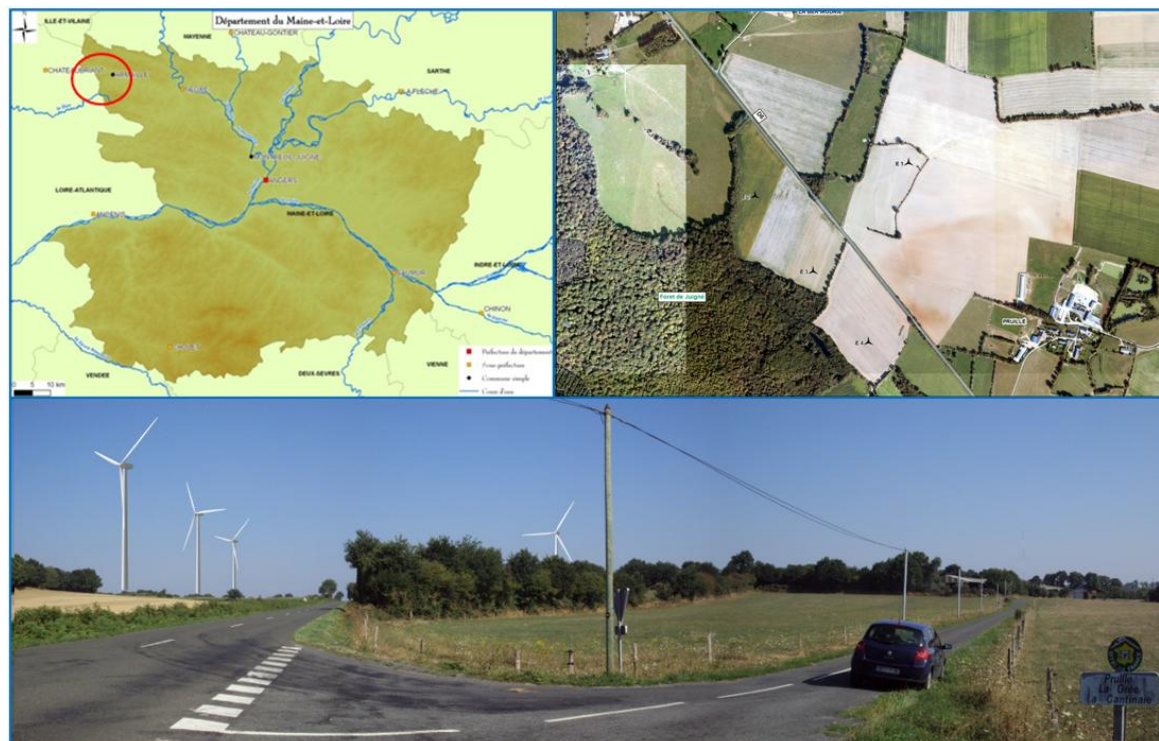


# RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS

## Projet éolien des Landes de Pruillé Commune d'Armaillé, Maine et Loire (49)



Annexe J de la demande d'autorisation d'exploiter

*Futures Energies Landes de Pruillé*

**GDF SUEZ**

- Décembre 2013 -



### Futures Energies Landes de Pruillé

SAS à associé unique et capital variable de 40 000 euros

2, place Samuel de Champlain

92400 Courbevoie – France

<i>Nom Prénom</i>	<i>Société</i>	<i>Fonction</i>	<i>Dernier diplôme obtenu</i>
<i>Agathe DU PLESSIS</i>	<i>FUTURES ENERGIES</i>	<i>Juriste</i>	<i>Master droit privé-droit notarial Université de Rennes 1</i>
<i>Claire LEBAS</i>	<i>FUTURES ENERGIES</i>	<i>Responsable antenne ouest</i>	<i>Mastère spécialisé « Evaluation environnementale et conduite de projet » Ecole supérieure d'Agriculture d'Angers</i>
<i>Vianney DIGUERHER</i>	<i>FUTURES ENERGIES</i>	<i>Chef de projets</i>	<i>Magistère Matériaux et Entreprises Université Rennes 1</i>
<i>Hélène DERSOIR</i>	<i>FUTURES ENERGIES</i>	<i>Chef de projets</i>	<i>Ingénieur en Agriculture, Ecole Supérieur d'Agriculture d'Angers</i>
<i>Nicolas POSTIC</i>	<i>FUTURES ENERGIES</i>	<i>Chef de projets</i>	<i>Master Environmental Policy Sciences Po Paris</i>
<i>Alexandre CHAILLOUX</i>	<i>FUTURES ENERGIES</i>	<i>Cartographe SIGiste</i>	<i>DESS en Géomatique Université d'Orléans</i>
<i>Gwenael SEVENO</i>	<i>FUTURES ENERGIES</i>	<i>Chef d'agence ouest</i>	<i>Ingénieur généraliste-EI CESI EI CESI Saint-Nazaire</i>

Le présent résumé non technique a été réalisé et mis en forme par :

### GDF SUEZ Futures Energies

Antenne Ouest

Bâtiment le Nautilus

14, rue du Sous-marin Vénus

56100 Lorient – France

☎ : 02 97 88 35 20

## Sommaire

<b>Futures Energies Landes de Pruillé</b> .....	1
Sommaire .....	4
PRESENTATION ET SITUATION DU PROJET .....	5
CONTEXTE ET ENJEUX.....	6
SYNTHESE DE L'ETUDE DE DANGERS.....	7
1. Identification et localisation des enjeux au parc éolien.....	7
1.1. Définition du périmètre .....	7
1.2. Identification des enjeux du site d'implantation .....	7
1.3. Synthèse des enjeux identifiés.....	8
2. Principe général de fonctionnement des éoliennes .....	9
3. Identification des potentiels de dangers.....	9
3.1. Potentiels de danger liés à l'environnement naturel et technologique ....	9
3.2. Potentiels de dangers liés aux produits .....	11
4. Analyse des risques .....	11
4.1. Analyse des retours d'expériences .....	11
4.2. Recensement des agressions externes potentielles .....	12
4.3. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques .....	14
5. Etude détaillée des risques .....	15
5.1. Rappel des définitions.....	15
5.2. Synthèse de l'étude détaillée des risques.....	17
6. Description des mesures générales de prévention et d'intervention pour la réduction des risques.....	18
6.1. Principaux éléments de sécurité de l'éolienne .....	18
6.2. Mesures de sécurité en phase chantier .....	18
6.3. Exploitation et maintenance régulière.....	19
6.4. Le centre de conduite GDF SUEZ « un moyen complémentaire pour la sûreté des installations ».....	19
7. CONCLUSION .....	19

## PRESENTATION ET SITUATION DU PROJET

Le projet concerne l'installation d'un parc éolien sur la commune d'Armaille (Maine et Loire, 49), composé de 4 éoliennes et d'un poste de livraison.

La zone d'implantation du projet se situe dans une zone agricole traversée par une route départementale à 1,8 km à l'Ouest du bourg d'Armaille.

### Porteur de projet et exploitant : Futures Energies Landes de Pruillé

Société par actions simplifiée à associé unique et capital variable de 40 000 euros.

Inscrite au RCS de Nanterre sous le SIRET : 793 040 296 00014.

Adresse de correspondance : Futures Energies Landes de Pruillé, 2 place Samuel de Champlain 92400 Courbevoie.

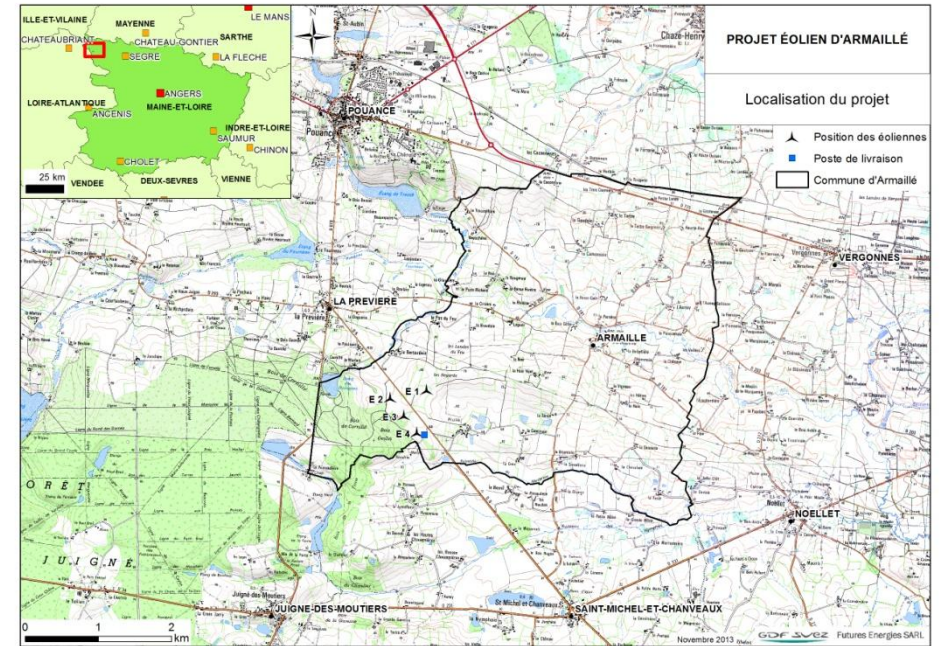
**Puissance totale installée : 6,48 MW**

**Nombre d'éoliennes : 4**

**Hauteur totale :** 130 mètres pour l'éolienne E1, 146 m pour les éoliennes E2, E3 et E4, soit une hauteur de mât au moyen de 80 mètres pour E1 et 96 mètres pour les autres, et un diamètre de rotor de 100 mètres pour toutes les machines.

**Production électrique nette** estimée équivalente à la consommation annuelle d'environ 9 000 personnes (hors chauffage).

Le parc permettra d'éviter l'émission d'environ 13 000 tonnes de CO2.



Carte 1 : localisation du projet

## CONTEXTE ET ENJEU

Dans le cadre de l'évolution de la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et de son **application aux éoliennes**, la société **Futures Energies Landes de Pruillé** procède à une demande de permis de construire en parallèle d'une demande d'autorisation d'exploiter. L'étude de dangers est une des pièces principales de cette demande.

L'étude de dangers expose les dangers que peuvent présenter les installations en décrivant les principaux accidents susceptibles de se produire, leurs causes (d'origine interne ou externe), leur nature et leurs conséquences. Elle justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents. Elle précise la consistance et les moyens de secours internes ou externes mis en œuvre en vue de réduire les effets d'un éventuel sinistre.

Cette étude doit permettre une approche rationnelle et objective des risques encourus par les personnes ou l'environnement. Elle a, selon le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, trois objectifs principaux :

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

L'étude de dangers jointe à ce dossier a été réalisée en respectant les prescriptions réglementaires en vigueur. Elle s'appuie sur le guide technique relatif à l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens, commandée par le SERFEE à l'INERIS – Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques – (bureau d'étude agréé) qui a été validée par la DGPR (Direction Générale de la Prévention des Risques).

Elle comprend :

- La localisation du site et la description de l'environnement,
- La description des installations (caractéristiques et fonctionnement),
- L'identification des potentiels de danger et les principales actions préventives,
- L'analyse des retours d'expériences (inventaire des accidents dans le monde et synthèse des phénomènes redoutés),
- L'analyse préliminaire des risques (agressions externes, effets dominos, mesures de sécurité),
- L'analyse détaillée des risques

Concernant les études de dangers, dans la Circulaire du 29 août 2011 relative aux conséquences et orientations du classement des éoliennes dans le régime des installations classées, la Ministre de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement fait mention de l'étude générique précédemment citée.



# SYNTHESE DE L'ETUDE DE DANGERS

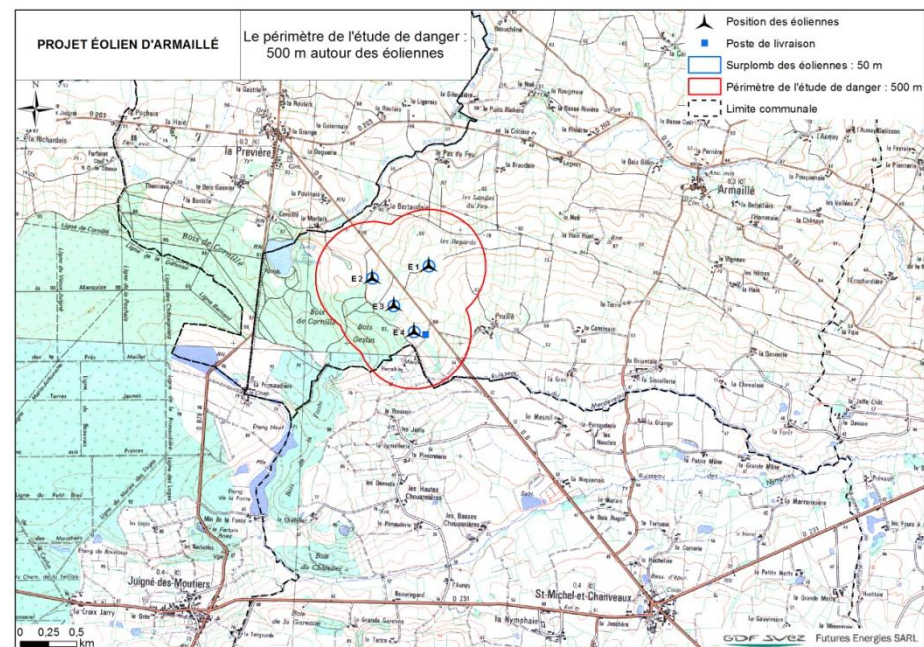
## 1. Identification et localisation des enjeux au parc éolien

Dans ce paragraphe, nous identifions et localisons, dans l'environnement du projet, les enjeux susceptibles d'être impactés par les phénomènes dangereux se produisant sur les installations.

### 1.1. Définition du périmètre

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

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



Carte 2 : Définition du périmètre d'étude

### 1.2. Identification des enjeux du site d'implantation

#### Environnement humain :

- La commune d'Armaillé possède comme document d'urbanisme une carte communale. Le Règlement National d'Urbanisme est donc en application sur son territoire.
- Les éoliennes sont implantées à plus de 500 mètres de toute zone à destination d'habitation.
- La zone projetée pour l'implantation du parc éolien est une zone agricole exploitée, traversée par une route départementale (RD6).

### **Environnement matériel :**

- Par un courrier du 27 Novembre 2008, le gestionnaire de réseau électrique RTE n'émet aucune objection à la réalisation du projet, sous réserve d'un éloignement suffisant (146m, soit une hauteur de machine en bout de la pale la plus haute) à la **ligne électrique 90 kV** présente dans l'aire d'étude. L'éolienne la plus proche de cette ligne électrique est à 540 mètres de celle-ci.

-A noter également la présence d'une **ligne Haute Tension HTA de 20 kV** traversant la zone d'étude. L'éolienne la plus proche est située à 110 mètres de cette ligne.

- Par un courrier du 22 Septembre 2008 de l'armée de l'air Zone Aérienne de Défense Nord, il est précisé qu'un **faisceau de radar de l'armée de terre** dont la zone de protection exclut toute implantation d'éolienne, existe sur la commune.

- Un **aérodrome privé situé sur la commune de Juigné les Moutiers** se trouve à 1850 m de l'éolienne la plus proche, E3.

- Le secteur d'implantation est localisé dans une zone peu fréquentée, le site est traversé par la **route Départementale D6 reliant la Prévière à Saint Michel et Chanveaux**. Deux routes communales sont également présentes en bordure de la zone d'étude de 500 mètres autour des éoliennes.

- Un **chemin communal** utilisé ponctuellement par des randonneurs ou promeneurs pour accéder au menhir de Pierre Frite, est situé à 55 mètres de l'éolienne la plus proche.

- Il n'existe aucun autre enjeu particulier concernant les voies ferrées, les radars météo France ou encore les réseaux de gaz.

### 1.3. Synthèse des enjeux identifiés

Le tableau ci-dessous reprend les enjeux identifiés dans le périmètre des 500m aux éoliennes:

<b>Environnement</b>	<b>Activités et infrastructures</b>	<b>Distances</b>
<b>Humain</b>	Agriculture	0 m : au sein des parcelles agricoles concernées
<b>Matériel</b>	Route départementale D6	Traverse l'aire d'étude. A 146 m de l'éolienne E2.
	Routes et chemins communaux	Les chemins maillent la zone d'étude (certains seront utilisés pour les chemins d'accès aux éoliennes).
	Chemin rural de promenade du menhir au bois Geslin	50 m de l'éolienne la plus proche
	Lignes Haute Tension	540m d'éloignement pour la HTB et 110 m pour la HTA

**Tableau 1 les enjeux externes du site**

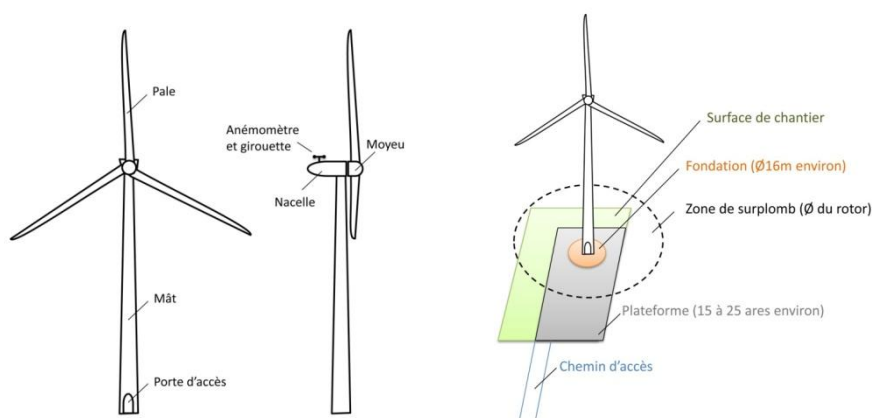
Le site d'implantation est caractérisé comme un environnement rural dont les principales activités sont à vocation agricole (cultures, élevages). Les infrastructures présentes dans l'aire d'étude des 500 mètres sont les voies de communication routières et lignes électriques, qui ont fait l'objet d'une attention particulière et respectent les préconisations d'éloignement précisées par chaque gestionnaire. Il est à noter que l'ensemble des enjeux est intégré à la détermination des niveaux de risques liés aux différents scénarios définis dans l'étude de dangers.



## 2. Principe général de fonctionnement des éoliennes

Les éoliennes sont des machines utilisant la force motrice du vent pour produire de l'électricité. Il est utilisé le terme de parc éolien ou de ferme éolienne pour décrire l'ensemble de l'unité de production.

Figure 2 : Schéma d'une éolienne et de son emprise au sol



Une éolienne comprend les principaux éléments suivants :

- La fondation,
- Le mât,
- Le rotor (ensemble pales et moyeu),
- La nacelle qui contient notamment le générateur<sup>1</sup>.

Les 4 éoliennes mises en place, sont neuves et ont deux dimensionnements distincts :

Pour l'éolienne E1, le moyeu est placé à une hauteur de 80 mètres. Les pales ont une longueur de 50 mètres (du centre du moyeu au bout de la pale) soit un diamètre de rotor de 100 mètres. La hauteur totale de l'éolienne E1, lorsqu'une pale est en position verticale, est de 130m.

<sup>1</sup> Un générateur électrique est un dispositif permettant de produire de l'énergie électrique à partir d'une autre forme d'énergie (Wikipedia, 2013)

Pour les éoliennes E2, E3 et E4, le moyeu est placé à une hauteur de 96 mètres. Les pales ont une longueur de 50 mètres (du centre du moyeu au bout de la pale) soit un diamètre de rotor de 100 mètres. La hauteur totale des éoliennes E2, E3 et E4, lorsqu'une pale est en position verticale, est de 146m.

Une éolienne est une installation de production énergétique transformant l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique puis en énergie électrique qui peut alors être exportée sur le réseau électrique national.

Pour des raisons de sécurité, quand la vitesse du vent devient trop élevée (25 m/s, soit 90 km/h), les pales se mettent en drapeau c'est à dire dans le sens du vent. Ce système réduit énormément la pression exercée par le vent sur les pales et permet à la machine de s'arrêter d'elle même.

## 3. Identification des potentiels de dangers

Ce chapitre a pour objectif de mettre en évidence les éléments de l'installation pouvant constituer un danger potentiel, que ce soit au niveau des éléments constitutifs des éoliennes, des produits contenus dans l'installation, des modes de fonctionnement, etc. L'ensemble des causes externes à l'installation pouvant entraîner un phénomène dangereux, qu'elles soient de nature environnementale, humaine ou matérielle, seront traitées dans l'analyse de risques.

### 3.1. Potentiels de danger liés à l'environnement naturel et technologique

#### - *risque sismique et de mouvement de terrain*

Dans la zone d'implantation potentielle du projet, le risque sismique a été classé par décret comme « faible » par la nouvelle carte des zones sismiques au 1er mai 2011, soit le plus faible niveau de classement à l'échelle nationale.

Un évènement de type glissement de sol/inondation a pu être recensé sur la commune, ce type d'évènement reste peu probable sur notre zone d'implantation du fait de la localisation du site sur les points hauts de la commune. **Le risque sismique et de mouvement de terrain n'est donc pas**

retenu comme source potentielle de danger pour le parc des Landes de Pruillé.

- *risque de malveillance*

Le risque de malveillance apparaît peu probable dans le secteur d'étude du fait de l'éloignement des activités humaines. Les éoliennes sont des structures résistantes et difficilement dégradables. **Le risque de malveillance ne sera pas retenu dans la suite de l'étude.**

- *risque lié aux vents forts*

Les risques liés aux vents très forts peuvent entraîner des oscillations de la tour conduisant à l'arrêt de l'éolienne. Ils sont aussi à l'origine de la déstabilisation de la structure et dans le pire des cas à son effondrement partiel ou total. Toutefois, les éoliennes sont conçues pour résister aux vents violents (pales flexibles, mise en drapeau). Elles ont, dans ce cadre, bénéficié de tests de mise en situation et font l'objet de certificats de garanties.

Un principe élémentaire et nécessaire pour prévenir tout risque d'effondrement d'une éolienne lors d'une tempête, est la qualité apportée à la conception et à la création de chaque fondation. **Même si les conditions de vents observées dans la région du projet de parc éolien des Landes de Pruillé permettent de limiter les risques, risques de bris de pales ou d'effondrement de la structure, nous retiendrons les vents violents comme source potentielle de danger.**

- *risque lié à la foudre*

Etant donné la présence du système anti-foudre et le faible niveau kéraunique (nombre moyen de jours où le tonnerre est entendu) dans le Maine et Loire, la probabilité que la foudre touche une éolienne et engendre une dégradation est particulièrement faible.

- *risque lié à un incendie proche*

Les conséquences propres d'un ou plusieurs incendies suffisamment importants pour endommager sérieusement le parc éolien seraient largement supérieures aux conséquences potentielles de l'accident qu'ils pourraient entraîner sur les éoliennes. **Le risque d'un incendie comme événement initiateur ne sera donc pas retenu.** En revanche, la probabilité d'un incendie sera évoquée plus loin dans le cas d'autres éléments déclencheurs.

- *risque lié au gel*

Aux vues des conditions climatiques de la région, les impacts consécutifs aux dépôts de glace seront faibles, d'autant plus que les pales de l'éolienne sont conçues de manière à limiter les chutes de morceaux de glace qui pourraient se former par temps de gel sur ses structures. De plus, les éoliennes sont situées à plus de 500 mètres de l'habitation la plus proche, ce qui limite fortement les risques d'accidents corporels. **Bien que le risque soit faible, la combinaison du phénomène neigeux et des périodes de gel est retenue comme source potentielle de dangers pour les installations du parc éolien des Landes de Pruillé.**

- *risque lié aux infrastructures*

La réflexion menée sur les risques liés aux axes routiers et les distances d'éloignement des éoliennes aux routes nous permettent de **ne pas retenir le risque du Transport de Marchandises Dangereuses (TMD) comme source potentielle de danger** et de conclure que le réseau routier n'est pas considéré comme source potentielle de danger. Pour rappel, la route départementale 6 n'est pas considérée comme grand axe routier du réseau routier du Maine et Loire.

Depuis l'arrêté du 26 Août 2011, « les éoliennes doivent être implantées à plus de 300 mètres de toutes installations classées pour l'environnement soumises à l'arrêté du 10 Mai 2000 en raison de la présence de produits toxiques, explosifs, comburants et inflammables » (article 3 de l'arrêté). D'après la base de données du Ministère sur les installations classées, aucune installation classée n'est recensée dans la zone d'étude de 500 mètres autour des machines. Au regard de ces éléments, **les risques liés aux installations industrielles ne sont donc pas retenues comme source potentielle de danger.**

Après consultation et par retours de courriers l'Armée n'émet aucune restriction. Le projet respecte également les préconisations mentionnées par la Direction Générale de l'Aviation Civile au cours d'échanges, notamment l'arrêté du 10 juillet 2006. Les éoliennes respecteront les dernières exigences concernant les balisages (arrêté du 13 novembre 2009 paru au journal officiel du 18 décembre 2009). Au regard de ces éléments et des risques limités (l'aérodrome se trouve à plus de 4 km et seul un aérodrome privé se situe à 1850m de l'éolienne la plus proche (E3)), **l'activité aéronautique n'est donc pas retenue comme source potentielle de danger.**

## Conclusion

Au terme de cette analyse, au-delà des mesures prises pour la réduction à la source des potentiels de dangers, **deux potentiels de dangers liés à l'environnement externe ont été retenus à savoir :**

- **Les tempêtes**
- **Les périodes de gel et de neige**

Ces potentiels de dangers peuvent avoir pour conséquences des phénomènes dangereux comme la chute ou la projection de bris de pale ou de pale, l'effondrement de l'éolienne, la chute ou la projection de givre ou de glace.

## 3.2. Potentiels de dangers liés aux produits

Les produits présents (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.

**Le risque lié aux produits dangereux n'est de fait pas retenu.**

## 4. Analyse des risques

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

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

## 4.1. Analyse des retours d'expériences

### - Objectifs

L'analyse des retours d'expérience vise 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.

### - Inventaire de l'accidentologie

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux pouvant affecter le parc éolien des Landes de Pruillé. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière.

D'autre part, la base de données ARIA rassemble les informations sur les accidents technologiques en France. En particulier, elle regroupe les accidents survenus dans les installations classées pour la protection de l'environnement. Cette base de données est accessible à l'adresse suivante : <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr>.

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

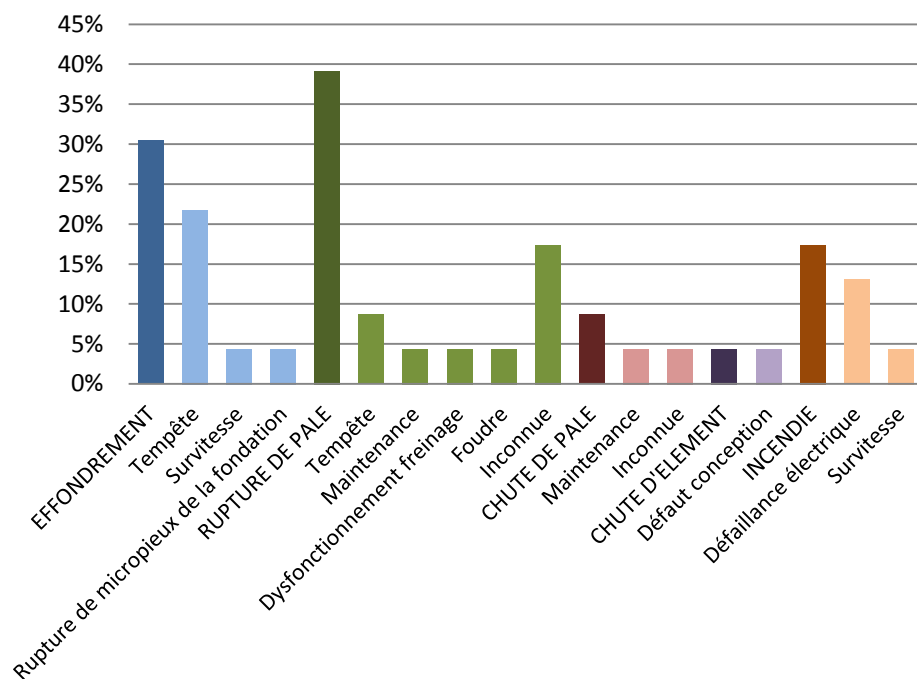
**Il apparaît dans ce recensement que les éoliennes accidentées sont principalement des modèles anciens ne bénéficiant généralement pas des dernières avancées technologiques.**

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

- La répartition des événements effondrement, rupture de pale, chute de pale, chute d'éléments et incendie, par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur foncée (en majuscules) ;

- La répartition des causes premières pour chacun des événements décrits ci-dessus. Celle-ci est donnée par rapport à la totalité des accidents sur éoliennes observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur claire.

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



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

**A ce jour, il y a près de 200 000 MW de puissance éolienne installés dans le monde (source : [www.thewindpower.net](http://www.thewindpower.net)), soit certainement plus de 100 000 éoliennes, et aucun accident mortel impliquant directement la machine (par chute ou projection d'objet) et affectant les personnes du public n'est à déplorer.**

#### - **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

#### 4.2. Recensement des agressions externes potentielles

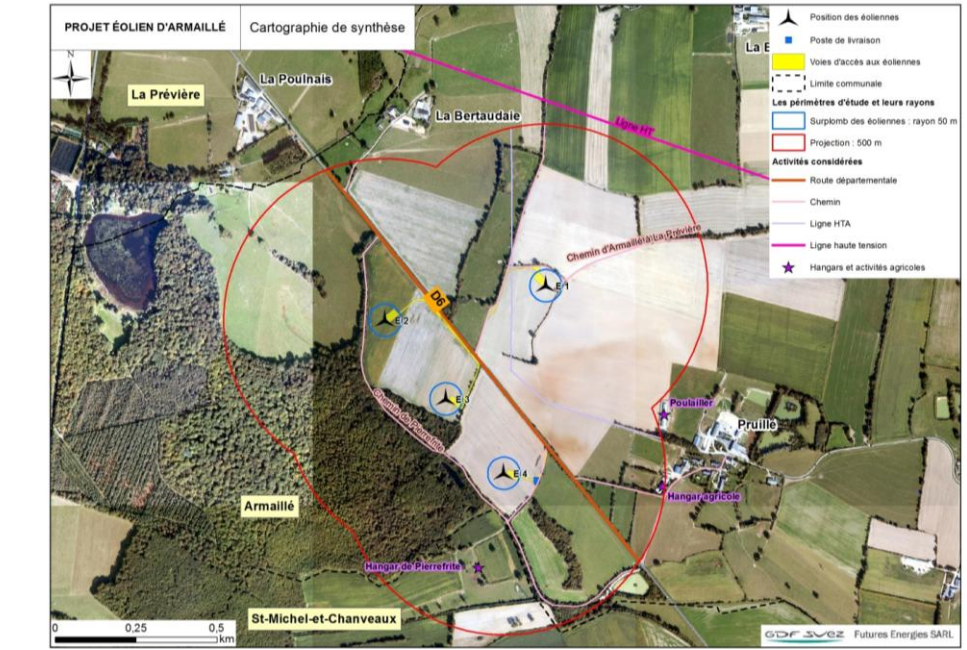
La première étape de l'analyse des risques consiste à recenser les « agressions externes potentielles ». Ces agressions provenant d'une activité ou de l'environnement extérieur sont des événements susceptibles d'endommager ou de détruire les éoliennes de manière à initier un accident qui peut à son tour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

#### - **Agressions externes liées aux activités humaines**

Le tableau ci-après synthétise les principales agressions externes identifiées :

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) seront recensées ici, à l'exception de la présence de l'aérodrome situé au Sud à environ 1850m de la zone d'étude.

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Distance par rapport au mât des éoliennes (m)			
				E1	E2	E3	E4
Voies de circulation (RD6)	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	>200	146	150	150
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	Présence d'un aérodrome privé à 1850 m de l'éolienne la plus proche E2			
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	Aucune éolienne n'apparaît dans le périmètre de 200 m.			
Autres éoliennes	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	Se rapporter au tableau ci-dessous.			



Carte 1 : Synthèse des enjeux humains à proximité du site

Distances entre éoliennes	E2	E3	E4
E1	508 m	467 m	594 m
E2		307 m	598 m
E3	307 m		291 m



- **Agressions externes liées aux phénomènes naturels**

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

Agression externe	Intensité
Vents et tempêtes	Aucun évènement de vents violents n'a été recensé sur site, mise à part la tempête de 1999 dont la station Météo France de la Noe Blanche, située à 45 km, avait recensé des vents à 24 m/s sur 10 min le 26/12/1999. L'emplacement des aérogénérateurs n'est pas compris dans une zone affectée par des cyclones tropicaux.
Foudre	Respecte la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou EN 62 305 – 3 (Décembre 2006)
Glissement de sols/ affaissement miniers	La zone n'est pas concernée par ce risque

**4.3. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques**

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, trois catégories de scénarios ont été exclues de l'étude détaillée du parc des Landes de Pruillé, en raison de leur faible intensité :

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations.
Infiltration d'huiles dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs.

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

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

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

## 5. Etude détaillée des risques

### 5.1. Rappel des définitions

#### - 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.

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 éoliennes, il est supposé, de manière prudente, que tous les accidents considérés ont une **cinétique rapide**.

#### - Intensité

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets.

Dans le cas de scénarios de projection, l'arrêté faisant référence 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. »*

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

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

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

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

#### - Gravité

Les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre équivalent de personnes permanentes dans chacune des zones d'effet définies dans le paragraphe précédent.

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

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet est effectuée à l'aide de la méthode présentée en annexe 1 de l'étude de danger.

Ainsi, pour chaque phénomène dangereux identifié, l'étude de danger comptabilise l'ensemble des personnes présentes dans la zone d'effet correspondante, en déterminant la surface (pour les terrains non bâtis, les zones d'habitat) et/ou la longueur des infrastructures (pour les voies de circulation) concernées.

- **Probabilité**

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

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

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

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

- **Acceptabilité**

Pour chaque scénario est associée une classe de probabilité qui permettra de définir l'acceptabilité des installations quant à l'exposition aux personnes et la gravité de chaque phénomène retenu comme danger potentiel.

La matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 sera utilisée.

GRAVITÉ	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
Sérieux	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
Modéré	Green	Green	Green	Green	Yellow

Légende de la matrice

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible	Green	acceptable
Risque faible	Yellow	acceptable
Risque important	Red	non acceptable

## 5.2. Synthèse de l'étude détaillée des risques

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité, ainsi que le nombre de personnes exposées et le niveau de risque associé.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Numéro d'éolienne	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine $Z_E = 52\,036\text{ m}^2$ pour E1 $Z_E = 65\,778\text{ m}^2$ pour E2, 3, 4	Rapide	exposition forte	D (pour des éoliennes récentes)	E1	Sérieux
					E2	Sérieux
					E3	Sérieux
					E4	Sérieux
Chute de glace	Zone de survol $Z_E = 7\,851\text{ m}^2$	Rapide	exposition modérée	A	E1	Modéré
					E2	Modéré
					E3	Modéré
					E4	Modéré
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol $Z_E = 7\,851\text{ m}^2$	Rapide	exposition forte	C	E1	Sérieux
					E2	Sérieux
					E3	Sérieux
					E4	Sérieux
Projection d'éléments de l'éolienne	500 m autour de l'éolienne $Z_E = 785\,400\text{ m}^2$	Rapide	exposition forte	D (pour des éoliennes récentes)	E1	Modéré
					E2	Sérieux
					E3	Sérieux
					E4	Sérieux
Projection de glace	1,5 x (H + D) autour de l'éolienne $Z_E = 229\,022\text{ m}^2$ pour E1 $Z_E = 271\,546\text{ m}^2$ pour E2, 3, 4	Rapide	exposition modérée	B	E1	Modéré
					E2	Modéré
					E3	Modéré
					E4	Modéré

On peut donc classer les différents scénarios étudiés dans le tableau ci-dessous, permettant de conclure à l'acceptabilité de l'ensemble des risques étudiés.

GRAVITÉ	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Projection d'éléments (E2, E3, E4)	Chute d'éléments de l'éolienne (E1 à E4)		
		Effondrement de l'éolienne (E1 à E4)			
Modéré		Projection d'éléments (E1)		Projection de glace (E1 à E4)	Chute de glace (E1 à E4)

Légende de la matrice

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

## 6. Description des mesures générales de prévention et d'intervention pour la réduction des risques

### 6.1. Principaux éléments de sécurité de l'éolienne

- Une ouverture est prévue au pied du mât **pour une ascension à l'abri des intempéries** le long d'une échelle équipée d'un système anti-chute, ou à l'aide d'un ascenseur. Les trois éléments du mât comprennent une ou plusieurs plates-formes intérieures, des paliers de repos intermédiaires et un éclairage de sécurité installé à intervalles réguliers dans l'ensemble de l'ouvrage. L'accès à l'intérieur de l'éolienne est sécurisé et impossible pour les tiers au parc.

- En fonctionnement, les éoliennes sont exclusivement freinées d'une façon aérodynamique **par inclinaison des pales en position drapeau**.

- Les éoliennes, de part leur taille, sont potentiellement sujettes au foudroiement. **Un système parafoudre est installé** au niveau de chaque machine, bénéficiant d'un suivi régulier dans le cadre de la maintenance périodique électrique de la machine.

- Dans certaines conditions météorologiques, les pales peuvent se recouvrir de glace, de givre ou d'une couche de neige si les éoliennes sont à l'arrêt. **Le système de détection de Glace ou de probabilité de présence de Glace, provoque l'arrêt de la machine.** Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.

- **La nacelle est équipée d'un détecteur de fumée et d'un extincteur comme le pied de tour.** Par ailleurs, des sondes de température sont installées sur les composants sensibles de l'éolienne. En cas de dépassement des consignes prévues, l'éolienne s'arrête automatiquement.

- **Un balisage pour assurer la sécurité de tout aéronef est prévu** conformément à l'arrêté du 13 novembre 2009.

### 6.2. Mesures de sécurité en phase chantier

A l'instar de tous les chantiers, la construction d'un parc éolien présente quelques risques (travaux de génie civil, transport et levage d'éléments lourds et de grande dimension, matériels électriques...). **Le personnel présent sera spécialisé et sensibilisé aux aspects de sécurité. L'accès au chantier sera interdit au public.**



Lors de la période de chantier, de nombreux engins emprunteront les routes départementales et réaliseront leurs manœuvres en certains points des routes départementales D 6. Les jonctions des voies d'accès avec les voies départementales s'effectuent à des endroits sur lesquels les automobilistes ont une visibilité importante.

Pour limiter le risque d'accident, des avertissements sur panneaux seront placés sur les axes de circulation et au niveau des zones sensibles. **D'une manière générale, avant de commencer les travaux, le maître d'ouvrage suivra les recommandations du Conseil Général et de la DDTM propres à garantir la sécurité routière.**

Il n'existe pas de risque pour le public à l'intérieur des éoliennes, l'accès y étant strictement réservé au personnel responsable de l'exploitation et de la maintenance des éoliennes. Le risque pour le personnel est par contre non négligeable. Cette partie est traitée dans la Notice Hygiène et Sécurité.

### 6.3. Exploitation et maintenance régulière

**Les éoliennes qui seront implantées à Armaillé seront des éoliennes neuves et déjà largement répandues.** Elles seront conformes à la directive dite « directive machine ».

**Les éoliennes font l'objet d'une double vérification :** de la part du constructeur en sortie d'usine et, une fois installée, par un expert mandaté par le maître d'ouvrage. Par ailleurs, toutes les pièces constituant chaque éolienne sont celles prévues par le constructeur et aucune modification n'est possible.

**Une procédure de maintenance est prévue pendant toute la durée d'exploitation de la ferme éolienne.** Cette démarche se base sur la mise en place d'une équipe de professionnels spécifiquement formée à intervenir sur ce type de machine. Prévu à intervalles réguliers, les interventions ont pour vocation à entretenir les appareillages de l'éolienne et à prévenir toute détérioration de la structure.

### 6.4. Le centre de conduite GDF SUEZ « un moyen complémentaire pour la sûreté des installations »

En cas d'incident, le Centre de Conduite du groupe GDF SUEZ peut procéder à tout moment à des manœuvres télécommandées. Il recueille les informations sur les parcs raccordés, par le biais de différents capteurs intégrés sur ces équipements (alarmes, caméras...). Cet outil permet de renforcer la sécurité des installations et les dispositifs d'alerte grâce aux outils de surveillance à distance et en temps réel.

## 7. CONCLUSION

L'étude de Dangers du projet des Landes de Pruillé s'est attachée à rendre compte de l'ensemble des démarches réalisées pour concevoir le projet, analyser les dangers inhérents et présenter les mesures de sécurité prises.

Plusieurs activités et infrastructures, présentes dans la zone d'étude des 500 mètres autour des installations éoliennes, ont fait l'objet d'une attention particulière afin de déterminer le niveau de risque pour chaque installation. Ainsi, la surface d'agriculture, les fréquentations des routes et chemins de randonnée, de même que les bâtiments agricoles, ont été répertoriés pour permettre d'affiner l'intensité et la gravité de chaque événement retenu. Il est à noter que l'activité agricole induit une présence saisonnière et assez irrégulière, de même pour la pratique de la randonnée.

L'étude des accidents ayant eu lieu en Europe et dans le monde indique que **les probabilités d'accidents liés au fonctionnement d'un parc éolien sont très faibles.**

Le recensement des potentiels de dangers et l'analyse de l'accidentologie ont permis de répertorier et classer les différents types de phénomènes, afin de retenir **5 scénarios majeurs** redoutés (effondrement de l'éolienne, chute d'éléments, chute de glace, projection d'éléments, projection de glace). L'analyse des risques a ainsi pu rendre compte pour chaque phénomène du niveau de risque associé à chaque éolienne.

Le site des Landes de Pruillé affiche un environnement principalement agricole dont le choix technique (potentiel vent, distances aux habitations, servitudes, etc) apparait comme adéquat pour le développement éolien. Les calculs précis effectués pour chaque éolienne, dans les périmètres définis pour chaque scénario retenu dans l'analyse des risques, ont permis de définir comme acceptables les risques d'accidents (faibles à très faibles). Notons que la plupart des éléments nécessaires aux calculs des zones d'impacts ont été majorés afin de ne pas sous estimer l'intensité et la gravité des phénomènes.

La conception du parc éolien s'appuie sur un ensemble de mesures préventives afin de prévenir tous les risques potentiels. Ces mesures s'appliquent en amont du projet en choisissant d'installer des éoliennes neuves et de se conformer à toutes les exigences du constructeur, garantissant un niveau très élevé de sûreté. La phase de chantier intègre également un ensemble de procédures qui visent à réaliser les travaux conformément aux plans établis, à relever toute défaillance, à assurer la sécurité des personnes et des tiers sur le chantier.

La mise en place des mesures préventives doit éviter que des accidents se produisent sur le parc. Les maintenances préventives, organisées en moyenne à intervalles de 6 mois, permettent de maintenir un état de fonctionnement correct des éoliennes et de détecter d'éventuels défauts ou usures prématurées. Ces interventions, ainsi que les maintenances correctives, sont encadrées par un plan de prévention des risques.

De plus, et afin de renforcer la sûreté des installations pendant leur exploitation, le centre de conduite de GDF SUEZ permet de procéder à des manœuvres télécommandées en cas d'accident, grâce aux outils de surveillance à distance et en temps réel (alarmes, caméras, ...).