

X. RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

X.1. UNE ETUDE DE DANGER : QU'EST-CE QUE C'EST ?

X.1.1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE DE DANGERS

La présente étude expose les dangers que peuvent présenter les installations du parc éolien de la Planésié. Elle a pour objet de caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques encourus par les personnes ou l'environnement.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par cette installation. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptées à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

X.1.2. CONTEXTE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE

Cette étude de dangers est élaborée conformément aux textes suivants notamment :

- L'article R 512-6 du code de l'environnement prévoit la réalisation d'une étude de dangers telle que prévue par l'article L512-1, préalablement à la délivrance de l'autorisation d'exploiter ;
- Arrêté ministériel 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.
- L'article R. 512-9 du Code de l'environnement précise le contenu de l'étude de dangers, qui, selon le principe de proportionnalité, doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation.
- La circulaire du 10 mai 2010 précise le contenu attendu de l'étude de dangers et apporte des éléments d'appréciation des dangers pour les installations classées soumises à autorisation.

X.1.3. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSÉES

Le parc éolien des Bouiges comprend 5 aérogénérateurs dont le mât a une hauteur de 63 m. Conformément à l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, modifié par le décret n°2011-984 du 23 août 2011, cette installation est donc soumise à autorisation au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

X.2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

X.2.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Dénomination	PARC EOLIEN DES BOUIGES
N° SIREN	753 406 867
Registre de commerce	RCS Montpellier 2012 B 2320
Forme juridique	SARL au capital de 500 €
Actionnariat	Groupe Valeco : 100%
Gérant	Erick GAY
Adresse	188 Rue Maurice Béjart – CS 57392 – 34184 Montpellier Cedex 4
Téléphone	04 67 40 74 00
Télécopie	04 67 40 74 05
Site internet	www.groupevaleco.com

Le Parc Eolien des Bouiges est une société spécialement créée et détenue à 100% par le Groupe VALECO pour être le maître d'ouvrage et exploitant du parc éolien de Lourdoueix Saint Michel.

Les personnes qui ont réalisées la présente étude de dangers sont les suivantes :

Emmanuel GOMA
 Chef de projets
 Fixe : 04 99 23 25 21
 Mobile : 06 84 12 92 54
emmanuelgoma@groupevaleco.com

Sébastien ASTIER
 Cartographe
 Fixe : 04 67 40 74 00
sebastienastier@groupevaleco.com

X.2.2. LOCALISATION DU SITE

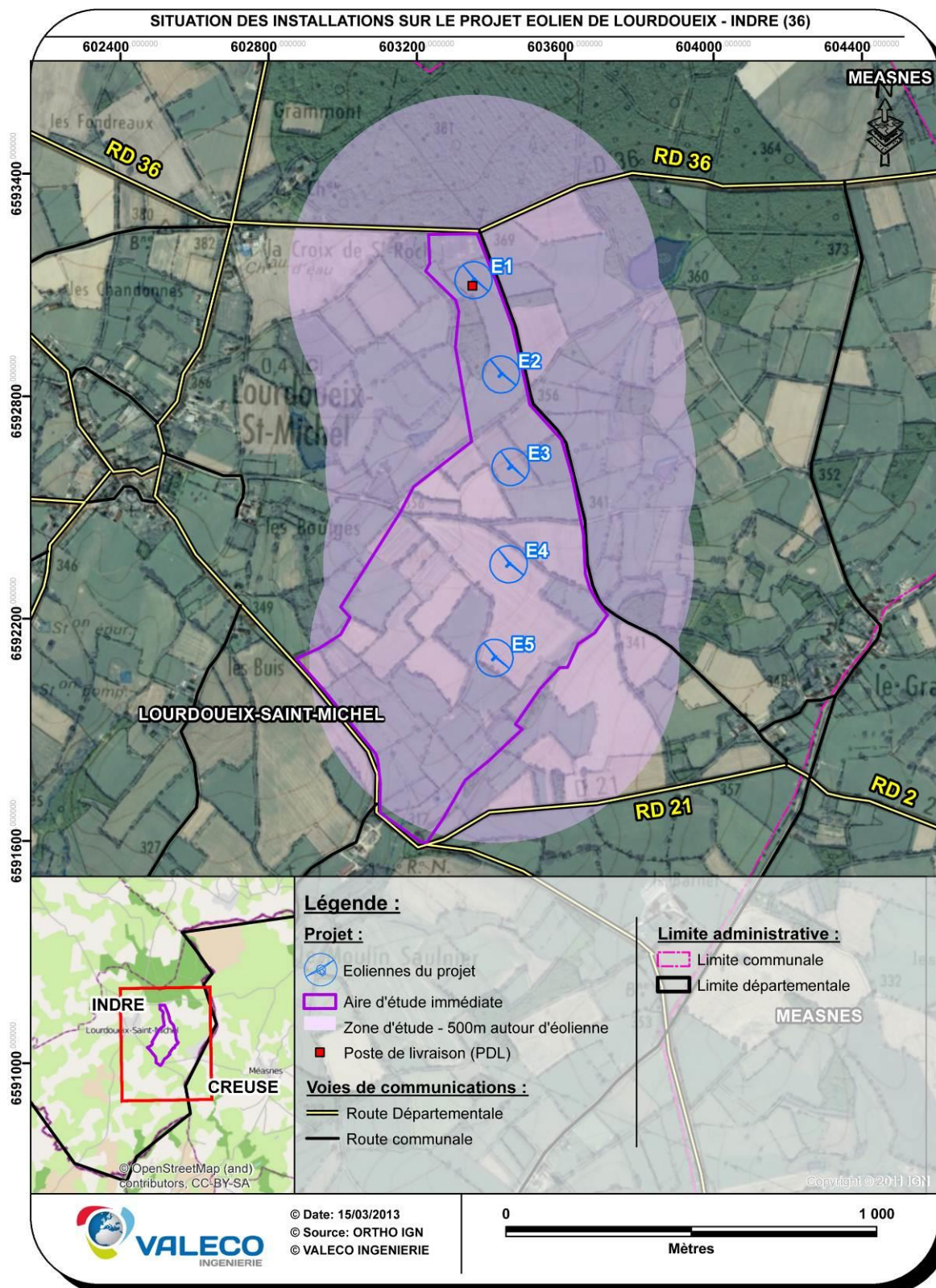
Le parc éolien des Bouiges, composé de 5 aérogénérateurs, est localisé sur la commune de Lourdoueix-Saint-Michel, au Sud du département de l'Indre (36) dans la région Centre.

X.2.3. DÉFINITION DE L'AIRE D'ÉTUDE

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

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur.

La zone d'étude n'intègre pas les environs du poste de livraison, qui sera néanmoins représenté sur la carte. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

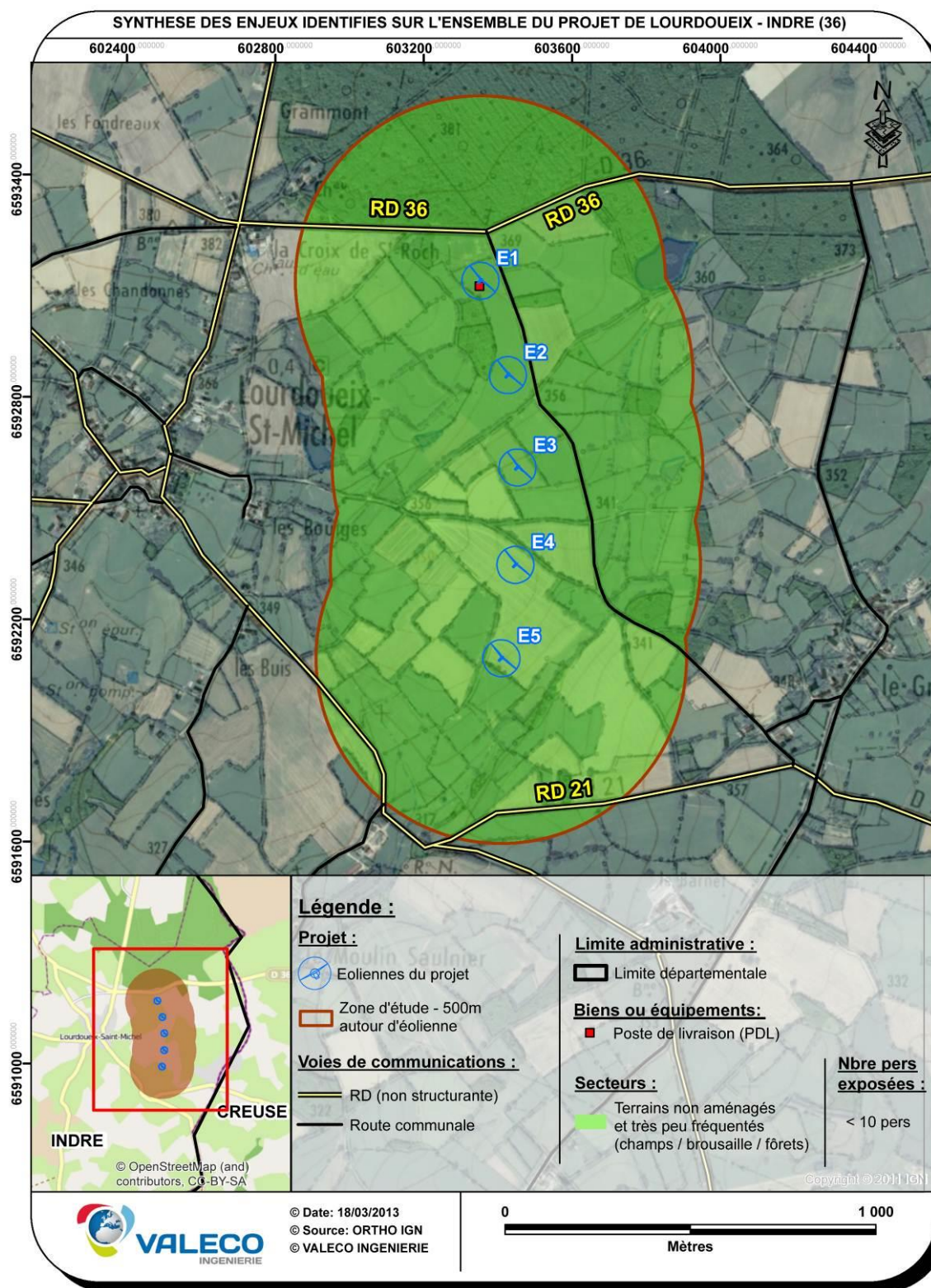


X.3. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

La description de l'environnement de l'installation est récapitulée dans le tableau ci-dessous :

	Thème		Commentaires
Environnement Humain	Zones urbanisées		Aucune zone urbanisée dans la zone d'étude. Aucune zone à urbaniser dans la zone d'étude.
	ERP		Aucun ERP (Etablissement Recevant du Public) dans la zone d'étude.
	ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement)		Aucun établissement SEVESO dans les limites de la zone d'étude. Aucune installation ICPE dans la zone d'étude
	Autres activités		La zone d'étude comprend de nombreuses parcelles cultivées et en prairie (élevage) exploitées par les agriculteurs locaux
Environnement Naturel	Contexte climatique		L'aire d'étude du projet de Lourdoueix se caractérise pas un climat océanique avec des précipitations abondantes réparties sur toute l'année et des températures relativement régulières: - des précipitations moyennes annuelles sont de 737 mm; - des températures moyennes de 3.9° en janvier et de 20° en juillet pour un ensoleillement annuel de 1 835 heures ; - vents de sud-ouest sauf au printemps où les régimes de nord-est parviennent à s'imposer ; vitesse moyenne de 6 m/s à 100m d'altitude
	Risques Naturels	Sismicité	La commune de Lourdoueix Saint Michel se trouve en zone de sismicité 2, faible
		Mouvements de terrain	Aucun mouvement de terrain n'a été recensé dans la zone d'étude.
		Aléa retrait-gonflement	Au droit de l'aire d'étude, cet aléa est faible.
		Activité Orageuse	Dans l'Indre, l'exposition foudre est « moyenne » avec une densité foudre de 1.7.
		Incendies	Site peu concerné par le risque incendie.
		Inondations	La commune de Lourdoueix Saint Michel est concernée par le risque « inondation et coulée de boue ».
Environnement matériel	Voies de communication		Proximité de 2 routes départementales (D36 à 150m au Nord de l'éolienne 1 et D21 à 400m au Sud de l'éolienne 5) Aucun transport ferroviaire, fluvial et ni aérien n'est présent dans les limites de la zone d'étude.
	Réseaux publics et privés		Aucun n'est situé en dedans de la zone d'étude.
	Autres ouvrages publics		Aucun

La carte ci-après positionne l'ensemble de ces enjeux vis-à-vis de l'aire d'étude des éoliennes.



X.4. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

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

- Plusieurs éoliennes
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local
- Un réseau de chemins d'accès

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011, les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont composés des principaux éléments suivants :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles)
- **Le mât** est composé de 3 tronçons en acier. Il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels tels que générateur, système de freinage, système d'orientation de la nacelle, outils de mesure du vent (anémomètre, girouette), balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

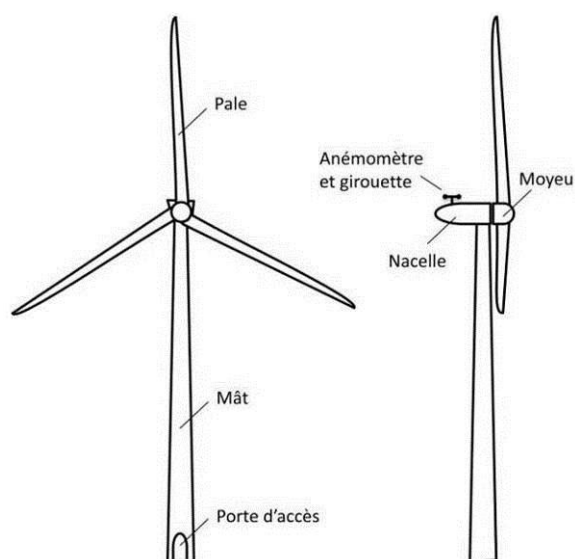


Figure 5 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

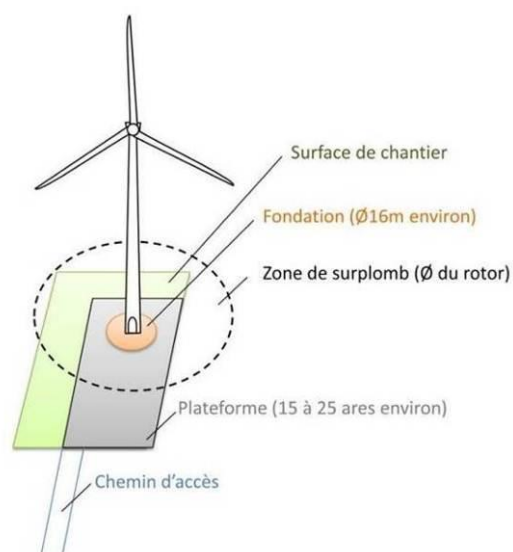


Figure 6 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

Le parc éolien des Bouiges est composé de 5 aérogénérateurs et de 1 poste de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 95 mètres et un diamètre de rotor de 100 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 145 mètres.

L'activité de cette installation est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.



Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques (système de coordonnées UTM WGS 84 fuseau 31) des aérogénérateurs et du (des) poste(s) de livraison :

Eolienne	X	Y	Z
E1	554 254	2 159 172	362
E2	554 331	2 158 918	359
E3	554 359	2 158 669	349
E4	554 357	2 158 407	343
E5	554 322	2 158 155	335
Poste de livraison	554 254	2 159 155	361

X.5. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

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.

Les machines retenues pour ce projet, sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est donc entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. C'est elle qui transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

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

L'installation respectera la réglementation en vigueur en matière de sécurité. Conformément 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, les aérogénérateurs et les installations électriques extérieures seront notamment conformes :

- aux dispositions de la norme IEC 61 400-1
- les aérogénérateurs subiront un contrôle technique.
- l'installation sera mise à la terre et respectera les dispositions de la norme IEC 61 400-24. Les opérations de maintenance incluront un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre.
- aux dispositions de la directive 2006/42/CE du parlement européen et du conseil du 17 mai 2006
- aux normes NFC 15-100
- le balisage de l'installation sera 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.

Par ailleurs, l'installation sera conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées en matière d'exploitation :

- Toutes les fonctions pertinentes pour la sécurité sont surveillées par un système électronique et, en plus, par l'intervention à un niveau hiérarchique supérieur de capteurs mécaniques. L'éolienne est immédiatement arrêtée si l'un des capteurs détecte une anomalie sérieuse.
- Avant la mise en service industrielle du parc éolien des Bouiges, puis suivant une périodicité annuelle, l'exploitant réalisera des essais permettant de s'assurer du fonctionnement normal de l'ensemble des équipements. Ces contrôles feront l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspecteur des installations classées.
- Les installations électriques extérieure et intérieure à l'aérogénérateur seront entretenues en bon état et seront contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation

Enfin, conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du parc de Lourdoueix.

X.6. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

Sur le site, le tracé des lignes électriques et téléphoniques qui relie chaque éolienne est le même que celui des pistes d'accès aux éoliennes.

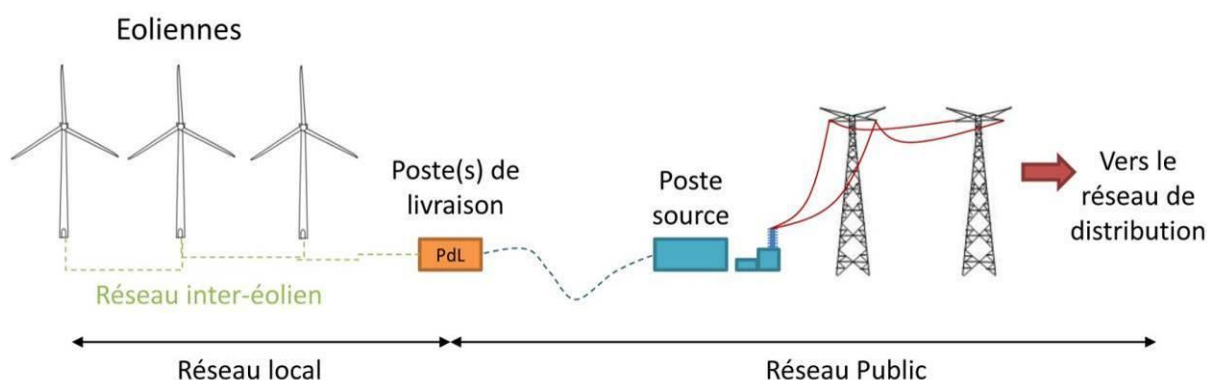


Figure 7 : Raccordement électrique des installations

Réseaux	Fonction	Caractéristiques propres au projet éolien de lourdoueix
Réseau inter-éolien	Relie le transformateur au point de raccordement avec le réseau public.	<ul style="list-style-type: none"> - Câbles électriques en aluminium de section 240mm² - Câbles enfouis à une profondeur allant de 80 cm à 1,1 m - Le courant électrique entre la nacelle et le transformateur à la base de la machine est de 690 volts. A sa sortie, il est converti en 20 000 volts.
Réseau électrique externe	Relie les éoliennes au poste source d'Eguzon	<ul style="list-style-type: none"> - Production électrique injectée au poste source de d'Eguzon, à 11.3km à l'Ouest du site - Raccordement par voie souterraine, à 80cm à 1m10 de profondeur.
Autres	Eau, assainissement, gaz	L'installation ne nécessite pas d'autre réseau.

X.7. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

X.7.1. POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PRODUITS

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

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible ne sera stocké dans les aérogénérateurs.

X.7.2. POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien des Bouiges sont de cinq types :

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

X.7.3. RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS À LA SOURCE

En ce qui concerne les potentiels de dangers internes aux équipements associés au projet :

Les équipements et installations présentes ont été optimisés de façon à réduire au mieux les potentiels de danger dans des conditions technico économiquement acceptables.

- ❖ **Pour l'équipement en lui-même** : les éoliennes de dernière technologie.
- ❖ **Pour les pales** : uniquement des éoliennes tripales limitant vibrations et fatigue du rotor.
- ❖ **Pour l'emplacement des éoliennes** : éloignement de plus de 150m des routes départementales
- ❖ **Substitution des produits utilisés** : les huiles et lubrifiants utilisés sont des produits de base des installations de réparation et de maintenance qui ne peuvent être remplacés.
- ❖ **Pour les zones de manipulation de produits dangereux** : afin de limiter la pollution des sols et du sous-sol lors d'un déversement accidentel, la zone de fondation est bétonnée. Une aire étanche d'alimentation en carburant est prévue lors du chantier. Cette aire sera utilisée aussi pour les éventuelles opérations de maintenance du matériel de construction et levage.
De plus, les personnes en charge de la maintenance et de l'entretien possèdent une instruction technique relative aux opérations réalisées.
- ❖ **Autres** : une attention particulière est portée sur la prévention des sources d'inflammation possibles (cigarette, portable...) et les travaux à point chaud font l'objet de mesures spécifiques, « le permis feux », qui est associé à un ensemble de mesure permettant de prévenir le risque d'inflammation (surveillance permanente et extincteur à proximité).

En ce qui concerne les potentiels de dangers extérieurs au site :

- ❖ **Pour la foudre** : éoliennes répondant à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400.
- ❖ **Pour le transport de matières dangereuses** : aucune matière dangereuse n'est utilisée pour le fonctionnement d'une éolienne.

Par ailleurs, Les installations éoliennes, ne consommant pas de matières premières et ne rejetant aucune émission dans l'atmosphère, ne sont pas soumises à la directive 96/61/CE du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution.

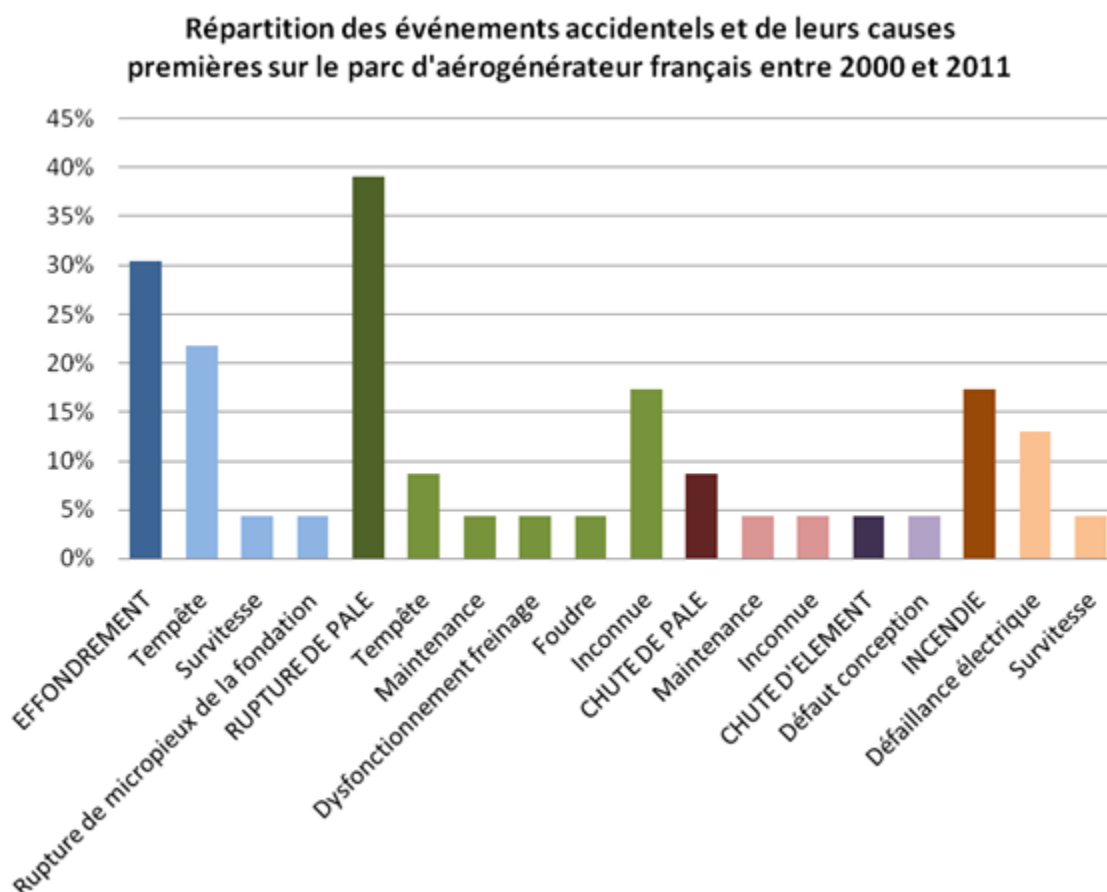
X.8. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

X.8.1. SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

Plusieurs sources ont été utilisées pour effectuer le recensement des accidents et incidents au niveau français :

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

Le graphique suivant montre la 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.

Il est important de noter que depuis 2005, l'énergie éolienne s'est en effet fortement développée en France, mais que 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.

Remarque : Aucun incident ou accident n'est survenu sur les parcs éoliens voisins du projet de Lourdoueix.

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

Ainsi, 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**

X.8.2. LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

Ces retours d'expérience doivent être pris avec précaution. Ils comportent notamment les biais suivants : la non-exhaustivité des événements, la non-homogénéité des aérogénérateurs inclus dans ce retour d'expérience et les importantes incertitudes sur les causes et sur la séquence qui a mené à un accident.

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

X.9. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

X.9.1. OBJECTIF DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Les scénarios d'accident sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences. Cette hiérarchisation permet de « filtrer » les scénarios d'accident majeurs.

X.9.2. RECENSEMENT DES ÉVÉNEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, les événements initiateurs 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, 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.

X.9.3. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

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

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes	
					E1	E2 à E4
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	>150 m	Hors périmètre
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Hors périmètre	
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Hors périmètre	
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Hors périmètre	

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

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	<p>Météo France ne dispose pas de données sur la commune de Lourdoueix Saint Michel</p> <p>D'après les données locales de Météo France fournie par les stations de Chateauroux, Montgivray et Genouillac (20km du site), les valeurs maximales de vents relevées correspondent à la tempête Joachim datant de Décembre 2011. La valeur maximale correspond à 112 km/h le 15 Décembre.</p> <p>La zone d'implantation n'est pas concernée par les phénomènes météorologiques des zones tropicales.</p>
Foudre	Eoliennes équipées d'un système de mise à la terre et respect de la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010)
Glissement de sols/ affaissement miniers	Aucun mouvement de terrain recensé sur la zone d'étude

X.9.4. SCÉNARIOS ÉTUDIÉS DANS L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

Le tableau ci-dessous présente par thématique les typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience groupe de travail précédemment cité. Il peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes :

Thématique	Évènement redouté central
Glace	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées
	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement
Incendie	Court-circuit
	Incendie de tout ou partie de l'éolienne
	Fuites d'huile isolante
Fuites	Infiltration d'huile dans le sol
Chute	Chute d'élément de l'éolienne
Projection	Projection de tout ou partie pale
Effondrement	Effondrement éolienne

Des précisions sur les différents scénarios décrits dans ce tableau sont disponibles en annexe 3 du présent guide.

X.9.5. EFFETS DOMINOS

Dans le cadre des études de dangers éoliennes, l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE est uniquement prise en compte lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 145 mètres.

Aucune éolienne n'est concernée, ce qui implique des effets nuls et c'est ce qui explique que ces effets sont négligés dans le cadre de la présente étude

X.9.6. MISE EN PLACE DES MESURES DE SÉCURITÉ

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du projet de Lourdoueix.

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	Aérogénérateurs équipés d'un système de pales chauffantes permettant la suppression du dépôt de glace. Procédure adéquate de redémarrage.		
Description	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la Fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).		
Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques. Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes. Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement		
Description	/		
Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.		
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.		
Fonction de sécurité	Prévenir les court-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Description	Les organes électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours		
Description	Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention En cas de déclenchement d'incendie, de l'azote sera libéré dans la nacelle afin de supprimer le comburant et étouffer l'incendie		
Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Dispositif de capture + mise à la terre Parasurtenseurs sur les circuits électriques		
Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution		
Description	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés.		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités et attestation du contrôle technique		
Description	La nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.		
Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance		
Description	Préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel		
Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		

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

X.9.7. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

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

- Incendie de l'éolienne (effets thermiques)
- Incendie du transformateur
- Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C
- Infiltration d'huile dans le sol

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
-

X.10. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

X.10.1. RAPPEL DES DÉFINITIONS

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. 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.

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]). Ces seuils n'étant pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs, deux valeurs de référence ont été retenues :

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

X.10.2. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

Les tableaux suivants récapitulent, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	exposition forte	D	Sérieux pour les 5 éoliennes
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	exposition modérée	C	Modéré pour les 5 éoliennes
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	exposition modérée	A	Modéré pour les 5 éoliennes
Projection de pale ou de fragments	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D	Sérieux pour les 5 éoliennes
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	B	Modéré pour les 5 éoliennes

X.10.3. 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 ce faire, la matrice de criticité, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 et reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 est utilisée.

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		E PP			
Modéré			CE	PG	CG

Légende de la matrice

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

Signification des abréviations

E = effondrement de l'éolienne
 CE = chute d'élément
 CG = chute de glace
 PP = projection de pales ou de fragments
 PG = projection de glace

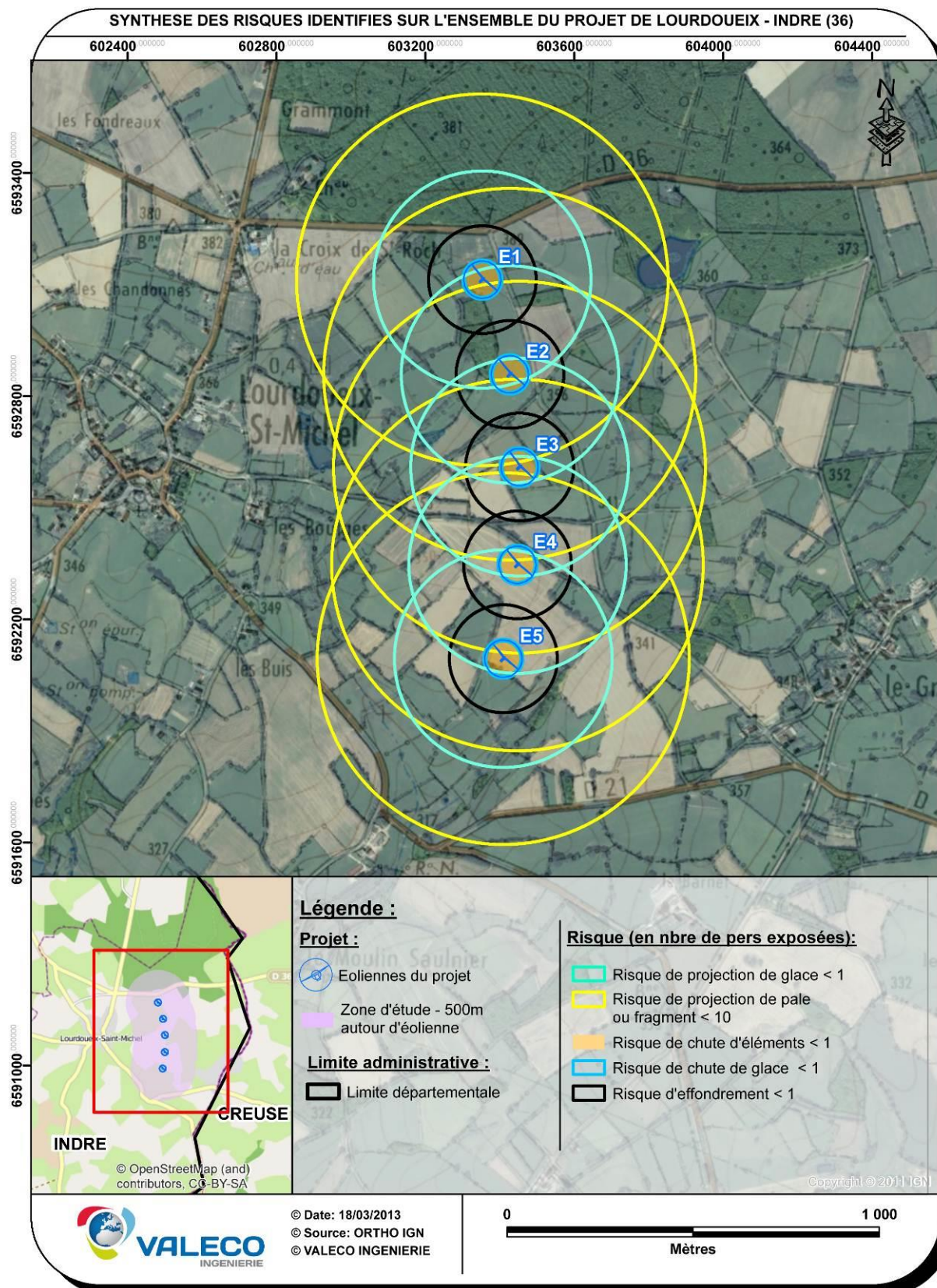
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- un accident figure en case jaune. Pour cet accident, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie VII.6 sont mises en place

Par conséquent, les 5 éoliennes du projet de Lourdoueix présentent des risques qui sont qualifiés d'acceptables.

X.10.4. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

La cartographie de synthèse des risques ci-après permet de récapituler la zone d'effet pour chaque risque et chaque éolienne et le nombre de personnes permanentes exposées.



X.11. CONCLUSION

L'analyse des risques liés aux installations et équipements du site est basée sur un recensement des accidents possibles, sur de l'évaluation de leurs conséquences, de leur probabilité de se réaliser en prenant en compte les moyens de secours et de prévention adaptés notamment à la vitesse d'apparition de l'accident.

A l'issue de l'analyse détaillée des risques effectuée dans l'étude de dangers, les risques potentiels retenus pour les installations du site sont les suivants :

- ✓ *l'effondrement des éoliennes*
- ✓ *la chute d'élément*
- ✓ *la chute de glace*
- ✓ *la projection de tout ou partie de pale*
- ✓ *la projection de glace*

A l'issue de cette analyse, les niveaux de risque avec leur probabilité respective ont pu être définis selon la matrice de criticité.

Aucun ne présente d'enjeu majeur, tous étant acceptables. Quatre sont parmi le niveau très faible. Un est classé faible.

Le projet des Bouiges, composé de 5 éoliennes de hauteur totale de 145m présente donc des risques faibles et maîtrisés pour les personnes.

Le tableau ci-après récapitule les principales mesures mises en place pour limiter les risques étudiés et fournir les dangers résiduels et leur acceptabilité.

Accidents	Mesures de prévention	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	<ul style="list-style-type: none"> - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - respect d'une distance minimale de 150m par rapport aux routes départementales D36 et D21 - détection de survitesse et système de freinage. - mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement - machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages. - réalisation d'un panneautage en pied de machine. - détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite. - respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel 	Acceptable

Accidents	Mesures de prévention	Acceptabilité
Chute d'éléments de l'éolienne	<ul style="list-style-type: none"> - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - respect d'une distance minimale de 150m par rapport aux routes départementales D36 et D21 - détection de survitesse et système de freinage. - mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages. - réalisation d'un panneautage en pied de machine. - détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite. 	Acceptable
Chute de glace	<ul style="list-style-type: none"> - aérogénérateurs équipés de pales chauffantes permettant la suppression du dépôt de glace. - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - respect d'une distance minimale de 150m par rapport aux routes départementales D36 et D21 - procédure adéquate de redémarrage après disparition du givre - réalisation d'un panneautage en pied de machine. 	Acceptable
Projection de pale ou de fragments de pale	<ul style="list-style-type: none"> - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - respect d'une distance minimale de 150m par rapport aux routes départementales D36 et D21 - détection de survitesse et système de freinage. - mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement - machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages. - réalisation d'un panneautage en pied de machine. - détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite. - respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel 	Acceptable
Projection de glace	<ul style="list-style-type: none"> - aérogénérateurs équipés de pales chauffantes permettant la suppression du dépôt de glace. - procédure adéquate de redémarrage après disparition du givre - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - respect d'une distance minimale de 150m par rapport aux routes départementales D36 et D21 - réalisation d'un panneautage en pied de machine. 	Acceptable