARNING**
**FALLING OBJECTS**

Make sure that nobody is present in the area below the turbine when climbing onto the rotor hub. Make sure that there are no loose parts that may fall down. Secure any tools carried along.

### 14.5.1 Attaching the hub rope

In the case of WTs of turbine class K08, the respective service employee must be secured with the hub rope when crossing the rotor hub.

- Make sure that the hub rope and its accessories are in sound condition and test badges are valid.



**DANGER**
**FALL HAZARD**

A PPE either with an invalid test badge, or which has been damaged or strained by a fall, must no longer be used.

Replace the PPE immediately and have it checked by an expert.

**K08 beta without safety rope system**

- Pull the webbing sling through the lifting lug on the rotor bearing

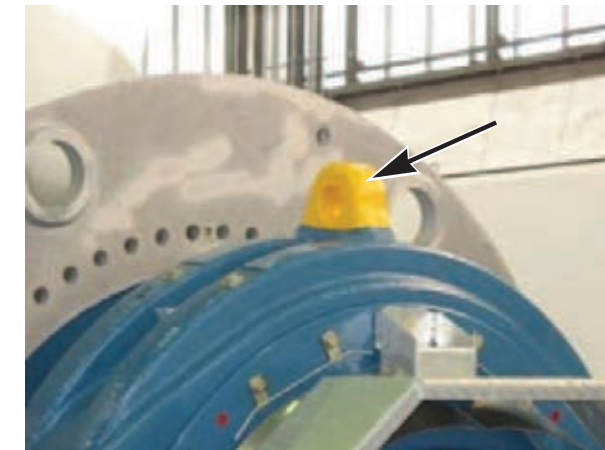


Fig. 72 Lifting lug on rotor bearing

- Hook the hub rope into both ends of the webbing sling using the large snap hooks and secure it

**K08 beta with safety rope system**

- Using the large snap hook, hook the hub rope directly into the attachment lug of the swivel hoist ring of the safety rope system on the lifting lug of the rotor bearing and secure it

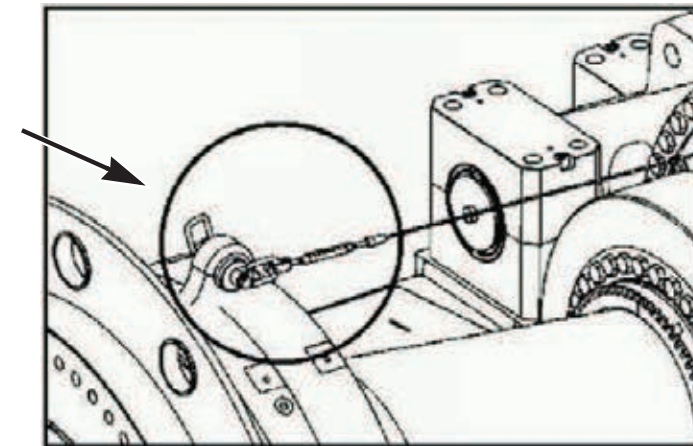


Fig. 73 Attachment lug of swivel hoist ring of safety rope system

### 14.5.2 Crossing the rotor hub



**DANGER**
**FALL HAZARD**

There is a fall hazard when the roof is open.

While in a fall hazard area, always secure yourself at one of the marked attachment points in the nacelle.



**DANGER**

**FALL HAZARD**

When crossing the rotor hub, always use the hub rope attached to the rotor bearing to secure yourself against falling from a height.  
For extra safety, use the lanyard with energy absorber.



**DANGER**

**FALL HAZARD**

In the case of icing on the hub ladder, the risk of injury increases due to slipping and falling into the safety harness.  
Cancel the crossing of the rotor hub.



**DANGER**

**FALL HAZARD**

If a person slips, incorrect attachment to the hub cage may cause injury or material damage.  
Only use the hub cage brackets as attachment points.



**DANGER**

**FALL HAZARD**

There is a fall hazard in the rotor hub within 2 m of the rotor hub access.  
While working in this area, secure yourself using the lanyard with energy absorber

To access the rotor hub, proceed as follows:

- If the roof is not already open, open and secure it, see Chapter 14.3 "Operating the roof"
- Check whether the rotor is locked in such a way that one of the hub ladders is in the top position



Fig. 74 Hub ladder in position

- If this is not the case, release the rotor lock, turn the rotor hub, and lock the rotor again, see Chapter 14.2 "Operating the rotor lock"
- Ensure that the hub rope is attached to the lifting lug on the rotor bearing
- Check the guided-type fall arrester for proper functioning
- Hook the snap hook of the guided-type fall arrester of the hub rope into the chest lug of the safety harness and secure it
- Visually inspect the hub ladder. Check for missing screws, deformations, breaks, or damaged weld seams
- Prior to using the hub ladder, rectify any damage which impairs the safety and stability of the hub ladder  
If this is not possible, cancel the crossing of the rotor hub and commission the necessary repair work.
- The lanyard is attached to the backplate of the safety harness with a snap hook. For extra safety, release the lanyard with energy absorber from the attachment point in the nacelle and connect it to the hub ladder.
- Climb onto the hub ladder. During this process, make sure that the hub rope is protected against mechanical damage by the protective tube at the contact point on the rotor lock disk.
- On the hub ladder, move with appropriate care toward the rotor hub access. Step by step, move the guided-type fall arrester along so that in the event of slipping the fall height is as low as possible
- Detach the lanyard with energy absorber and attach it further down on the hub ladder
- Proceed in this manner until reaching the hub cage

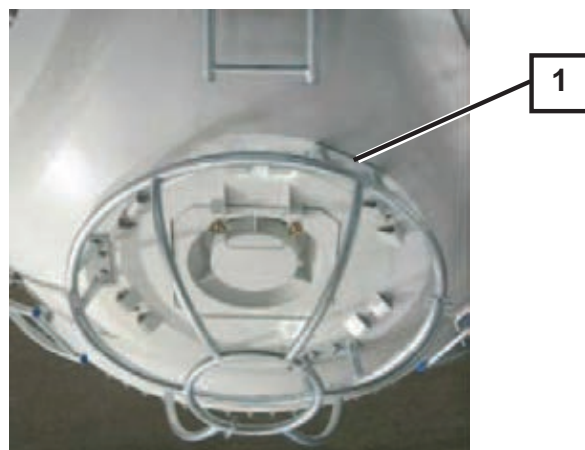


Fig. 75 Hub cage in front of the access hatch

1 One of the three brackets (attachment points)

- Visually inspect the hub cage. Check for any missing screws, deformations, breaks, or damaged weld seams.  
In the case of damage, the service employee must decide whether to continue the access into the rotor hub or to cancel. The damage must always be reported to the responsible employee.

- Enter the hub cage and, for extra safety, attach the lanyard with energy absorber to a hub cage bracket
- Loosen the cage nuts on the access hatch and fold the fastening bolt
- Fold the access hatch inward until the locking mechanism locks in place
- Release the lanyard with energy absorber from the last attachment point and enter the rotor hub
- Make sure that the access hatch is properly secured with the retention hook
- Attach the lanyard with energy absorber to an attachment point in the rotor hub
- Detach the guided-type fall arrester of the hub rope from the safety harness and hook it to the hub cage

For returning into the nacelle, secure yourself and proceed in the same manner as described above:

- Hook the guided-type fall arrester of the hub rope into the chest lug of the safety harness
- Release the lanyard with energy absorber from the attachment point in the rotor hub and, for extra safety, attach it to one of the hub cage brackets
- Climb out of the rotor hub into the hub cage
- Close the access hatch, fold the fastening bolt, and tighten the cage nuts

- Leave the hub cage and move up the hub ladder. In the process, move the guided-type fall arrester along, step by step, and feed the lanyard with energy absorber after it
- Enter the nacelle
- Release the lanyard with energy absorber from the hub ladder and attach it to an attachment point in the nacelle
- Release the hub rope from safety harness and attachment point

## 14.6 Transporting objects into the nacelle

NORDEX WT's are equipped with an on-board crane for transporting objects into the nacelle. Objects can also be transported using the working rope.



**DANGER**

### SUSPENDED LOAD

Risk of injury due to falling objects.

Do not stand or walk under suspended loads.

**NOTICE**

### RISK OF DAMAGE TO NACELLE AND SPONGE RUBBER SEAL

Do not guide the working rope over the unprotected edge of the nacelle wall.  
Use an edge protection.

The on-board crane must only be operated by instructed persons.

On-board cranes can differ in design from one WT to the other. Always refer to the operating instructions stored in the WT.

If the working rope is used on WT's of turbine type K08 beta, use the edge protection, see Chapter 14.6.2 "Using the edge protection for the working rope".

If the edge protection is not available, other arrangements must be made. This prevents damage to the edge of the nacelle wall and the sponge rubber seal on the wall.

### 14.6.1 Using the on-board crane

The following applies to the standard version of the on-board crane for WT's of turbine class K08 beta, i.e., the pillar jib crane with a load capacity of up to 250 kg.



**NOTICE**

**UNCONTROLLED PENDULAR MOVEMENTS**

Secure the load to be transported with an additional rope from the ground and keep it clear from tower and nacelle.

To use the on-board crane, do the following:

- Remove the power supply cable coiled up on the crane pillar and connect it
- To lift the crane jib out of the bracket on the gearbox, turn the crank lever on the manual lifting jack



Fig. 76 Crane jib in parked position

- Unhook the locking device for the chain hoist

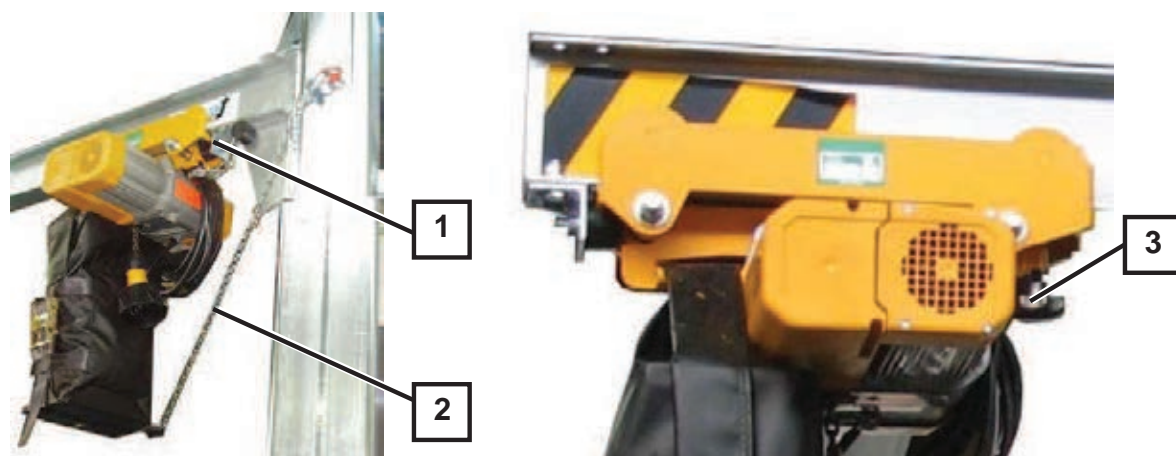


Fig. 77 Chain hoist

- 1 Locking device of the chain hoist
- 2 Safety chain for chain bag
- 3 Locking screw

- Release the safety chain on the chain bag from the eyebolt on the crane pillar

- Loosen the chain hoist locking screw
- Slew the crane jib far enough out of the parked position so that the chain hoist can be moved right forward
- Move the chain hoist forward on the crane jib until the ratchet is activated

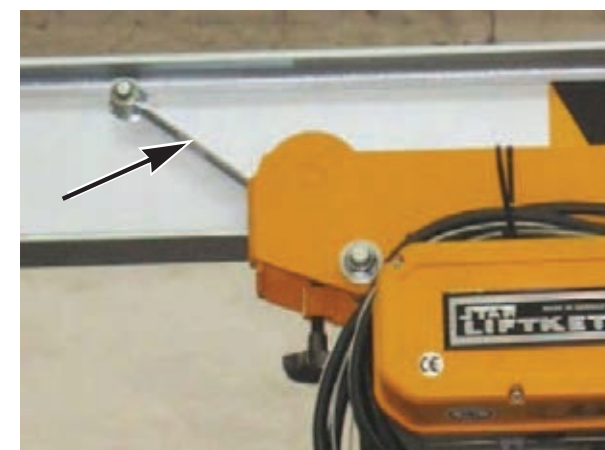


Fig. 78 Ratchet

- Attach the working rope to the crane hook and lower it to the ground
- To avoid any damage, use the working rope from the ground to keep the crane hook clear of nacelle and tower
- If necessary, load the crane hook with a big bag and make sure that the crane hook safety latch is closed
- Remove the securing bolt for the crane pillar from the gear rack bracket

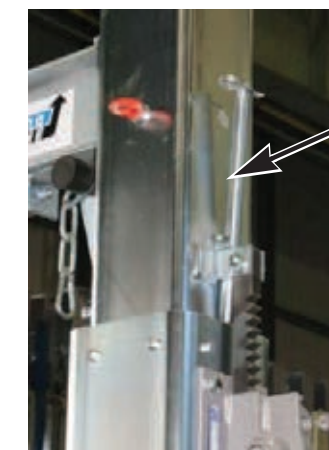


Fig. 79 Securing bolt in the gear rack bracket

- Fully extend the crane pillar using the manual lifting jack, and insert the securing bolt through the drill holes that become visible in the crane pillar



Risk of injury and material damage due to failure of the self-locking function of the gear rack drive.

Only use the extended crane pillar when the securing bolt is inserted.

- Slew the crane jib over the nacelle wall and use the snap hook to secure it to the eyebolt on the crane pillar

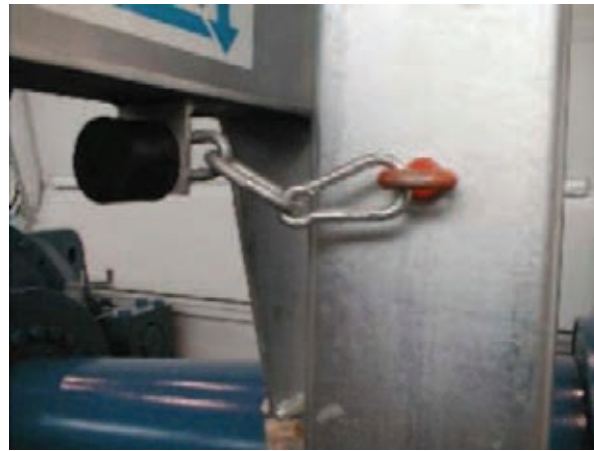


Fig. 80 Locking device crane jib

- Remove the chain hoist's power supply cable from the crane pillar and connect it to the 400-V power outlet on the Topbox

The chain hoist is now ready for operation and can be operated with its keyboard.

After using the on-board crane, return it to the parked position and secure it there.

- Retract the crane hook
- Release the crane jib's locking device from the crane pillar
- Slew the crane jib into the nacelle until the crane hook can be reached
- Remove any loads hanging on the crane hook
- Bring in the working rope and release it from the crane hook
- Loosen the chain hoist locking screw
- Open the ratchet and move the chain hoist toward the crane pillar
- Fasten the chain hoist with the locking screw
- Secure the chain hoist on the crane jib with the snap hook
- Secure the chain bag on the crane pillar's eyebolt using the safety chain
- Remove the securing bolt from the crane pillar and store it in the bracket of the gear rack

- Position the jib over the bracket on the gearbox and use the manual lifting jack to lower it
- Pull the power supply cable out of the power outlet and coil it up on the crane pillar

#### 14.6.2 Using the edge protection for the working rope

In WTs of turbine class K08 beta, an edge protection for the working rope may be already stored in the nacelle.

To protect the edge of the nacelle wall and the sponge rubber seal, use the edge protection when using the working rope for transporting objects into the nacelle with the roof open.

The edge protection is stored inside the nacelle on the center fastening on the left nacelle wall (when looking towards the rotor hub).



Fig. 81 Edge protection in storage location

- Remove the edge protection from its storage location
- Place it over the edge of the nacelle wall
- Secure it with the star knob



Fig. 82 Edge protection in use

- After use, return the edge protection to the storage location and secure it there

## 15. Special features of K08 gamma



### NOTE

Types:

- N80/2500
- N90/2500
- N100/2500
- N117/2400

### 15.1 Operating the rotor brake without system pressure

The following describes how the rotor brake can be operated when the hydraulic unit is not ready for operation, meaning there is no system pressure.

In the case of a grid failure, the active mechanical rotor brake is normally released and can no longer be applied automatically.

It can be applied manually using the hand pump on the hydraulic unit and released again using a valve.



Fig. 83 Hydraulic unit for rotor brake and yaw brakes

#### 15.1.1 Manually applying the rotor brake

The rotor brake is released by default.

- Open the hand wheel 810.3 on the hydraulic unit
- Remove the extension pipe from the bracket and attach it onto the lever of the hand pump
- Build up a pressure of 115 bar using the hand pump
  - ▶ The rotor brake is now applied.

- Close the hand wheel 810.3 again

### 15.1.2 Releasing the rotor brake

- Open valve 810.2
- After the pressure has been released, close valve 810.2 again



#### NOTE

If valve 810.2 is open it is not possible to start up the WT.

## 15.2 Operating the rotor lock on the rotor shaft

The rotor lock is a device for mechanically locking the rotor. It prevents personal injuries in the nacelle and the rotor hub resulting from contact with rotating parts of the drive train.



The rotor lock must only be used at 10-minute average wind speeds of up to a maximum of 12 m/s, with at least two rotor blades in the 90° position.

#### NOTICE

##### GEARBOX DAMAGE

If the rotor is locked for more than 24 hours, observe the current revision of the Work Instructions *F010\_002*.

### 15.2.1 Rotor lock with torque wrench

The rotor of WTs of turbine class K08 gamma is locked with a single rotor lock bolt that is moved by a spindle with hexagon. The spindle must be turned manually, using a torque wrench set to 200 Nm. The torque wrench is stored in a special bracket next to the rotor lock and secured with a spring cotter.

In the locked position the rotor lock bolt must be secured with the securing bolt.

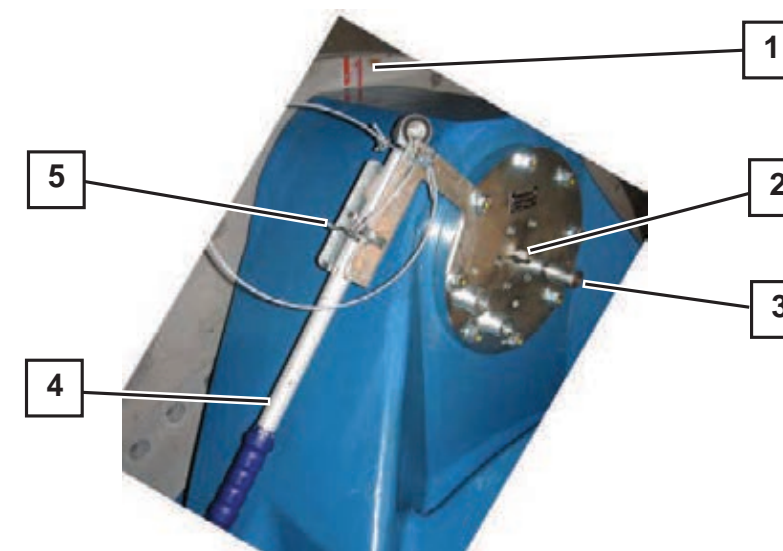


Fig. 84 Rotor lock on the rotor shaft

- 1 Marking on the rotor lock disk
- 2 Spindle with hexagon
- 3 Securing bolt, inserted
- 4 Torque wrench with securing cable
- 5 Bracket with spring cotter

#### Locking the rotor

- Allow the rotor to run at idle until the marking on the rotor lock disk is aligned with the center axis of the rotor bearing
- Apply the rotor brake
- Use the torque wrench to turn the spindle counter-clockwise until it stops
  - ▶ The rotor lock bolt is inserted into the rotor lock disk.

**Notice:** The maximum permissible actuating torque of the spindle is 200 Nm.
- Hand-screw the securing bolt into the provided drill hole
  - The securing bolt is stored in the shallow pit on the rotor bearing below the rotor lock.



#### NOTE

The rotor lock bolt is fully extended only when the securing bolt is screwed in all the way.

#### Releasing the rotor lock

- Make sure that the rotor brake is applied
- Remove the securing bolt and place it into the shallow pit on the rotor bearing below the rotor lock.

- Use the torque wrench to turn the spindle clockwise until it stops
  - ▶ The rotor lock bolt is removed from the rotor lock disk**Notice:** The maximum permissible actuating torque of the spindle is 200 Nm.
- Put the torque wrench into the bracket and secure it

### 15.2.2 Rotor lock with hand wheel

The rotor in WTs of class K08 gamma is locked with a single rotor lock bolt that is extended into the respective holes in the rotor lock disk. Several holes are provided in the rotor lock disk so that the rotor can be locked in nine different positions.

The rotor lock is actuated by hand using a hand wheel. Tools are not required.

#### NOTICE

##### DAMAGE TO THE ROTOR LOCK

The maximum permissible actuating torque of the hand wheel is 200 Nm. Do not force the hand wheel to move. Do not use tools to move it.

The safety assembly indicates the state of the rotor lock. Green means that the rotor is locked. In this position the rotor lock bolt is locked by the safety assembly. Thus, it is not possible to unlock the rotor lock. The rotor lock bolt can only be unlocked by pulling the handle on the safety assembly and at the same time turning the hand wheel clockwise (at least 1 turn).

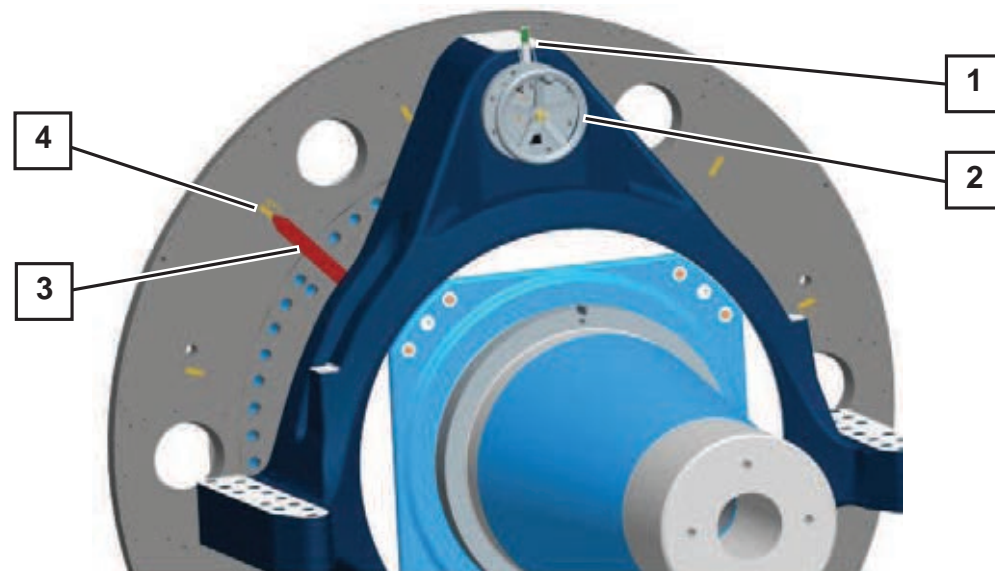


Fig. 85 Rotor lock on the rotor shaft

- 1 Safety assembly with status indication
- 2 Hand wheel
- 3 Indicator on the bearing flange
- 4 Marking on the rotor lock disk

For rotor alignment, markings are provided on the rotor lock disk and a red indicator on the bearing flange of the rotor shaft for rotor alignment. To align the rotor, it must be positioned in such a way that the indicator is aligned with one of the markings on the rotor lock disk.

Using a marking with a number of 1 to 3 guarantees that the respective rotor blade points vertically downwards.

#### Locking the rotor

- Have the rotor idle until the required marking (line next to the number) on the rotor lock disk aligns with the indicator
- Note:** To rectify a pitch error, the rotor must be position so that the affected rotor blade points vertically downwards.

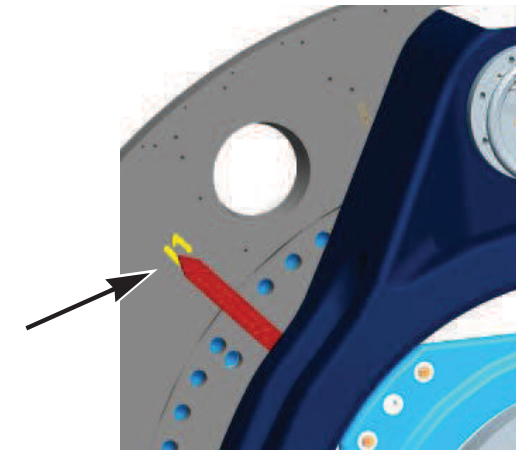


Fig. 86 Indicator above the marking

- Apply the rotor brake
- Turn the hand wheel counter-clockwise until a clear resistance can be noticed
- Check the position of the adjustment sleeve

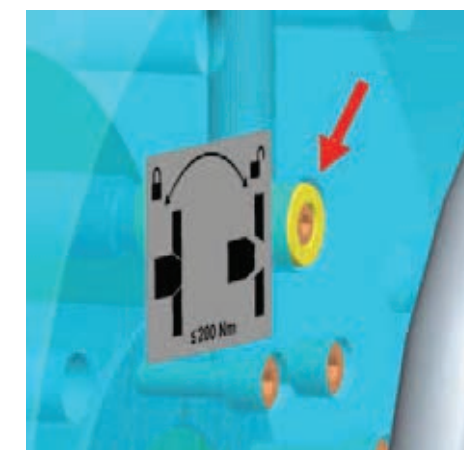


Fig. 87 Adjustment sleeve is flush

- If the adjustment sleeve is not flush with the connection plate but slightly protrudes it, the rotor lock bolt must be retracted completely and the rotor positioned once more

### NOTICE

#### DAMAGE TO THE ROTOR LOCK

If the adjustment sleeve is not flush with the connection plate but slightly protrudes it, the rotor lock bolt is not extended far enough into the rotor lock disk. Releasing the rotor brake and actuating the hand wheel further may damage the rotor lock.

The rotor lock bolt must be retracted completely and the rotor aligned once more.

- If the adjustment sleeve is at least flush with the connection plate, the rotor can be released
  - ▶ The rotor lock bolt is extended far enough in the rotor lock disk so that the locking procedure can be continued.
- Further turn the hand wheel counter-clockwise until a clear resistance can be noticed again
  - ▶ The status indication must have switched to green. The rotor is locked.



Fig. 88 Status indication green

- Apply the rotor brake

#### Releasing the rotor lock

- Make sure that the rotor brake is applied
- Pull out the handle of the safety assembly so that the indication switches to red and at the same time turn the hand wheel clockwise



Fig. 89 Unlocking the rotor lock

- After one turn of the hand wheel, release the handle. Turn the hand wheel further until the adjustment sleeve fully comes out and the edge of the guide pin becomes visible
  - ▶ The rotor lock bolt is now in its original position.

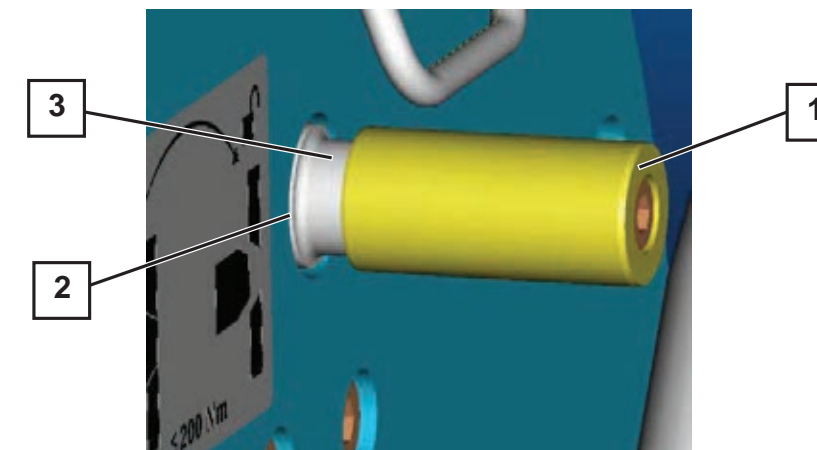


Fig. 90 Guide pin and adjustment sleeve

- 1 Adjustment sleeve
- 2 Edge on the guide pin
- 3 Guide pin

## 15.3 Rotor lock on the brake disk

The rotor lock on the brake disk, if such is available, is designed in the same way as in WT's of turbine class K08 beta.

### NOTICE

In WT's of turbine class K08 gamma the rotor lock on the brake disk must only be used up to 10-minute average wind speeds of 9 m/s.

The rotor lock on the brake disk is operated in the same way as in WT's of turbine class K08 beta, see "Rotor lock on the brake disk" page 102.

## 15.4 Entering the rotor hub

To perform maintenance or repair work on the rotor blades and pitch system, it is necessary to enter the rotor hub.

In the interest of safety of the person performing the work, a second person who is able to operate the WT controls must be present in the nacelle.

### WARNING

Working inside the rotor hub is only permitted at 10-minute average wind speeds up to 12 m/s.

### WARNING

If the rotor is suddenly set into motion, this may result in life-threatening or serious injury.

Before entering the rotor hub, lock the rotor on the rotor shaft using the rotor lock, and ensure that the rotor brake is also applied.

For instructions on how to operate the rotor lock, see Chapter 15.2 "Operating the rotor lock on the rotor shaft".



### WARNING

#### FALLING OBJECTS

Make sure that nobody is present in the area below the turbine when climbing onto the rotor hub.

Make sure that there are no loose parts that may fall down.

Secure any tools carried along.

- Fold down the ladder in the nacelle



Fig. 91 Hatch and ladder in the nacelle

- Open the hatch in the nacelle and secure yourself at the yellow personal attachment points on the roof

### WARNING

#### FALL HAZARD

The hand rails are not suitable as personal attachment points. Only secure yourself against falling from a height at the yellow-marked personal attachment points.

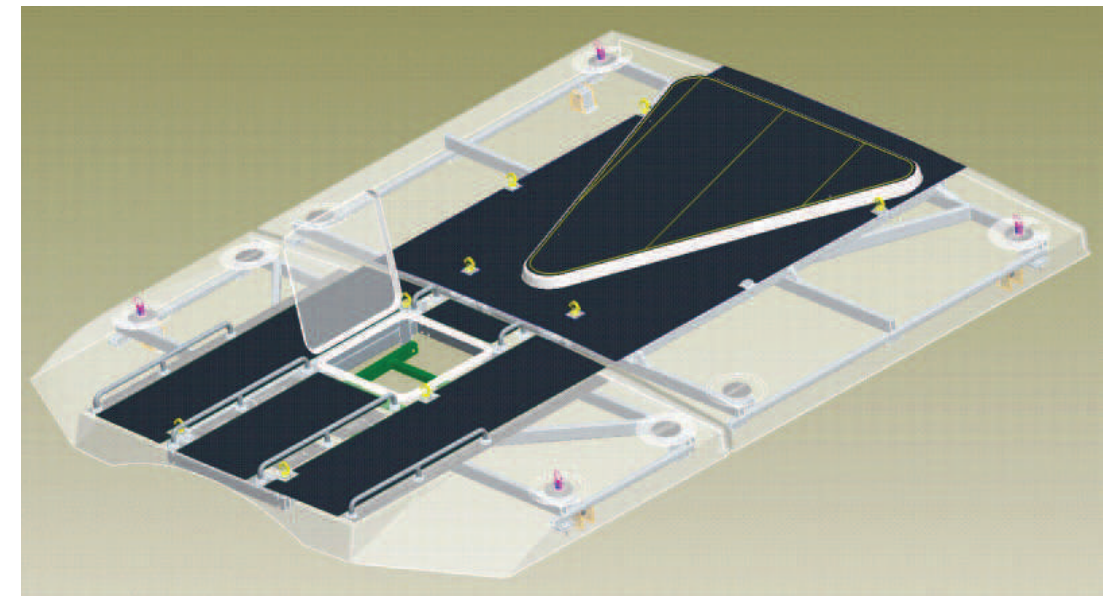


Fig. 92 Nacelle roof: crossing to the rotor hub

- Cross the nacelle roof toward the rotor hub
- Open and secure the access hatch

**RISK OF INJURY**

The lock must be properly locked in place so that the hatch is not able to automatically shut again.



Fig. 93 Access hatch rotor hub

- Climb backwards into the rotor hub

## 15.5 Transporting objects


**SUSPENDED LOAD**

- Do not stand or walk under suspended loads
- Do not exceed the load capacity stated on the crane
- Immediately put down carried loads after the transport process has been completed

Objects are transported from the ground into the nacelle using an electric chain hoist, see Fig.94.

For transporting objects within the nacelle, WTs of turbine class K08 gamma are equipped with a manually-operated overhead crane, see Fig.97.

Both cranes are designed for a maximum load capacity of 1000 kg.

### 15.5.1 Using the electric chain hoist

**OBSERVE DOCUMENT**

Operating Instructions *K0813\_032789 Electric chain hoists K08 gamma*

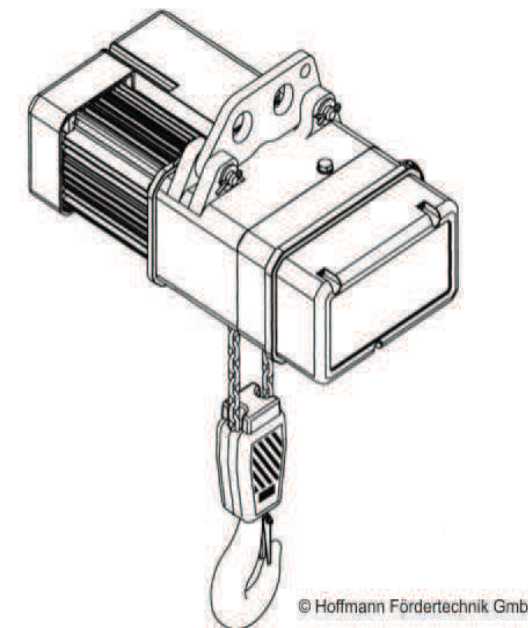


Fig. 94 Electric chain hoist

The electric chain hoist is operated using a remote control with emergency stop function.

**NOTE**

The electric chain hoist must only be operated by trained and instructed personnel.  
Always refer to the operating instructions deposited at the electric chain hoist. Observe the manufacturer's instructions on safety and operation.

- Secure yourself at the personal attachment points (vertical rod 4 left/right)
- Remove the cover plates from the crane hatch and secure them



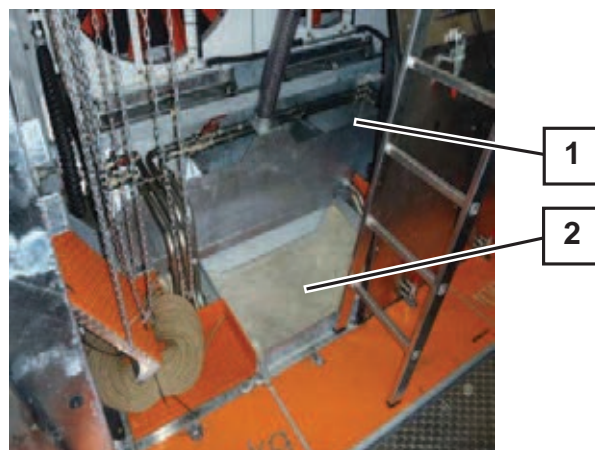


Fig. 95 Crane hatch and oil drip tray

- 1 Oil drip tray
- 2 Crane hatch

- Attach the guide rope to the hook of the electric chain hoist and lower it through the crane hatch
  - Note:** The guide rope is stored in the oil drip tray.
- Lift the load

#### NOTICE

#### PENDULAR MOVEMENTS

Secure the load to be transported with an additional rope from the ground and keep it clear from tower and nacelle.

After completing the crane operation:

- Attach the remote control's snap hook to the snap hook in the eyebolt on the divider

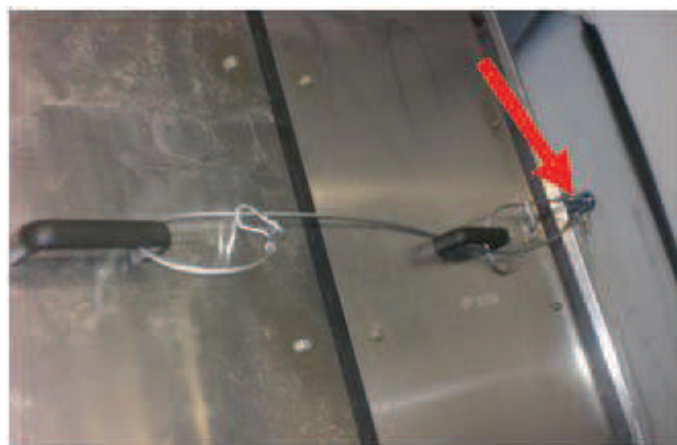


Fig. 96 Position of the remote control

- Bring in the guide rope, coil it up, and deposit it in the oil drip tray

- Close the hatch with the cover plates

### 15.5.2 Operating the overhead crane



#### NOTE

The overhead crane must only be operated by trained and instructed personnel.  
Always refer to the operating instructions deposited at the overhead crane.  
Observe the manufacturer's instructions on safety and operation.

The overhead crane EBK 1000 (single-girder overhead crane) is operated only manually. The load can be lifted and lowered and moved on 2 axes.

The load is lifted by a chain hoist with a crane hook.

The overhead crane is equipped with a spur gear chain pulley block that is operated by a hand-gear trolley.

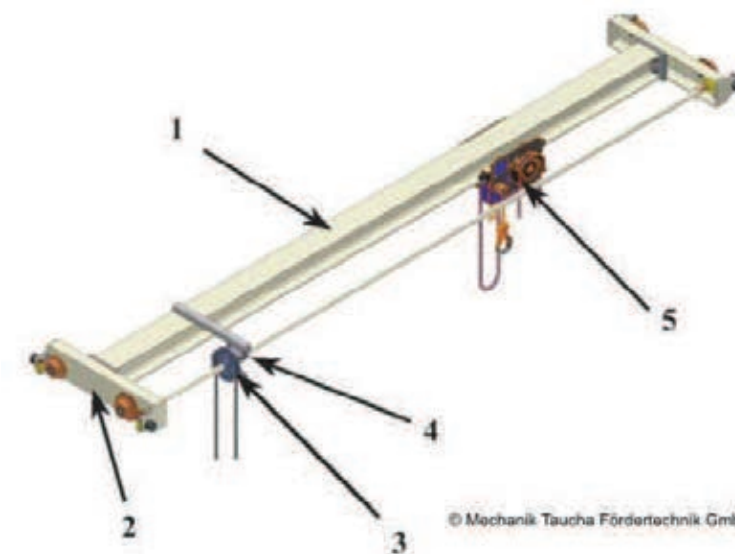


Fig. 97 Overhead crane

- 1 Main girder
- 2 End carriage with guide rollers and buffer
- 3 Hand-gear trolley for crane operation
- 4 "Fall out" protection for the chain of the hand-gear trolley for crane operation
- 5 Spur gear chain pulley block with hand-gear trolley and locking device



Fig. 98 Spur gear chain pulley block with hand-gear trolley and locking device

During operation of the WT, the overhead crane is locked with two crane stoppers in the parked position. The crane stoppers with star knob are mounted on the left and right of the crane rail.

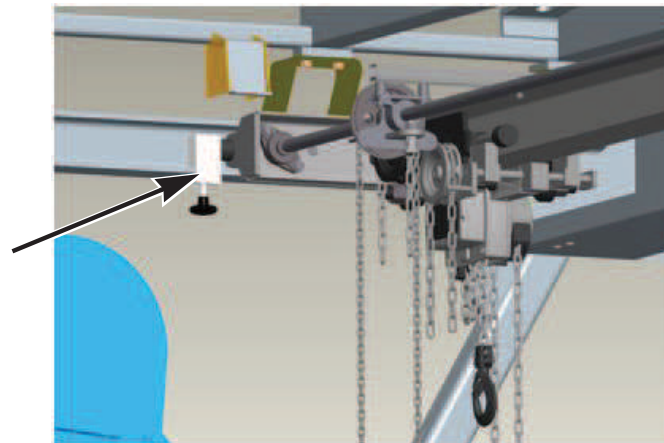


Fig. 99 Crane stopper for overhead crane

Before using the overhead crane, remove the stoppers. Remount them after use.

## 16. Revision index

Rev.	Date	Modification	AST	Author
06	2012-04-11	Modifications within the NeMO 1 project	5958 6714	Simon

### Safety regulations

- Conditions for the use of the active rotor brake as the sole means to lock the rotor described more precisely (AST 6714)
- Note on reduced braking effect of the active rotor brake at brake pad temperatures below 0 °C added (AST 6714)

### Special features of K08 gamma

- Operating the rotor lock with hand wheel added (AST 5958)