

Tension réseau

La tension de référence (dite nominale) des ouvrages et matériels utilisés est directement dépendante de la tension de raccordement au réseau public de distribution d'électricité. Cette tension est donnée par le gestionnaire de réseau et sera connue seulement au moment de la signature des PTF (Propositions Techniques et Financières) pour le raccordement. Néanmoins, la tension usuelle des réseaux d'électricité pour ces puissances de projet est de 20 kV.

Techniques utilisées

Cette partie vise à décrire la technique de pose retenue pour la réalisation des réseaux électriques HTA et du réseau de fibres optiques assurant la communication entre les éoliennes et les postes de livraisons :

- Décapage des terres végétales sur une profondeur comprise entre 0,1 à 0,3m, et une largeur de 4 à 6m.

Ouverture de la tranchée (soit à la pelle mécanique soit à la trancheuse) :

- Profondeur : 0,8 à 1,1m selon la nature du terrain.
- Largeur de 0,28 m à 0,45m selon le nombre de câbles,
- Déroulage des câbles sur un lit de sable (ou sans sable si le câble est renforcé),
- Fermeture et remblai de la tranchée, puis compactage,
- Remise des terres végétales ou finition de surface si sur chemin ou traversée de route.

Les réseaux de câbles électriques HTA et de fibres optiques sont posés conjointement dans la même tranchée. A noter que le réseau de fibres optiques est posé soit avec des renforcements permettant une protection anti-rongeur, soit par mise sous fourreau type D42. Les fibres optiques posées sont en général des fibres multimodes de qualité OM2 et de dimensions 50/125 μm (diamètre du cœur de la fibre / diamètre de la gaine optique en verre). Toutefois, l'installation pourrait aussi être réalisée avec des fibres monomode de dimensions 9/125 μm , ou autres dispositifs appropriés.

Par la suite, ces ouvrages de réseaux d'électricité feront l'objet de contrôles techniques spécifiques afin de vérifier leur conformité aux prescriptions techniques qui leur sont applicables. Le contrôle sera réalisé par un organisme technique certifié en qualité, indépendant du maître d'ouvrage et du gestionnaire du réseau, conformément à l'article 13 du Décret 2011-1697. Le contrôle du respect de l'ensemble de ces obligations sera effectué par le Préfet conformément à l'article 14 du Décret cité préalablement.

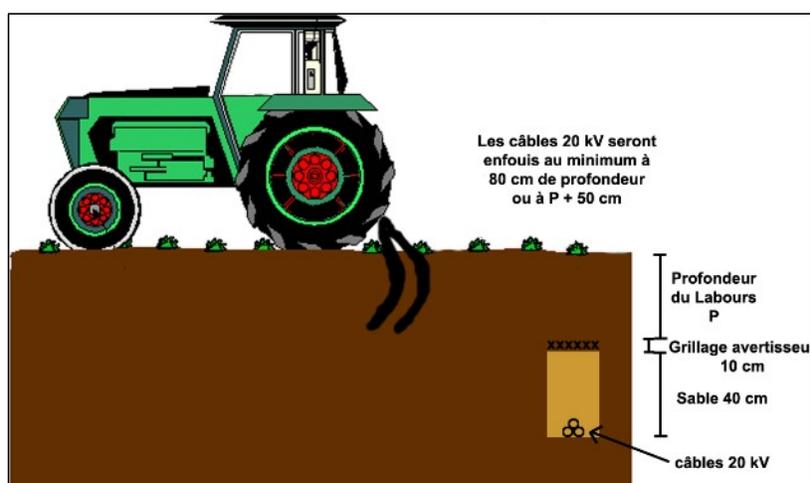


Figure 10 : Exemple de tranchées sous champs labouré

Mise à la terre du parc

Différentes typologies de mise à la terre existent et sont spécifiques à chaque constructeur ou éolienne. Le système de mise à la terre et la section des réseaux (généralement en cuivre) de la ferme éolienne de Maisontiers 2 seront calculés in fine afin de permettre l'évacuation de la foudre, suivant la méthodologie et standardisation des normes spécifiques applicables.

En France, ces principes sont dictés essentiellement par les normes NF C15-100 et l'UTE C15-106 qui définissent les règles de calculs des sections des divers conducteurs dans le but d'assurer la sécurité, le bon fonctionnement des installations électriques et les besoins normaux des usagers.

Ainsi, l'ensemble de l'installation électrique ainsi que certains éléments pouvant devenir accidentellement conducteurs d'électricité seront raccordés à la terre. Les liaisons équipotentielles et la mise à la terre seront réalisées conformément à l'article 9 de l'Arrêté du 17 mai 2001 et contrôlées périodiquement par le biais de mesures ou vérifications complémentaires comme défini au sein de l'article 6 de l'Arrêté du 14 Janvier 2013.

Nature des câbles

Le niveau de puissance et la tension transitant au sein de chaque câble sont les deux critères principaux définissent la nature des câbles à installer. Même si elle impacte faiblement le choix final, la distance des tronçons des réseaux est un critère secondaire de choix pour la nature des câbles.

Pour ce type de réseau, des câbles de nature ALUMINIUM seront privilégiés en fourniture des entreprises sous-traitantes ; et seront cohérents avec les contraintes du site (tension, puissances et distances des tronçons).

Section de câbles

La norme NF C13-200 définit la méthode de calcul des sections minimales de câbles applicable aux installations alimentées en courant alternatif sous une tension nominale supérieure à 1 000 V et inférieure ou égale à 245 kV, les fréquences préférentielles étant 50 et 60 Hz. Ce document est applicable pour les installations de production d'énergie ainsi que les installations industrielles, tertiaires et agricoles.

Afin de déterminer la section de câbles, des hypothèses de pose et de calcul sont définis ci-après :

• Hypothèses de pose

Les hypothèses prises en compte sont les conditions les plus défavorables envisageables à savoir une pose de câbles enterrés en régime permanent.

Paramètres	Choix	Coefficient Correcteur
Référence du mode de mode	S1	1,00
Température du sol à 80 cm	20°C	1,00
Résistivité thermique du sol**	85°C.cm/W*	1,06
Distance entre deux câbles	0,5 m	0,90
Facteur de correction total =		0,954

* : correspond à un terrain sec, cas le plus défavorable du terrain pris en considération

** : le terrain est de type argilo-calcaire normal

• Hypothèses de calcul

- Tension de raccordement : 20 kV
- Cos Phi = 0,95 pour les échauffements hors court-circuit
- Intensité de court-circuit = 4,33kA (Pcc max < 150MVA au poste source)
- Ame en aluminium

- Isolant = Polyéthylène réticulé (PR)
- Type de câble : Tripolaire
- Puissance nominale utilisée pour l'éolienne : 4,2 MW

Dans une volonté de standardisation des matériels, les sections de câbles sont calculées conformément aux préconisations de la norme NF C13-200.

Le schéma électrique unifilaire fourni en **ANNEXE 10** : , présente la répartition électrique HTA entre le poste de livraison et les éoliennes. Il montre également le schéma des cellules HTA et des différents éléments électriques qui le composent.

Tableau 13 : Résumé des réseaux HTA à créer, par tronçon

Projet	Connexion	Tronçon	Longueur de tranchée (m)	Longueur de câbles (m)*	Section des câbles (mm ²)
Poste de livraison	Connexion 1	E01/PDL	729	759	150
		E02/PDL	511	541	150
		E03/PDL	204	234	150

*longueur du câble = longueur de tranchée + 30m. Il s'agit d'une estimation standard prenant en compte les réserves complémentaires en remontée dans les éoliennes ou le poste de livraison. Certaines tranchées peuvent accueillir plusieurs câbles.

▪ **Poste de livraison**

Le poste de livraison est un nœud de raccordement de plusieurs éoliennes, concentrant l'électricité fournie par celles-ci via le réseau inter-éolien HTA (20 kV), 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). Il représente la limite de propriété entre la partie privée des réseaux électriques internes au projet et le réseau public de distribution.

Le poste de livraison contient un ensemble de protection et d'isolement par le biais des disjoncteurs et des sectionneurs assurant la sécurité d'alimentation conformément à l'article 65 de l'Arrêté du 17 Mai 2001.

Un local intérieur séparé par une cloison permet la mise en place des matériels de contrôle-commande (dits SCADA) des projets, permettant notamment une supervision et des interventions à distance via un raccordement au réseau de télécommunications conformément à l'article 17 du décret 2011-1067 et à l'article 55 bis de l'Arrêté du 17 Mai 2001.

Le vide sanitaire du poste recueille les arrivées des différents réseaux pénétrant dans le poste :

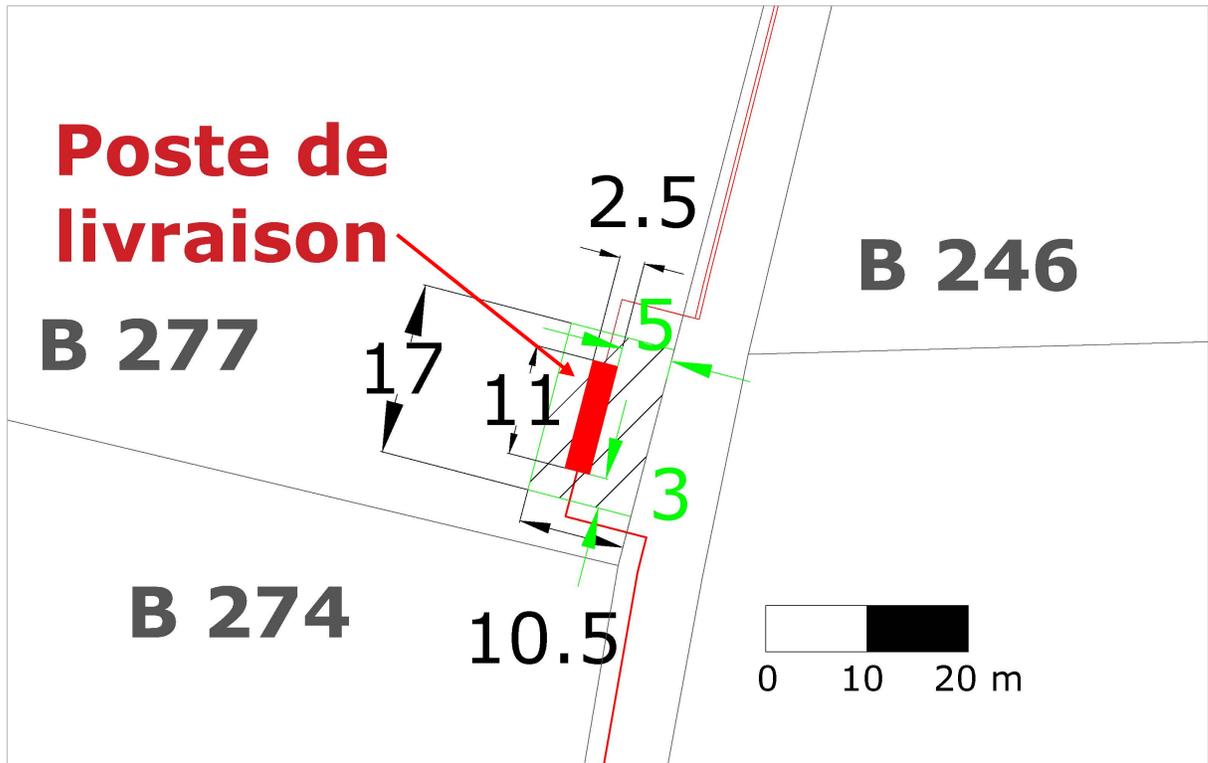
- Réseaux HTA inter-éolien ;
- Réseaux HTA du gestionnaire de réseau ;
- Réseaux de fibre optique pour le contrôle-commande du projet.

L'enveloppe du poste peut varier selon le fournisseur. Dans la majorité des cas, elle est souvent réalisée en béton moulé, armé et vibré. Le fond de fouille du poste de livraison est généralement constitué d'un mélange de gravier dont la granulométrie varie de sable permettant un ajustement exact, et dans lequel est déroulé un serpentín de cuivre pour la mise à la terre (MALT).

Cette mise à la terre du poste est assurée par une ceinture équipotentielle mise au niveau du fond de fouille en sous-sol et raccordée en remontée sur un point de connexion intérieur.

Parfois, notamment dans les zones de sismicité le nécessitant ou sur des terrains très peu porteur ou déstabilisés, le poste de livraison peut être posé sur une « sous-dalle » en béton qui a pour but de répartir les charges du poste de livraison. Dans ce cas, la « sous dalle » béton sera également mise à la terre par l'intermédiaire d'un serpentín de terre inclus dans la sous dalle et/ou en périphérie de la sous-dalle.

La ferme éolienne de Maisontiers 2 ne comporte qu'un seul poste de livraison situé en bordure Sud de la parcelle B277. Son impact est donc globalement limité à son emprise au sol de 27,5 m² (11 m x 2,5 m).



Carte 24 : Plan d'installation du poste de livraison

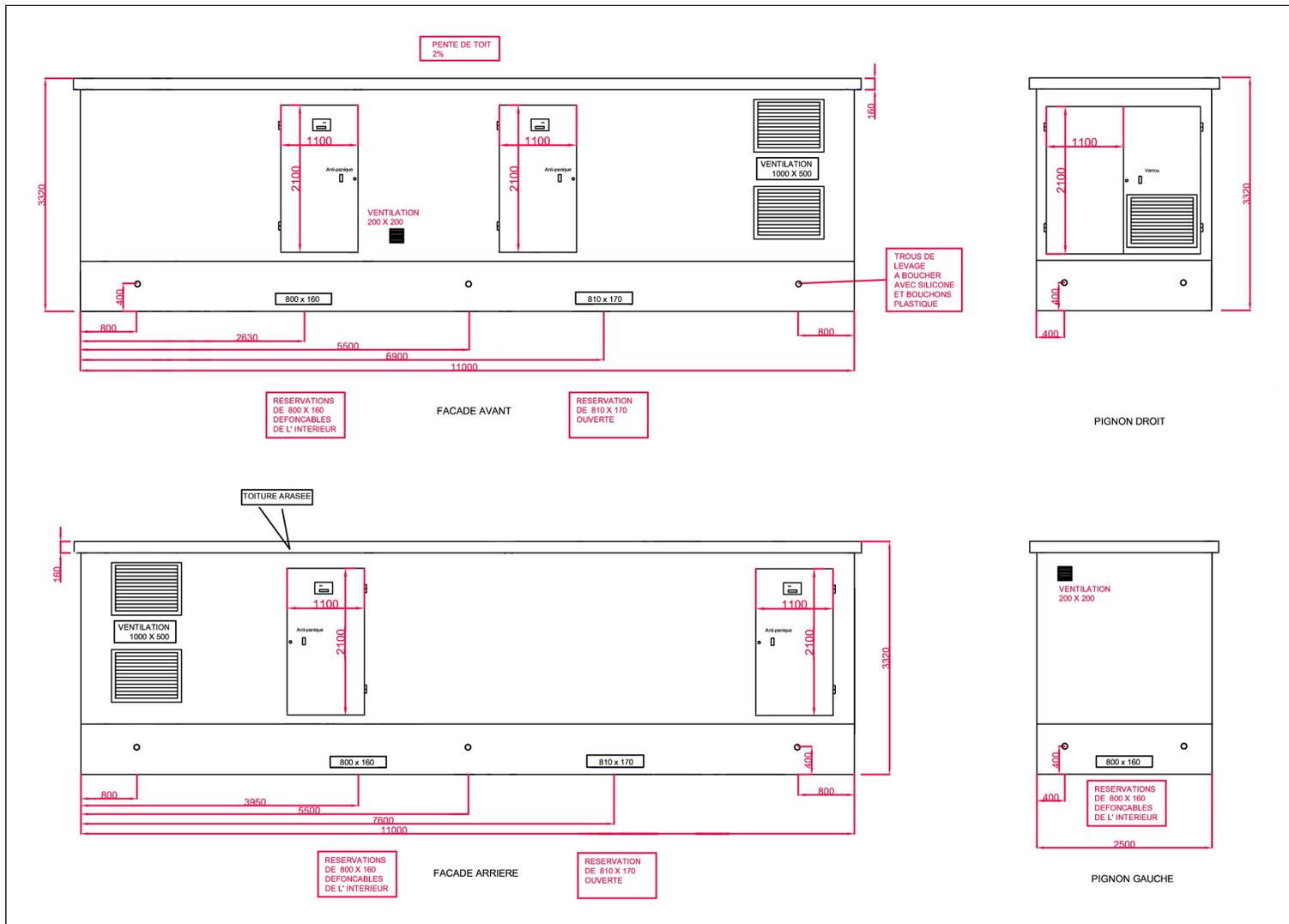


Figure 11 : Schéma d'un poste de livraison (11*2,5m)

Réseau électrique externe

Le réseau électrique externe relie le poste 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 entièrement enterré.

4.1.2.6 Les dispositifs particuliers

▪ Le balisage aéronautique :

Le balisage de l'installation est conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.

L'arrêté du 23 avril 2018 (relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques) fixe les exigences de réalisation du balisage des éoliennes qui constituent un obstacle à la navigation aérienne.

Le balisage lumineux d'obstacle :

- Sera installé sur toutes les éoliennes,
- Sera assuré de jour par des feux d'obstacle à éclats blancs, sur le sommet de la nacelle,
- Sera assuré de nuit par des feux d'obstacle à éclats rouges, sur le sommet de la nacelle,
- Sera complété à 45 m de hauteur par des feux d'obstacles basse intensité à éclat rouge (en raison de la hauteur totale de l'éolienne supérieure à 150 m),
- Assure la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°),
- Sera synchronisé de jour comme de nuit,
- Sera réduit sur une éolienne (E02) de Maisontiers 2, avec une intensité lumineuse de 200 cd au lieu de 2000 cd.



Figure 12 : Photographie d'un exemple de balisage aéronautique

▪ **Le balisage des prescriptions :**

Conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020, relatif aux éoliennes, un balisage d'information des prescriptions à observer par les tiers est affiché sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur et sur les postes de livraison.

Les prescriptions figurant sur les panneaux sont :

- Les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale,
- Interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur,
- Mise en garde face aux risques d'électrocution,
- Mise en garde face au risque de chute de glace.

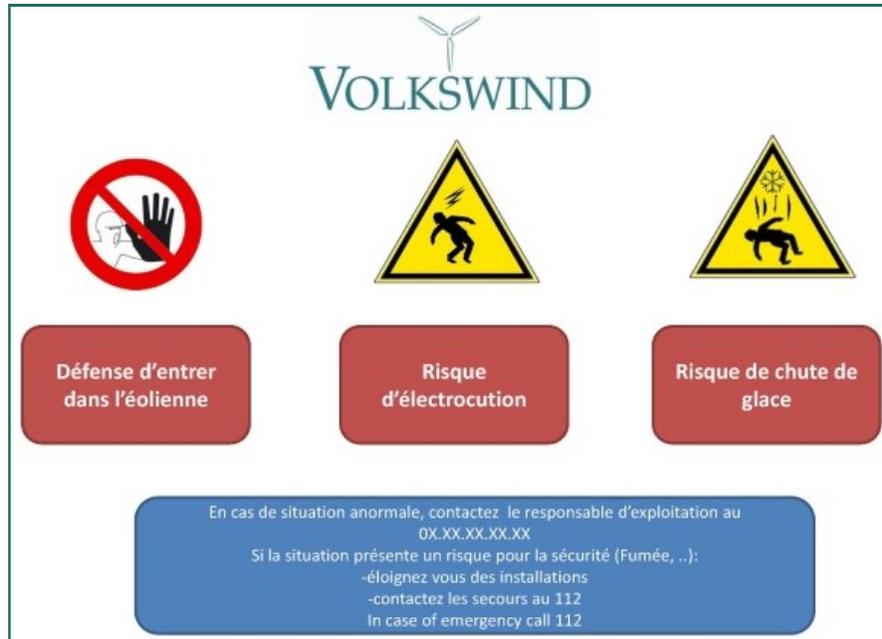


Figure 13 : Exemple de panneau d'affichage des prescriptions

4.2 FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

4.2.1 Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

Les principaux éléments constitutifs de l'aérogénérateur sont :

Principaux Elément de l'installation	Fonction	Description								
Fondation	<i>Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol.</i>	<p>Le massif de fondation est composé de béton armé et conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2.</p> <p>Des fondations de 30 m de diamètre et 3,5 m de profondeur (valeur théorique et conservative, des études de sol devront être menées afin de déterminer précisément les dimensions des fondations) couvrant une surface de 707 m².</p> <p>Cette structure doit répondre aux calculs de dimensionnement des massifs qui prennent en compte les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le type d'éolienne ; - La nature des sols ; - Les conditions météorologiques extrêmes ; - Les conditions de fatigue. 								
Mât	<i>Supporter la nacelle et le rotor.</i>	<p>Le mât de l'éolienne est constitué de plusieurs sections tubulaires en acier, de plusieurs dizaines de millimètres d'épaisseur et de forme tronconique, qui sont assemblées entre elles par brides. Fixée par une bride aux tiges d'ancrage disposées dans le massif de fondation, la tour est autoportante.</p> <p>La hauteur de la tour, ainsi que ses autres dimensions, sont en relation avec le diamètre du rotor, la classe des vents, la topologie du site et la puissance recherchée.</p> <p>La tour permet le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle et abrite :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une échelle d'accès à la nacelle ; - un monte-charge ; - une armoire de contrôle et des armoires de batteries d'accumulateurs (en point bas) ; - les cellules de protection électriques. <p>Ses dimensions sont les suivantes :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>V136</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hauteur du mât</td> <td>112 m</td> </tr> <tr> <td>Hauteur du mât sous nacelle</td> <td>109,6 m</td> </tr> <tr> <td>Diamètre maximale de base du mât</td> <td>4,44 m</td> </tr> </tbody> </table>		V136	Hauteur du mât	112 m	Hauteur du mât sous nacelle	109,6 m	Diamètre maximale de base du mât	4,44 m
	V136									
Hauteur du mât	112 m									
Hauteur du mât sous nacelle	109,6 m									
Diamètre maximale de base du mât	4,44 m									

Principaux Elément de l'installation	Fonction	Description																
Nacelle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supporter le rotor ▪ Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité 	<p>La nacelle se situe au sommet de la tour et abrite les composants mécaniques, hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l'éolienne (voir figure ci-après). Elle est constituée d'une structure métallique habillée de panneaux en fibre de verre et est équipée de fenêtres de toit permettant d'accéder à l'extérieur.</p> <p>Ses dimensions sont les suivantes :</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">V136</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Hauteur</td> <td style="text-align: center;">4,20 m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Largeur</td> <td style="text-align: center;">5,12 m (avec Cooler Top)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Longueur</td> <td style="text-align: center;">17,56m (avec Cooler Top)</td> </tr> </tbody> </table> <p>La nacelle n'est pas fixée de façon rigide à la tour. La partie intermédiaire entre la tour et la nacelle constitue le système d'orientation, appelé « yaw system », permettant à la nacelle de s'orienter face au vent.</p>	V136		Hauteur	4,20 m	Largeur	5,12 m (avec Cooler Top)	Longueur	17,56m (avec Cooler Top)								
V136																		
Hauteur	4,20 m																	
Largeur	5,12 m (avec Cooler Top)																	
Longueur	17,56m (avec Cooler Top)																	
Rotor / pales	<p>Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice</p>	<p>Les rotors Vestas sont composés de trois pales fixées au moyeu via des couronnes à deux rangées de billes et double contact radial. La rotation du rotor permet de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique de rotation. Elle est transmise à la génératrice via le multiplicateur.</p> <p>Les pales peuvent pivoter d'environ 90 degrés sur leur axe grâce à des vérins hydrauliques montés dans le moyeu. La position des pales est alors ajustée par un système d'inclinaison, appelé « Vestas Pitch System ». Ainsi, les variations de vitesse de vents sont constamment compensées par l'ajustement de l'angle d'inclinaison des pales. Le « Vestas Pitch System » est conçu pour optimiser au maximum la production de l'éolienne.</p> <p>Dans le cas où la vitesse de vent devient trop importante risquant d'amener une usure prématurée des divers composants ou de conduire à un emballement du rotor, le « Vestas Pitch System » ramène les pales dans une position où elles offrent le moins de prise au vent, dite « en drapeau », conduisant à l'arrêt du rotor (freinage aérodynamique).</p> <p>Ici le rotor est caractérisé par les données suivantes :</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">V136</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Diamètre de rotor</td> <td style="text-align: center;">136 m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Surface balayée</td> <td style="text-align: center;">14 527 m²</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Plage de rotation opératoire</td> <td style="text-align: center;">De 5,6 à 14 tours/minute</td> </tr> </tbody> </table> <p>Les pales sont caractérisées par les données suivantes :</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">V136</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Longueur de pale sans hub</td> <td style="text-align: center;">66,66 m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Longueur de pale (demi-rotor)</td> <td style="text-align: center;">68 m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Largeur de pale maximale</td> <td style="text-align: center;">4,27 m</td> </tr> </tbody> </table>	V136		Diamètre de rotor	136 m	Surface balayée	14 527 m ²	Plage de rotation opératoire	De 5,6 à 14 tours/minute	V136		Longueur de pale sans hub	66,66 m	Longueur de pale (demi-rotor)	68 m	Largeur de pale maximale	4,27 m
V136																		
Diamètre de rotor	136 m																	
Surface balayée	14 527 m ²																	
Plage de rotation opératoire	De 5,6 à 14 tours/minute																	
V136																		
Longueur de pale sans hub	66,66 m																	
Longueur de pale (demi-rotor)	68 m																	
Largeur de pale maximale	4,27 m																	

Principaux Elément de l'installation	Fonction	Description
Multiplicateur	<i>Multiplier la vitesse de rotation issue de l'arbre lent</i>	Le multiplicateur permet de multiplier la vitesse de rotation d'un facteur de l'ordre de 100 à 130 selon les modèles, de telle sorte que la vitesse de sortie (« arbre rapide ») est d'environ 1 500 tours par minute. Le multiplicateur est constitué d'un étage de train épicycloïdal et de deux arbres parallèles à roues dentées à dentures hélicoïdales. Sur l'arbre rapide du multiplicateur est monté un disque de frein, à commande hydraulique, utilisé pour l'arrêt de la turbine en cas d'urgence.
Générateur et transformateur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Produire de l'énergie électrique à partir d'énergie mécanique.</i> ⚡ <i>Élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau</i> 	Les éoliennes sont équipées d'un système générateur/transformatrice fonctionnant à vitesse variable (et donc à puissance mécanique fluctuante). Le générateur, de type asynchrone, convertit l'énergie mécanique en énergie électrique. Il s'agit d'un générateur triphasé, du type quadripolaire à rotor bobiné avec alimentation électrique du stator au démarrage. Il délivre deux niveaux de tension différents (690 V et 480 V en courant alternatif) qui sont dirigés vers le transformateur qui élève la tension de 690 V à 20 000 V.
Poste de livraison	<i>Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public.</i>	Les éoliennes d'un même champ éolien sont ensuite raccordées au réseau électrique de distribution (Geredis ou régies) ou de transport (RTE) via un ou plusieurs postes de livraison. Ces postes font ainsi l'interface entre les installations et le réseau électrique. Chaque poste est équipé d'appareils de comptage d'énergie indiquant l'énergie soutirée au réseau mais également celle injectée. Il comporte aussi la protection générale dont le but est de protéger les éoliennes et le réseau inter-éolien en cas de défaut sur le réseau électrique amont. La liaison électrique entre les éoliennes et le poste de livraison est assurée par des câbles souterrains. Les dimensions du poste de livraison sont de 11 x 2,5 m

Tableau 14 : Principaux éléments constitutifs des éoliennes Vestas V136

Ainsi on retiendra :

Hauteur de moyeu	H	112 m
Hauteur de mât + nacelle	H _{nacelle}	113,8 m
Largeur maximale du mât	L	4,44 m
Longueur de pale	R	68 m
Largeur de base de la pale	LB	4,27 m

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 5,6 et 14 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 45 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

L'électricité est produite par la génératrice avec une tension de 480 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 97 km/h, 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.

4.2.2 Sécurité de l'installation

L'installation respecte la réglementation applicable en vigueur en matière de sécurité. Elle est conforme 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 ainsi qu'à l'ensemble des lois et normes qui assurent la sécurité de l'installation.

La description des différents systèmes de sécurité et de surveillance de l'installation sera effectuée au stade de l'analyse préliminaire des risques, dans la partie 7 de l'étude de dangers.

L'aérogénérateur :

Concernant la société VESTAS, elles stipulent que :

- **La société VESTAS atteste de la conformité de ses aérogénérateurs à l'ensemble des dispositions contenues dans l'Arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020, relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation.**

- **La société VESTAS atteste du respect des principales normes applicables à l'installation d'aérogénérateurs :**

La liste des codes et standards appliqués pour la construction des éoliennes Vestas, présentée ci-après, n'est pas exhaustive (il y a en effet des centaines de standards applicables). Seuls les principaux standards sont présentés ci-dessous.

- L'aérogénérateur respecte la Directive Machine 2006/42/CE.
- La norme IEC61400-1 intitulée « 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 : IEC61400-1. Les pales respectent le standard IEC61400-1 ; 12 ; 23.
- La génératrice est construite suivant le standard IEC60034.
- La conception du multiplicateur répond aux règles fixées par la norme ISO81400-4.
- La protection foudre de l'éolienne répond au standard IEC61400-24 et aux standards non spécifiques aux éoliennes comme IEC62305-1, IEC62305-3 et IEC62305-4.
- Les éoliennes répondent aux réglementations qui concernent les ondes électromagnétiques, notamment la Directive 2004/108/EC du 15 décembre 2004.
- Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air. Le traitement anticorrosion des éoliennes répond à la norme ISO 12944.

La Certification de type (certifications CE) et la déclaration de conformité attestent la conformité de l'aérogénérateur aux standards et directives applicables.

Le balisage :

- **Le balisage aéronautique :**

L'arrêté du 23 avril 2018 (relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques) fixe les exigences de réalisation du balisage des éoliennes qui constituent un obstacle à la navigation aérienne.

Le balisage lumineux d'obstacle :

- Sera installé sur toutes les éoliennes,
- Sera assuré de jour par des feux à éclats blancs,
- Sera assuré de nuit par des feux à éclats rouges,
- Sera complété à 45 m de hauteur par des feux d'obstacles basse intensité à éclat rouge (en raison de la hauteur totale de l'éolienne supérieure à 150 m),
- Assure la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°),
- Sera synchronisé de jour comme de nuit.

▪ **Le balisage des prescriptions**

Conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020, relatif aux éoliennes, un balisage d'information des prescriptions à observer par les tiers sont affichées sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur et sur le poste de livraison.

Les prescriptions figurant sur les panneaux sont :

- les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale,
- interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur,
- mise en garde face aux risques d'électrocution,
- mise en garde face au risque de chute de glace.

La fondation :

Les fondations répondent au standard IEC1400-1.

Leur dimensionnement respecte les codes de construction pour l'Europe, les Eurocodes.

Les principaux Eurocodes utilisés pour le calcul des fondations sont :

- Eurocode 2 : Calcul des structures en béton
- Eurocode 7 : Calcul géotechnique

4.2.3 Opérations de maintenance de l'installation

4.2.3.1 Mode d'exploitation

▪ Conduite du système

Les éoliennes sont des équipements de production d'énergie qui sont disposés à l'écart de zones urbanisées et qui ne nécessitent pas de présence permanente de personnel. Bien que certaines opérations nécessitent des interventions sur site, les éoliennes Vestas sont surveillées et pilotées à distance.

Pour cela, les installations Vestas sont équipées d'un système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) qui permet le pilotage à distance à partir des informations fournies par les capteurs. Les parcs éoliens sont ainsi reliés à des centres de télésurveillance permettant le diagnostic et l'analyse de leur performance en permanence, ainsi que certaines actions à distance. Ce dispositif assure la transmission de l'alerte en temps réel en cas de panne ou de simple dysfonctionnement.

Il permet également de relancer aussitôt les éoliennes si les paramètres requis sont validés et les alarmes traitées. C'est notamment le cas lors des arrêts de l'éolienne par le système normal de commande (en cas de vent faible, de vent fort, de température extérieure trop élevée ou trop basse, de perte du réseau public, ...).

Par contre, en cas d'arrêts liés à des déclenchements de capteurs de sécurité (déclenchement VOG, déclenchement détecteur d'arc ou d'incendie, pression basse huile, ...), une intervention humaine sur l'éolienne est nécessaire pour examiner l'origine du défaut et acquitter l'alarme avant de pouvoir relancer un démarrage.

En cas d'intervention, des équipes de techniciens sont réparties sur le territoire afin de pouvoir réagir rapidement. Les interventions sont toujours faites par une équipe d'au moins deux personnes.

Afin d'assurer la sécurité des équipes intervenantes, un dispositif de prise de commande locale de l'éolienne est disposé en partie basse de la tour. Ainsi, lors des interventions sur l'éolienne, les opérateurs basculent ce dispositif sur « commande locale » ce qui interdit toute action pilotée à distance.

Toute intervention dans la nacelle n'est réalisée qu'après mise à l'arrêt de la machine. De plus, des dispositifs de sectionnement sont répartis sur l'ensemble de la chaîne électrique afin de pouvoir isoler certaines parties et protéger ainsi le personnel intervenant.

Au-delà de certaines vitesses de vent, les interventions sur les équipements ne sont pas autorisées.

Formation des personnels

Les personnels intervenant sur les éoliennes, tant pour leur montage, que pour leur maintenance, sont des personnels formés au poste de travail et informés des risques présentés par l'activité.

Toutes les interventions (pour montage, maintenance, contrôles) font l'objet de procédures qui définissent les tâches à réaliser, les équipements d'intervention à utiliser et les mesures à mettre en place pour limiter les risques d'accident. Des check-lists sont établies afin d'assurer la traçabilité des opérations effectuées.

4.2.3.2 Modalités de maintenance

Entretien préventif du matériel :

L'inspection et l'entretien du matériel sont effectués par des opérateurs Vestas, formés pour ces interventions.

La liste des opérations à effectuer sur les diverses machines ainsi que leur périodicité est définie par des procédures. Les principaux contrôles effectués sont présentés ci-après.

Tableau 15 : Opérations d'entretien et de contrôle du matériel

	Composants	Opérations
Inspection après 3 mois de fonctionnement	Etat général	Vérification de la propreté de l'intérieur de l'éolienne Vérification qu'aucun matériau combustible ou inflammable n'est entreposé dans l'éolienne
	Moyeu	Inspection visuelle du moyeu Vérification des boulons entre le moyeu et les supports de pale* Vérification des boulons maintenant la coque du moyeu
	Pales	Vérification des roulements et du jeu Vérification des joints d'étanchéité Inspection visuelle des pales, de l'extérieur et de l'intérieur Vérification des boulons de chaque pale* Vérification des bruits anormaux Vérification des bandes paratonnerres
	Système de transfert de courant foudre Moyeu / nacelle	Vérification des boulons et de l'absence d'impacts de foudre.
	Arbre principal	Vérification des boulons fixant l'arbre principal et le moyeu* Inspection visuelle des joints d'étanchéité Vérification des bruits anormaux et des vibrations Vérification du fonctionnement du système de lubrification Vérification des dommages au niveau des boulons de blocage du rotor
	Système d'orientation de la nacelle (Yaw system)	Vérification des boulons fixant le haut du palier d'orientation et la tour* Vérification des bruits anormaux Vérification du système de lubrification
	Tour	Vérification de l'état du béton à l'intérieur et à l'extérieur de la tour Vérification des boulons entre la partie fondation et la tour, entre les sections de la tour et sur l'échelle* Vérification des brides et des cordons de soudure Vérification des plateformes Vérification du câble principal

Bras de couple	Vérification boulons Vérification et serrage de la connexion à la terre
Système d'inclinaison des pales (Vestas Pitch System)	Vérification des boulons du cylindre principal et du bras de manivelle Vérification des boulons de l'arbre terminal et des roulements
Multiplicateur	Changement d'huile et nettoyage du multiplicateur si nécessaire Vérification du niveau sonore lors du fonctionnement du multiplicateur Vérification des joints, de l'absence de fuite, etc... Vérification d'absence de fuites au niveau des points de lubrification Vérification des capteurs de débris
Huile du multiplicateur	Vérification du niveau d'huile Vérification des composants du bloc hydraulique et des pompes
Système de freinage	Vérification des étriers, des disques et des plaquettes de freins Inspection des entrées et des sorties de tuyaux
Générateur	Vérification des câbles électriques dans le générateur Vérification des fuites de liquides de refroidissement et de graisse Lubrification des roulements
Système de refroidissement par eau	Vérification du fonctionnement des pompes à eau Vérifications des tubes et des tuyaux Vérification du niveau de liquide de refroidissement
Vestas Cooler Top™	Vérification boulons
Système hydraulique	Vérification d'absence de fuites dans la nacelle, l'arbre principal et les pompes
Onduleur	Vérification du fonctionnement de l'onduleur.
Capteur de vent et balisage aérien	Vérification du bon fonctionnement du balisage aérien et inspection visuelle du capteur de vitesse de vent.
Nacelle	Vérification boulons Vérification d'absence de fissures autour des raccords Vérification des points d'ancrage et des fissures autour de ceux-ci
Extérieur	Vérification de la protection de surface Nettoyage des têtes de boulons et d'écrous, des raccords, etc.
Transformateur	Inspection mécanique et électrique du transformateur
Sécurité générale	Inspection des câbles électriques Inspection du système de mise à la terre

Ces vérifications sont effectuées au bout de trois mois, puis d'un an de fonctionnement, puis tous les trois ans, conformément à l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020. Les autres vérifications (brides de fixations, brides de mât, fixation des pales, contrôle visuel du mât) sont effectuées au bout de trois mois, puis d'un an de fonctionnement, puis tous les trois ans, conformément à l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020.

Ces opérations de maintenance courante seront répétées lors de l'inspection après la première année de fonctionnement, puis régulièrement selon le calendrier de maintenance.

Les opérations de maintenance supplémentaires sont présentées ci-après.

Inspection après chaque année de fonctionnement	Composants	Opérations
	Moyeu	Vérification de l'état de la fibre de verre Vérification des joints d'étanchéité Vérification de la fonctionnalité des trappes d'accès et de leurs verrous
	Pales	Vérification des tubes de graissage et du bloc de distribution de graisse Vérification du niveau de graisse dans les collecteurs de graisse et remplacement s'ils sont pleins Remplissage du distributeur de graisse
	Système de transfert de courant foudre Moyeu / nacelle	Vérification du câble connectant les bandes anti-foudre Vérification des amortisseurs d'usure Vérification des bandes anti-foudre
	Système d'inclinaison des pales (Vestas Pitch System)	Vérification du bon fonctionnement du système d'inclinaison des pales Vérification de la pression des accumulateurs Vérification de la tension des fixations des accumulateurs Vérification des boulons Vérification des pistons des vérins hydrauliques
	Arbre principal	Vérification et lubrification des roulements principaux tous les 5 ans Vérification de l'ajustement des capteurs RPM Lubrification des boulons de blocage du rotor
	Bras de couple	Vérification des boulons entre le bras de couple et le bâti tous les 4 ans
	Multiplicateur	Vérification et remplacement (si nécessaire) des filtres à air Remplacement des filtres à air tous les 10 ans Remplacement du système de détection de particules tous les 10 ans Vérification des flexibles de drainage. Remplacement si nécessaire. Remplacement des flexibles de drainage tous les 10 ans Remplacement des tuyaux tous les 7 ans Inspection des boulons du système d'accouplement entre le multiplicateur et l'arbre principal tous les 4 ans Extraction d'un échantillon d'huile pour analyse
	Système de freinage	Vérification du câblage des capteurs d'usure et de chaleur Remplacement des plaquettes de freins tous les 7 ans
	Générateur	Vérification du bruit des roulements Vérification du système de graissage automatique Vérification du système de refroidissement
Système de refroidissement par eau	Remplacement du liquide de refroidissement tous les 5 ans	
Système hydraulique	Vérification des niveaux d'huile et remplacement si nécessaire Extraction d'un échantillon d'huile pour analyse	

	Changement d'huile selon les rapports d'analyse Remplacement des filtres (tous les ans, tous les 2 ans ou tous les 4 ans, selon le filtre) Remplacement des filtres (tous les ans, tous les 2 ans ou tous les 4 ans, selon le filtre) Contrôle des flux et de la pression Vérification de la pression dans le système de frein
Vestas Cooler Top™	Inspection visuelle du Vestas Cooler Top™ et des systèmes parafoudres
Onduleur	Vérification du bon fonctionnement de l'onduleur Remplacement des différents filtres des ventilateurs Remplacement des différents ventilateurs tous les 5 ans Remplacement de la batterie tous les 5 ans
Capteur de vent et balisage aérien	Inspection visuelle du capteur de vitesse de vent et du bon fonctionnement du balisage.
Nacelle	Changement des filtres à air Changement des batteries des processeurs
Tour	Changement des filtres de ventilation contaminés Maintenance de l'élèveur de personnes
Système de détection d'arc électrique	Test du capteur de détection d'arc électrique du jeu de barres et dans la salle du transformateur
Système d'orientation nacelle (Yaw System)	Lubrification de la Couronne d'orientation Vérification du niveau d'huile des motoréducteurs, et remplissage si besoin Changement de l'huile des motoréducteurs tous les 10 ans Vérification et ajustement du couple de freinage
Armoire de contrôle en pied de tour	Test des batteries Remplacement des batteries de secours tous les 5 ans Remplacement des radiateurs en cas de défaillance
Sécurité générale	Test des boutons d'arrêt d'urgence Test d'arrêt en cas de survitesse Vérification des équipements de sauvetage Vérification de la date d'inspection des extincteurs Test des détecteurs de fumée (si installés) Vérification du système antichute

Contrôles réglementaires périodiques

Les contrôles réglementaires concernent les installations électriques, les équipements et accessoires de levage ou les équipements sous pression (accumulateurs hydropneumatiques). Ils sont réalisés par des organismes agréés.

Le matériel incendie est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur.

Maintenance curative

Il s'agit des opérations de maintenance réalisées suite à des défaillances de matériels ou d'équipements (ex : remplacement d'un capteur défaillant, ajout de liquide de refroidissement faisant suite à une fuite, ...). Ces opérations sont faites à la demande, dès détection du dysfonctionnement, de façon à rendre l'équipement à nouveau opérationnel.

4.2.4 Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes de la ferme éolienne de Maisontiers 2.

4.2.5 Procédure en cas d'incident

Description :

- Capteurs :

Les éoliennes exploitées par la société Volkswind sont équipées des capteurs/détecteurs nécessaires répondant aux demandes d'ICPE (voir chapitre sur les fonctions de sécurité).

Ces dispositifs sont implantés dans les machines selon les normes EN et NF et subissent des tests périodiques et fonctionnels particuliers et adaptés.

Leurs rôles sont de détecter des anomalies survenues au cours de l'exploitation d'une éolienne. En cas d'entrée en fonctionnement anormal de l'éolienne, l'automate de l'éolienne génère une alarme spécifiant le type d'événement : incendie (détecteur de fumée), survitesse (rotor ou génératrice s'emballent), risque de glace/givre (dédecteur ou calculateur différentiel).

Enfin, l'alarme est transmise aux opérateurs (constructeur et exploitant) via la voie internet (Email) ou SMS/Appel téléphonique.

- La télésurveillance : système SCADA

C'est le système informatique qui permet de visualiser les paramètres techniques dans une éolienne. Plusieurs capteurs/sondes de température y sont reliés ce qui permet à l'opérateur de contrôler l'état d'une éolienne à distance et d'interagir avec elle (arrêt/mise en pause ou redémarrage si besoin la machine).

- Centre Monitoring

Ce service est proposé par le constructeur de l'éolienne. Les opérateurs surveillent 24h/24 et 7jours/7 les éoliennes du constructeur à l'échelle mondiale. En cas d'événement anormal, une vérification des paramètres techniques est réalisée afin de lever le doute. Si nécessaire, une équipe peut être envoyée sur site pour lever visuellement le doute.

En cas d'alerte (feu ou survitesse), l'opérateur arrête immédiatement la machine pour la mettre en sécurité et enclenche la procédure d'information à l'exploitant et/ou aux secours si nécessaire.

- VOLKSWIND Opération & Maintenance

La Ferme Eolienne délègue le service Opération & Maintenance à VOLKSWIND.

Une équipe qualifiée est d'astreinte 24h/24 et 7jours/7. Elle est chargée de gérer l'exploitation technique des éoliennes.

Le personnel, basé en France et en Allemagne, est en mesure de se connecter en permanence au SCADA des parcs éoliens et réalise la surveillance à distance en redondance avec les constructeurs.

Cette équipe est joignable en permanence sur un numéro générique d'exploitation qui figure sur les panneaux d'avertissement à proximité de chaque éolienne en exploitation ce qui permet à un tiers, témoin d'un problème de fonctionnement, de contacter directement l'exploitant.

Ce numéro est également communiqué à tous les acteurs principaux du site en exploitation tel que : les constructeurs, sous-traitants électriques, GEREDIS, SDIS, etc. Tous les appels téléphoniques seront transférés à une personne en charge qui traitera la demande en fonction de la nature de l'événement survenu et sera responsable de prévenir les services de secours dans les 15mn suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'éolienne.

- Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS)

C'est le service compétent à qui l'alerte doit être transmise en cas de nécessité. Ce service va mobiliser les moyens humains et techniques nécessaires en cas d'intervention selon ses propres procédures.

Un travail en amont sera réalisé avec le SDIS concerné par le projet afin d'identifier les informations pratiques du site éolien tel que : identification du parc, nombre et type d'éolienne, localisation de l'installation, des accès possibles, numéro de l'exploitant et des intervenants possibles, etc. afin de garantir les meilleures conditions possibles pour l'intervention des secours (rapidité, mobilisation des bons moyens d'intervention, etc.).

Le SDIS est informé des moyens déjà à disposition dans les éoliennes en cas d'intervention :

- Les extincteurs portatifs à disposition dans la nacelle et en bas de la tour.
- Kit d'évacuation en hauteur par la trappe et palan dans la nacelle.
- La disposition des boutons d'Arrêt d'Urgence dans l'éolienne.
- Numéro du centre de conduite ERDF -> couper l'alimentation du Poste de Livraison à distance.

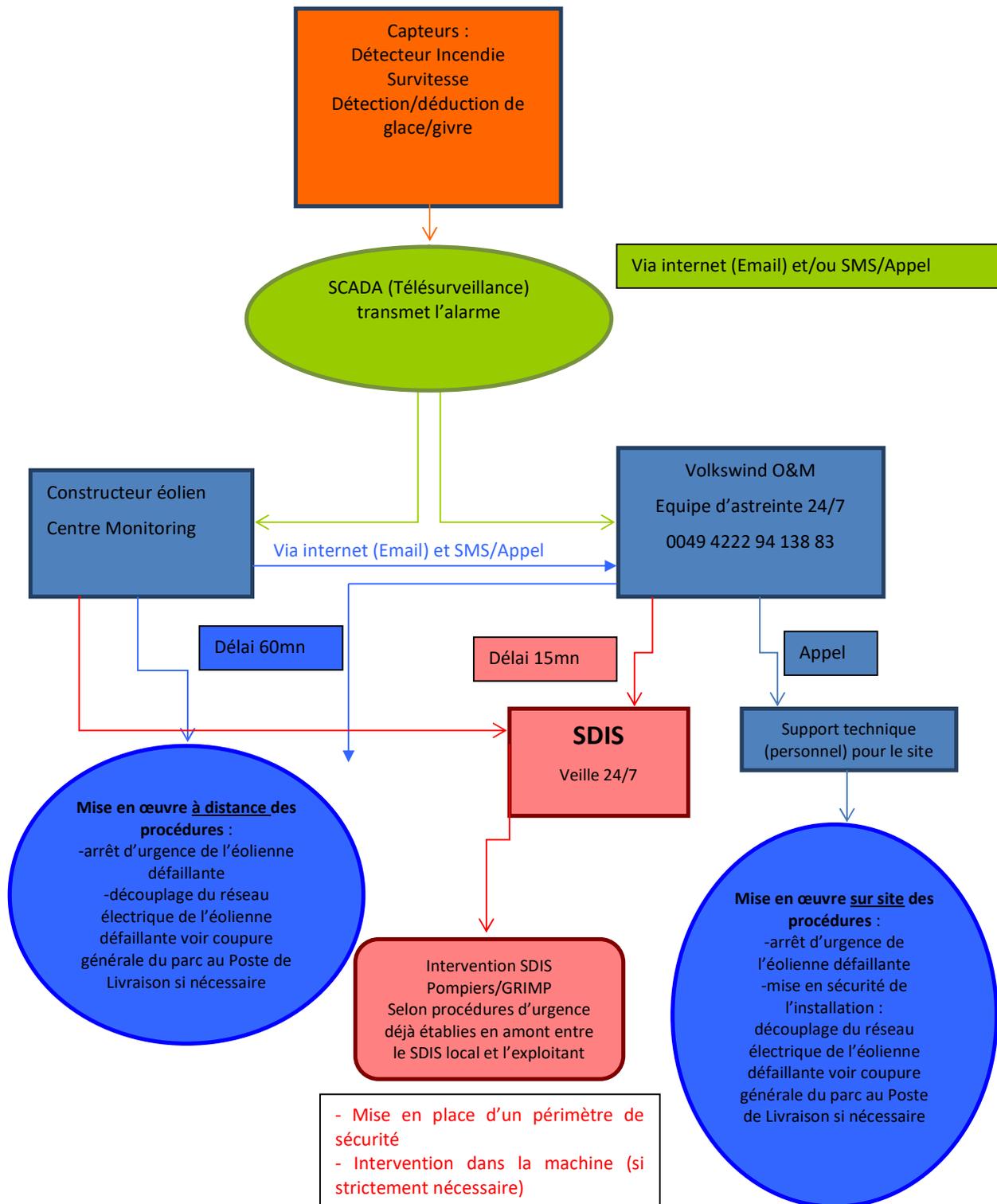
En accord avec le SDIS, des consignes types sont indiquées sur site permettant d'identifier clairement les éléments d'information à donner aux secours lors d'un appel d'urgence, via le **numéro 18** (type d'incidence, accident avec personne ou non, incendie, etc.). Ainsi le SDIS sera en mesure de mobiliser les moyens adéquates : pompiers, GRIMP, évacuation en hélicoptère ou tout simplement mise en sécurité du périmètre s'il n'y a pas de possibilité /nécessité d'intervenir dans les éoliennes. Le SDIS le plus proche du projet de Maisontiers 2 est le CPI Le Thouet, situé au 2 Rue de l'Aumônerie à Airvault (79600). Leur délai d'intervention moyen est de 10 minutes.

- Procédure d'urgence

C'est un document rédigé par le SDIS, en collaboration avec l'exploitant au moment de la mise en service du site, comportant les recommandations d'intervention en fonction du type d'incident. Il s'agit d'un document propre à chaque SDIS.

Les consignes de sécurité aux personnels du SDIS et du site y sont identifiées.

Figure 14 : Procédure en cas d'incident



4.3 FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

4.3.1 Raccordement électrique

Le réseau électrique est décrit précédemment dans la partie 4.1.2.5.

4.3.2 Autres réseaux

La ferme éolienne de Maisontiers 2 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.

5. 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 fonctionnements, 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.

5.1 POTENTIELS DE DANGERS LIES 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 de la ferme éolienne de Maisontiers 2 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, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020, 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.

5.1.1 Inventaire des produits

Les substances ou produits chimiques mis en œuvre dans l'installation sont limités. Les seuls produits présents en phase d'exploitation sont :

- L'huile hydraulique du circuit haute pression (huile Texaco Rando WM 32) dont la quantité présente est de l'ordre de 250 litres.
- L'huile de lubrification du multiplicateur (huile Mobil Gear SHCXMP) : 1 170 litres.
- L'eau glycolée (mélange d'eau et d'éthylène glycol), utilisée comme liquide de refroidissement, dont le volume total de la boucle est de 400 litres ;
- Les graisses pour les roulements et systèmes d'entrainements ;
- L'hexafluorure de soufre (SF₆), qui est le gaz utilisé comme milieu isolant pour les cellules de protection électrique. La quantité présente varie entre 1.5 kg et 2.15 kg suivant le nombre de caissons composant la cellule.

D'autres produits peuvent être utilisés lors des phases de maintenance (lubrifiants, décapants, produits de nettoyage), mais toujours en faibles quantités (quelques litres au plus).

5.1.2 Dangers des produits

- **Inflammabilité et comportement vis à vis de l'incendie**

Les huiles, les graisses et l'eau glycolée ne sont pas des produits inflammables. Ce sont néanmoins des produits combustibles qui sous l'effet d'une flamme ou d'un point chaud intense peuvent développer et entretenir un incendie. Dans les incendies d'éoliennes, ces produits sont souvent impliqués.

Certains produits de maintenance peuvent être inflammables mais ils ne sont amenés dans l'éolienne que pour les interventions et sont repris en fin d'opération.

Le SF₆ est pour sa part ininflammable.

- **Toxicité pour l'homme**

Ces divers produits ne présentent pas de caractère de toxicité pour l'homme. Ils ne sont pas non plus considérés comme corrosifs (à causticité marquée).

- **Dangerosité pour l'environnement**

Vis-à-vis de l'environnement, le SF₆ possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important, mais les quantités présentes sont très limitées (seulement 1 à 2 kg de gaz dans les cellules de protection).

Les huiles et graisses, même si elles ne sont pas classées comme dangereuses pour l'environnement, peuvent en cas de déversement au sol ou dans les eaux entraîner une pollution du milieu.

En conclusion, il ressort que les produits ne présentent pas de réel danger, si ce n'est lorsqu'ils sont soumis à un incendie, où ils vont entretenir cet incendie, ou s'ils sont déversés dans l'environnement générant un risque de pollution des sols ou des eaux.

5.2 POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement de la ferme éolienne de Maisontiers 2 sont de cinq types :

- Chute d'éléments de l'aérogénérateur (boulons, morceaux d'équipements, etc.) ;
- Projection d'éléments (morceau 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
Système de refroidissement	Refroidissement continu des éléments de la nacelle	Perte de circulation d'eau, fuite dans le circuit, arrêt du ventilateur	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

Tableau 16 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

5.3 REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

5.3.1 Principales actions préventives

Le choix d'implantation des aérogénérateurs diminue significativement les potentiels de dangers :

Les habitations :

La distance minimale réglementaire est de 500 m. L'habitation la plus proche dans le cadre de ce projet se situe en dehors du périmètre d'étude à 658 m de la première éolienne, l'éolienne E02. Il s'agit d'une habitation située au lieu-dit La Nousillère (658 m/E02).

Les voies de communications :

La distance minimale requise par le Conseil Départemental des Deux-Sèvres vis-à-vis du réseau départemental est égale à un diamètre de rotor soit dans le cas présent : 180 m. Le parc respecte cette recommandation.

Choix du modèle d'éolienne V136 – 4,2 MW :

Ces éoliennes de dernière génération présentent toutes les caractéristiques intrinsèques indispensables au respect de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020.

Ces éoliennes permettent de couvrir une plage importante de vent du fait de leur rotor de 136 m de diamètre. Grâce à sa taille, le rotor capte plus facilement le vent même dans les petites vitesses, comparé à un rotor de diamètre inférieur. Cela optimise la production et permet de produire davantage d'électricité à partir d'une même quantité de vent.

Le mât de 112 m quant à lui, permet de positionner l'axe de rotation du rotor à une hauteur telle que les irrégularités du sol n'ont plus d'influence sur la force et la constance du vent.

Les modes de bridage de cette éolienne sont configurables, sans réduction significative de la productivité, ce qui permet une plus grande souplesse lorsque les études acoustiques montrent des dépassements de la réglementation en mode non bridé.

Enfin, les dimensions et émissions acoustiques ont été étudiées dans le cadre des volets écologiques, paysagers, et acoustiques de l'étude d'impacts. Ces études concluent à la bonne adaptation de ce gabarit d'éolienne pour le site choisi.

5.3.2 Réduction des potentiels de dangers liés aux produits

Les produits présents sur chaque éolienne (huile, fluide de refroidissement) sont des produits classiques utilisés dans ce type d'activité. Ils ne présentent pas de caractère dangereux marqué et les quantités mises en œuvre sont adaptées aux volumes des équipements.

Une éventuelle pollution liée à l'entretien des éoliennes (déchets, produits d'entretien, huiles) n'est pas à négliger; ces nuisances peuvent toutefois être limitées par des techniques appropriées (bâches destinées à collecter les déchets).

Les transports d'huiles, de liquide de refroidissement et de graisse se font dans leur emballage d'origine ou contenants adaptés. Ils sont hissés du sol jusqu'à la nacelle grâce au palan interne. Les huiles usagées sont récupérées et traitées par une société spécialisée (valorisation, réutilisation des huiles).

Les éoliennes sont par ailleurs équipées de bacs de rétention capables de retenir des hydrocarbures présents notamment dans la nacelle pour lubrification. Un kit anti-pollution est aussi nécessaire pour chaque intervention. Les déchets liquides polluant pouvant entraîner une pollution de l'eau (eau glycolée) ne sont pas jetés à l'égout, ni mélangés aux huiles usagées. Ils sont stockés dans des fûts ou cuves étanches.

Le SF₆ est un très bon isolant et ne dispose pas à ce jour de produit de substitution présentant des qualités équivalentes. De plus, malgré son caractère de gaz à effet de serre, il ne présente pas de danger pour l'homme (inflammable et non toxique). Il n'est donc pas prévu de solution de substitution. Il faut rappeler que ce gaz est contenu dans les cellules d'isolement disposées en pied d'éolienne (cellules étanches) qui sont des matériels du commerce.

5.3.3 Utilisation des meilleures techniques disponibles

L'Union Européenne a adopté un ensemble de règles communes dès 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.

La directive IPPC visait à minimiser la pollution émanant de différentes sources industrielles dans toute l'Union Européenne.

La directive IPPC a été remplacée par la directive 2010/75/UE relative aux émissions industrielles, appelée directive IED. Cette nouvelle directive réunit en un seul texte sept directives distinctes relatives aux émissions industrielles.

Elle regroupe en particulier la directive IPPC, la directive 2001/80/CE relative aux grandes installations de combustion, la directive 2000/76/CE relative à l'incinération de déchets et la directive 1999/13/CE relative aux émissions de solvants.

Ce texte renforce tous les grands principes de la directive IPPC et élargit légèrement le champ d'application. Le bureau européen IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) a élaboré des documents guides, les BREF (Best REferences), pour un certain nombre de branches industrielles ou de types d'installations techniques, faisant l'état des Meilleures Technologies Disponibles. La Directive IED est entrée en vigueur le 6 janvier 2011. Les BREF deviennent la référence obligatoire pour la détermination des conditions d'autorisation.

Les éoliennes n'entrent pas dans le champ d'application de l'annexe I de la directive IED ou rubrique 3000 et suivantes de la nomenclature des ICPE. Elles ne consomment pas de matières premières et ne rejettent aucune émission dans l'atmosphère. Elles ne sont pas soumises aux prescriptions de cette directive.

6. 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 spécialisée, 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 8 pour l'analyse détaillée des risques.

6.1 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. 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 la presse locale ou de base 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 (<http://www.aria.developpementdurable.gouv.fr/>) ;
- 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. Néanmoins, une telle démarche pourra être entreprise en complément.

Dans l'état actuel, la base de données 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 57 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2015. Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail.

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'aérogénérateurs français entre 2000 et 2015. Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, etc.) et les événements qui n'ont pas conduits à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs. L'identification des causes est nécessairement réductrice. Dans ce graphique sont présentées :

- 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.

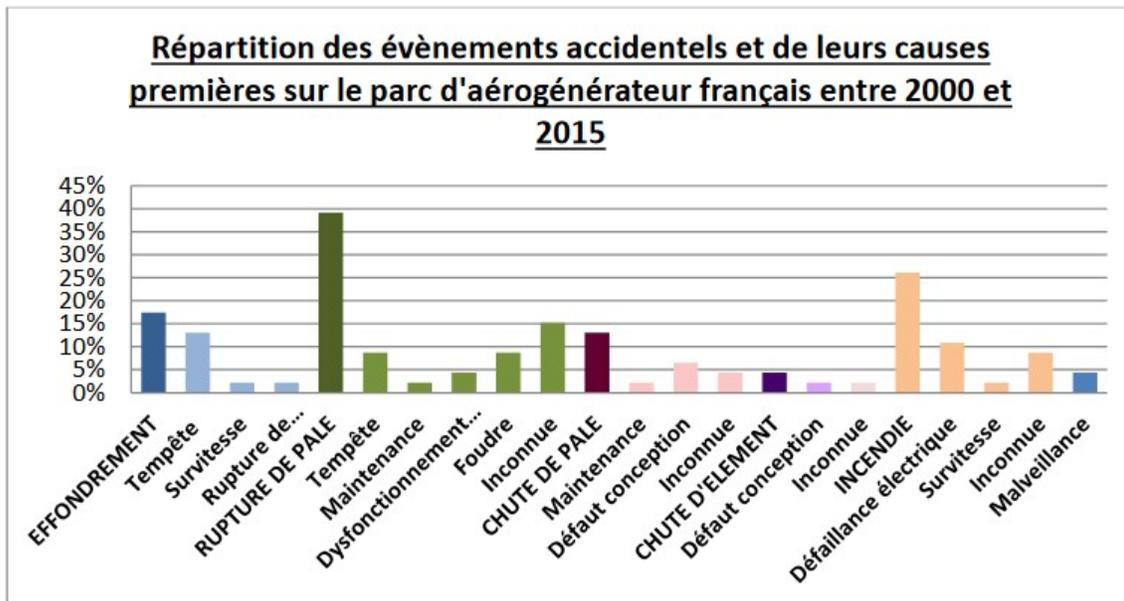


Figure 15 : Répartition des événements accidentels en France

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

6.2 INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A 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, 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.

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

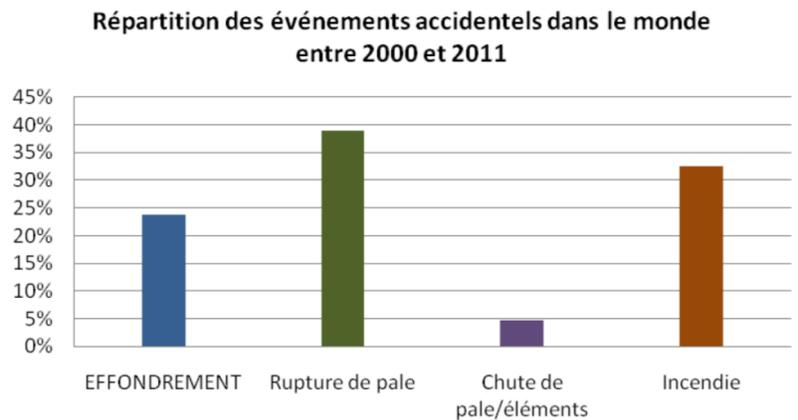


Figure 16 : Répartition des événements accidentels dans le monde

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).

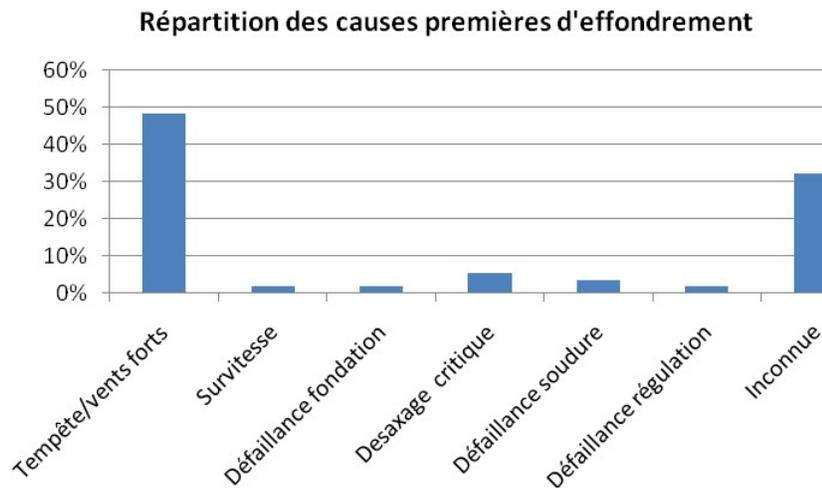


Figure 17 : Répartition des causes premières d'effondrement

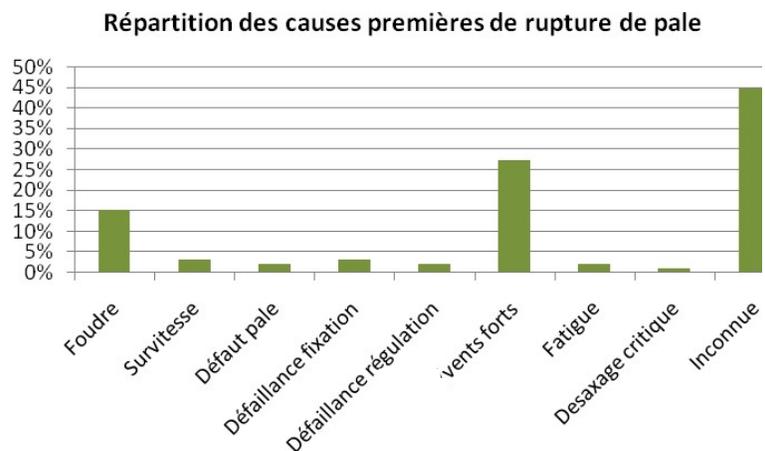


Figure 18 : Répartition des causes premières de rupture de pale

Répartition des causes premières d'incendie

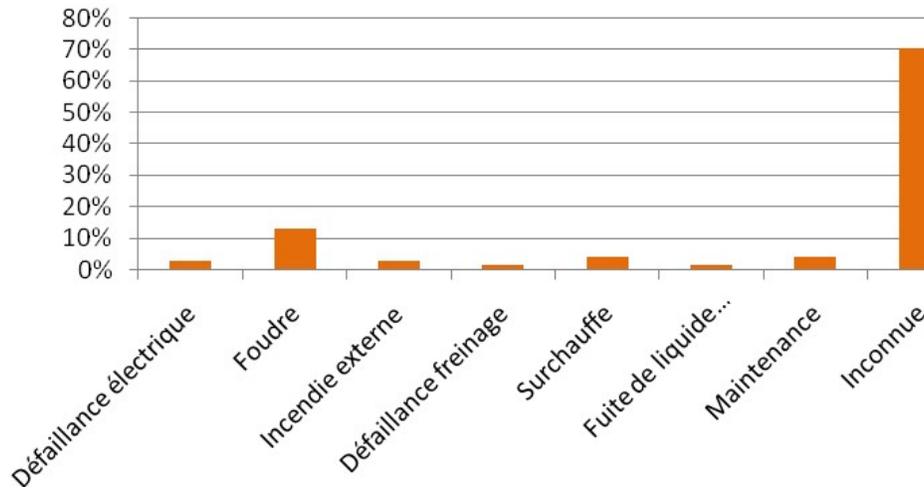


Figure 19 : Répartition des causes premières d'incendie

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.

6.3 INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT

Le groupe VOLKSWIND n'a jamais connu d'accident majeur sur l'un de ses parcs éoliens.

6.4 SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

6.4.1 Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

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.

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.

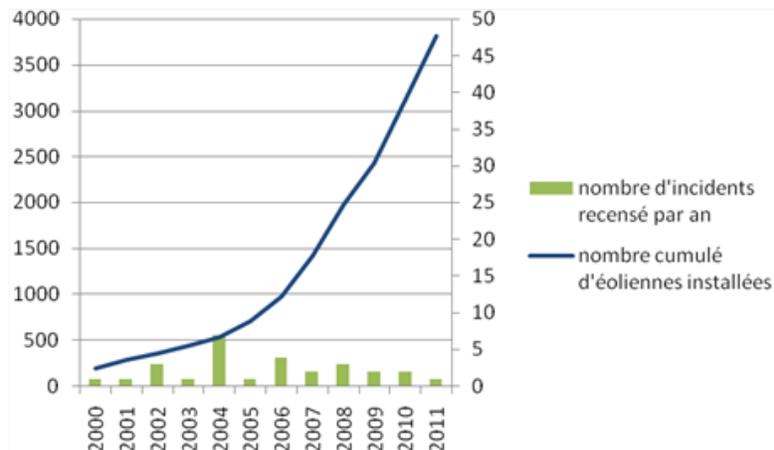


Figure 20 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et du nombre d'éoliennes installées

D'après la base de données ARIA, 39 incidents ou accidents sont survenus en France entre 2002 et 2016 (moyenne de 2,6/ an).

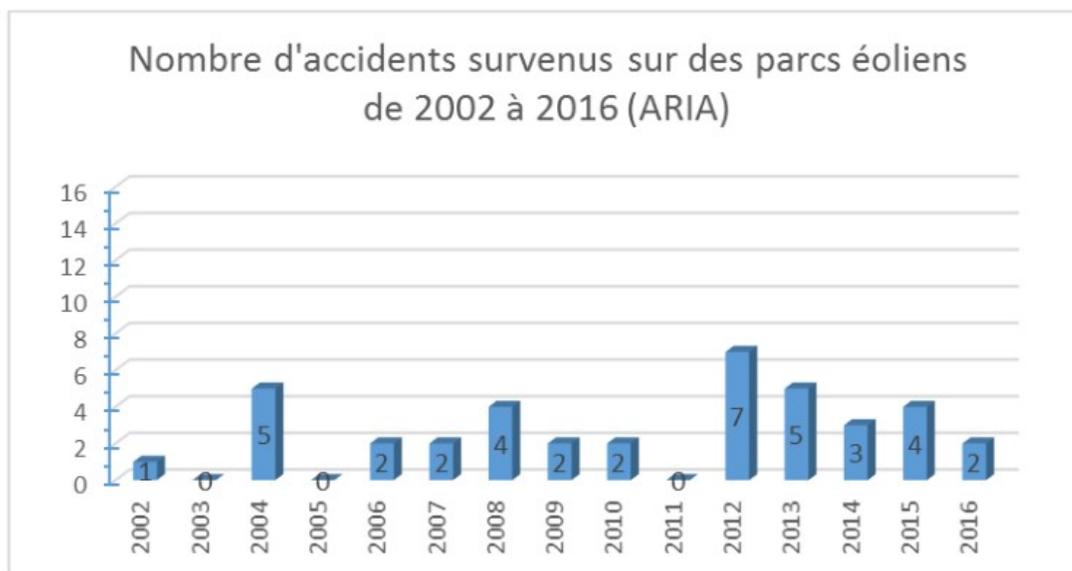


Figure 21: Nombre d'accidents éoliens recensés par la base ARIA entre 2002 et 2016 en France.

Le détail de ces accidents survenus en France de 2002 à 2016 (ARIA) est listé en Annexe 4.

6.4.2 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.

6.5 LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

Les retours d'expérience présentés ci-dessus 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 peuvent être négligés : chutes d'éléments, projections et chutes de glace ;
- **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.

7. ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

7.1 OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accidents 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'accidents potentiels pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) basé 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'accidents qui présentent des conséquences limitées et les scénarios d'accidents majeurs – ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes.

7.2 RECENSEMENT DES EVENEMENTS 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.

7.3 RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

La première étape de l'analyse des risques consiste à recenser les « agressions externes potentielles ». Ces agressions provenant d'une activité ou de l'environnement extérieur sont des événements susceptibles d'endommager ou de détruire les aérogénérateurs de manière à initier un accident qui peut à son tour impacter des personnes. Par exemple, un séisme peut endommager les fondations d'une éolienne et conduire à son effondrement.

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

- les agressions externes liées aux activités humaines ;
- les agressions externes liées à des phénomènes naturels.

7.3.1 Agressions externes liées aux activités humaines

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

Seules les agressions externes liées aux activités humaines présentes dans un rayon de 200 m (distance à partir de laquelle l'activité considérée ne constitue plus un agresseur potentiel) sont recensées ici, à l'exception de la présence des aérodromes qui sera reportée lorsque ceux-ci sont implantés dans un rayon de 2 km et des autres aérogénérateurs qui seront reportés dans un rayon de 500 m.

Infrastructure	Fonction	Evénement redouté	Danger potentiel	Distance par rapport au mât des éoliennes (m)		
				E01	E02	E03
Chemins ruraux	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	81 m	76 m	87 m
Chemins d'exploitations	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	>200m	>200m	>200m
Autre aérogénérateur le plus proche	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	>500m	>500m	>500m
Agriculture	Exploitation agricole	Engin agricole percutant le poste de livraison	Energie cinétique des véhicules	** NA		
Chasse	Loisir	Balle perdue sur les parois du mât ou sur les pales	Energie cinétique de la balle	** NA		

MT* : Maisontiers-Tessonnière

** NA : Non Applicable

Tableau 17 : Agressions externes liées aux activités humaines

7.3.2 Agressions externes liées aux phénomènes naturels

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

Agression externe	Intensité
Séisme	Zone de sismicité 3 : modérée
Vents et tempête	Le record de vent est de 37 m/s (130 km/h) enregistré en 2010 sur la station Météo France de Bressuire STNA.
Inondations	Zone de projet non situé en zone inondable
Foudre	Niveau kéraunique < 25 jours Respect de la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou EN 62 305 – 3 (Décembre 2006)
Glissement de sols/ affaissement miniers	Zone d'aléa retrait-gonflement d'argile moyen sur l'ensemble de la zone projet

Tableau 18 : Agressions externes liées aux phénomènes naturels

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.

7.4 SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'Analyse Préliminaire des Risques (APR) doit identifier l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux associés pouvant déclencher la libération du danger.

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 qualitative de l'*intensité* 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 de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événements redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience (« 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°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement 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 survitesse (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 survitesse (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
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

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
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

Tableau 19 : Analyse générique des risques

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. Des précisions sur les différents scénarios décrits dans ce tableau sont disponibles en annexe 5 de la présente étude de dangers.

7.5 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 ».

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 ».

Dans le cadre des études de dangers éoliennes, la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE n'est évaluée que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 mètres.

Il n'y a pas d'installations ICPE dans ce périmètre d'étude. Les effets dominos ne sont pas étudiés.

7.6 MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

La troisième étape de l'analyse préliminaire des risques consiste à identifier les barrières de sécurité installées sur les aérogénérateurs et qui interviennent dans la prévention et/ou la limitation des phénomènes dangereux listés dans le tableau APR et de leurs conséquences.

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mises en œuvre sur les éoliennes de la ferme éolienne de Maisontiers 2.

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** : cette colonne 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 système instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne devront être présentés (détection + traitement de l'information + action). Il n'est pas demandé de décrire dans le détail la marque ou le fonctionnement de l'équipement considéré, simplement de mentionner leur existence.
- **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 »).

Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est recommandé de mesurer cette indépendance à travers les questions suivantes :

- Est-ce que la mesure de sécurité décrite a pour unique but d'agir pour la sécurité ? Il s'agit en effet ici de distinguer ces dernières de celles qui ont un rôle dans la sécurité mais aussi dans l'exploitation de l'aérogénérateur.
- Cette mesure est-elle indépendante des autres mesures intervenant sur le scénario ?
- **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. Dans le cadre d'une étude de dangers éolienne, l'estimation de ce temps de réponse peut être simplifiée et se contenter d'une estimation d'un temps

de réponse maximum qui doit être atteint. Néanmoins, et pour rappel, la réglementation impose les temps de réponse suivants :

- Une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes ;
- Une seconde mesure maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de mettre en œuvre une procédure d'arrêt d'urgence dans un délai de 60 minutes ;
- **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. Il s'agit de vérifier qu'une mesure de sécurité est bien dimensionnée pour remplir la fonction qui lui a été assigné.
- **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.

Note 1 : Pour certaines mesures de maîtrise des risques, certains de ces critères peuvent ne pas être applicables. Il convient alors de renseigner le critère correspondant avec l'acronyme « NA » (Non Applicable).

Note 2 : Certaines mesures de maîtrise des risques ne remplissent pas les critères « efficacité » ou « indépendance » : elles ont une fiabilité plus faible que d'autres mesures de maîtrise des risques. Celles-ci peuvent néanmoins être décrites dans le tableau ci-dessous dans la mesure où elles concourent à une meilleure sécurité sur le site d'exploitation.

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 déduction de la formation de glace.		
Description	Ce système Vestas déduit la formation de glace sur les pales à partir des données de température et de rendement de l'éolienne (l'accumulation de glace alourdit les pales et diminue le rendement de la turbine). Une configuration du système SCADA permet d'alerter les opérateurs par un message type « Ice Climate ». Une mise à l'arrêt est ensuite effectuée de manière automatique ou manuelle, selon le type de contrat. Les procédures de redémarrage sont définies par l'exploitant.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Mise à l'arrêt de la turbine < 1 min		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	Surveillance via la maintenance prédictive		

Tableau 20 : Mesures de sécurité pour prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Signalisation du risque en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux de signalisation en pied de machine informant du risque de chute de glace (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020.).		
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.		

Tableau 21 : Mesures de sécurité pour prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Sondes de température sur pièces mécaniques Suivant les niveaux d'alarme et les capteurs, la machine peut être bridée ou mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement. Le redémarrage peut être effectué à distance, si les seuils de température sont au-dessous des seuils d'alarme.		
Description	Des sondes de température sont mises en place sur les équipements ayant de fortes variations de température au cours de leur fonctionnement (paliers et roulements des machines tournantes, enroulements du générateur et du transformateur). Ces sondes ont des seuils hauts qui, une fois dépassés, conduisent à une alarme et à une mise à l'arrêt du rotor.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection de l'ordre de la seconde Mise en pause de la turbine < 1 min		
Efficacité	100 %		
Tests	Surveillance via la maintenance prédictive, avec détection de la déviation de températures de chaque capteur.		
Maintenance	Surveillance via la maintenance prédictive, avec détection de la déviation de température de chaque capteur (comparaison avec les données des autres éoliennes du parc). Remplacement de la sonde de température en cas de dysfonctionnement de l'équipement. 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.		

Tableau 22 : Mesures de sécurité pour prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage. Eléments du système de protection contre la survitesse conformes aux normes IEC 61508 (SIL 2) et EN 954-1		
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	15 à 60s (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté) 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, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020.		
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, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020.		
Maintenance	Maintenance préventive annuelle de l'éolienne avec notamment contrôle de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Tableau 23 : Mesures de sécurité pour prévenir la survitesse

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Détecteur d'arc avec coupure électrique (salle transformateur et armoires électriques).		
Description	<p>Outre les protections traditionnelles contre les surintensités et les surtensions, les armoires électriques disposées dans les nacelles Vestas (qui abritent les divers jeux de barres), sont équipées de détecteurs d'arc électrique. Ce système de capteurs photosensibles a pour objectif de détecter toute formation d'un arc électrique (caractéristique d'un début d'amorçage) qui pourrait conduire à des phénomènes de fusion de conducteurs et de début d'incendie.</p> <p>Le fonctionnement de ces détecteurs commande le déclenchement de la cellule HT située en pied de mât, conduisant ainsi à la mise hors tension de la machine.</p> <p>La remise sous tension puis le recouplage de la machine ne peuvent être faits qu'après inspection visuelle des éléments HT de la nacelle, puis du réarmement du détecteur d'arc et de l'acquiescement manuel du défaut.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	50 millisecondes		
	Le couplage du système de détection d'arc électrique avec le système SCADA permet l'envoi en temps réel d'alertes par SMS et par courriel, selon les instructions de l'exploitant.		
Efficacité	100 %		
Tests	Test des détecteurs d'arc à la mise en service puis tous les ans.		
Maintenance	<p>Les installations électriques font l'objet d'un contrôle avant la mise en service industrielle du parc éolien, puis annuellement conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020. Ce contrôle donne lieu à un rapport, dit rapport de vérification annuel, réalisé par un organisme agréé.</p> <p>Des vérifications de tous les équipements électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrés dans le manuel de maintenance préventive Vestas.</p>		

Tableau 24 : Mesures de sécurité pour prévenir les courts-circuits

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Système de protection contre la foudre conçu pour répondre à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400.		
Description	<p>Compte tenu de leur situation et des matériaux de construction, les pales sont les éléments les plus sensibles à la foudre. Des pastilles métalliques en acier inoxydable permettant de capter les courants de foudre sont disposées à intervalles réguliers sur les deux faces des pales. Elles sont reliées entre elles par une tresse en cuivre, interne à la pale. Le pied de pale est muni d'une plaque métallique en acier inoxydable, sur une partie de son pourtour, raccordée à la tresse de cuivre. Un dispositif métallique flexible (nommé LCTU – Lightning Current Transfer Unit) assure la continuité électrique entre la pale et le châssis métallique de la nacelle (il s'agit d'un système de contact glissant comportant deux points de contact par pale). Ce châssis est relié électriquement à la tour, elle-même reliée au réseau de terre disposé en fond de fouille.</p> <p>En cas de coup de foudre sur une pale, le courant de foudre est ainsi évacué vers la terre via la fondation et des prises profondes.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat, dispositif passif		
Efficacité	100 %		
Tests	Avant la première mise en route de l'éolienne, une mesure de mise à la terre est effectuée.		
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, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020.		

Tableau 25 : Mesures de sécurité pour prévenir les effets de la foudre

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	<p>1. Sondes de température sur pièces mécaniques.</p> <p>Suivant les niveaux d'alarme et les capteurs, la machine peut être bridée ou mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement.</p> <p>Le redémarrage peut être effectué à distance, si les seuils de température sont au-dessous des seuils d'alarme.</p> <p>2. Système de détection incendie</p>		
Description	<p>1. Des sondes de température sont mises en place sur les équipements ayant de fortes variations de température au cours de leur fonctionnement (paliers et roulements des machines tournantes, enroulements du générateur et du transformateur). Ces sondes ont des seuils hauts qui, une fois dépassés, conduisent à une alarme et à une mise à l'arrêt du rotor.</p> <p>2. Les éoliennes sont équipées par défaut d'un système autonome de détection composé de plusieurs capteurs de fumée et de chaleur disposés aux possibles points d'échauffements tels que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La chambre du transformateur - Le générateur - La cellule haute tension - Le convertisseur - Les armoires électriques principales - Le système de freinage. <p>En cas de détection, une sirène est déclenchée, l'éolienne est mise à l'arrêt en « emergency stop » et isolement électrique par ouverture de la cellule en pied de mât. De façon concomitante un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance via le système de contrôle commande. Le système de détection incendie est alimenté par le réseau secours (UPS).</p> <p>Vis-à-vis de la protection incendie, deux extincteurs sont présents dans la nacelle et un extincteur est disponible en pied de tour (utilisables par le personnel sur un départ de feu).</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	<p>Temps de détection de l'ordre de la seconde</p> <p>Le couplage des éléments de détection de fumée au système SCADA permet l'envoi en temps réel d'alertes par SMS et par courriel, selon les instructions de l'exploitant. L'exploitant sera ainsi 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 à l'article 23 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020.</p>		
Efficacité	100%		
Tests	Test des détecteurs de fumée à la mise en service puis tous les ans.		
Maintenance	Contrôle tous les ans du système de détection incendie pour être conforme à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020. Le matériel incendie (extincteurs) est contrôlé périodiquement par un organisme spécialisé. Maintenance prédictive sur les capteurs de température.		

Tableau 26 : Mesures de sécurité pour protéger et intervenir en cas d'incendie

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	1. Détecteurs de niveau d'huile et capteurs de pression 2. Capteur de niveau du circuit de refroidissement (niveau bas alarmé avec arrêt après temporisation) 3. Procédure d'urgence 4. Kit antipollution 5. Bacs de rétention		
Description	<p>Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence.</p> <p>Présence de plusieurs bacs collecteurs au niveau des principaux composants.</p> <p>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.</p> <p>Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>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.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection de l'ordre de la seconde Mise en pause de la turbine < 1 min		
Efficacité	100%		
Tests	Tests des systèmes hydrauliques à la mise en service, au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les ans suivant les manuels de maintenance Vestas. Ces vérifications sont consignées dans le document IRF Vestas. Dépendant du débit de fuite.		
Maintenance	Les vérifications d'absence de fuites sont effectuées à chaque service planifié. Surveillance des niveaux d'huile via des outils d'analyses instantanées ou hebdomadaires. Inspection et maintenance curative en fonction du type de déclenchement d'alarme.		

Tableau 27 : Mesures de sécurité pour la prévention et la rétention des fuites

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 différents assemblages de structure (ex : brides, joints, etc.) Procédures et contrôle qualité		
Description	<p>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.</p> <p>Le constructeur remet à chacun de ses clients, un document « Type certificate » qui atteste de la conformité de l'éolienne fournie au standard IEC 61400-1 (édition 2005). Ainsi la nacelle, le moyeu, les fondations et la tour répondent aux standards IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400 -1 ; 12 ; 23.</p> <p>De plus, des organismes compétents externes, mandatés par l'exploitant du parc, produisent des rapports attestant de la conformité de nos turbines à la fin de la phase d'installation.</p> <p>L'article R111-38 du code de la construction et de l'habitation fait référence au contrôle technique de construction. Il est obligatoire, à la charge de l'exploitant et réalisé par des organismes agréés par l'État. Ce contrôle assure la solidité des ouvrages ainsi que la sécurité des biens et des personnes.</p> <p>Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100%		
Tests	NA		
Maintenance	Le plan de maintenance Vestas prévoit le contrôle des brides de fixation, des brides de mât, des fixations des pales et le contrôle visuel du mât trois mois puis un an après la mise en service industrielle puis tous les trois ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020.		

Tableau 28 : Mesures de sécurité pour prévenir les défauts de stabilité et d'assemblage de l'éolienne

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure de maintenance.		
Description	Préconisation du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100%		
Tests	Traçabilité : rapport de service		
Maintenance	NA		

Tableau 29 : Mesures de sécurité pour prévenir les erreurs de maintenance

Fonction de sécurité	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	1. Procédure de contrôle des équipements lors des maintenances planifiées. 2. Suivi de données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes Vestas		
Description	1. Ce point est détaillé dans le chapitre dédié aux maintenances planifiées. 2. L'intégralité des données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes Vestas est suivie et enregistrée dans une base de données unique. Ces données sont traitées par des algorithmes en permanence afin de détecter, au plus tôt, les dégradations des équipements. Lorsqu'elle est nécessaire, une inspection de l'équipement soupçonné de se dégrader est planifiée. Les algorithmes de détection et de génération d'alarmes sont en amélioration continue.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Entre 12 heures et 6 mois selon le type de dégradation		
Efficacité	NA		
Tests	Traçabilité : rapport de service		
Maintenance	NA		

Tableau 30 : Mesures de sécurité pour prévenir la dégradation de l'état des équipements

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	12
Mesures de sécurité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents ▪ Mise à l'arrêt sur détection de vent fort et freinage aérodynamique par le système de contrôle 		
Description	<p>🚧 En France, la classification de vents des éoliennes fait référence à la norme « IEC 61400-1 ». Les éoliennes Vestas sont dimensionnées pour chacune de ces classes. Il est donc important de faire correspondre la classe du site avec la classe de la turbine</p> <p>🚧 Les éoliennes sont mises à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale de 25 m/s. Cet arrêt est réalisé par le frein aérodynamique de l'éolienne avec mise en drapeau des pales. Cette mise en drapeau est effectuée par le système d'orientation des pales « Vestas Pitch System ».</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection de l'ordre de la seconde. Mise drapeau des pales < 1 min		
Efficacité	100%		
Tests	Pitch system testé tous les ans lors des maintenances préventives.		
Maintenance	Tous les ans.		

Tableau 31 : Mesures de sécurité pour prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort

L'ensemble des procédures de maintenance et des contrôles d'efficacité des systèmes sera conforme à l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020.

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.

7.7 CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

A l'issue de l'analyse préliminaire des risques, l'étude de dangers précise quels scénarios sont retenus en vue de l'analyse détaillée des risques. Ne sont retenues que les séquences accidentelles dont l'intensité est telle que l'accident peut avoir des effets significatifs sur la vie humaine.

Dans le cadre de l'Analyse Préliminaire des Risques générique, trois catégories de scénarios sont à priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques) <i>I01 à I04</i>	<p>En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs.</p> <p>Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m² 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, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020, encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques.</p> <p>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.</p>
Incendie du poste de livraison <i>I05 à I07</i>	<p>En cas d'incendie du poste de livraison, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton des postes de livraison.</p> <p>Il est également noté que la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 Août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020, impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200).</p>
Infiltration d'huile dans le sol <i>F01 à F02</i>	<p>En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérés dans le sol restent mineurs.</p>

Tableau 32 : Scénarios exclus

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.

8. 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.

8.1 RAPPEL DES DEFINITIONS

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 toxicité.

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 national 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.

Ainsi, l'étude de dangers doit caractériser chaque scénario d'accident majeur potentiel retenu dans l'étude détaillée des risques en fonction des paramètres suivants :

- Cinétique ;
- Intensité ;
- Gravité ;
- Probabilité.

L'étude porte en effet sur la probabilité que l'accident se produise, la vitesse avec laquelle il produit des effets et à laquelle les secours sont en mesure d'intervenir (cinétique), l'effet qu'il aura s'il se produit (intensité) et le nombre de personnes exposées (gravité).

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.

8.1.1 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.

8.1.2 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 chutes d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou 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 des 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 des effets très importants
- 1% d'exposition : seuil des effets importants

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%

Tableau 33 : Niveaux d'intensité

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

8.1.3 Gravité

Les niveaux de gravité à retenir dans une étude de dangers sont décrits dans l'annexe III de l'arrêté du 29 Septembre 2005. Ils sont déterminés en fonction du nombre équivalent de personnes permanentes dans chacune des zones d'effet définies dans le paragraphe précédent.

	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 »

Tableau 34 : Niveaux de gravité

8.1.4 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'accidents majeurs :

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	Courant 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	Probable S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	Improbable 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.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
D	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	Extrêmement rare Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

Tableau 35 : Niveaux de probabilités

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_{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_{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_{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_{accident}) à la probabilité de l'événement redouté central (P_{ERC}) a été retenue.

8.2 CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

Afin d'aboutir à un résultat conservateur, le calcul de la zone d'impact sera réalisé avec la hauteur du mât et de la nacelle, appelée Hnacelle, et non pas la hauteur du moyeu H. Dans le cadre de la ferme éolienne de Maisontiers 2, Hnacelle vaut 113,8 mètres et H vaut 112 m.

8.2.1 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 180 m dans le cas des éoliennes de la ferme éolienne de Maisontiers 2.

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 d'une éolienne dans le cas de la ferme éolienne de Maisontiers 2. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, R est la longueur de pale (R = 68 m), H la hauteur du moyeu (H = 112 m), Hnacelle la hauteur du mât et de la nacelle (Hnacelle = 113,8m), la largeur du mât (L = 4,44 m) et LB la largeur de la base de la pale (LB = 4,27 m).

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 180 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = (Hnacelle \times L) + 3 \times R \times LB/2 = 940,8 \text{ m}^2$	$Z_E = \pi \times (H+R)^2 = 101\,788 \text{ m}^2$	$D = Z_I / Z_E \times 100 = 0,92 \% (x < 1\%)$	Exposition modérée

Tableau 36 : Niveau d'intensité pour le scénario d'effondrement de l'éolienne

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 8.1.3), 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 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 inférieure à « une personne » → « Modéré »

Dans un rayon de 180 m autour des éoliennes, la surface de 10,18 ha est constituée de champs et d'un chemin rural. Les terrains sont donc considérés comme aménagés mais peu fréquentés et le nombre de personnes permanentes est de 1 personne/10 ha.

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 :

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 180 m)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E01	$(10,18 \times 1/10) = 1,02$	Sérieux
E02	$(10,18 \times 1/10) = 1,02$	Sérieux
E03	$(10,18 \times 1/10) = 1,02$	Sérieux

Tableau 37 : Niveau de gravité pour le scénario d'effondrement de l'éolienne

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

Tableau 38 : Niveau de probabilité pour le scénario d'effondrement de l'éolienne

Ces valeurs correspondent à une classe de probabilité « C » (improbable) 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'expérience¹, 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 : « 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 évoluées, 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 types de 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 système redondant de freinage ;
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations.

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020, 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 » (rare), à savoir : « *S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité* ».

¹ 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 de la Ferme éolienne de Maisontiers 2, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Effondrement de l'éolienne (Dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 180 m)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E01	Sérieux	Acceptable
E02	Sérieux	Acceptable
E03	Sérieux	Acceptable

Tableau 39 : Niveau de risque pour le scénario d'effondrement de l'éolienne

Ainsi, pour la Ferme éolienne de Maisontiers 2, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.2 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 concernée 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 mat de l'éolienne. Pour le parc éolien, la zone d'effet a donc un rayon de 68 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 de la Ferme éolienne de Maisontiers 2. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, D est le degré d'exposition, R est la longueur de pale ($R = 68$ m), SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG = 1$ m²).

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 =$ zone de survol, soit 68 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG = 1$ m ²	$Z_E = \pi \times R^2 = 14\,527$ m ²	$D = Z_I / Z_E \times 100 = 0,01$ % (< 1 %)	Exposition modérée

Tableau 40 : Niveau de d'intensité pour le scénario de chute de glace

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 8.1.3), 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 »

Dans un rayon de 68 m autour des éoliennes, la surface de 1,45 ha est occupée par des champs et les aires de maintenance des éoliennes. Les terrains sont considérés comme aménagés mais peu fréquentés. Le nombre de personnes exposées est donc de 1 personne/10 ha.

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 :

Chute de glace (Dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol, soit 68 m)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E01	(1,45 x 1/10) = 0,15	Modérée
E02	(1,45 x 1/10) = 0,15	Modérée
E03	(1,45 x 1/10) = 0,15	Modérée

Tableau 41 : Niveau de gravité pour le scénario de chute de glace

 **Probabilité :**

De façon conservatrice, il est considéré que la probabilité est de classe « A » (courant), c'est-à-dire une probabilité supérieure à 10⁻².

 **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 de la ferme éolienne, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute de glace (Dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol, soit 68 m)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E01	Modérée	Acceptable
E02	Modérée	Acceptable
E03	Modérée	Acceptable

Tableau 42 : Niveau de risque pour le scénario de chute de glace

Ainsi, pour la Ferme éolienne de Maisontiers 2, 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.

8.2.3 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'éléments 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 de la ferme éolienne de Maisontiers 2. Z_i est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, D est le degré d'exposition, R est la longueur de pale ($R = 68$ m) et LB la largeur de la base de la pale ($LB = 4,27$ m).

Chute d'éléments de l'éolienne (Dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 =$ zone de survol, soit 68 m)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = R \times LB/2 = 145,2 \text{ m}^2$	$Z_E = \pi \times R^2 = 14\,527 \text{ m}^2$	$D = Z_i/Z_E \times 100 = 0,9995\%$ ($x < 1\%$)	Exposition modérée

Tableau 43 : Niveau d'intensité pour le scénario de chute d'éléments de l'éolienne

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 8.1.3), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne, dans la zone de survol de l'éolienne :

Si le phénomène de chute d'éléments engendre une zone d'exposition modérée :

- 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 inférieure à « une personne » → « Modéré »

De même que le scénario de chute de glace, dans un rayon de 68 m autour des éoliennes, la surface de 1,45 ha est occupée par des champs et les aires de maintenance des éoliennes. Les terrains sont considérés comme aménagés mais peu fréquentés. Le nombre de personnes exposées est donc de 1 personne/10 ha.

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

Chute d'éléments de l'éolienne (Dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol, soit 68 m)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E01	(1,45 x 1/10) = 0,15	Modérée
E02	(1,45 x 1/10) = 0,15	Modérée
E03	(1,45 x 1/10) = 0,15	Modérée

Tableau 44 : Niveau de gravité pour le scénario de chute d'éléments de l'éolienne

✚ 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 4.47×10^{-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 éolien, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute d'éléments de l'éolienne (Dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol, soit 68 m)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E01	Modérée	Acceptable
E02	Modérée	Acceptable
E03	Modérée	Acceptable

Tableau 45 : Niveau de risque pour le scénario de chute d'éléments de l'éolienne

Ainsi, pour la Ferme éolienne de Maisontiers 2, le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.4 Projection de pales ou de fragments de pales

Zone d'effet :

Dans l'accidentologie française rappelée en annexe, la distance maximale relevée et vérifiée 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].

L'analyse de ce recueil d'accidents indique une distance maximale de projection de l'ordre de 500 mètres à deux exceptions près :

- 1300 m rapporté pour un accident à Hundhammerfjellet en Norvège le 20/01/2006,
- 1000 m rapporté pour un accident à Burgos en Espagne le 09/12/2000.

Toutefois, pour ces deux accidents, les sources citées ont été vérifiées par le SER-FEE et aucune distance de projection n'y était mentionnée. Les distances ont ensuite été vérifiées auprès des constructeurs concernés et dans les deux cas elles n'excédaient pas 300 m.

Ensuite, pour l'ensemble des accidents pour lesquels une distance supérieure à 400 m était indiquée, les sources mentionnées dans le recueil ont été vérifiées de manière exhaustive (articles de journal par exemple), mais aucune d'elles ne mentionnait ces mêmes distances de projection. Quand une distance était écrite dans la source, il pouvait s'agir par exemple de la distance entre la maison la plus proche et l'éolienne, ou du périmètre de sécurité mis en place par les forces de l'ordre après l'accident, mais en aucun cas de la distance de projection réelle.

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 pale ou de fragment de pale, 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 chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Maisontiers 2. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, D est le degré d'exposition, R est la longueur de pale ($R = 68\text{m}$) et LB est la largeur de la base de la pale ($LB = 4,27\text{m}$).

Projection de pale ou de fragment de pale (Zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \times LB/2 = 145,2 \text{ m}^2$	$Z_E = \pi \times 500^2 = 785\,398 \text{ m}^2$	$D = Z_I/Z_E \times 100 = 0,02 \text{ \%}$ ($< 1 \text{ \%}$)	Exposition modérée

Tableau 46 : Niveau d'intensité pour le scénario de projection de pale ou de fragment de pale

Gravité :

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 8.1.3), 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 ».

Dans un rayon de 500 m autour de chaque éolienne (E01, E02 et E03), la surface de 78,54 ha comprend des champs, des forêts (uniquement pour E01), des chemins agricoles, des voies communales (uniquement pour E03) et des chemins ruraux. Cette zone fait donc partie de la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés (voir paragraphe 3.4 Cartographie de synthèse). Pour chaque éolienne, 1 personne/10 ha est prise en compte.

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 :

Projection de pale ou de fragment de pale (Zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E01	$(78,54 \times 1/10) = 7,85$	Sérieux
E02	$(78,54 \times 1/10) = 7,85$	Sérieux
E03	$(78,54 \times 1/10) = 7,85$	Sérieux

Tableau 47 : Niveau de gravité pour le scénario de projection de pale ou de fragment de pale

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]	1×10^{-6}	Respect de l'Eurocode EN 1990 - Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	$1,1 \times 10^{-4}$	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

Tableau 48 : Niveau de probabilité pour le scénario de projection de pale ou de fragment de pale

Ces valeurs correspondent à des classes de probabilité de « B » (probable), « C » (improbable) ou « E » (extrêmement rare).

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 évoluées, 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 ;
- 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, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020, 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 » (rare) : « 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 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, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de pale ou de fragment de pale (Zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E01	Sérieux	Acceptable
E02	Sérieux	Acceptable
E03	Sérieux	Acceptable

Tableau 49 : Niveau de risque pour le scénario de projection de pale ou de fragment de pale

Ainsi, pour la Ferme éolienne de Maisontiers 2, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.5 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 m²) 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. Z_i est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, D est le degré d'exposition, R est la longueur de pale (R = 68 m), H est la hauteur au moyeu (H = 112m), et SG est la surface majorante d'un morceau de glace.

Projection de morceaux de glace (Dans un rayon de R _{PG} = 1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne, soit 372 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Z _i = SG = 1 m ²	Z _E = π x [1,5 x (H + 2 x R)] ² = 434 746 m ²	D = Z _i /Z _E x 100 = 2,3 x 10 ⁻⁴ % (< 1 %)	Exposition modérée

Tableau 50 : Niveau d'intensité pour le scénario de projection de morceaux de glace

🚧 Gravité :

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 8.1.3), 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.

Dans un rayon de 372 m autour de chaque éolienne (E01, E02 et E03), la surface de 43,47 ha comprend des champs, une forêt (uniquement pour E01), des chemins agricoles et des chemins ruraux. Cette zone fait donc partie de la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés (voir paragraphe 3.4 Cartographie de synthèse). Pour chaque éolienne, 1 personne/10 ha est prise en compte.

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 :

Projection de morceaux de glace (Dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H + 2R)$ autour de l'éolienne, soit 372 m)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E01	$(43,47 \times 1/10) = 4,35$	Sérieux
E02	$(43,47 \times 1/10) = 4,35$	Sérieux
E03	$(43,47 \times 1/10) = 4,35$	Sérieux

Tableau 51 : Niveau de gravité pour le scénario de projection de morceaux de glace

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, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020 ;
- le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace ;

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

Acceptabilité :

Avec une classe de probabilité « B – événement probable », le risque de projection de glace 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 inférieur à 10 dans la zone d'effet.

Pour les aérogénérateurs munis de système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur, pour lesquels, en cas de formation importante de glace, la mise à l'arrêt de la machine est effectuée dans un délai maximal de soixante minutes et ayant une procédure de redémarrage en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales, le risque sera jugé acceptable pour les niveaux de gravité « Modéré » et « Sérieux ».

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur de la Ferme éolienne de Maisontiers 2, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de morceaux de glace (Dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H + 2R)$ autour de l'éolienne, soit 372 m)			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage	Niveau de risque
E01	Sérieux	Oui	Acceptable
E02	Sérieux	Oui	Acceptable
E03	Sérieux	Oui	Acceptable

Tableau 52 : Niveau de risque pour le scénario de projection de morceaux de glace

Ainsi, pour la Ferme éolienne de Maisontiers 2, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.3 SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

8.3.1 Tableau 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 regroupent toutes les éoliennes qui ont le même profil de risque.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Rayon \leq hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 180 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (rare)	Sérieux
Chute de glace	Rayon $\leq D/2$ = zone de survol = 68 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	A (courant)	Modérée
Chute d'éléments de l'éolienne	Rayon $\leq D/2$ = zone de survol = 68 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	C (improbable)	Modérée
Projection de pale ou de fragment de pale	Rayon = 500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (rare)	Sérieux
Projection de glace	Rayon = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne = 372 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B (probable)	Sérieux

Tableau 53 : Tableau de synthèse des risques et des paramètres associés pour toutes les éoliennes

8.3.2 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.

La légende suivante permettra d'apprécier l'acceptabilité des risques pour chacun des événements accidentels redoutés.

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		Acceptable
Risque faible		Acceptable
Risque important		Non acceptable

Tableau 54 : Légende de la matrice de criticité

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Effondrement de l'éolienne Projection de pales ou fragments de pale		Projection de glace	
Modéré			Chute d'éléments		Chute de Glace

Tableau 55 : Matrice de criticité des différents scénarios

Au regard de la matrice complétée pour chacun des événements accidentels redoutés, il ressort que :

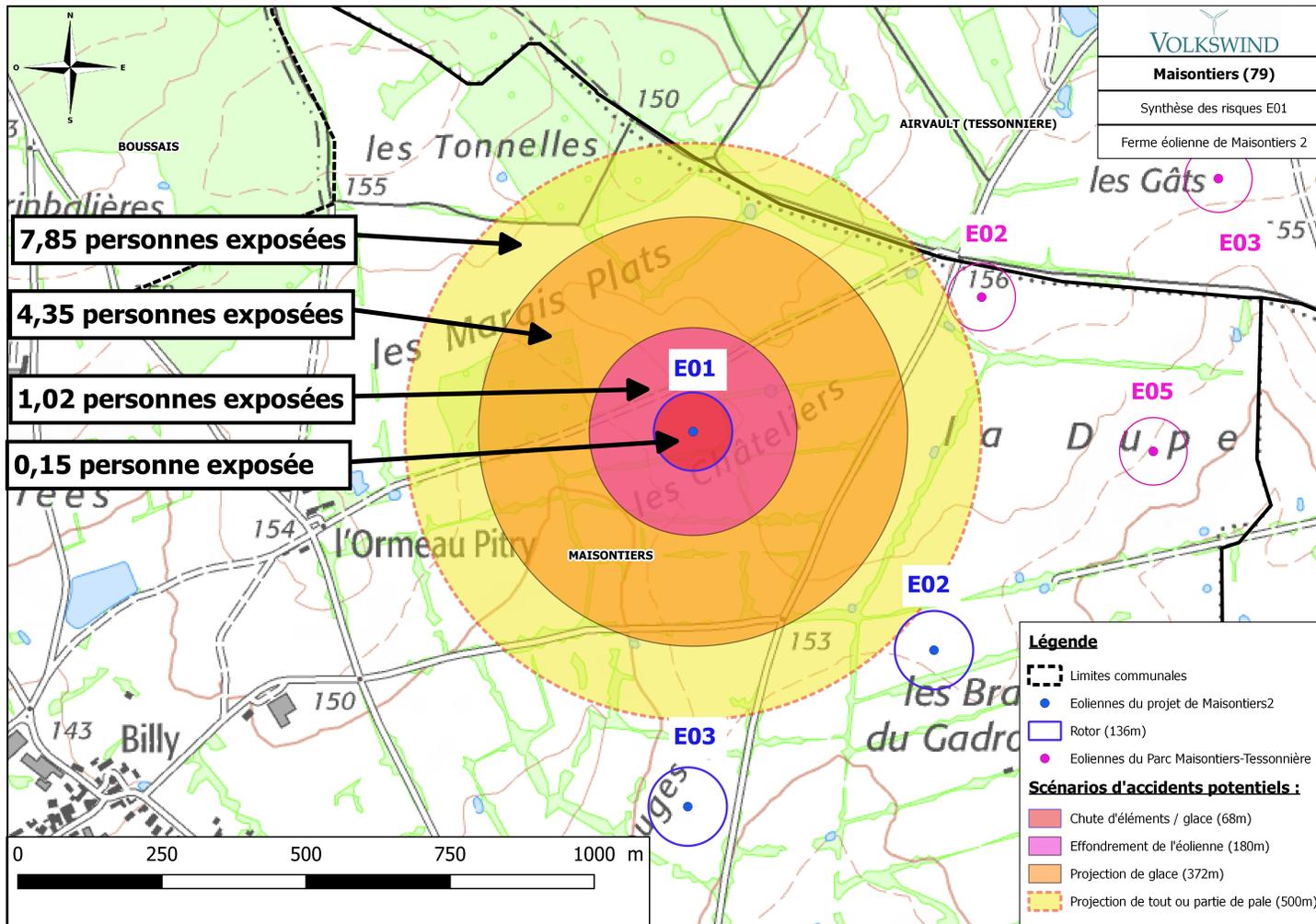
- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice, ce qui signifie qu'il n'existe aucun « risque important » et « non acceptable » ;
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 1.6 seront mises en place.

Tous les phénomènes accidentels redoutés comportent donc un niveau de risque acceptable.

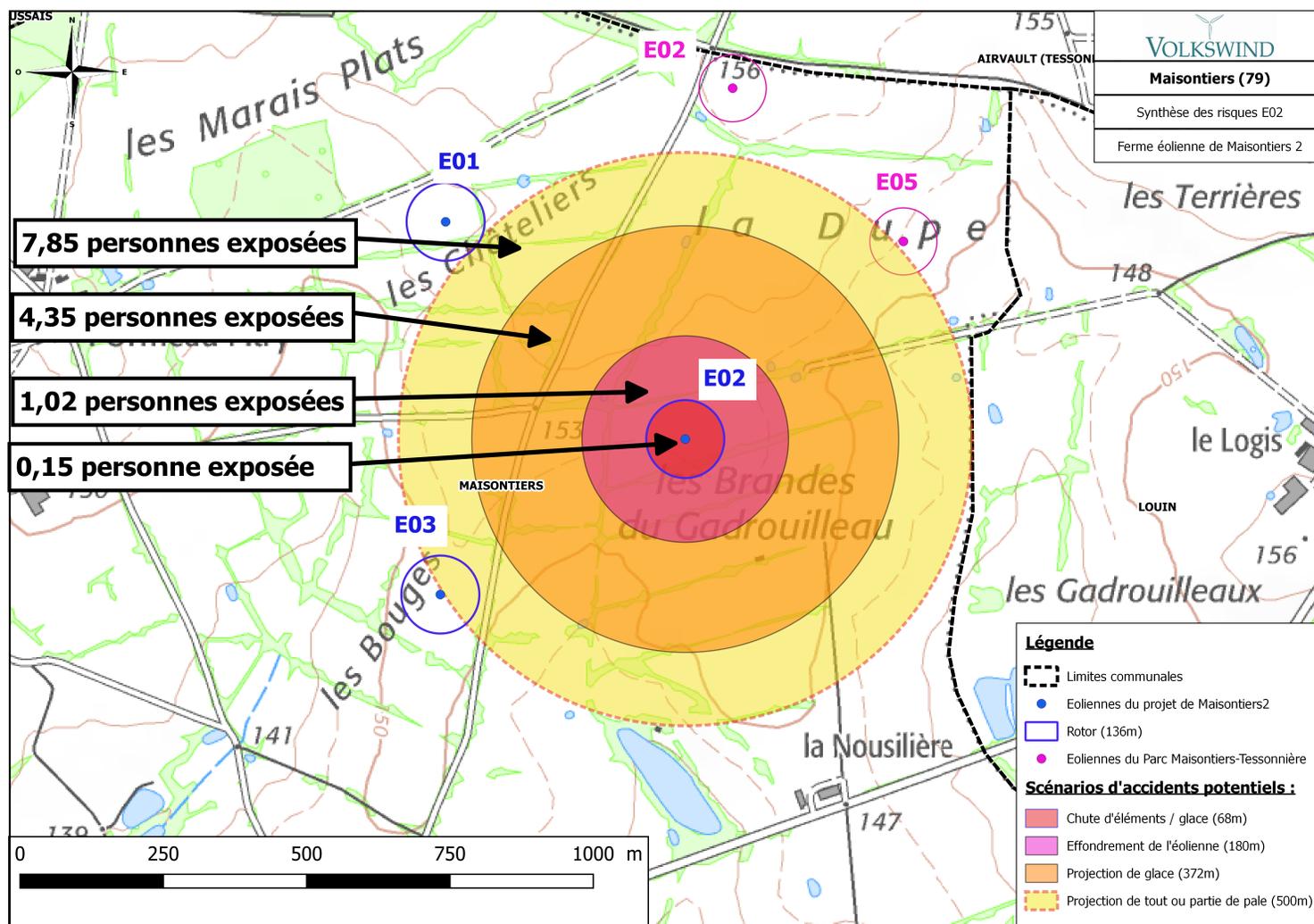
8.3.3 Cartographie des risques

Les cartes de synthèse ci-après sont proposées pour chaque aérogénérateur. Elles font apparaître, pour les scénarii détaillés dans le tableau de synthèse :

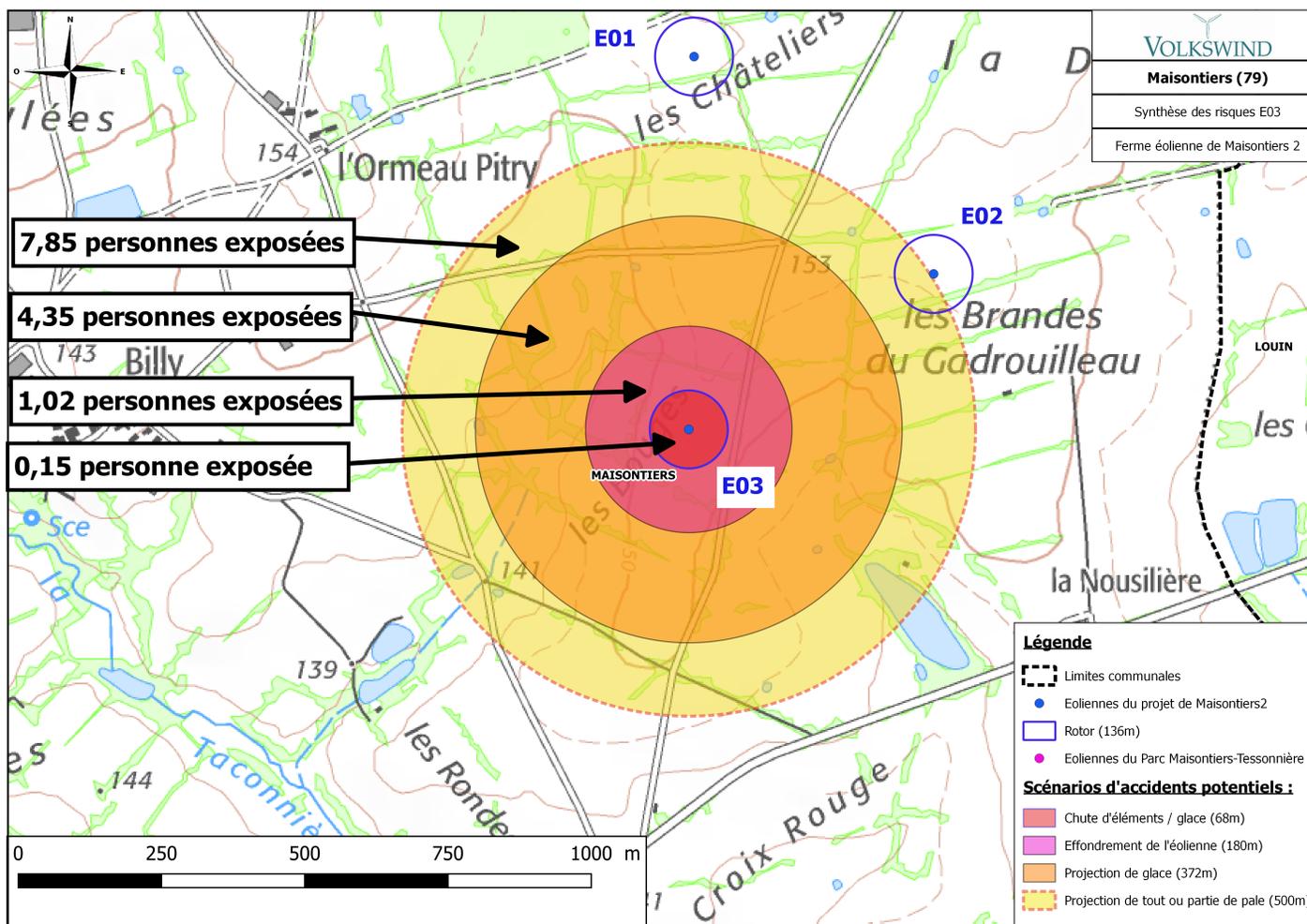
- Les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques,
- L'intensité des différents phénomènes dangereux dans les zones d'effet de chaque phénomène dangereux,
- Le nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet.



Carte 25 : Synthèse des risques pour l'éolienne E01



Carte 26 : Synthèse des risques pour l'éolienne E02



Carte 27 : Synthèse des risques pour l'éolienne E03

9. CONCLUSION

Cette étude de dangers a pour objectif de répondre aux exigences du classement des éoliennes à la nomenclature ICPE. Ce document est réalisé par le pétitionnaire grâce au document générique produit par le groupe de travail SER-FEE–INERIS.

Tout d'abord, cette étude a décrit l'environnement du site ainsi que l'installation et son fonctionnement. Cela a permis de présenter le respect de l'ensemble de la réglementation s'appliquant aux éoliennes mais aussi la prise en compte des préconisations et des avis des organismes consultés (aviation militaire, conseil général, etc.). L'ensemble des cibles humaines dans le périmètre d'étude a été identifié et quantifié. Ensuite, l'étude a identifié les potentiels de dangers de l'installation qu'ils soient liés aux produits ou au fonctionnement de l'installation (chute d'éléments, projection d'éléments, effondrement, échauffement de pièces mécaniques, court-circuit électrique).

Puis, le retour d'expérience a permis d'identifier les principaux événements accidentels au niveau national et international que sont l'incendie, l'effondrement, la rupture de pale et la chute d'éléments.

L'analyse préliminaire des risques (APR) a permis d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. L'APR a ainsi identifié l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux pouvant déclencher la libération du danger. Les scénarios ont été regroupés par thème : Glace, Incendie, Fuite, Chute d'élément, Projection et Effondrement. L'analyse du séquençage du déroulement des phénomènes accidentels permet de concevoir les mesures appropriées à apporter pour supprimer, réduire ou limiter le danger. L'APR, en répondant à l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux par des mesures appropriées, sélectionne les scénarios qui font l'objet de l'Etude Détaillée des Risques en excluant ceux dont l'intensité est faible.

Un ensemble de mesures de maîtrise des risques est mise en place pour prévenir ou limiter les conséquences des accidents majeurs dont voici les principales :

- Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace,
- Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace,
- Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques,
- Prévenir la survitesse,
- Prévenir les courts-circuits,
- Prévenir les effets de la foudre,
- Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage,
- Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort.

L'Etude Détaillée des Risques a caractérisé les scénarios sélectionnés en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité. Les scénarios retenus sont : projection de tout ou une partie de pale, effondrement de l'éolienne, chute d'éléments de l'éolienne, chute de glace et projection de glace.

Pour chaque scénario d'accident, le calcul du niveau d'intensité (en fonction du ratio entre la zone d'impact et la zone d'effet du phénomène étudié) et l'estimation du niveau de gravité (en fonction du nombre de personnes exposées) associés à la probabilité d'occurrence (niveaux issus de la bibliographie), permet de définir si le risque est acceptable ou non.

Les niveaux de gravité selon les scénarios de danger sont tous communs à toutes les éoliennes. Le niveau de gravité le plus important, la gravité « Sérieux », concerne l'effondrement de l'éolienne, la projection de tout ou partie de pale et de glace.

En conclusion, les éléments exposés par la présente étude de dangers montrent objectivement, que les risques résiduels associés au projet sont acceptables, confirmant ainsi la sûreté du projet de la Ferme éolienne de Maisontiers 2.

ANNEXES

ANNEXE 1 – « DECLARATION LETTER » DES ÉOLIENNES V136 - 4.2MW

0070-4044 V00_Vestas V136-4.0MW and V136-4.2MW Declaration letter.pdf, downloaded from VCP by Beuze, Sébastien on Mon Dec 11 14:29:04 CET 2017

PUBLIC



Vestas Wind Systems A/S
Hedeager 42
8200 Århus N
Denmark

DNV GL Denmark A/S
Mechanical Structures DK
Tuborg Parkvej 8, 2nd Floor
DK2900 Hellerup
Denmark
Tel: +45 39 45 48 00
Fax: +45 39 45 48 01

Original Instruction: T05 0070-4044 VER 00

Date: 2017-11-01
Our reference: LTR-03169-20171101
Your reference: Shereef Kather

Declaration letter: Vestas V136-4.0 MW and V136-4.2 MW ONS- IEC 61400-22 Type certification

To whom it may concern,

This is to confirm that we, DNV GL, have been engaged by Vestas to type certify the V136-4.0 MW and V136-4.2 MW Wind Turbine in accordance to IEC 61400-22 with the aim to complete the following certification modules as stated below.

Vestas V136-4.2 MW is the power mode of V136-4.0 MW, hence V136-4.0 MW and V136-4.2 MW will be under the same Type certificate.

- Vestas V136-4.0 MW & V136-4.2 MW – IEC 61400-22 Design Evaluation Conformity Statement – Q2 2019
- Vestas V136-4.0 MW & V136-4.2 MW – IEC 61400-22 Provisional Type Certification – Q2 2019
- Vestas V136-4.0 MW & V136-4.2 MW – IEC 61400-22 Type Certification – Q4 2019

Sincerely

for DNV GL Denmark A/S


Redanz, Pia
2017.11.01
16:30:39 +01'00'

Pia Redanz
Principal Engineer

Mobile: +45 24 59 76 83
Direct: +45 39 45 48 03
Pia.Redanz@dnvgl.com


Parasarampuram,
Ramakrishna
2017.11.01 16:27:03
+01'00'

Ramakrishna Parasarampuram
Senior Engineer

Mobile: +49 160 90498292
Direct: +49 40 36149 4564
ramakrishna.parasarampuram@dnvgl.com

DNV GL Headquarters, Veritasveien 1, P.O.Box 300, 1322 Høvik, Norway. Tel: +47 67 57 99 00. www.dnvgl.com

LTR-03169-20171101_Vestas V136-4.0MW
and V136-4.2MW - Declaration letter.docx

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

T05 0070-4044 Ver 00 - Approved - Exported from DMS: 2017-11-03 by FAECA

**ANNEXE 2 – ATTESTATION DE CONFORMITE DU PROJET AU REGLEMENT
D'URBANISME DE MAISONTIERS**

Monsieur Jean-François COIFFARD
Mairie de Maisontiers
2, Rue des 3 Chênes
79 600 MAISONTIERS

A la société :
Ferme éolienne de Maisontiers 2
1, Rue des Arquebusiers
67 000 STRASBOURG

Fait à Maisontiers
- 3 MARS 2020

Monsieur,

Votre société m'a sollicité dans le cadre d'un projet éolien sur la commune de Maisontiers. Après étude de l'implantation proposée, je certifie, conformément à l'article 12 du Décret n°2017-082 du 26 Janvier 2017 relatif à l'autorisation environnementale, que le projet est conforme aux documents d'Urbanisme en vigueur sur la commune de Maisontiers.

Je vous informe qu'étant donné que la commune de Maisontiers est en RNU et que l'éolien est réputé d'intérêt collectif, rien ne s'oppose donc à l'implantation d'éoliennes sur la commune.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes sincères salutations.

Monsieur. Le Maire

Jean-François COIFFARD



**Attestation de conformité du projet éolien aux règlements d'urbanisme en
vigueur sur la commune de Maisontiers**

Conformément à l'article D. 181-15-2 du code de l'environnement, je soussigné, Volkswind GmbH, Président de la société Ferme éolienne de Maisontiers 2, atteste que le projet Ferme éolienne de Maisontiers 2 est en conformité avec le document d'urbanisme en vigueur sur la commune de Maisontiers.

La commune de Maisontiers ne possède aucun document d'urbanisme. Dans ce cas, l'urbanisation des communes est réglementée par le Règlement National d'Urbanisme. Les éoliennes étant considérées comme des installations d'intérêt collectif, leur implantation est autorisée sur cette commune.

La communauté de communes de l'Airvaudais – Val du Thouet dont dépend la commune de Maisontiers a prescrit, le 9 avril 2019, l'élaboration d'un Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi). Ce PLUi est actuellement en phase d'élaboration.

Ainsi rien ne s'oppose à l'implantation d'éoliennes sur la commune de Maisontiers.

Fait le 14 janvier 2021

Pour la Ferme éolienne de Maisontiers 2
1 rue des Arquebusiers, 67 000 Strasbourg
Elodie Mazeau, Représentante dûment habilitée



ANNEXE 3 – 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 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 8).

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

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 se rencontre peu en pratique.

Zone 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 4 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAIS

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 début 2012. L'analyse de ces données est présentée dans la partie 6 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)	-

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	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 (WindpowerMonthly 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)	-
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	-

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	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 rétrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-

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
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)
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)

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
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	Freysenet	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	-

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
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)
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	-

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
Maintenance	06/02/2012	Lehaucourt-Gricourt	Aisne	2	2008	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	11/04/2012	Corbières-Maritimes	Aude	0.66	2000	Non	Projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	18/05/2012	Chemin d'Ablis	Eure et Loir	2	2008	Oui	Chute de pale	Rupture du roulement, présence de traces de corrosion.	Base de données ARIA	-
Effondrement	30/05/2012	Corbières-Maritime	Aude	0,2	1991	Non	Chute d'une éolienne	Tempête (vents mesurés à 130 km/h)	Base de données ARIA	-
Chute d'élément	01/11/2012	Rézezières-Vieillespresse	Cantal	2,5	2011	Oui	Chute d'un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne	Non précise	Base de données ARIA	-

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
Incendie + Rupture de pale	05/11/2012	Corbières-Maritimes	Aude	0.66	2000	Non	Incendie sur une éolienne + projections incandescentes + chute d'une pale le lendemain	Dysfonctionnement de disjoncteur situé sur l'éolienne a entraîné la propagation de courants de court-circuit faisant fondre les câbles et entraînant un départ d'incendie dans la nacelle.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	06/03/2013	Escales-Conihac	Aude	0.75	2003	Non	Défaut de vibration détecté sur une éolienne qui s'est mise automatiquement à l'arrêt. Le lendemain une des 3 pales s'est décrochée avant de percuter le mât. La veille du défaut de vibration, la machine s'était arrêtée après la détection d'un échauffement du frein et d'une vitesse de rotation excessive de la génératrice. Un technicien l'avait remise en service le matin même de l'accident sans avoir constaté de défaut	L'une des pales avait déjà connu un problème de fixation en novembre 2011. Les fixations de cette pale au moyeu avaient été remplacées et le serrage des vis des 2 autres avait été contrôlé en avril 2012.	Base de données ARIA	-

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
Incendie + Rupture de pale	17/03/2013	Fère-Champenoise-Envuy-Corroy	Marne	2.5	2011	Oui	Incendie dans la nacelle d'une éolienne Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber.	Au moment du départ de feu, le vent soufflait à 11 m/s. La puissance de l'éolienne était proche de sa puissance nominale. La gendarmerie évoque une défaillance électrique après avoir écarté la malveillance.	Base de données ARIA	-
Foudre	20/06/2013	Non communiqué Commune : Labastide-sur-besorgues	Ardèche	0.9	2009	Oui	Impact de foudre a endommagé une éolienne : pale déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits.	Foudre : incursion d'un arc électrique dans la pale conduisant à une montée en pression de l'air intérieur	Base de données ARIA	-
Maintenance	01/07/2013	Haut-Languedoc	Hérault	1.3	2003	Oui	Incident sur un accumulateur dans une éolienne. L'opérateur est blessé par la projection d'une partie amovible de l'équipement sur lequel il intervient.	Les causes de cet accident semblent donc directement liées des défaillances organisationnelles : la conscience des risques associés aux interventions sur des équipements sous pression, la formation de l'intervenant à sa tâche pression et les procédures opérationnelles n'étaient pas suffisamment robustes.	Base de données ARIA	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
Maintenance	03/08/2013	Moréac	Morbihan	2MW	2010	Nono	Déversement d'huile hydraulique dans un parc éolien	Erreur de maintenance	Base de données ARIA	-
Incendie	09/01/2014	Vent du Thiérarche 02	Ardennes	2,5	2013	Oui	Un feu se déclare au niveau de la partie moteur d'une éolienne	Défaillance électrique	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	20/01/2014	Corbillères-Maritimes	Aude	0.66	2000	Non	Une des éoliennes du parc s'arrête automatiquement. Le lendemain matin, les techniciens de maintenance retrouvent une pale de 20m au pied du mât	Lors de l'accident le vent soufflait entre 18 m/s et 22 m/s. Des fissures sont détectées sur la pièce en aluminium appelée "alu ring", située à la base de la pale.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	14/11/2014	Sources de la Loire	Ardèche	2.05	2011	Oui	La pale d'une éolienne chute lors d'un orage. Certains débris sont projetés à 150 m.	Des rafales de vent atteignent les 130 km/h.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	05/12/2014	Non communiqué Commune : FITOU	Aude	1.3	2002	Non	Une des 2 parties de l'aérofrein de la pale est retrouvée au sol. Cette partie, en fibre de verre, mesure 3 m de long.	-	Base de données ARIA	-

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
Incendie	29/01/2015	Parc éolien de Remigny et Ly-Fontaine	Aisne	2.3	2015	Oui	Un feu se déclare dans une éolienne.	Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre. Le câble mis en cause assure la jonction entre la base et le haut de la tour. Ce défaut aurait provoqué un arc électrique entre 2 phases ce qui aurait initié l'incendie.	Base de données ARIA	-
Incendie	06/02/2015	Parc éolien de la Tourette	Deux-Sèvres	2	2011	Oui	Un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens.	-	Base de données ARIA	-
Incendie	24/08/2015	Parc éolien de Janville	Eur-et-Loir	2.5	2005	Non	Un feu se déclare vers sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur.	-	Base de données ARIA	-
Rupture de pales et du rotor	10/11/2015	Parc éolien de Menil-la-Horgne	Meuse	1.5	2007	Non	Les 3 pales et le rotor d'une éolienne, dont la nacelle se situe à 85 m de haut, chutent au sol. Le transformateur électrique, à son pied, est endommagé. De l'huile s'en écoule mais reste confinée dans la rétention. Les débris, disséminés sur 4 000 m ² , sont ramassés.	Les premières constatations indiqueraient une défaillance de l'arbre lent, qui assure la jonction entre le rotor et la multiplicatrice. Elle trouverait son origine dans un défaut de fabrication de la pièce.	- Base de données ARIA - Article de presse (L'Est Républicain 13/11/2015)	-

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 l'aérofrein d'une pale d'éolienne	07/02/2016	Parc éolien Conilhac-corbieres	Aude	2.3	2014	Oui	L'aérofrein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol.	Les premières investigations indiqueraient qu'un point d'attache du système mécanique de commande de l'aérofrein (système à câble) se serait rompu, ce qui aurait actionné l'ouverture de l'aérofrein.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	08/02/2016	Parc éolien Menez-Braz	Finistère	0,3	1999	Non	Une pale chute au sol, une autre se déchire. La pale rompue est retrouvée à 40 m du pied du mat.	Tempête : vents à 160 km/h	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	07/03/2016	Parc éolien de la lande du vieux Pavé	Côtes d'Armor	0.85	2009	Oui	Une des pales d'une éolienne se rompt et chute à 5 m du pied du mât. Le mât est endommagé dans sa partie haute, causé par un choc avec la pale, sans présenter de risque de chute.	L'inspection des éléments mécaniques au sol et du rotor permet d'envisager une défaillance du système d'orientation de la pale. Celle-ci aurait entraîné la rupture de la couronne extérieure du roulement à bille puis la libération de la couronne intérieure solidaire de la pale.	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile	28/05/2016	Parc éolien de Janville	Eure-et-Loir	2.5	2005	Non	Un écoulement d'huile sous la nacelle d'une éolienne.	La défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse de l'éolienne est à l'origine de la fuite.	Base de données ARIA	-

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
Incendie	10/08/2016	Parc éolien de Hescamps	Somme	1	2008	Non	Un feu se déclare dans la partie haute d'une éolienne, au niveau du rotor	Une défaillance électrique serait à l'origine du départ de feu.	Base de données ARIA	-
Incendie	18/08/2016	Parc éolien de Dargies	Oise	2	2014	Oui	Incendie, la fumée s'échappe de la tête de l'éolienne, à 80 m de haut.	Une défaillance électrique serait à l'origine de l'incendie. L'armoire électrique ou le pupitre de commande en serait le point de départ.	Base de données ARIA	-
Maintenance	14/09/2016	Parc éolien de la Plaine Aubeoise	Aube	2.3	2009	Oui	Un employé est électrisé alors qu'il intervient dans le nez d'une éolienne	-	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Fissure	11/01/2017	Parc éolien du Canton du Quesnoy	Nord	2.05	2010	Oui	Une fissure est constatée sur une pale d'une éolienne	Selon l'exploitant, le défaut ne présente pas de caractère générique.	Base de données ARIA	-

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	12/01/2017	Parc éolien de Tuchan I	Aude	0.6	2002	Non	Les 3 pales d'une éolienne chutent au sol.	L'éolienne, de 600 kW mise en service en 2002, était à l'arrêt pour maintenance suite à la casse totale de son arbre lent quelques jours auparavant. Bien que mise en position de sécurité les vents à 25 m/s ont provoqué la rupture des pales à cause d'une vitesse de rotation excessive.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	18/01/2017	Parc éolien du Nurlu	Somme	2	2010	Non	Une pale d'éolienne est tombée au sol et s'est brisée en plusieurs morceaux.	Selon la presse, la tempête survenue quelques jours auparavant pourrait être à l'origine de la chute.	Base de données ARIA	-
Bris de pale	27/02/2017	Parc éolien du Grand Linault	Deux-Sèvres	2	2011	Oui	Les 7 derniers mètres d'une pale de 44 m, se sont désolidarisés. Plusieurs fragments de la pale sont projetés jusqu'à 150 m du mât, haut lui-même de 78 m.	L'expertise du fabricant conclut à un défaut de fabrication. Par erreur, les couches de tissu du bord d'attaque ont été coupées, manuellement, niveau de la ligne de jonction des 2 coques lors des opérations de ponçage des excès de colle après démoulage de la pale. Dans cette zone, les coques n'étaient maintenues entre elles que par le mastic et la peinture de finition.	Base de données ARIA	-

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	27/02/2017	Parc éolien de Belrain	Meuse	2	2011	Non	Lors d'un orage, la pointe d'une pale d'éolienne se rompt. L'extrémité, de 7 à 10 m, est retrouvée au sol, en 3 morceaux, à 200 m de l'éolienne.	Une rafale de vent extrême ayant été mesurée dans les secondes précédant la rupture, cette origine est privilégiée pour expliquer la casse de la pale.	Base de données ARIA	-
Incendie	06/06/2017	Parc éolien du Moulin d'Emanville	Eure-et-Loir	3	2014	Oui	Un feu se déclare dans la nacelle d'une éolienne. L'incendie s'éteint seul, à la fin de la combustion de la nacelle, vers 19h30. La nacelle et le rotor sont totalement calcinés. Une partie des pales ainsi que le haut du mât ont été touchés par l'incendie. Des éléments sont tombés au sol.	En première hypothèse, l'exploitant indique qu'un défaut des condensateurs du boîtier électrique, situé dans la nacelle, pourrait être à l'origine du sinistre.	Base de données ARIA	
Rupture de pale + foudre	08/06/2017	Parc éolien d'Aussac-Vadalle	Charente	2	2010	Non	Une partie d'une pale d'une éolienne chute au sol.	L'expertise réalisée par le fabricant de la pale conclut qu'un impact de foudre est à l'origine de sa rupture. Survenu à environ 35 cm de l'extrémité, il a entraîné la rupture du bord de fuite puis une déchirure du fragment. Le dispositif de protection contre la foudre ne montre pas de défaut.	Base de données ARIA	

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	24/06/2017	Parc éolien des Tambours	Pas de Calais	1.67	?2007	Non	Une pale d'une éolienne se brise au niveau de sa jonction avec le rotor.	-	Base de données ARIA	
Rupture de l'aérofrein d'une pale d'éolienne	17/07/2017	Parc éolien de Fecamp	Seine-Maritime	0.5	2006	Non	L'aérofrein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol.	L'exploitant conclut que le desserrage d'une vis anti-rotation a provoqué la chute de l'aérofrein. Un problème de montage, ou des vibrations en fonctionnement, en serait à l'origine.	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile	24/07/2017	Parc éolien de Mauron	Morbihan	2	2008	Non	Une fuite d'huile dont le rejet est estimé à 5L le long du mât. Seules quelques gouttes sont tombées au sol.	Rupture d'un flexible du circuit hydraulique	Base de données ARIA	
Rupture de pale	05/08/2017	Parc éolien de l'Osière	Aisne	2	2017	Oui	Une pale d'éolienne se brise en son centre et chute	-	Base de données ARIA	
Chute du carénage	08/11/2017	Parc éolien de Roman-Blandey	Eure	2	2010	Oui	Chute du carénage de la nacelle qui tombe au sol	L'exploitant conclut que la chute du carénage est due à un défaut d'assemblage de ses boulonnages	Base de données ARIA	

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 mât	01/01/2018	Parc éolien de Bouin	Vendée	2.4	2003	Non	Le mât d'une éolienne de 60 m de haut se brise en 2 lors d'une tempête. Les 55 m supérieurs de l'éolienne chutent au sol. Des débris s'éparpillent sur une surface assez importante. Le rotor est enfoncé dans le sol.	Les dispositifs de protection contre la survitesse s'activent, mais la machine ne s'arrête pas à cause d'une usure anormale des blocs de frein du système d'orientation des pales. Les charges mécaniques exercées sur le mât excèdent alors largement les limites de conception de l'éolienne, qui s'effondre.	Base de données ARIA	
Rupture de pale	04/01/2018	Parc éolien de Rampont	Meuse	2	2008	Non	L'extrémité d'une pale d'une éolienne de 2 MW se rompt lors d'un épisode venteux	-	Base de données ARIA	
Chute de l'aérovein	06/02/2018	Parc éolien de Conilhac	Aude	2.3	2014	Oui	L'aérovein d'une pale d'éolienne chute au sol dans un parc éolien.	Lors de l'ouverture de l'aérovein en bout de pale, son axe de fixation en carbone s'est rompu provoquant sa chute.	Base de données ARIA	
Incendie	01/06/2018	Parc éolien de Marsanne	Drôme	2	2008	Oui	Un feu se déclare au pied d'une éolienne dans un parc composé de 8 aéroveinateurs. L'incendie se propage jusqu'à sa nacelle.	La gendarmerie conclut que l'origine de l'événement est criminelle	Base de données ARIA	

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
Incendie	05/06/2018	Parc éolien de la vallée de l'Hérault	Hérault	2	2014	Oui	Un feu se déclare vers 18h45 dans la nacelle d'une éolienne de 70 m de haut. Des éléments de l'éolienne en feu chutent au sol. Les flammes se propagent en partie basse de l'aérogénérateur.	Selon la presse, un dysfonctionnement électrique serait à l'origine de l'incendie.	Base de données ARIA	
Rupture de pales	04/07/2018	Parc éolien de Corbières-Maritimes	Aude	0.5	1993	Non	Dislocation des extrémités de 2 pales	-	Base de données ARIA	
Incendie	28/09/2018	Parc éolien des Trois Evêques	Tarn	2	2009	Oui	Un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne dans un parc éolien. Des éléments enflammés chutent au sol. Le feu se propage à la végétation voisine.	La présence de 2 foyers et de traces d'effraction sur la porte d'accès amène la gendarmerie à conclure à un acte de malveillance.	Base de données ARIA	
Fuite d'huile	17/10/2018	Parc éolien du Quint	Somme	2	2017	Oui	Fuite d'huile hydraulique depuis la nacelle d'une éolienne. L'aérogénérateur est arrêté. Environ 150 l d'huiles sont récupérés. L'exploitant du parc éolien estime que 50 l ont été perdus.	La mauvaise réalisation d'une activité de maintenance annuelle préventive. Le technicien n'a pas suffisamment serré le filtre hydraulique qu'il venait de mettre en place.	Base de données ARIA	
Rupture de mât	06/11/2018	Parc éolien de Quinze Mines	Loiret	3	2010	Oui	Une éolienne s'effondre. Le mât s'est arraché de sa base en béton. Les filetages des boulons de fixation du mât sont arasés et les écrous sont arrachés.	Une sur-vitesse de rotation des pales a conduit à une surcharge de contraintes sur la structure, provoquant son effondrement.	Base de données ARIA	

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 pâles	18/11/2018	Parc éolien de Conilhac	Aude	2,3	2014	Oui	3 Aérofreins en extrémité des pâles chutent au sol.	-	Base de données ARIA	
Rupture de pâles	19/11/2018	Les Tournevents du COS	Aisne	2,4	2017	Oui	Un bout de pale est tombé en plein champ.	-	Base de données ARIA	
Incendie	03/01/2019	La Limouzinière	Loire-Atlantique	2,05	2010-2011	Oui	Un feu se déclare au niveau de la nacelle puis au pied d'une éolienne. Des débris de plastiques sont tombés au sol.	Avarie sur la génératrice de l'éolienne.	Base de données ARIA	
Rupture de pâles	17/01/2019	Parc éolien du Bambesch	Moselle	2	2007	Non	Bris et projection de plusieurs morceaux de pale.	Défaut d'adhérence entre la coque en fibre de verre et le cœur de la pale.	Base de données ARIA	
Incendie	20/01/2019	Parc éolien de Roussas	Drôme	1,75	2006	Oui	2 éoliennes sont incendiées	Acte criminel	Base de données ARIA	

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 mât	23/01/2019	Parc éolien de Boutavent	Oise	1	2011	Oui	Les pales étaient en survitesse. Le mât d'une éolienne s'est plié en deux en son milieu. Des débris sont projetés dans un rayon de 300 m.	Les pales étaient en survitesse. Le balourd en résultant aurait conduit au pliage du mât. Problème de chute de tension au niveau des batteries pilotant la rotation des pales en cas de coupure de l'alimentation électrique.	Base de données ARIA	
Rupture de pâles	30/01/2019	Parc éolien de Roquetaillade	Aude	0,66	2001	Non	Chute d'une pale au sol.	-	Base de données ARIA	
Rupture de pâles	02/04/2019	Parc Eole de la Haute Somme	Somme	2	2017	Oui	La foudre a touché une pale d'éolienne. Un morceau de pale est tombé au sol.	Un épisode orageux au-dessus de la région de Péronne est à l'origine de la rupture d'un morceau de pale.	Base de données ARIA	
Incendie	18/06/2019	Parc éolien de Quesnoy-sur-Airaines	Somme	2,3	2011	Oui	Un feu se déclare sur une éolienne.	Un court-circuit sur un condensateur serait à l'origine de l'incendie.	Base de données ARIA	
Incendie	25/06/2019	Parc de Kéruef (Ambon)	Morbihan	1,67	2008	Non	Un feu se déclare à l'arrière de la nacelle. Une partie de la nacelle est tombée au sol.	Des fuites d'huiles n'auraient pas été nettoyées et auraient provoquées l'incendie.	Base de données ARIA	

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
Projection de morceaux de pales	27/06/2019	Parc éolien La Picoterie	Aisne	2	2009	Non	Un bout de pale abîmé est projeté en 2 morceaux, l'un à 15 m et l'autre à 100 m de l'éolienne.	-	Base de données ARIA	
Endommagement de pale + foudre	03/07/2019	Parc éolien Corbières-Maritimes	Aude	0,66	2000	Non	Impact sur le milieu de la pale et une ouverture du bout de pale sur 2m suite à un coup de foudre.	Foudre	Base de données ARIA	
Chute de l'aérovein	04/09/2009	Parc éolien d'Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Deux aéroveins d'une pale d'éolienne sont projetés à 5 m et 65 m du pied de l'éolienne.	L'arrêt d'urgence d'une éolienne se déclenche sans cause identifiée. Cet arrêt est anormalement brutal ce qui déclenche le détachement des 2 aéroveins de la pale.	Base de données ARIA	
Chute d'un élément de nacelle	28/11/2019	Parc éolien Champs Perdus	Somme	3	2014	Oui	Chute du capot de la nacelle d'une éolienne.	-	Base de données ARIA	
Mise en fonctionnement non-contrôlé	06/12/2019	Parc éolien Entre Tille et Venelle	Côtes d'Or	2,5	-	Oui	L'éolienne se met à tourner malgré l'absence de raccordement électrique alors que les installateurs préparent sa mise en service au sein de l'éolienne.	Erreur de positionnement des angles des pales la veille de l'accident et présence de vent violent.	Base de données ARIA	

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 pâles	09/12/2019	Parc éolien Theil-Rabier et Montjean	Charente	2	2016	Oui	Chute d'un bout de pale d'environ 7 m d'une éolienne. La pale s'est brisée en 3 morceaux principaux. Des débris solides ont été projetés sur 2 parcelles agricoles aux alentours. Un morceau de 30 m tombe 48 heures plus tard à cause de forts vents.	-	Base de données ARIA	
Incendie	16/12/2019	Parc éolien De La Voie Bleriot Ouest	Eure-et-Loir	2,3	2005	Non	De la fumée blanche se dégage de l'éolienne. Les gaines protectrices des câbles de puissance ont brûlé sur 10 m de long.	Une combustion sans flamme avec une température atteinte en nacelle en dessous de 100 °C.	Base de données ARIA	
Incendie	17/12/2019	Parc éolien Mont Gimont	Haute-Marne	2	2010	Oui	Un feu se déclare en partie basse d'une éolienne.	Défaillance électrique	Base de données ARIA	
Rupture de pâles	07/02/2020	Ferme éolienne de Périgné	Deux-Sèvres	8	2017	Oui	Impact de foudre causant la cassure d'une pale de l'éolienne E01	Foudre	Interne (Volkswind)	Arrêt de la machine pour poser la pale brisée à terre et procéder à sa réparation. L'accident n'a fait aucune victime.
Rupture de pâles	09/02/2020	Eole Arrouaise	Aisne	8	Mars 2013	-	Une pale cède sous les rafales de vents, plusieurs morceaux s'arrachent et sont projetés à plus de 100 mètres.	Tempête Ciara	Article internet de « L'Aisne nouvelle » mis en ligne le 10/02/2020	

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 pâles	25/02/2020	Parc de Montjean – Theil-Rabier	Charente	2	Fin 2016	oui	Rupture de pale	Inconnue	Article du journal « Charente Libre » du 27/02/2020	2 accidents en moins de trois mois provoquant la ratification d'un arrêté préfectoral imposant l'arrêt immédiat des 12 éoliennes.

ANNEXE 5 – 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 1.4. 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 (« 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.

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 redémarrages 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 où 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 regardés :

- 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'emballlement 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.

Si l'éolienne est en fonctionnement la zone d'effet sera déterminée en fonction de l'étude balistique et du site. 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, études 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 6 – PROBABILITÉ 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_{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_{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_{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 Evénements Redoutés Centraux (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 7 – 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 : Événement, 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 : Événement 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) vivantes 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, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020, relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement :

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 8 : 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, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020, relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement
- [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 Gütisch : 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 9 : FICHES DE SÉCURITÉ

FICHE DE DONNEES DE SECURITE

"VEUILLEZ LIRE CES INFORMATIONS AVEC SOIN
AVANT D'UTILISER OU D'ELIMINER LE PRODUIT

"

33013 HAVOLINE XLC 50/50 (OF01)

1. IDENTIFICATION PRODUIT ET ENTREPRISE

CODE ET NOM PRODUIT

33013 HAVOLINE XLC 50/50 (OF01)

DESCRIPTION

Antigel

ENTREPRISE

Chevron France

Parc Les Algorithmes

Bâtiment Platon

141-145, rue Michel Carré

95815 Argenteuil Cedex

FRANCE

Tel : 0033/1 34 34 13 73

Fax : 0033/1 34 34 13 70

Emergency Phone Number : 0044/(0)18 65 407 333

2. COMPOSITION/INFORMATIONS SUR LES COMPOSANTS

<u>Nom</u>	<u>% poids</u>	<u>N°CAS</u>	<u>N°EC</u>
Ethylène-glycol	45 - 54,99	107-21-1	203-473-3
Xn R 22	Nocif en cas d'ingestion.		
2-ethylhexanoate de Sodium	< 5	19766-89-3	243-283-8
Xn R 63	Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant.		

3. IDENTIFICATION DES DANGERS

Classification Produit

NOCIF

Effets aigus de l'exposition

humaine

Inhalation

Les vapeurs et le brouillard, au-delà des concentrations admissibles ou en concentrations exceptionnellement élevées dues à une pulvérisation, au chauffage du produit ou à une exposition en un endroit mal ventilé ou un espace confiné, peuvent provoquer une irritation du nez et de la gorge, des maux de tête, des nausées et de la somnolence.

Contact avec la peau

Un contact bref peut provoquer une légère irritation. Un contact prolongé, par exemple avec des vêtements imprégnés du produit, peut provoquer une irritation et un malaise plus graves, sous forme de rougeur et d'oedème localisés.

FICHE DE DONNEES DE SECURITE

"VEUILLEZ LIRE CES INFORMATIONS AVEC SOIN
AVANT D'UTILISER OU D'ELIMINER LE PRODUIT

"

33013 HAVOLINE XLC 50/50 (OF01)

<u>Contact avec les yeux</u>	Peut provoquer une irritation, ressentie comme un léger malaise et se manifestant par une légère rougeur excessive des yeux.
<u>Ingestion</u>	L'éthylène glycol et le diéthylène glycol sont toxiques par ingestion. La dose létale pour les adultes est de 1-2 ml/kg, soit environ 100 ml. Les symptômes comprennent des vertiges, des troubles de l'élocution, une perte de coordination, de la confusion, des syncopes, des nausées, des vomissements, une accélération du rythme cardiaque, des difficultés respiratoires, des troubles visuels, des convulsions et un collapsus. Les symptômes peuvent être retardés. Il peut également se produire une oligurie, une insuffisance rénale et des lésions du système nerveux. De l'aspiration peut se produire pendant l'ingestion ou le vomissement, provoquant des lésions pulmonaires. L'ingestion répétée peut provoquer des lésions rénales.
<u>Effets chroniques d'une exposition à l'homme</u> <u>Aggravation conditions médicales en cas d'affections existantes</u>	Une surexposition répétée peut aggraver une insuffisance rénale existante. Suite aux propriétés irritantes, un contact répété avec la peau peut aggraver une dermatite existante (pathologie cutanée). Estimé de ne pas être toxique pour les espèces aquatiques.
<u>Effets de l'exposition à l'environnement</u>	

4. PREMIERS SECOURS

<u>Route d'exposition</u> <u>Inhalation</u>	En cas d'irritation, maux de tête, nausées ou somnolence, amener la victime au grand air. Consulter un médecin si la respiration devient difficile ou si les symptômes persistent.
<u>Contact avec la peau</u>	Laver abondamment la peau à l'eau savonneuse pendant plusieurs minutes. Consulter un médecin si une irritation de la peau apparaît ou persiste.
<u>Contact avec les yeux</u>	Rincer immédiatement et abondamment les yeux à l'eau pendant au moins 15 minutes. Maintenir les paupières écartées afin de rincer toute la surface de l'oeil. Consulter un médecin.
<u>Ingestion</u>	Consulter immédiatement un médecin. Si la victime est consciente et peut avaler, lui faire boire deux verres d'eau (500 ml), mais ne pas

FICHE DE DONNEES DE SECURITE

"VEUILLEZ LIRE CES INFORMATIONS AVEC SOIN
AVANT D'UTILISER OU D'ELIMINER LE PRODUIT

"

33013 HAVOLINE XLC 50/50 (OF01)

Autres recommandations

faire vomir. Si le vomissement se produit, donner des fluides de nouveau. Un médecin doit déterminer si la condition de la victime autorise le vomissement ou l'évacuation de l'estomac.

L'empoisonnement par éthylène glycol peut provoquer tout d'abord des changements de comportement, une somnolence, des vomissements, de la diarrhée, une soif et des convulsions. Des symptômes tardifs d'empoisonnement sont des lésions/insuffisances rénales avec acidose métabolique. Le traitement immédiat, combiné si nécessaire à une hémodialyse, peut réduire les effets toxiques. L'injection intraveineuse d'éthanol en solution de bicarbonate de soude est un antidote reconnu il existe d'autres antidotes à l'éthylène glycol. S'adresser à un centre anti-poisons pour de plus amples informations sur le traitement.

5. MESURES DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

Moyens d'extinction appropriés

Utiliser une pulvérisation d'eau, de la poudre sèche, de la mousse ou du dioxyde de carbone. L'eau ou la mousse peuvent provoquer un écumage. Utiliser de l'eau pour refroidir les conteneurs exposés au feu. Si une fuite ou déversement n'est pas en feu, utiliser une pulvérisation d'eau pour disperser les vapeurs et protéger les personnes qui tentent d'arrêter la fuite.

Moyens d'extinction à ne pas utiliser pour des raisons de sécurité
Risques particuliers résultant de l'exposition au produit en tant que tel,
aux produits de la combustion, aux gaz produits
Equipement de protection spécial pour le personnel de lutte contre le feu

Jet d'eau

Néant

La nature de l'équipement spécial de protection dépendra de l'ampleur de l'incendie, le degré de confinement de l'incendie et de la ventilation naturelle disponible. Des vêtements résistants au feu et des appareils respiratoires autonomes sont recommandés en cas d'incendies dans des espaces confinés et pauvrement ventilés. Un équipement complètement réfractaire est

FICHE DE DONNEES DE SECURITE

"VEUILLEZ LIRE CES INFORMATIONS AVEC SOIN
AVANT D'UTILISER OU D'ELIMINER LE PRODUIT

"

33013 HAVOLINE XLC 50/50 (OF01)

recommandé pour chaque incendie important
dans lequel ce produit est impliqué.

6. MESURES A PRENDRE EN CAS DE DISPERSION ACCIDENTELLE

Procédures en cas d'échappement
ou de fuite du produit

Ventiler la zone. Eviter d'inhaler les vapeurs.
Utiliser un appareil respiratoire autonome ou à
adduction d'air en cas de déversements
importants ou dans des espaces confinés.
Contenir le déversement si possible. Essuyer ou
absorber sur des substances appropriées et
ramasser à la pelle. Empêcher l'arrivée dans les
égouts et les cours d'eau. Eviter le contact avec
la peau, les yeux et les vêtements.

7. MANIPULATION ET STOCKAGE

Manipulation

Réduire les périodes d'exposition aux
températures élevées. Eviter la contamination
par l'eau.

Stockage

Le transport, la manipulation et l'entreposage
doivent se faire conformément aux
réglementations locales en vigueur, et
seulement dans des conteneurs étiquetés
désignés pour ce produit.

Usage(s) spécifique(s)

Pour l'utilisation du produit concerné, veuillez vous
référer au Bulletin d'Information Produit (PIL)

8. CONTROLE DE L'EXPOSITION/PROTECTION INDIVIDUELLE

Protection respiratoire

Les concentrations ambiantes doivent être
tenues à des niveaux aussi bas que possibles.
En cas de génération de vapeurs, brouillards ou
poussières, l'utilisation d'un respirateur
approuvé est appropriée. Un appareil
respiratoire adéquat à adduction d'air doit être
utilisé pour le nettoyage d'importants
déversements ou lors de la pénétration dans
des réservoirs, citernes ou autres espaces
confinés. Voir ci-dessous pour les
concentrations admissibles applicables.

Protection des mains et de la peau

Eviter le contact avec la peau. Gants
recommandés. En cas de contamination, laver
la peau exposée avec de l'eau et du savon.

Protection des yeux

Le port de lunettes de protection contre les

FICHE DE DONNEES DE SECURITE

"VEUILLEZ LIRE CES INFORMATIONS AVEC SOIN
AVANT D'UTILISER OU D'ELIMINER LE PRODUIT

"

33013 HAVOLINE XLC 50/50 (OF01)

Limite d'exposition au produit

produits chimiques est recommandé afin
d'éviter tout contact avec les yeux.
Ethylène glycol : TWA/OEL (8hr) : 50 ppm =
125 mg/m³ ; ACGIH : STEL = 100 mg/m³

9. PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Aspect	Liquide orange
Odeur	Odeur légère
Densité relative	1.0 kg/l @ 15 °C
pH	8.4
Solubilité dans l'eau	100%

10. STABILITE ET REACTIVITE

Conditions à éviter

Sources d'ignition comme flammes, étincelles,
surfaces très chaudes.

Produits à éviter

Eviter le contact avec des oxydants forts.

Produits de décomposition
dangereux

Oxydes de carbone, aldéhydes et cétones.

11. INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES

Aigus

Inhalation

Des concentrations élevées de vapeurs ou
brouillards sont probablement irritants pour les
voies respiratoires et peuvent causer des
nausées, des étourdissements, des maux de
tête et des somnolences.

Contact avec la peau

Légèrement irritant pour la peau.

Contact avec les yeux

Ne cause probablement pas plus qu'une
irritation transitoire ou une rougeur en cas de
contact accidentel avec les yeux.

Ingestion

Dangereux. Provoque des maux de têtes, de la
faiblesse, de la confusion, une perte de
coordination, des étourdissements, des difficultés
de la marche de nausées, des vomissements,
une baisse de la pression sanguine, une
accélération du rythme cardiaque, un oedème
poumonaire, des insuffisances rénales,
l'inconscience, des convulsions et le coma. Les
symptômes peuvent apparaître tardivement. Un
empoisonnement grave peut causer la mort.
L'ingestion répétée peut provoquer des lésions
rénales.

Chroniques

FICHE DE DONNEES DE SECURITE

"VEUILLEZ LIRE CES INFORMATIONS AVEC SOIN
AVANT D'UTILISER OU D'ELIMINER LE PRODUIT

"

33013 HAVOLINE XLC 50/50 (OF01)

Une surexposition répétée peut aggraver une insuffisance rénale existante.

12. INFORMATIONS ECOLOGIQUES

<u>Mobilité</u>	Non déterminé
<u>Persistance et dégradabilité</u>	Selon les critères de la CEE : Considéré facilement biodégradable
<u>Potentiel de bio-accumulation</u>	Ce produit est estimé contenir un faible potentiel de bioconcentrats.
<u>Toxicité aquatique</u>	Estimé de ne pas être toxique pour les espèces aquatiques.
<u>Remarques</u>	Il est peu probable que le déversement de petites quantités aurait des effets adverses sur le fonctionnement d'installations de traitement d'eau. WGK=1

13. CONSIDERATIONS RELATIVES A L'ELIMINATION

<u>Elimination</u>	Rejeter conformément aux législations locales et aux réglementations régissant le rejet des produits chimiques. EWC-Nr. : 16 01 14
--------------------	---

14. INFORMATIONS RELATIVES AU TRANSPORT

Transport	Non réglementé
-----------	----------------

15. INFORMATIONS REGLEMENTAIRES

<u>Classification/Information étiquetage</u>	Sous la directive EEC/67/548 (substances dangereuses) et EEC/1999/45 (préparations dangereuses) : Xn NOCIF
<u>Symbole(notation par une lettre)+Indication du danger</u>	Xn R 22
<u>Phrases de risques</u>	Nocif en cas d'ingestion.
<u>Phrases de securite a usage public</u>	S 2 Conserver hors de la portée des enfants. S 46 En cas d'ingestion, consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette.

FICHE DE DONNEES DE SECURITE

"VEUILLEZ LIRE CES INFORMATIONS AVEC SOIN
AVANT D'UTILISER OU D'ELIMINER LE PRODUIT

"

33013 HAVOLINE XLC 50/50 (OF01)

Phrases de securite a usage industriel

S 36/37 Porter un vêtement de protection et
des gants appropriés.

Composants dangereux

Ethylène-glycol

Xn R 22 Nocif en cas d'ingestion.
Se référer à toute mesure nationale pertinente.

Informations additionelles

16. AUTRES INFORMATIONS

Autres informations

Une consommation aiguë ou chronique de produits contenant de l'éthylène glycol peut provoquer des effets nocifs graves, pouvant entraîner la mort, chez les humains et les animaux. Maintenir hors de portée des enfants. Ces produits ne peuvent être utilisés dans les systèmes d'eaux potables (eau de boisson) ou autres systèmes susceptibles de contaminer l'eau potable (p.ex. véhicules de loisirs, systèmes d'hivernage pour eaux potables). Ne pas transvaser dans des récipients non-étiquetés.

Texte intégral des phrases de risque

Xn R 22 Nocif en cas d'ingestion.
Xn R 63 Risque possible pendant la
grossesse d'effets néfastes pour l'enfant.
3,7,8,16

Des changements ont été apportés à la (aux) section(s) :

Révisée le : 28/06/2004

Remplace la fiche du : 28/06/2004

Toute information contenue dans cette Fiche de Données de Sécurité et, en particulier, les informations portant sur la santé, la sécurité et l'environnement sont aussi précises que le permettent nos connaissances et ce que nous croyons à la date de parution spécifiée. Toutefois, l'entreprise n'accorde aucune garantie ni admission, explicites ou implicites, en ce qui concerne la précision ou l'exhaustivité de telles informations.

Cette Fiche de Données de Sécurité n'a pas été fournie dans l'intention de dispenser les utilisateurs de s'assurer que le produit décrit convient bien à leurs fins propres et que les précautions de sécurité et les conseils d'environnement sont bien adaptées à leurs fins et à leur situation propre. En outre, il est de l'obligation de l'utilisateur d'employer ce produit prudemment et de se conformer à toutes les lois et à tous les règlements applicables à l'utilisation de ce produit.

L'entreprise ne reconnaît aucune responsabilité pour toute blessure, toute perte ou tout dommage qui résulteraient d'un manque de respect des recommandations de sécurité et d'autre nature, contenues dans cette Fiche de Données de Sécurité, ou qui résulteraient de risques inhérents à la nature du matériau ou à une utilisation anormale du matériau.

"Fiche préparée par TEXACO BELGIUM N.V.

Révisée le : 28/06/2004

Remplace la fiche du : 28/06/2004

page : 7 / 8
Pollux6©©

FICHE DE DONNEES DE SECURITE

"VEUILLEZ LIRE CES INFORMATIONS AVEC SOIN
AVANT D'UTILISER OU D'ELIMINER LE PRODUIT

"

33013 HAVOLINE XLC 50/50 (OF01)

Technologiepark - Zwijnaarde 2
B-9052 Gent / Zwijnaarde (Belgium)
Tél. : +32/9/240.73.52
Fax : +32/9/240.73.40"

N°version : 1.05



Nom du produit: MOBILGEAR SHC XMP 320
Date de révision: 09May2005
Page 1 de 8

FICHE DE DONNEES DE SECURITE

RUBRIQUE 1 IDENTIFICATION DU PRODUIT ET DE LA SOCIETE

Cette FDS est conforme aux réglementations françaises à la date de révision ci-dessus.

PRODUIT

Nom du produit: MOBILGEAR SHC XMP 320
Description du produit: Huiles de base et additifs synthétiques
Code de produit: 201560403020, 405413, 610535-60
Emploi prévu: Huile d'engrenages

IDENTIFICATION DE LA SOCIETE

Fournisseur: ESSO Société Anonyme Française
2, rue des Martinets
F-92569 RUEIL-MALMAISON CEDEX
FRANCE

N° de téléphone en cas d'urgence (24h/24) 08 1000 3353
Centre anti-poison national 01 4542 5959 (ORFILA)
N° du fournisseur (standard) +33 1 4710 6000

RUBRIQUE 2 COMPOSITION / INFORMATION SUR LES COMPOSANTS

Substances dangereuses devant être reportées : aucune.

RUBRIQUE 3 IDENTIFICATION DES DANGERS

Ce produit n'est pas classé dangereux, au sens des directives 1999/45/CE ou 67/548/CEE (voir rubrique 15).

DANGERS POUR LA SANTE

Faible niveau de toxicité. Une exposition excessive peut conduire à une irritation respiratoire, des yeux ou de la peau. L'injection à haute pression sous la peau peut causer des lésions graves.

Remarque: Ce produit ne doit pas être utilisé pour un quelconque autre usage que celui indiqué en rubrique 1, sans l'avis d'un expert. Les études de santé ont montré que l'exposition aux produits chimiques peut présenter des risques potentiels pour la santé chez l'homme qui peuvent varier d'une personne à l'autre.

RUBRIQUE 4 MESURES DE PREMIERS SECOURS

INHALATION

Eloigner la personne touchée de la zone d'exposition. Les personnes portant assistance doivent éviter de s'exposer elles-mêmes ou d'exposer d'autres personnes. Employer une protection respiratoire adaptée. En cas d'irritation respiratoire, vertige, nausée ou perte de conscience, obtenir immédiatement une assistance

Nom du produit: MOBILGEAR SHC XMP 320

Date de révision: 09May2005

Page 2 de 8

médicale. En cas d'interruption de la respiration, employer un dispositif mécanique d'assistance respiratoire ou pratiquer le bouche-à-bouche.

CONTACT CUTANE

Si le produit est injecté dans ou sous la peau, ou dans une quelconque autre partie du corps, la personne doit immédiatement faire l'objet d'un examen chirurgical d'urgence par un médecin, quels que soient l'aspect et la taille de la lésion. Bien que les symptômes initiaux de l'injection sous pression puissent être minimes voire inexistant, un traitement chirurgical précoce, dans les heures qui suivent, peut contribuer à réduire grandement l'étendue de la lésion à terme. Laver les zones de contact à l'eau et au savon.

CONTACT AVEC LES YEUX

Rincer abondamment à l'eau. En cas d'irritation, obtenir une assistance médicale.

INGESTION

Ne nécessite normalement pas de premiers secours. Obtenir toutefois des soins médicaux en cas de malaise.

RUBRIQUE 5 MESURES DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

MOYENS D'EXTINCTION

Moyens d'extinction appropriés: Utiliser de l'eau pulvérisée, de la mousse, de la poudre sèche ou du dioxyde de carbone (CO₂) pour éteindre les flammes.

Moyens d'extinction inappropriés: Jets d'eau directs.

LUTTE CONTRE L'INCENDIE

Instructions de lutte contre l'incendie: Evacuer la zone. Empêcher l'écoulement des produits de lutte contre l'incendie vers les circuits d'eau potable et les égouts. Les pompiers doivent utiliser un équipement de protection standard et dans les espaces confinés un appareil respiratoire individuel (ARI). Utiliser de l'eau pulvérisée pour refroidir les surfaces exposées au feu et pour protéger le personnel.

Produits de combustion dangereux: Aldéhydes, Fumée et vapeurs, Oxydes de carbone, Sous-produits de combustion incomplète

PROPRIETES D'INFLAMMABILITE

Point d'éclair [Méthode]: 205°C (401°F) [ASTM D-93]

Limites d'inflammabilité (Pourcentage volumique approximatif dans l'air): LEL: 0.9 UEL: 7.0

Température d'auto-inflammation: N/D

RUBRIQUE 6 MESURES APRES FUITE OU DEVERSEMENT ACCIDENTEL

PROCEDURES DE NOTIFICATION

En cas de déversement ou de dispersion accidentelle, informer les autorités compétentes conformément aux réglementations en vigueur.

GESTION DES DEVERSEMENTS

Déversement terrestre: Stopper la fuite si cela peut se faire sans risque. Recueillir par pompage ou avec un

absorbant adapté.

Déversement dans l'eau: Contenir immédiatement le déversement à l'aide de barrages flottants. Stopper la fuite si cela peut se faire sans risque. Avertir les autres navires. Eliminer de la surface par écrémage ou à l'aide d'absorbants appropriés. Demander conseil à un spécialiste avant d'utiliser des agents dispersants.

Les recommandations concernant les déversements terrestres et dans l'eau sont basées sur le scénario de déversement le plus probable pour ce produit ; toutefois, les conditions géographiques, le vent, la température (et dans le cas d'un déversement dans l'eau) le courant et la direction du courant ainsi que la vitesse peuvent grandement influencer les actions appropriées à entreprendre. Pour cette raison, les experts locaux doivent être consultés. Note : Les réglementations locales peuvent prescrire ou limiter les actions à entreprendre.

MESURES DE PRECAUTIONS POUR L'ENVIRONNEMENT

Déversements importants : Endiguer à bonne distance du déversement en vue d'une récupération et d'une élimination ultérieures. Empêcher tout écoulement dans les cours d'eau, égouts, sous-sols ou espaces clos.

RUBRIQUE 7

MANIPULATION ET STOCKAGE

MANIPULATION

Empêcher les petits déversements et les fuites pour éviter les glissades.

Accumulateur de charges statiques: Ce produit accumule l'électricité statique.

STOCKAGE

Ne pas entreposer dans des conteneurs ouverts ou non étiquetés.

RUBRIQUE 8

CONTROLE DE L'EXPOSITION / PROTECTION INDIVIDUELLE

Des limites/normes d'exposition pour les matériaux pouvant se former lors de la manipulation de ce produit :

En cas de formation de brouillards ou d'aérosols, les valeurs suivantes sont recommandées : 1 mg/m³ - INRS/CRAM
Valeur Moyenne d'Exposition (VME); 5 mg/m³ - ACGIH TLV; 10 mg/m³ - ACGIH STEL.

Note : Des renseignements sur les procédures de surveillance recommandées peuvent être obtenus auprès des agences ou instituts suivants :

RU Health and Safety Executive (HSE) Allemagne Berufsgenossenschaftliches Institut für
Arbeitssicherheit (BIA) France Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS)

MESURES D'ORDRE TECHNIQUE

Le niveau de protection et les types de contrôle nécessaires varieront selon les conditions d'exposition potentielles. Mesures de contrôle à envisager:

Aucune exigence particulière dans les conditions normales d'utilisation avec une ventilation suffisante.

PROTECTION INDIVIDUELLE

Les choix des équipements de protection individuelle dépendent des conditions d'exposition potentielles,

Nom du produit: MOBILGEAR SHC XMP 320

Date de révision: 09May2005

Page 4 de 8

notamment en fonction de l'application, des pratiques de manipulation, de la concentration et de la ventilation. Les renseignements ci-dessous relatifs au choix des équipements de protection sont basés sur l'utilisation normale prévue de ce produit.

Protection respiratoire: Si les mesures techniques ne permettent pas de maintenir les concentrations de contaminants présents dans l'air à un niveau permettant de protéger la santé des travailleurs, le port d'un appareil respiratoire agréé peut s'avérer être nécessaire. Le choix de l'appareil respiratoire, son utilisation et son entretien doivent être en conformité avec les recommandations réglementaires lorsqu'elles s'appliquent. Les différents types d'appareils respiratoires à envisager sont:

Aucune exigence particulière dans les conditions normales d'utilisation avec une ventilation suffisante.

En présence de concentrations élevées dans l'air, utiliser un appareil respiratoire autonome agréé. Les appareils respiratoires à bouteille destinés à l'évacuation peuvent être indiqués lorsque les niveaux d'oxygène sont trop faibles, les niveaux de détection des gaz/vapeur sont bas ou si la capacité des filtres purificateurs d'air peut être dépassée.

Protection des mains: Tout renseignement spécifique sur les gants est fourni sur la base des publications existantes et des données fournies par les fabricants de gants. Les conditions de travail peuvent grandement affecter la durée maximale d'utilisation des gants ; contrôler et remplacer les gants endommagés. Les types de gants à envisager pour ce produit sont notamment:

Aucune protection n'est habituellement nécessaire dans des conditions normales d'utilisation.

Protection des yeux: Lorsque le contact avec le produit est possible, le port de lunettes de sécurité à écrans latéraux est recommandé.

Protection de la peau et du corps: Tout renseignement spécifique sur les vêtements est fourni sur la base des publications existantes et des données fournies par les fabricants de vêtements. Les types de tenues à envisager pour ce produit sont notamment:

Aucune protection de la peau n'est habituellement nécessaire dans des conditions normales d'utilisation. Prendre des précautions pour éviter le contact cutané, en appliquant les bonnes pratiques d'hygiène industrielle.

Mesures d'hygiène spécifiques: Toujours adopter de bonnes pratiques d'hygiène personnelle, telles que se laver après avoir manipulé le produit et avant de manger, de boire ou de fumer. Nettoyer régulièrement la tenue de travail et l'équipement de protection pour éliminer les contaminants. Mettre au rebut les vêtements et les chaussures contaminées qui ne peuvent pas être nettoyées. Pratiquer un bon nettoyage.

MESURES D'ORDRE ENVIRONNEMENTAL

Voir rubriques 6, 7, 12, 13.

RUBRIQUE 9

PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Les propriétés physiques et chimiques typiques sont indiquées ci-dessous. Pour de plus amples informations, consulter le fournisseur indiqué en Rubrique 1.

INFORMATIONS GENERALES

Etat physique: liquide

Couleur: Ambre

Odeur: Caractéristique

Seuil olfactif: N/D



Nom du produit: MOBILGEAR SHC XMP 320
Date de révision: 09May2005
Page 5 de 8

INFORMATION IMPORTANTE CONCERNANT LA SANTE, LA SECURITE ET L'ENVIRONNEMENT

Densité (à 15.6 °C): 0.86
Point d'éclair [Méthode]: 205°C (401°F) [ASTM D-93]
Limites d'inflammabilité (Pourcentage volumique approximatif dans l'air): LEL: 0.9 UEL: 7.0
Température d'auto-inflammation: N/D
Point d'ébullition / Intervalle: > 316°C (600°F)
Densité de vapeur (air = 1): > 2 à 101 kPa
Tension de vapeur: < 0.013 kPa (0.1 mm Hg) à 20°C
Taux d'évaporation (Acétate de n-butyle = 1): N/D
pH: N/A
Log Pow (coefficient de répartition n-octanol/eau): N/D
Solubilité dans l'eau: Négligeable
Viscosité: 335 cSt (335 mm²/s) à 40°C | 38.3 cSt (38.3 mm²/s) à 100°C
Propriétés oxydantes: Voir les rubriques 3, 15, 16.

AUTRES INFORMATIONS

Point de congélation: N/D
Point de fusion: N/A
Point d'écoulement: -32°C (-26°F)
Extrait DMSO (huile minérale seulement), IP-346: < 3 % pds

RUBRIQUE 10 STABILITE ET REACTIVITE

STABILITE: Le produit est stable dans les conditions normales.

CONDITIONS A EVITER: Chaleur excessive. Sources d'ignition de haute énergie

MATERIAUX A EVITER: Oxydants forts

PRODUITS DE DECOMPOSITION DANGEREUX: Produit ne se décomposant pas à température ambiante.

POLYMERISATION DANGEREUSE: Ne devrait pas se produire.

RUBRIQUE 11 INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES

TOXICITE AIGUE

Voie d'exposition	Conclusion / Remarques
INHALATION	
Toxicité (Rat): CL50 > 5000 mg/m ³	Faiblement toxique. Basé sur des données expérimentales relatives à des produits de structure semblable.
Irritation: Données disponibles	Des températures élevées une action mécanique peuvent produire des vapeurs, brouillards ou émanations susceptibles d'être irritants pour les yeux, le nez, la gorge ou les poumons. Basé sur l'évaluation des composants.
INGESTION	
Toxicité (Rat): DL50 > 2000 mg/kg	Faiblement toxique. Basé sur des données expérimentales relatives à des produits de structure semblable.
PEAU	
Toxicité (Lapin): DL50 > 2000 mg/kg	Faiblement toxique. Basé sur des données expérimentales relatives à des produits de structure semblable.

Irritation (Lapin): Données disponibles	Irritation cutanée négligeable à température ambiante. Basé sur des données expérimentales relatives à des produits de structure semblable.
YEUX	
Irritation (Lapin): Données disponibles	Peut causer une gêne oculaire légère et passagère. Basé sur des données expérimentales relatives à des produits de structure semblable.

EFFETS CHRONIQUES/AUTRES

Pour le produit lui-même:

L'exposition prolongée ou répétée peut provoquer une irritation de la peau, des yeux ou des voies respiratoires.

Contient:

Huiles de base de synthèse: sur la base d'études en laboratoire sur des produits similaires, ne causent pas d'effets significatifs pour la santé dans des conditions normales d'utilisation. Non mutagène ni génotoxique. Non sensibilisant lors de tests sur animaux et humains. Huile de base fortement raffinée: Non cancérigène lors d'études sur l'animal. Le produit représentatif passe positivement le test d'Ames modifié, l'IP-346, et/ou autres tests de dépistage. Des études dermales et d'inhalation ont mis en évidence des effets minimes; une infiltration non spécifique des cellules immunitaires dans les poumons, une déposition de l'huile et une formation de granulome minime. Non sensibilisant dans les tests sur animaux.

Information complémentaire disponible sur demande.

RUBRIQUE 12 INFORMATIONS ECOLOGIQUES

Les informations fournies sont basées sur les données disponibles sur le produit, sur ses composants et sur des produits similaires.

ECOTOXICITE

Produit -- Probablement non nocif pour les organismes aquatiques.

MOBILITE

Composant d'huile de base -- Peu soluble, flotte et va probablement migrer de l'eau vers la terre. Va se répartir entre les sédiments et la phase solide des eaux usées.

PERSISTENCE ET DEGRADABILITE

Biodégradation:

Composant d'huile de base -- Probablement intrinsèquement biodégradable.

POTENTIEL DE BIOACCUMULATION

Composant d'huile de base -- Présente un risque de bioaccumulation, toutefois métabolisme et propriétés physiques peuvent réduire la bioconcentration et limiter la biodisponibilité.

RUBRIQUE 13 CONSIDERATIONS RELATIVES A L'ELIMINATION

Les recommandations pour l'élimination concernent le produit tel qu'il est fourni. L'élimination doit se faire



Nom du produit: MOBILGEAR SHC XMP 320
Date de révision: 09May2005
Page 7 de 8

conformément aux lois et réglementations en vigueur et en fonction des caractéristiques du produit au moment de l'élimination.

CONSEILS RELATIFS A L'ELIMINATION

Ce produit peut être utilisé comme combustible dans une chaudière contrôlée, ou éliminé par incinération contrôlée à très hautes températures afin d'empêcher la formation de produits de combustion indésirables.

INFORMATIONS REGLEMENTAIRES RELATIVES A L'ELIMINATION

Code de déchet européen: 13 02 06

NOTE: ces codes sont attribués sur la base des emplois les plus courants de ce produit et peuvent ne pas prendre en compte des contaminants résultant de l'utilisation effective. Les producteurs de déchets doivent évaluer le procédé réel générant le déchet et ses contaminants de façon à assigner le code déchet adéquat.

Ce produit est classé comme déchet dangereux selon la directive 91/689/CE sur les déchets dangereux et est soumis aux clauses de cette directive à moins que l'article 1(5) ne s'applique.

Mise en garde concernant les emballages vides (le cas échéant) : Les emballages vides peuvent contenir des résidus et être dangereux. NE PAS METTRE SOUS PRESSION, COUPER, SOUDER, BRASER, PERCER, MEULER NI EXPOSER CES EMBALLAGES À LA CHALEUR, AUX FLAMMES, AUX ETINCELLES, A L'ELECTRICITE STATIQUE OU A D'AUTRES SOURCES D'IGNITION; ILS POURRAIENT EXPLOSER ET BLESSER OU TUER. Ne pas essayer de remplir ou de nettoyer car le résidu est difficile à éliminer. Les fûts vides doivent être complètement égouttés, correctement fermés et rapidement retournés chez un reconditionneur. Tous les emballages doivent être éliminés de manière à sauvegarder l'environnement et en conformité avec les réglementations en vigueur.

RUBRIQUE 14 INFORMATIONS RELATIVES AU TRANSPORT

TERRE (ADR/RID) : Non réglementé pour le transport terrestre

VOIE NAVIGABLE INTERIEURE (ADNR) : Non réglementé pour le transport par voies navigables intérieures

MER (IMDG) : Non réglementé pour le transport maritime selon le code IMDG

AIR (IATA) : Non réglementé pour le transport aérien

RUBRIQUE 15 INFORMATIONS REGLEMENTAIRES

Ce produit n'est pas classé dangereux, au sens de la directive 99/45/CE ou 67/548/CEE (voir rubrique 15)

ETIQUETAGE UE : Non réglementé selon les directives CE.

STATUT REGLEMENTAIRE ET LOIS ET REGLEMENTATIONS APPLICABLES

Conforme aux exigences nationales/régionales suivantes en matière d'inventaire chimique: EINECS,



Nom du produit: MOBILGEAR SHC XMP 320
Date de révision: 09May2005
Page 8 de 8

TSCA

Lois et réglementations nationales:

Maladies à caractère professionnel: n°15, n°12, n°01

Maladies professionnelles: n°36, n°49, n°49 bis, n°55

RUBRIQUE 16

AUTRES INFORMATIONS

N/D = Non déterminé, N/A = Non applicable, Sans objet

LES REVISIONS SUIVANTES ONT ETE FAITES DANS CETTE FICHE DE DONNEES DE SECURITE:

Aucune information sur la révision n'est disponible.

Les informations et recommandations figurant dans ce document sont, à la connaissance d'ExxonMobil, exactes et fiables à la date de publication. Vous pouvez contacter ExxonMobil pour vous assurer que ce document est le plus récent disponible édité par ExxonMobil. Ces informations et les recommandations sont mises, pour prise en compte et examen, à la disposition de l'utilisateur. Il est de la responsabilité de celui-ci de s'assurer que le produit convient à l'utilisation qu'il en prévoit. Si l'acheteur reconditionne ce produit, il est de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer que les informations concernant la santé, la sécurité et les autres informations nécessaires figurent avec et/ou sur le conteneur. Les mises en garde et les procédures pour manipuler en toute sécurité doivent être fournies aux utilisateurs et manipulateurs. L'altération de ce document est strictement interdite. Sous réserve de dispositions légales statuant autrement, la republication ou la retransmission de ce document, en totalité ou partie, n'est pas permise. Le terme "ExxonMobil" est utilisé pour des raisons de commodité, et peut faire référence à une ou plusieurs sociétés, telles que ExxonMobil Chemical Company, Exxon Mobil Corporation ou toute société affiliée dans laquelle serait détenu un intérêt direct ou indirect.

À usage interne seulement

MHC: 0, 0, 0, 0, 0, 1

PPEC: A

DGN: 2008998XFR (548975)

Fiche de données de sécurité



SECTION 1 IDENTIFICATION DU PRODUIT ET DE LA SOCIÉTÉ

RANDO WM 32

Utilisation du produit: Huile hydraulique

Numéro(s) produit: 001793

Identification de l'entreprise

Chevron Belgium NV

Technologiepark-Zwijnaarde 2

B-9052 Gent

Belgium

Réponse aux urgences liées au transport

Europe: 0044/(0)18 65 407333

Urgence sanitaire

Europe: 0044/(0)18 65 407333

Centre antipoison: Belgique : 0032/(0)70 245 245

Informations sur le produit

courriel : eumspd@chevron.com

Numéro de télécopieur: 0032/(0)9 240 72 22

Centre antipoison: 0032/(0)70 245 245

SECTION 2 IDENTIFICATION DES DANGERS

CLASSIFICATION: Non classé dangereux en vertu des indications réglementaires de l'UE.

EFFETS IMMÉDIATS SUR LA SANTÉ

Oeil: N'est pas présumé causer d'irritation prolongée ou significative aux yeux.

Peau: Le contact avec la peau n'est pas présumé nocif. Informations concernant les équipements sous haute pression : Si ce produit est accidentellement injecté à grande vitesse sous la peau, il peut causer des lésions graves. Après un accident de ce type, obtenir des soins médicaux le plus rapidement possible. Immédiatement après l'accident, la blessure sur le site d'injection ne paraît pas toujours grave, mais si aucun traitement n'est administré, le membre affecté risque une déformation ou l'amputation.

Ingestion: Non présumé nocif en cas d'ingestion.

Inhalation: Non présumé nocif par inhalation. Contient de l'huile minérale à base de pétrole. Peut causer une irritation respiratoire ou d'autres effets sur les poumons après une inhalation prolongée ou répétée des brouillards en suspension dépassant les limites d'exposition admissibles pour les brouillards d'huile minérale. Les symptômes d'une irritation respiratoire sont une toux et des difficultés respiratoires.

EFFETS RETARDÉS OU AUTRES SUR LA SANTÉ: Non classé.

EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT: Non classé.

SECTION 3 COMPOSITION / INFORMATION SUR LES COMPOSANTS

COMPOSANTS	NUMÉRO CE	SYMBOLE / PHRASES DE RISQUES	QUANTITÉ
Huile minérale très raffinée (C15 - C50)	*	Aucun	75.00 - 85.00 % pondéral
distillats moyens (pétrole), hydrodésulfurés	265-183-3	R10, Xn/R65, R66	3.00 - 9.99 % pondéral

*Contient un ou plusieurs des numéros EINECS suivants : 265-090-8, 265-091-3, 265-096-0, 265-097-6, 265-098-1, 265-101-6, 265-155-0, 265-156-6, 265-157-1, 265-158-7, 265-159-2, 265-160-8, 265-161-3, 265-166-0, 265-169-7, 265-176-5, 276-735-8, 276-736-3, 276-737-9, 276-738-4, 278-012-2. Le texte complet de toutes les phrases R figure en Section 16.

SECTION 4 MESURES DE PREMIERS SECOURS

Oeil: Aucune mesure de premiers secours particulière n'est requise. À titre préventif, enlever les verres de contact s'il y a lieu, puis rincer les yeux sous l'eau.

Peau: Aucune mesure de premiers secours particulière n'est requise. À titre préventif, enlever les chaussures et vêtements qui ont été souillés. Pour enlever ce produit de la peau, utiliser de l'eau et du savon. Mettre au rebut les chaussures et vêtements souillés ou les nettoyer avec soin avant toute réutilisation.

Ingestion: Aucune mesure de premiers secours particulière n'est requise. Ne pas faire vomir. À titre préventif, obtenir un avis médical.

Inhalation: Aucune mesure de premiers secours particulière n'est requise. En cas d'exposition à une quantité excessive de produit en suspension dans l'air, amener la victime à l'air frais. En cas de toux ou de difficultés respiratoires, obtenir des soins médicaux.

SECTION 5 MESURES DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

Les fuites/ruptures dans un système haute pression contenant des produits de ce type peuvent causer un incendie si elles se produisent à proximité de sources d'inflammation (flamme nue, veilleuses, étincelles, arcs électriques, etc.).

PROPRIÉTÉS D'INFLAMMABILITÉ:

Point d'éclair: (Vase ouvert Cleveland) > 150 °C (> 302 °F)

Auto-inflammation: Non disponible

Limites d'inflammabilité (d'explosivité) (% volumique dans l'air): Inférieure: Non disponible Supérieure: Non disponible

MOYENS D'EXTINCTION: Éteindre les flammes avec de l'eau pulvérisée, de la mousse, de la poudre chimique ou du dioxyde de carbone (CO₂).

PROTECTION DES POMPIERS:

Instructions de lutte contre l'incendie: Ce produit peut brûler, même s'il ne s'enflamme pas facilement. En cas d'incendie impliquant ce produit, ne pas entrer dans une zone d'incendie close ou confinée sans un équipement protecteur approprié, comprenant notamment un appareil respiratoire autonome.

Produits de combustion: Dépend fortement des conditions de combustion. Si ce produit entre en combustion, il peut dégager un mélange complexe de solides en suspension dans l'air, de liquides et de gaz, notamment du monoxyde de carbone, du dioxyde de carbone et des composés organiques non identifiés. La combustion peut produire des oxydes de : sulfure d'hydrogène, Alkylmercaptans .

SECTION 6 MESURES À PRENDRE EN CAS DE DISPERSION ACCIDENTELLE

Mesures de protection: Éliminer toutes les sources d'inflammation à proximité des substances déversées.

Gestion des déversements: Si cela peut être fait sans risque, interrompre le déversement. Endiguer le déversement de façon à empêcher une contamination accrue du sol, de l'eau de surface et des nappes souterraines. Nettoyer le déversement le plus tôt possible, en prenant les précautions figurant sous « Contrôle de l'exposition/protection individuelle ». Utiliser des techniques de nettoyage appropriées, comme le pompage ou l'application de matériaux absorbants et incombustibles. Lorsque cela est faisable et approprié, enlever la terre contaminée. Placer les produits contaminés dans des récipients jetables, puis jeter conformément à la réglementation en vigueur.

Déclaration: Signaler les déversements aux autorités compétentes, conformément à la réglementation en vigueur.

SECTION 7 MANIPULATION ET STOCKAGE

Emploi spécifique : Huile hydraulique

Renseignements généraux sur la manutention: Éviter toute contamination du sol et tout déversement de ce produit dans un système d'égouts ou de drainage, ainsi que dans une étendue d'eau.

Danger statique: Lors de la manipulation de ce produit, une charge électrostatique peut s'accumuler et engendrer une situation dangereuse. Pour minimiser ce risque, des mesures de liaison et de mise à la terre peuvent s'avérer nécessaires mais ne pas être suffisantes à elles seules. Examiner toutes les opérations susceptibles de causer la production et l'accumulation d'une charge électrostatique et/ou d'une atmosphère inflammable (notamment remplissage de cuve ou récipient, remplissage au jet, nettoyage de cuve, sondage, alternance de contenus, filtrage, mélange, agitation et utilisation de camions-citernes sous vide) et adopter des mesures d'atténuation appropriées.

Avertissements sur les récipients: Le récipient n'est pas conçu pour un contenu sous pression. Ne pas utiliser de pression pour vider le récipient car il risquerait de se rompre avec une force explosive. Les récipients vides contiennent des résidus de produit (solides, liquides et/ou vapeurs) et peuvent être dangereux. Ne pas pressuriser, couper, souder, braser, perforer, meuler ou exposer ces récipients à la chaleur, aux flammes, aux étincelles, à l'électricité statique à d'autres sources d'inflammation. Ils peuvent exploser et causer des blessures. Les fûts vides doivent être complètement vidés, correctement obturés et rapidement renvoyés à un centre de reconditionnement des fûts ou éliminés comme il se doit.

SECTION 8 CONTRÔLE DE L'EXPOSITION / PROTECTION INDIVIDUELLE

GÉNÉRALITÉS:

Lors de la conception des mesures d'ordre technique et du choix de l'équipement de protection individuelle, tenir compte des dangers potentiels de ce produit (voir Section 3), des limites d'exposition pertinentes, des activités d'exploitation et des autres substances sur le lieu de travail. Si les mesures d'ordre technique ou les pratiques de travail ne suffisent pas à éviter l'exposition à des niveaux nocifs de ce produit, le port de l'équipement de protection individuelle indiqué ci-dessous est conseillé. L'utilisateur doit lire et comprendre toutes les instructions et restrictions fournies avec l'équipement, dans la mesure où la protection est habituellement assurée pendant une durée limitée ou dans certaines circonstances. Se reporter aux normes CEN pertinentes.

MESURES TECHNIQUES:

Utiliser dans un endroit bien ventilé.

ÉQUIPEMENT DE PROTECTION INDIVIDUELLE

Protection des yeux et du visage: Aucune protection oculaire spéciale n'est normalement requise. S'il y a des risques d'éclaboussures, il est prudent de porter des lunettes de sécurité avec protections latérales.

Protection cutanée: Aucune tenue protectrice n'est normalement requise. Lorsqu'il y a des risques d'éclaboussures, choisir une tenue protectrice adaptés aux opérations effectuées, aux exigences physiques et aux autres substances sur le lieu de travail. Les matériaux suggérés pour les gants de protection sont les suivants : Néoprène, Caoutchouc nitrile.

Protection respiratoire: Aucune protection respiratoire spéciale n'est normalement requise. Si les activités génèrent des brouillards d'huile, déterminer si les concentrations atmosphériques sont inférieures à la limite d'exposition professionnelle s'appliquant aux brouillards d'huile. Si ce n'est pas le cas, porter un appareil respiratoire homologué offrant une protection adéquate contre les concentrations mesurées de ce produit. Sur des appareils respiratoires à purification d'air, utiliser une cartouche-filtre pour particules.

Limites d'exposition professionnelle:

Composant	Pays/ Agence	TWA	STEL	Plafond	Notation
Huile minérale très raffinée (C15 - C50)	Belgique	5 mg/m3	10 mg/m3	--	--

SECTION 9 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Attention : Les données ci-dessous sont des valeurs typiques et ne constituent pas une caractéristique.

Couleur: Clair à brun

État physique: Liquide

Odeur: Odeur de pétrole

pH: Non disponible

Tension de vapeur: Non disponible

Densité de vapeur (air = 1): Non disponible

Point d'ébullition: Non disponible

Solubilité: Insoluble dans l'eau.

Point de congélation: Non disponible

Masse volumique: 0.9 kg/l

Viscosité: >28mm²/s

Taux d'évaporation: Non disponible

SECTION 10 STABILITÉ ET REACTIVITÉ

Stabilité chimique: Ce produit est considéré stable dans des conditions de température et de pression normales et celles prévues pour le stockage et la manutention.

Incompatibilité avec d'autres produits: Peut réagir au contact d'agents oxydants forts, tels que chlorates, nitrates, peroxydes, etc.

Produits de décomposition dangereux: Aucun connu (Aucun présumé)

Polymérisation dangereuse: Aucune polymérisation dangereuse ne se produit.

SECTION 11 INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES

EFFETS IMMÉDIATS SUR LA SANTÉ

Irritation oculaire: Le risque d'irritation oculaire est basé sur l'évaluation de données disponibles sur des produits similaires ou sur les composants du produit.

Irritation cutanée: Le risque d'irritation cutanée est basé sur l'évaluation de données disponibles sur des produits similaires ou sur les composants du produit.

Sensibilisation cutanée: Le risque de réaction cutanée est basé sur l'évaluation de données disponibles sur des produits similaires ou sur les composants du produit.

Toxicité cutanée aiguë: Le risque de toxicité aiguë par absorption cutanée est basé sur l'évaluation de données disponibles sur des produits similaires ou sur les composants du produit.

Toxicité orale aiguë: Le risque de toxicité aiguë par absorption orale est basé sur l'évaluation de données disponibles sur des produits similaires ou sur les composants du produit.

Toxicité aiguë par inhalation: Le risque de toxicité aiguë par inhalation est basé sur l'évaluation de données disponibles sur des produits similaires ou sur les composants du produit.

INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES SUPPLÉMENTAIRES:

Conformément à la Directive 94/69/CE (21e APT de la DSD), Note L, référence IP 346/92 : « Méthode d'extraction au DMSO », nous avons déterminé que les huiles de base utilisées dans cette préparation ne sont pas cancérogènes.

SECTION 12 INFORMATIONS ÉCOLOGIQUES

ÉCOTOXICITÉ

Cette substance n'est pas présumée nocive pour les organismes aquatiques. Le produit n'a pas été testé. La déclaration a été déduite des propriétés de ses composants individuels.

MOBILITÉ

Non disponible.

PERSISTENCE ET DÉGRADABILITÉ

Cette substance n'est pas présumée facilement biodégradable. Le produit n'a pas été testé. La déclaration a été déduite des propriétés de ses composants individuels.

POTENTIEL DE BIO-ACCUMULATION

Facteur de Bioconcentration (FBC): Non disponible.

Coefficient de Partage Octanol-Eau (Kow): Non disponible

SECTION 13 CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ÉLIMINATION

Utiliser le produit conformément à son usage prévu et recycler si possible. Des services de collecte de produits pétroliers sont disponibles pour récupérer et éliminer les huiles usagées. Placer les produits contaminés dans des récipients appropriés, puis éliminer conformément à la réglementation en vigueur. Pour connaître les méthodes agréées de recyclage et d'élimination, contacter un représentant commercial ou les autorités sanitaires locales.

La codification selon le Catalogue européen des déchets (C.E.D.) est la suivante :13 01 10

SECTION 14 INFORMATIONS RELATIVES AU TRANSPORT

La description présentée peut ne pas s'appliquer à toutes les expéditions. Se reporter aux exigences supplémentaires de description (nom technique, par ex.) et aux exigences d'expédition propres au mode de transport ou à la quantité des réglementations sur les marchandises dangereuses pertinentes.

Description d'expédition ADR/RID : NON RÉGLEMENTÉ EN TANT QUE MARCHANDISE DANGEREUSE POUR LE TRANSPORT AU TITRE DE L'ADR

Description d'expédition ICAO/IATA : NON RÉGLEMENTÉ EN TANT QUE MARCHANDISE DANGEREUSE POUR LE TRANSPORT AU TITRE DE L'ICAO

Description d'expédition OMI/IMDG : NON RÉGLEMENTÉ EN TANT QUE MARCHANDISE DANGEREUSE POUR LE TRANSPORT AU TITRE DU CODE IMDG

SECTION 15 INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES**LISTES RÉGLEMENTAIRES RECHERCHÉES:**

01=Directive UE 76/769/CEE : Limitations de la mise sur le marché et de l'emploi de certaines substances dangereuses.

02=Directive UE 90/394/CEE : Agents cancérigènes au travail.

03=Directive UE 92/85/CEE : Travailleuses enceintes ou allaitantes.

04=Directive UE 96/82/CE (Seveso II) : Article 9.

05=Directive UE 96/82/CE (Seveso II) : Articles 6 et 7.

06=Directive UE 98/24/CE : Agents chimiques sur le lieu de travail.

Les composants suivants de ce produit figurent sur les listes réglementaires indiquées.

distillats moyens (pétrole), hydrodésulfurés 01, 02, 03, 06

INVENTAIRES DE PRODUITS CHIMIQUES:

Tous les composants sont conformes aux exigences suivantes en matière d'inventaire chimique : AICS (Australie), LIS (Canada), EINECS (Union européenne), IECSC (Chine), KECI (Corée), PICCS (Philippines), TSCA (États-Unis).

CLASSIFICATION - ÉTIQUETAGE:

En vertu des critères de la directive 67/548/CEE (substances dangereuses) et 1999/45/CEE (préparations dangereuses) : Non classé

SECTION 16 AUTRES INFORMATIONS

AVIS DE RÉVISION: Cette révision réactualise les sections suivantes de cette fiche de données de sécurité : 2,3,10,16

Date de révision: JANVIER 06, 2010

Texte intégral des phrases R :

R10 ; Inflammable.

R65 ; Nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion.

R66 ; L'exposition répétée peut provoquer dessèchement ou gerçures de la peau.

ABRÉVIATIONS SUSCEPTIBLES D'AVOIR ÉTÉ UTILISÉES DANS CE DOCUMENT:

TLV - Valeur limite d'exposition (TLV)	TWA - Moyenne pondérée dans le temps
STEL - Limite d'exposition à court terme	PEL - Limite d'exposition admissible (PEL)

CVX - Chevron

CAS - Numéro du Chemical Abstract Service

Préparé selon les critères de Réglementation UE 1907/2006 par Chevron Energy Technology Company, 100 Chevron Way, Richmond, California 94802.

Les informations ci-dessus sont basées sur les données dont nous avons connaissance et sont présumées exactes à la date de publication des présentes. Attendu que ces informations peuvent être utilisées dans des conditions échappant à notre contrôle et que nous pouvons ne pas connaître et attendu que des données apparues après les présentes peuvent suggérer des modifications de ces informations, nous déclinons toute responsabilité quant aux résultats de son utilisation. Ces renseignements sont fournis à la condition que les personnes qui en prennent connaissance déterminent elles-mêmes si le produit convient pour l'usage considéré.

ANNEXE 10 : SCHEMA UNIFILAIRE

