

AU 9 - ÉTUDE DE DANGERS

PROJET EOLIEN DE *BRIFFONS*

*Installation de 9 éoliennes,
2 postes de livraison
et 1 pylône de supervision*

Maître d'Ouvrage :
SAS Parc éolien de Briffons

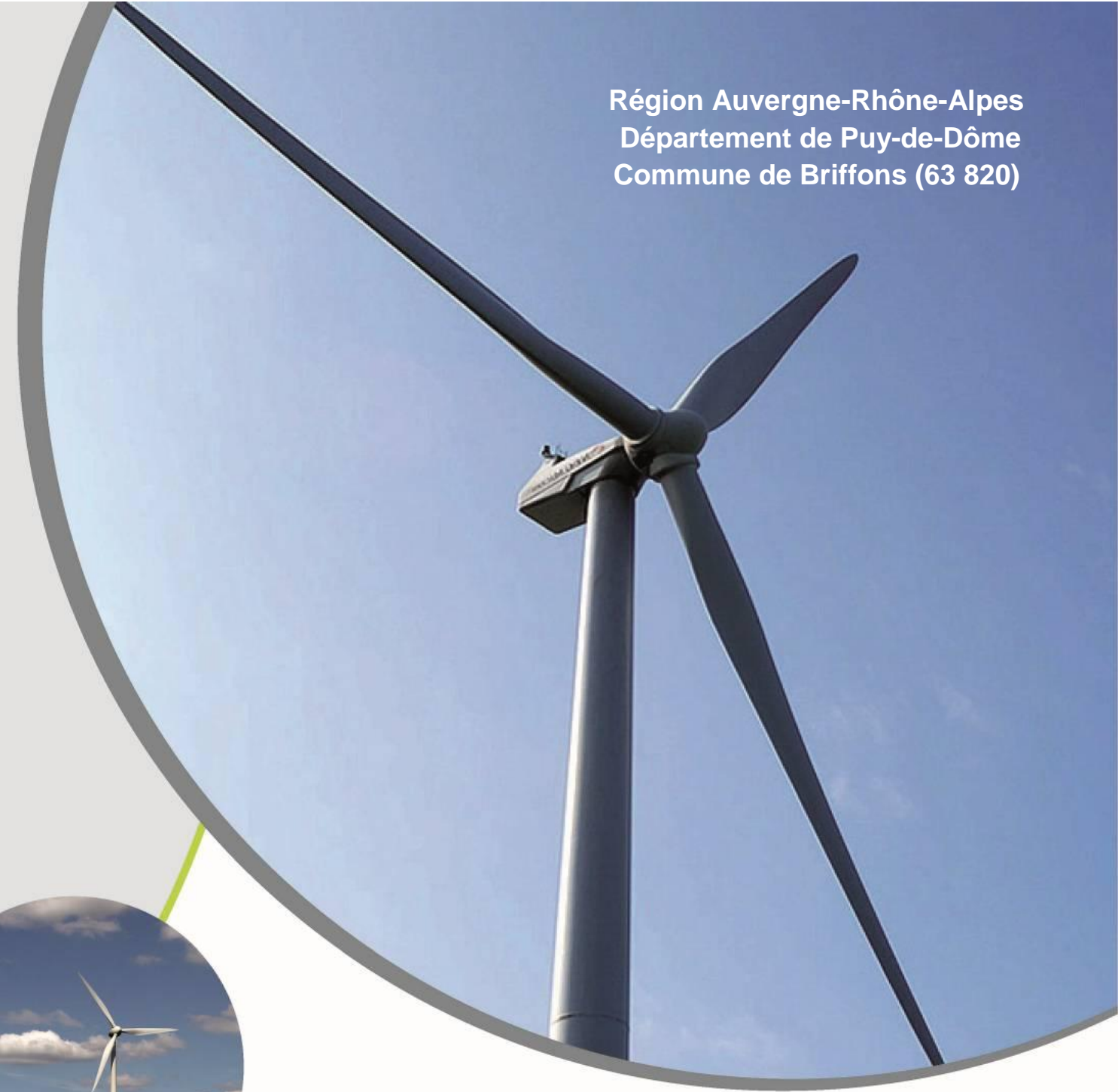
*Chez EDF EN France
Cœur Défense – Tour B
100 Esplanade du Général de Gaulle
93932 Paris La Défense Cedex*

Adresse de Correspondance :
EDF EN France

*Centre d'Affaires Wilson – Quai Ouest
35, Bd de Verdun
34500 Béziers
Tél : 04 67 62 07 93*

Novembre 2016

Complétée Octobre 2017



edf
energies nouvelles

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	5
1.1. OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS	5
1.2. CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	5
1.3. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES.....	6
2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION	6
2.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS	6
2.2. LOCALISATION DU SITE	7
2.3. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE.....	8
3. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	9
3.1. ENVIRONNEMENT HUMAIN.....	9
3.1.1. Zones urbanisées	9
3.1.2. Etablissement recevant du public (ERP).....	9
3.1.3. Installations classées pour la protection de l'environnement	10
3.1.4. Autres activités	10
3.1.5. Risques technologiques majeurs.....	11
3.2. ENVIRONNEMENT NATUREL.....	11
3.2.1. Contexte climatique	11
3.2.2. Risques naturels majeurs	13
3.3. ENVIRONNEMENT MATERIEL.....	14
3.3.1. Voies de communication	14
3.3.2. Réseaux publics et privés.....	14
3.3.3. Autres ouvrages publics	17
4. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	19
4.1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION	19
4.1.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien	19
4.1.2. Activités de l'installation.....	20
4.1.3. Composition de l'installation	20
4.1.4. Phasage des travaux.....	21
4.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	22
4.2.1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur	22
4.2.2. Sécurité de l'installation	24
4.2.3. Opérations de maintenance de l'installation	27
4.2.4. Conditions d'exploitation du parc éolien	27
4.2.5. Stockage et flux de produits dangereux.....	28
4.3. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION.....	28
4.3.1. Raccordement électrique.....	28
4.3.2. Autres réseaux.....	32
5. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION	33
5.1. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS.....	33
5.1.1. Inventaire des produits	33
5.1.2. Dangers intrinsèques des produits	33
5.2. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	34
5.3. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE	34
5.3.1. Principales actions préventives	34
5.3.2. Utilisation des meilleures techniques disponibles.....	34
6. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	35
6.1. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE.....	35
6.2. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL	36
6.3. SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE	37
6.3.1. Analyse de l'évolution des accidents en France	37
6.3.2. Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents	37
6.4. LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE	38
7. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	39
7.1. OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	39
7.2. RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES.....	39
7.3. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES	39
7.3.1. Agressions externes liées aux activités humaines.....	39
7.3.2. Agressions externes liées aux phénomènes naturels	41
7.4. SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	43
7.5. EFFETS DOMINO	46
7.6. MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE	46
7.7. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	51
8. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	52
8.1. RAPPEL DES DEFINITIONS.....	52
8.1.1. Cinétique	52
8.1.2. Intensité.....	52
8.1.3. Gravité.....	53
8.1.4. Probabilité	53
8.2. CARACTERISATION DES SCENARII RETENUS	54
8.2.1. Effondrement de l'éolienne	54
8.2.2. Chute de glace	55
8.2.3. Chute d'éléments de l'éolienne	56
8.2.4. Projection de pâles ou de fragments de pâles.....	57
8.2.5. Projection de glace.....	59
8.3. SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES ET CONCLUSIONS	61
8.3.1. Tableaux de synthèse des scénarios étudiés	61
8.3.2. Synthèse de l'acceptabilité des risques	62
8.3.3. Cartographies des risques	62
8.4. CONCLUSION.....	68
9. ANNEXES	68

FIGURES

FIGURE 1 : CARTE DE LOCALISATION.....	7
FIGURE 2 : PLAN DE SITUATION.....	8
FIGURE 3 : RECUS VIS-A-VIS DES ZONES HABITEES ET DES PRINCIPALES VOIRIES AU DROIT DE L'AIRE D'ETUDE IMMEDIATE.	9
FIGURE 4 : ICPE RECENSES DANS UN RAYON D'UN KILOMETRE AUTOUR DES EOLIENNES	10
FIGURE 5 : TOURISME DANS L'AIRE D'ETUDE IMMEDIATE.....	11
FIGURE 6 : LOCALISATION DE LA CHAINE DES PUYs	11
FIGURE 7 : POTENTIEL EOLIEN AU NIVEAU REGIONAL (SOURCE : ARIA TECHNOLOGIES - COMMUNAUTE DE COMMUNES DE SIOULET-CHAVANON, 2007).....	12
FIGURE 8 : HAUTEURS MOYENNES MENSUELLES DES PRECIPITATIONS SUR LA COMMUNE DE BRIFFONS (SOURCE : METEO FRANCE, 2014)	12
FIGURE 9 : TEMPERATURES MINIMUM ET MAXIMUM MOYENNES MENSUELLES SUR LA COMMUNE DE BRIFFONS (SOURCE : METEO FRANCE, 2014).....	12
FIGURE 10 : SYNTHESE DES TRAVAUX POUVANT PROVOQUER UN IMPACT SUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE.....	15
FIGURE 11 : ZONES A RISQUE POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE, SECTEUR E1 A E5	16
FIGURE 12 : ZONES A RISQUE POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE, SECTEUR E6 A E7	16
FIGURE 13 : ZONES A RISQUE POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE, SECTEUR E8 A E9	17
FIGURE 14 : SERVITUDES ET CONTRAINTES PRESENTES DANS ET AUTOUR DE L'AIRE D'ETUDE IMMEDIAT.....	18
FIGURE 15 : SCHEMA DE PRINCIPE D'UN PARC EOLIEN	19
FIGURE 16 : COMPOSITION D'UNE EOLIENNE ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT - SOURCE : EDF EN FRANCE.....	19
FIGURE 17 : ILLUSTRATION DES EMPRISES AU SOL D'UNE EOLIENNE.....	20
FIGURE 18 : PLAN DETAILLE DES INSTALLATIONS	21
FIGURE 19 : SCHEMA DESCRIPTIF DU COUPLE ROTOR/NACELLE (SOURCE : EDF EN FRANCE)	22
FIGURE 20 : COURBE DE PUISSANCE D'UNE EOLIENNE DE 2000 kW (HORIZONTAL : VITESSE DE VENT EN M/S, VERTICAL : PUISSANCE INSTANTANEE EN kW) SOURCE : EDF EN FRANCE	23
FIGURE 21 : PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT DE L'EOLIENNE (SOURCE : EDF EN FRANCE)	24
FIGURE 22 : COMMUNICATION - SYSTEME DE SUPERVISION ET D'INTERVENTION.....	25
FIGURE 23 : PRINCIPE DU RACCORDEMENT ELECTRIQUE D'UNE INSTALLATION EOLIENNE	28
FIGURE 24 : TRACE DU RACCORDEMENT INTERNE DU PARC EOLIEN DE BRIFFONS 1/3.....	29
FIGURE 25 : TRACE DU RACCORDEMENT INTERNE DU PARC EOLIEN DE BRIFFONS 2/3.....	30
FIGURE 26 : TRACE DU RACCORDEMENT INTERNE DU PARC EOLIEN DE BRIFFONS 3/3.....	31
FIGURE 27 : REPARTITION DES ACCIDENTS SUR DES PARCS EOLIENS FRANÇAIS (SOURCE : GUIDE TECHNIQUE D'ELABORATION DE L'ETUDE DE DANGERS DANS LE CADRE DES PARCS EOLIENS)	35
FIGURE 28 : REPARTITION DES ACCIDENTS SUR DES PARCS EOLIENS FRANÇAIS (2000 – 2014)	36
FIGURE 29 : REPARTITION DES ACCIDENTS SUR DES PARCS EOLIENS DANS LE MONDE.....	36
FIGURE 30 : REPARTITION DES CAUSES PREMIERES D'EFFONDREMENT.....	36
FIGURE 31 : REPARTITION DES CAUSES PREMIERES DE RUPTURE DE PALE.....	37
FIGURE 32 : REPARTITION DES CAUSES PREMIERES D'INCENDIE.....	37
FIGURE 33 : EVOLUTION DU NOMBRE D'INCIDENTS ANNUELS EN FRANCE ET NOMBRE D'EOLIENNES INSTALLEES.....	37
FIGURE 34 : CARTE DES REMONTEES DE NAPPE	41
FIGURE 35 : CARTE DES ALEAS LIES AU RETRAIT- GONFLEMENT DES ARGILES AU NIVEAU DU SITE	42
FIGURE 36 : CARTOGRAPHIE DES ZONES DE DANGERS POUR LE SCENARIO 1 « EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE »	63
FIGURE 37 : CARTOGRAPHIE DES ZONES DE DANGERS POUR LES SCENARIOS 2 ET 3	64
FIGURE 38 : CARTOGRAPHIE DES ZONES DE DANGERS POUR LE SCENARIO 4 « PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS D'EOLIENNE »	65
FIGURE 39 : CARTOGRAPHIE DES ZONES DE DANGERS POUR LE SCENARIO 5 « PROJECTION DE GLACE ».....	66
FIGURE 40 : CARTOGRAPHIE DES ZONES DE DANGERS POUR L'ENSEMBLE DES SCENARIOS.....	67

TABLEAUX

TABLEAU 1 : ÉVOLUTION DEMOGRAPHIQUE DES COMMUNES DE L'AIRE D'ETUDE.....	9
TABLEAU 2 : LOCALISATION DES ICPE LES PLUS PROCHES DU SITE.....	10
TABLEAU 3 : RISQUES TECHNOLOGIQUES	11
TABLEAU 4 : COMMUNES DE L'AIRE D'ETUDE RAPPROCHEE SOUMISES AUX RISQUES NATURELS.....	13
TABLEAU 5 : COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES AEROGENERATEURS ET DES POSTES DE LIVRAISON	21
TABLEAU 6 : PHASAGE DU CHANTIER DE CONSTRUCTION	21
TABLEAU 7 : COMPOSITION D'UNE EOLIENNE (SOURCE : EDF EN FRANCE)	24
TABLEAU 8 : LISTE DES POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	34
TABLEAU 9 : LOCALISATION DES ICPE SOUMISES A SIMPLE AUTORISATION LES PLUS PROCHES DU SITE.....	39
TABLEAU 10 : SYNTHESE DES DANGERS EXTERNES LIES AUX ACTIVITES HUMAINES	41
TABLEAU 11 : TABLEAU D'ANALYSE DES RISQUES.....	44
TABLEAU 12 : COTATION DE L'INTENSITE	52
TABLEAU 13 : COTATION DE LA GRAVITE.....	53
TABLEAU 14 : COTATION DE L'OCCURRENCE.....	53
TABLEAU 15 : INTENSITE – EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A LA HAUTEUR TOTALE DE L'EOLIENNE EN BOUT DE PALE)	54
TABLEAU 16 : GRAVITE – EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A LA HAUTEUR TOTALE DE L'EOLIENNE EN BOUT DE PALE)	54
TABLEAU 17 : NIVEAU DE RISQUE – EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A LA HAUTEUR TOTALE DE L'EOLIENNE EN BOUT DE PALE)	55
TABLEAU 18 : INTENSITE – CHUTE DE GLACE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A D/2 = ZONE DE SURVOL)	55
TABLEAU 19 : GRAVITE – CHUTE DE GLACE (DANS LA ZONE DE SURVOL)	56
TABLEAU 20 : NIVEAU DE RISQUE – CHUTE DE GLACE (DANS LA ZONE DE SURVOL)	56
TABLEAU 21 : INTENSITE – CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A D/2 = ZONE DE SURVOL)	56
TABLEAU 22 : GRAVITE – CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE (DANS LA ZONE DE SURVOL).....	57
TABLEAU 23 : NIVEAU DE RISQUE – CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE (DANS LA ZONE DE SURVOL).....	57
TABLEAU 24 : INTENSITE – PROJECTION D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE (ZONE DE 500 M AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE)	57
TABLEAU 25 : GRAVITE – PROJECTION D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON DE 500 M).....	58
TABLEAU 26 : NIVEAU DE RISQUE – PROJECTION D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON DE 500 M).....	59
TABLEAU 27 : INTENSITE – PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE (ZONE DE 294 M AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE)	59
TABLEAU 28 : GRAVITE – PROJECTION D'ELEMENTS DE GLACE (DANS UN RAYON DE 313 M).....	60
TABLEAU 29 : NIVEAU DE RISQUE – PROJECTION DE GLACE (DANS UN RAYON DE 313 M)	60
TABLEAU 30 : TABLEAU D'ANALYSE DES RISQUES.....	61
TABLEAU 31 : GRILLE DE CRITICITE	62

ANNEXES

A1 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE (2000 – 2012) – GUIDE TECHNIQUE DE L'INERIS POUR L'ÉLABORATION DES ÉTUDES DE DANGERS DANS LE CADRE DES PARCS ÉOLIENS, MAI 2012

A2 – ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE ISSUE DE LA BASE ARIA POUR LA PÉRIODE 2012 – 2014

1. PRÉAMBULE

1.1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE DE DANGERS

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

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc de **Briffons**. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

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

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

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

1.2. CONTEXTE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE

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

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

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

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité (article R.512-9 du Code de l'environnement). Son contenu est défini ci-dessous :

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

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

1.3. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSÉES

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

N°	Désignation des activités	Classement	Rayon d'affichage
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs		
	1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m 2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât a une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée : a) Supérieure ou égale à 20 MW b) Inférieure à 20 MW	Autorisation Autorisation Déclaration	R = 6 km R = 6 km Sans objet

Le parc éolien de **Briffons comprend 9 aérogénérateurs ayant une hauteur de mât de 91,5 m pour une puissance totale installée de 22,5 MW** : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

2. INFORMATIONS GÉNÉRALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

EDF EN France, entité d'EDF Energies Nouvelles comprenant l'activité de développement, a initié un projet éolien sur la commune de Briffons, dans le département du Puy-de-Dôme (63).

Les renseignements administratifs concernant le demandeur sont fournis ci-dessous :

Dénomination sociale	PARC EOLIEN DE BRIFFONS
Forme juridique	Société par actions simplifiée (SAS)
N° SIRET	528.523.541
Code APE	3511Z (Production d'électricité)
Adresse du siège social	Cœur Défense - Tour B 100 Esplanade du Général de Gaulle 92 932 PARIS LA DEFENSE Cedex
Associés et Direction	EDF EN France Cœur Défense - Tour B - 100, Esplanade du Général de Gaulle 92932 Paris la Défense Cedex
Nom et qualité de la personne responsable du suivi du projet	M. Pascal ESCRIBE – Chef de Projets
Adresse de correspondance	EDF EN France Centre d'affaires Wilson – Quai Ouest 35, boulevard de Verdun 34500 Béziers
Téléphone	04 67 62 07 93

Ce dossier est élaboré par :

I.D.E. Environnement
 4, rue Jules Védrières
 31031 Toulouse Cedex 4.

Il a été rédigé par Julien MARCHAND et Céline BORDES, ingénieurs.

Toutefois, tous les renseignements consignés dans ce document émanent d'EDF EN France, qui en assure l'authenticité et en assume la responsabilité.

2.2. LOCALISATION DU SITE

Le parc éolien de Briffons, composé de 9 aérogénérateurs, est localisé sur la commune Briffons, dans le département du Puy-de-Dôme (63) en Auvergne. La carte suivante présente la localisation du site.

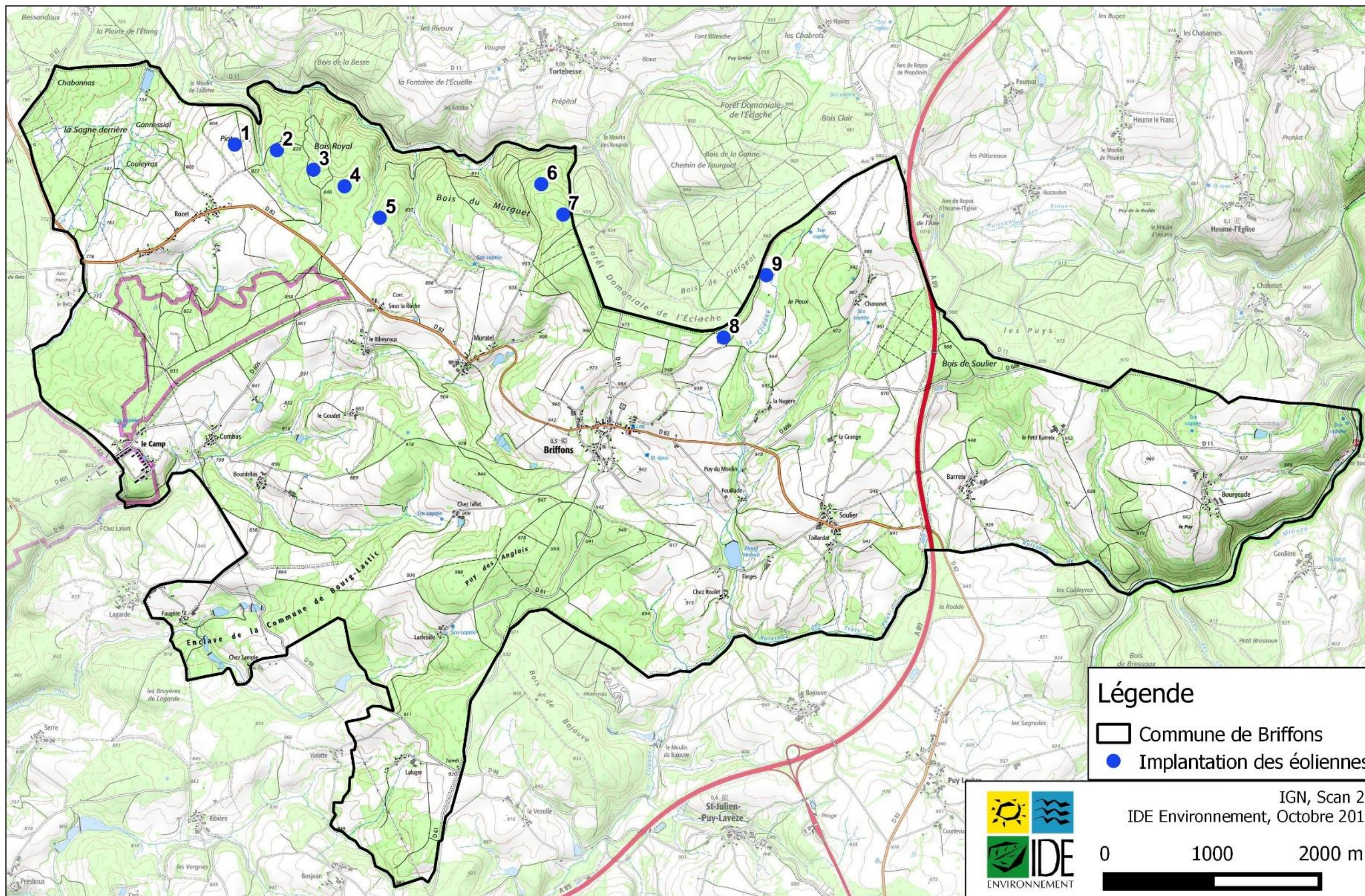


Figure 1 : Carte de localisation

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. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe 8.2.4.

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.

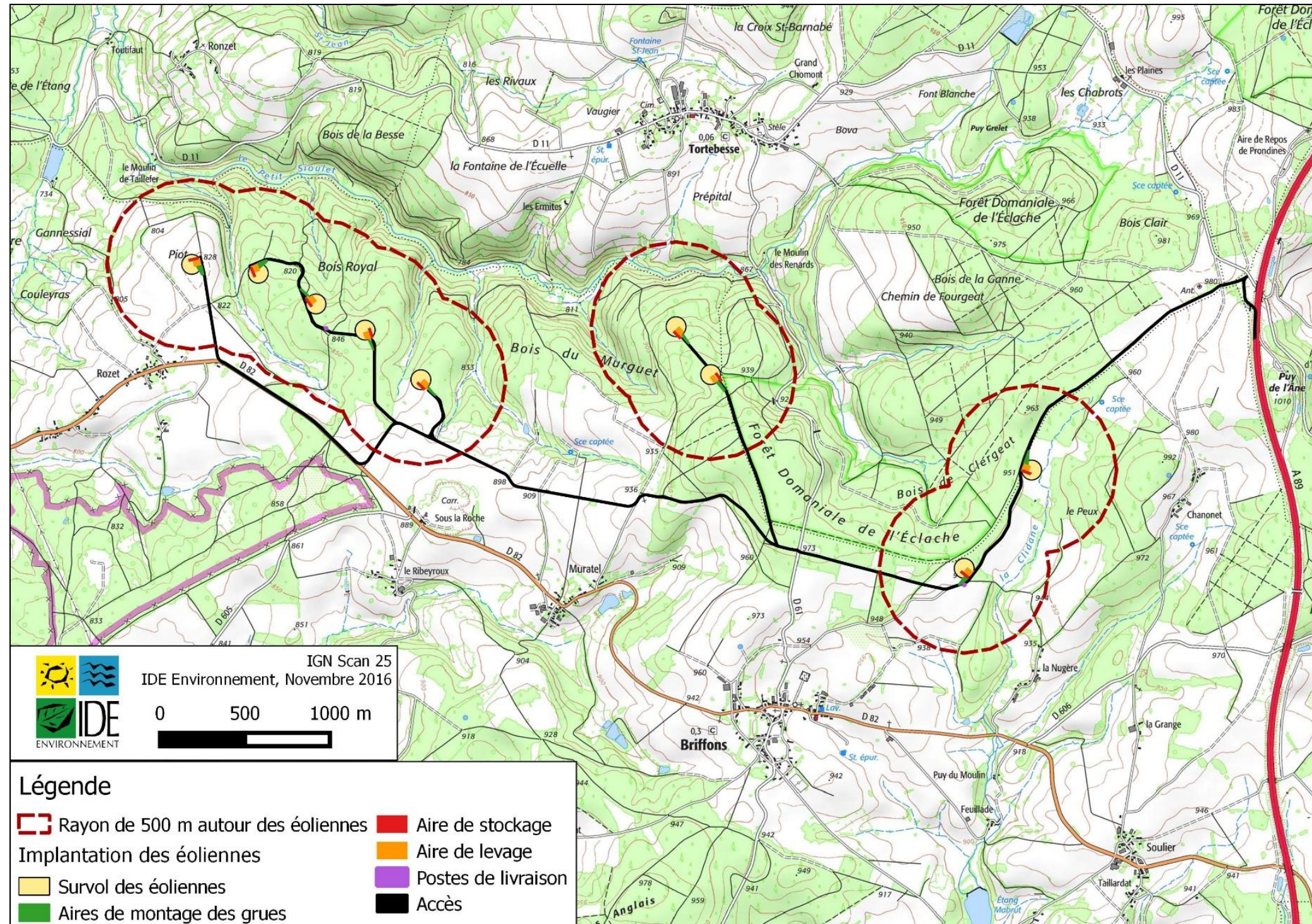


Figure 2 : Plan de situation

3. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

3.1. ENVIRONNEMENT HUMAIN

3.1.1. ZONES URBANISÉES

3.1.1.1. DONNÉES STATISTIQUES COMMUNALES

Source : INSEE, 2014

Les communes de Briffons, Tortevesse et Sauvagnat se trouvent dans l'aire d'étude défini pour l'étude de dangers.

Comme dans les autres zones rurales du Massif Central, l'évolution démographique de l'aire d'étude intermédiaire est globalement négative, suite à la disparition de nombreux emplois liés à la fermeture des mines.

Cette diminution de la population est assez forte au niveau de l'aire d'étude intermédiaire, avec environ 30 à 40 % de diminution de la population en 29 ans (cf. tableau ci-après).

La commune de Briffons, la plus peuplée de l'aire d'étude rapprochée en 1982, a vu une diminution générale de sa population jusqu'en 2011, avec une perte de 28,4 % de ses habitants.

Tableau 1 : Évolution démographique des communes de l'aire d'étude

Commune	1982	1990	1999	2006	2011	Évolution 1982/2011
Briffons	415	369	335	333	297	-28,4 %
Sauvagnat	236	206	167	145	147	-37,7 %
Tortevesse	100	80	65	55	55	-45,0 %

3.1.1.2. HABITAT RIVERAIN

Conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des ICPE :

« L'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs sont situés à une distance minimale de 500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010 [...] »

Il n'existe donc aucune habitation à moins de 500 m des aérogénérateurs (voir carte ci-après).

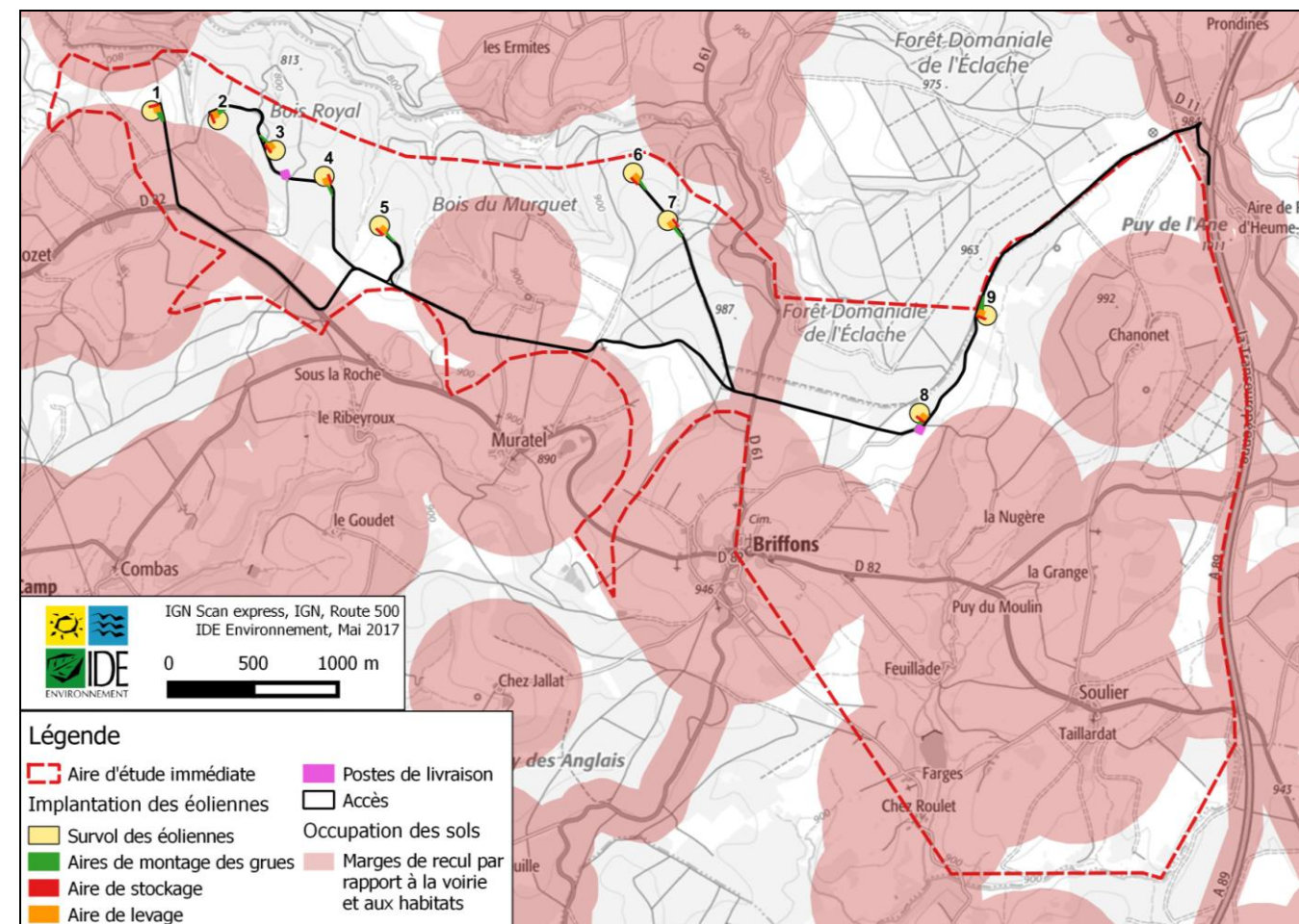


Figure 3 : Reculs vis-à-vis des zones habitées et des principales voiries au droit de l'aire d'étude immédiate

3.1.2. ÉTABLISSEMENT RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Il n'existe pas d'établissement recevant du public à moins de 500 m des aérogénérateurs.

3.1.3. INSTALLATIONS CLASSÉES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Dans un rayon de 1 km autour des éoliennes, se trouvent trois Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) soumises à autorisation (voir tableau ci-dessous), dont aucune n'est classée SEVESO :

Tableau 2 : Localisation des ICPE les plus proches du site

Nom de l'établissement	Activités	Localisation	Distance min / éolienne n°
Les Carrières des Puys	Exploitation de carrière de basalte	Lieu-dit « Sous les Roches » à Briffons	~ 700 m au sud de l'éolienne n°5
Les Carrières des Puys	Centrale d'enrobage au bitume	Lieu-dit « Sous les Roches » à Briffons	~ 700 m au sud de l'éolienne n°5
VSB Energies Nouvelles	Parc éolien	Tortebesse	~ 300 m au nord-ouest de l'éolienne n°9 ~ 330 m au sud-est de l'éolienne n°7 ~ 410 m à l'est de l'éolienne n°8

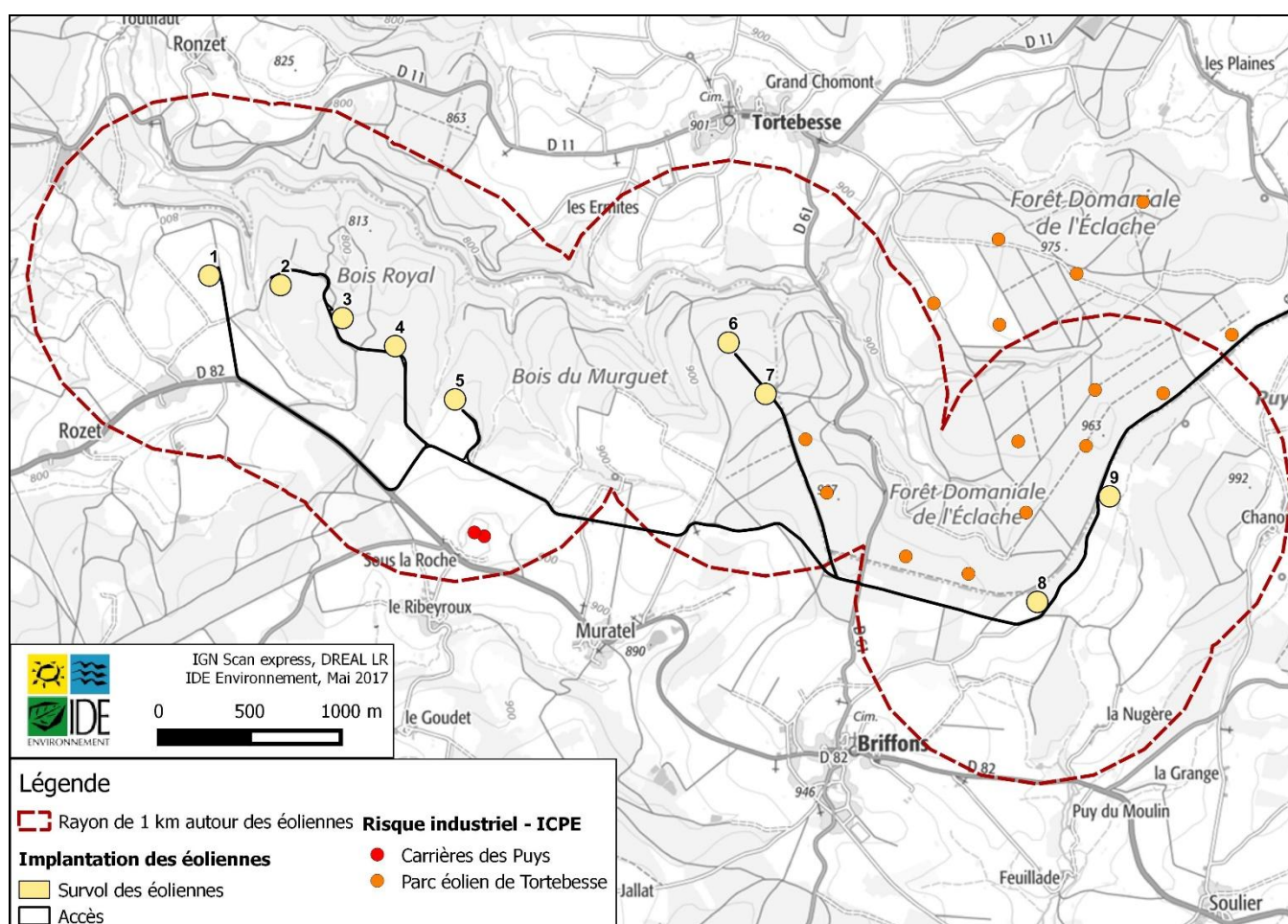


Figure 4 : ICPE recensés dans un rayon d'un kilomètre autour des éoliennes

3.1.4. AUTRES ACTIVITÉS

3.1.4.1. PATRIMOINE CULTUREL, PAYSAGER ET ARCHEOLOGIQUE

Trente monuments historiques et 5 sites sont dénombrés sur l'ensemble de l'aire d'étude éloignée (20 km autour de l'aire immédiate) du projet de parc éolien de Briffons. L'aire d'étude éloignée englobe également le périmètre de deux Parcs Naturels Régionaux. En outre, aucune autre protection n'existe sur le secteur (AVAP, ZPPAUP, site UNESCO...). Enfin, l'aire d'étude immédiate et ses abords compte onze entités archéologiques recensées.

Par ailleurs, l'aire d'étude éloignée comporte de nombreux sites touristiques liés au patrimoine naturel et/ou aux paysages et liés au patrimoine bâti : massifs montagneux, lacs, vallées et gorges, étangs, musées, circuits touristiques...

L'aire d'étude immédiate est toutefois éloignée des sites patrimoniaux et touristiques majeurs. Le seul monument historique situé dans l'aire d'étude immédiate est l'église de Briffons, localisée sur la place du bourg.

3.1.4.2. ACTIVITÉS HUMAINES

Les principales activités recensées sur la commune de Briffons sont l'agriculture et l'élevage avec notamment la production de fromages au sein de l'aire d'étude immédiate (plusieurs AOC concernées).

Des massifs forestiers sont également présents au niveau de l'aire d'étude immédiate, une partie étant gérées par l'ONF.

L'aire d'étude est également le terrain de chasse de deux associations de chasse. Il n'y a toutefois pas de réserve de chasse sur la commune de Briffons.

Enfin, bien que l'activité touristique soit présente dans l'aire d'étude éloignée, elle est faiblement développée dans l'aire d'étude immédiate.

L'ensemble des sites touristiques proches sont représentés sur la carte en page suivante.

On notera la présence de circuits thématiques de petites randonnées à proximité :

- à Briffons (découverte d'un moulin à Combas),
- à Tortebesse (découverte du passé minier dans le fond de la vallée du Petit Sioulet, découverte du paysage bocager),
- Heume-l'Eglise (découverte des murets de pierre dans le bourg).

Le circuit de Briffons traverse l'aire d'étude immédiate, il emprunte une piste reliant Muratel au bois du Murguet.

A noter que ces itinéraires traversant l'aire d'étude immédiate sont d'usage modéré. Les circuits les plus fréquentés sont ceux parcourant la chaîne des Puys et le massif du Sancy. Depuis les circuits, l'usage de randonnée est compatible avec un parc éolien.

Un inventaire des hébergements a été réalisé à proximité du site étudié à l'aide des données des offices de tourisme. On dénombre ainsi : un gîte à Briffons, un à Farges, et un à Tortebesse.

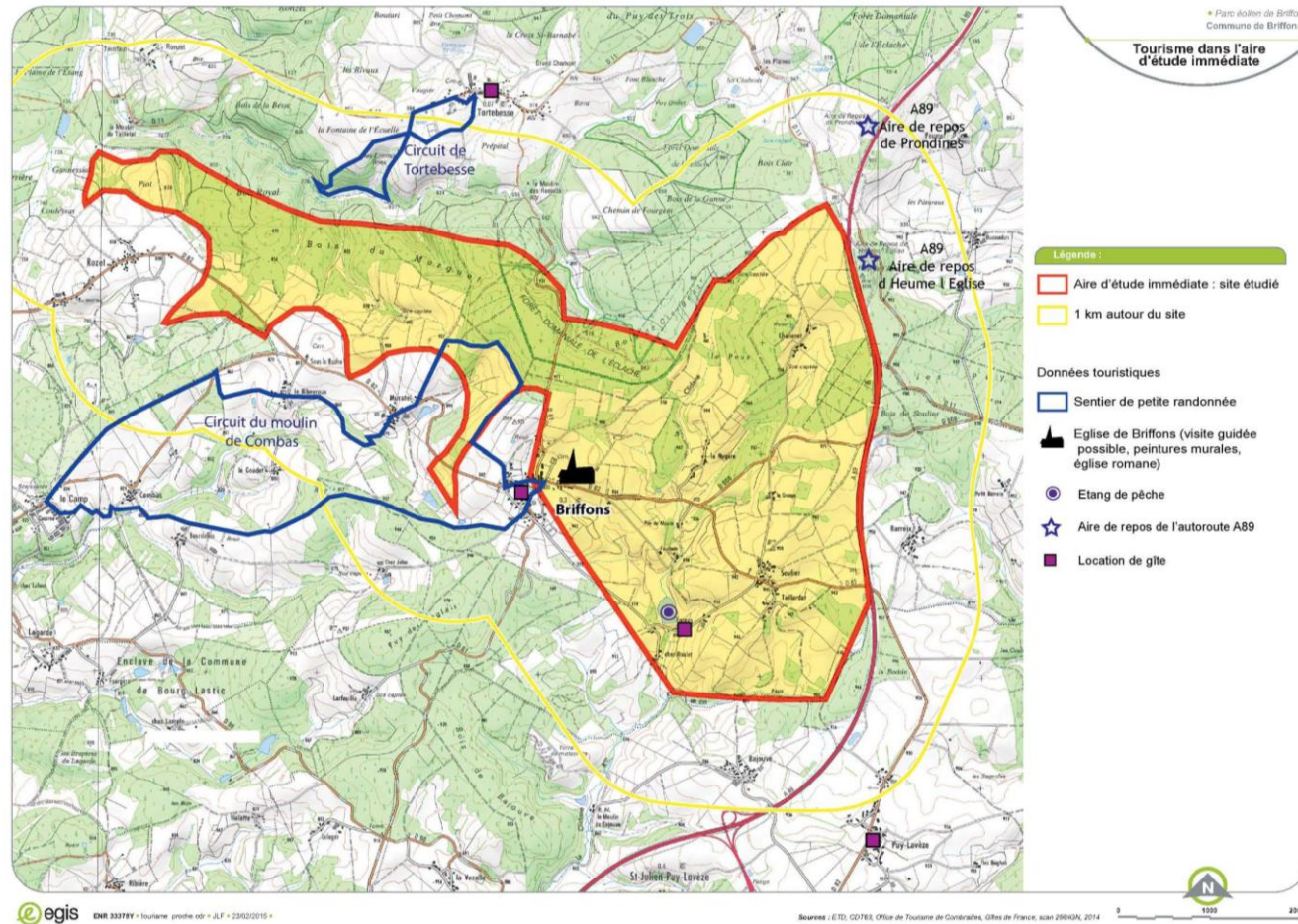


Figure 5 : Tourisme dans l'aire d'étude immédiate

3.2. ENVIRONNEMENT NATUREL

3.2.1. CONTEXTE CLIMATIQUE

La situation géographique du Puy-de-Dôme lui vaut un des climats les plus variés de France. Les montagnes du Sud-Ouest (Sancy, Cézallier) sont abondamment arrosées et enneigées, tandis que les Limagnes (grandes plaines) au centre sont protégées par un puissant effet de foehn¹ et voient augmenter la part des orages dans le total des précipitations. À l'Est, le foehn s'estompe à l'approche d'autres montagnes (Livradois, Forez). L'écart thermique moyen entre les lieux les plus chauds et les plus froids est de 8°C, mais en hiver, les plaines sont parfois plus froides que les montagnes (phénomène d'inversion).

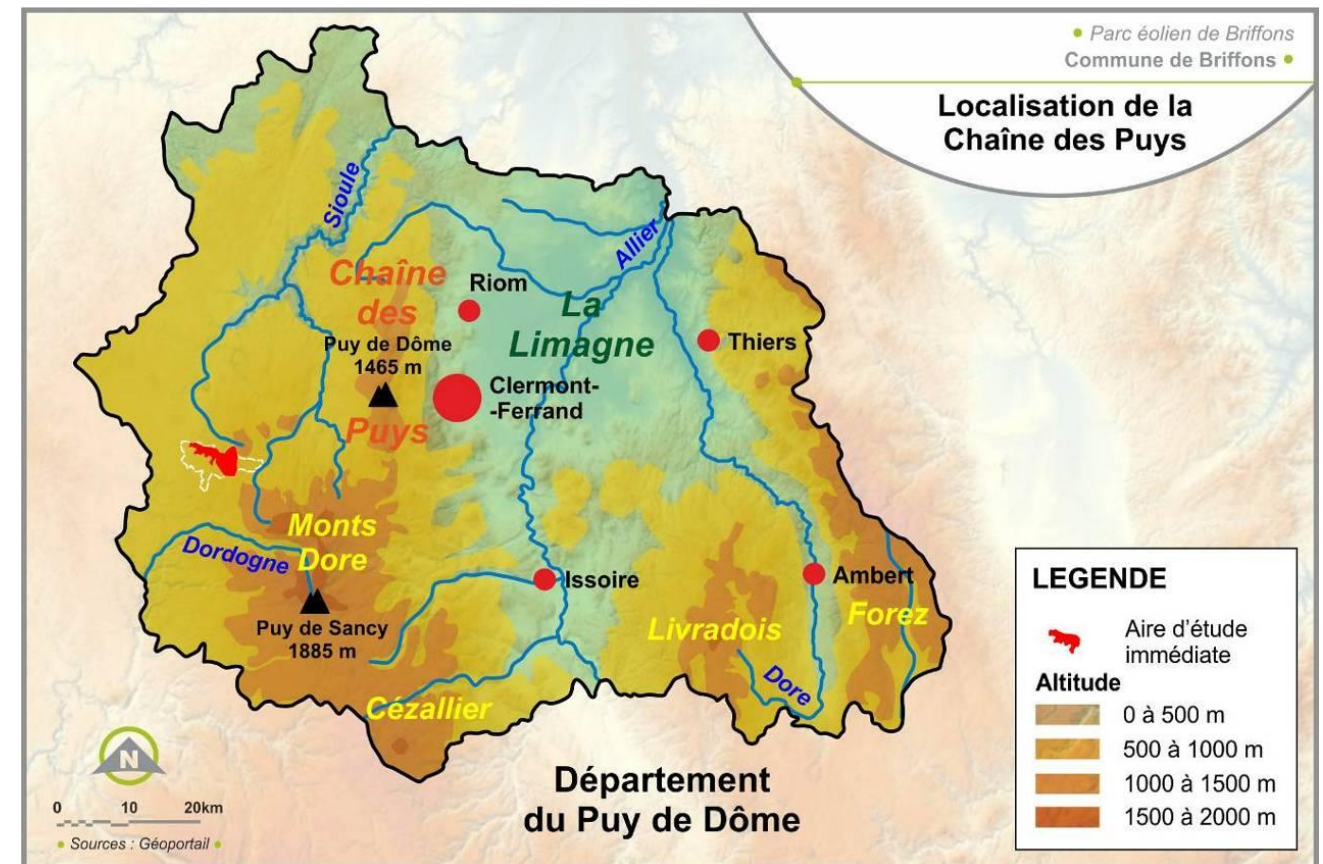


Figure 6 : Localisation de la chaîne des Puys

3.1.5. RISQUES TECHNOLOGIQUES MAJEURS

Les risques technologiques recensés dans les communes de l'aire d'étude (à savoir Briffons, Tortebesse et Sauvagnat) sont (Source : prim.net – Portail de la prévention des Risques Majeurs) :

- le transport de matières dangereuses.

Tableau 3 : Risques technologiques

Risque	Description
Transport de matières dangereuses	La commune de Briffons est soumise aux risques Transport de matières dangereuses en raison de sa proximité avec l'autoroute (qui borde l'aire d'étude immédiate) et la voie ferrée. Elle n'est par contre pas exposée à la présence de canalisations de transport de gaz naturel.

3.2.1.1. VENT ET POTENTIEL ÉOLIEN

Le potentiel éolien a fait l'objet d'une évaluation dans le cadre d'une étude régionale menée conjointement par l'ADEME et la Région Auvergne².

Au droit de l'aire d'étude immédiate, les vents sont compris entre 4,5 m/s et 5,5 m/s à 50 m de hauteur comme présenté sur la carte ci-dessous :

¹ L'effet de foehn, ou effet de föhn, est un phénomène météorologique créé par la rencontre de la circulation atmosphérique et du relief quand un vent dominant rencontre une chaîne montagneuse.

² ADEME, Région Auvergne, Document de synthèse – potentiel éolien et environnement en REGION AUVERGNE, Juin 2003

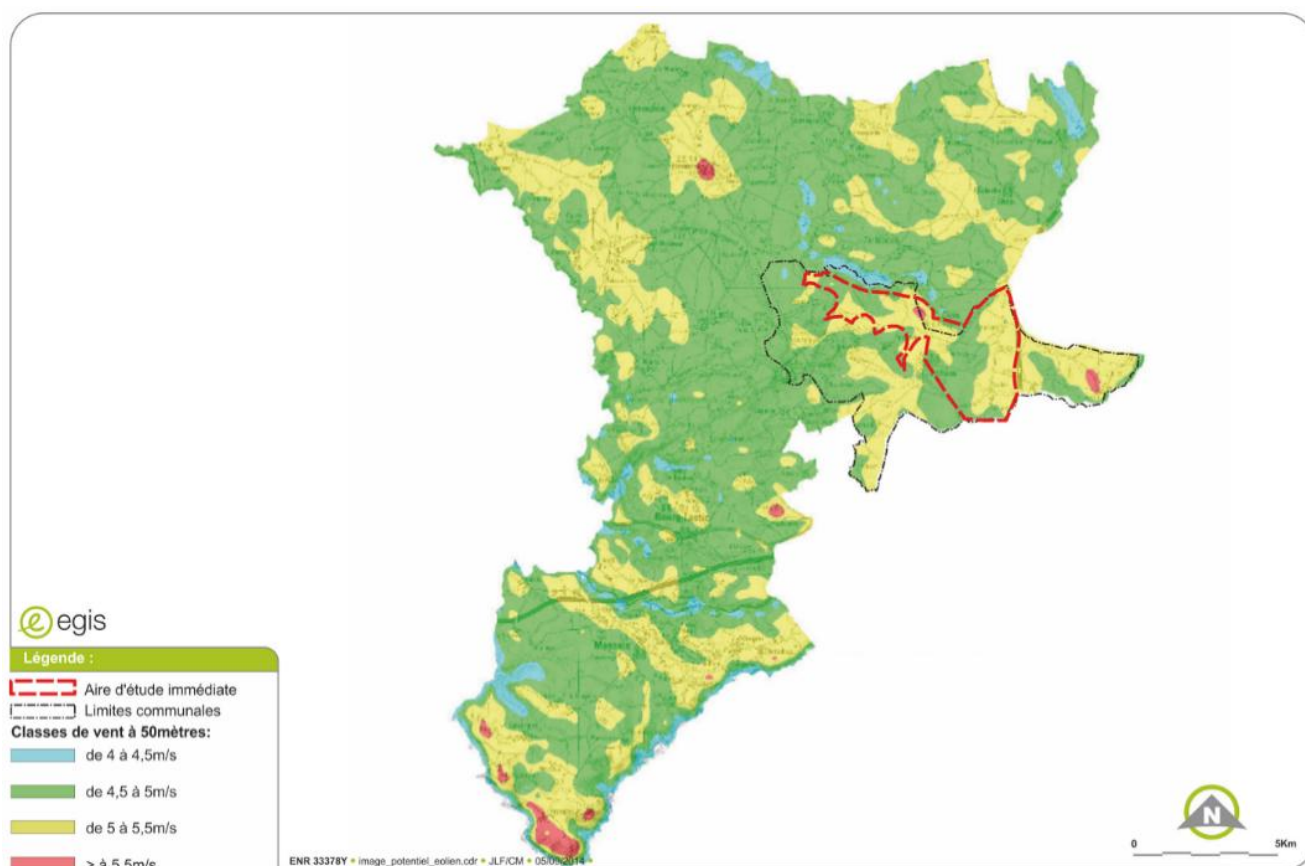


Figure 7 : Potentiel éolien au niveau régional (Source : ARIA Technologies - Communauté de Communes de Sioulet-Chavanon, 2007)

Enfin, il est à noter qu'à Clermont-Ferrand, 4 jours par an présentent une vitesse de vent supérieur ou égal à 90 km/h et un jour une vitesse supérieur à 100 km/h.

3.2.1.2. PRÉCIPITATIONS ET ORAGES

L'influence du relief est prédominante essentiellement de par la disposition des obstacles montagneux et des fossés d'effondrement axés Nord-Sud. Cette disposition, perpendiculaire à la circulation générale d'Ouest en Est de l'atmosphère qui caractérise nos latitudes, est à l'origine des fortes pluies des versants Ouest des reliefs et de la sécheresse relative des Limagnes.

Les données relatives aux précipitations sur l'aire d'étude immédiate sont issues des informations des stations météorologiques de Météo France.

Les précipitations sur l'aire d'étude immédiate sont les plus élevées en mai et juin avec respectivement 76,8 mm et 72,9 mm de pluie mensuelle en moyenne. En hiver, les mois de février et mars sont les moins pluvieux avec respectivement 21,8 mm et 25,8 mm.

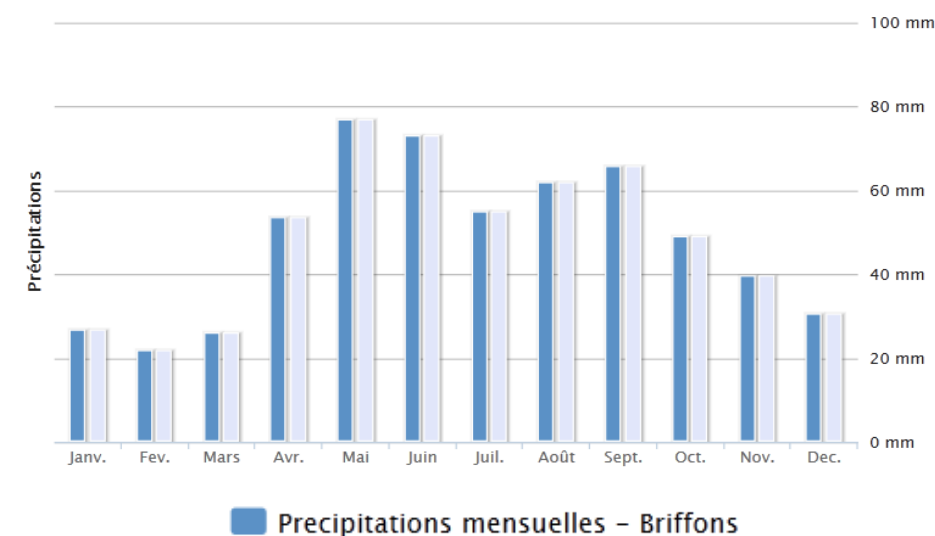


Figure 8 : Hauteurs moyennes mensuelles des précipitations sur la commune de Briffons (Source : Météo France, 2014)

Les orages, accompagnés généralement de vents violents, de fortes précipitations ou encore de foudre, peuvent affecter directement ou indirectement le chantier ou l'exploitation d'un parc éolien.

Pour un secteur donné, l'activité orageuse peut être caractérisée par l'indice kéraunique. Celui-ci correspond au nombre de jours d'orages par an. Le département du Puy-de-Dôme se situe à la limite entre deux zones kérauniques. L'aire d'étude immédiate est localisée au niveau du niveau kéraunique compris entre 26 et 29 jours/an.

De plus, le Puy-de-Dôme présente une densité de foudroiement de 2,8 foudroiements/km²/an.

Ainsi, le risque orageux du secteur peut être qualifié de « modéré ».

3.2.1.3. TEMPÉRATURES, NEIGE ET GELÉES

La température mensuelle moyenne de Briffons est de 11,7°C avec une température minimale moyenne de -0,1°C (en janvier) et une température moyenne maximale de 26,5°C (en juillet).

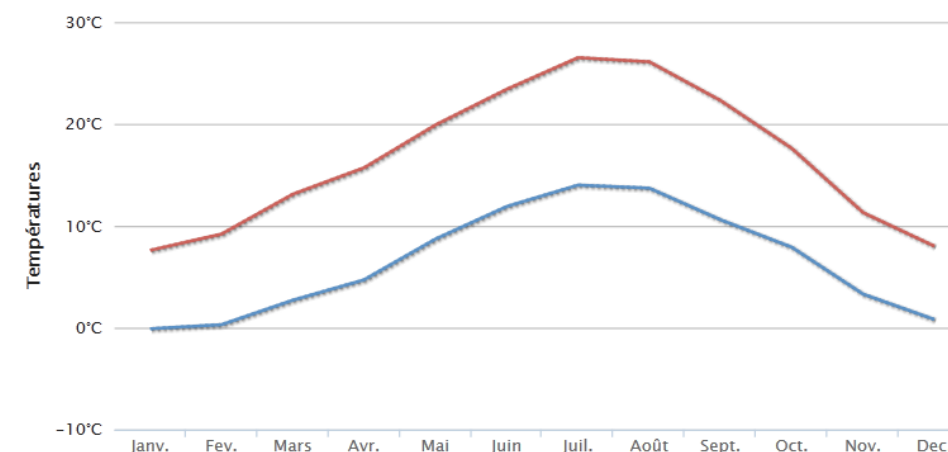


Figure 9 : Températures minimum et maximum moyennes mensuelles sur la commune de Briffons (Source : Météo France, 2014)

La neige est présente plus de 35 jours par an dans le Puy-de-Dôme. De plus, selon les informations sur le climat du massif central, 90 jours avec des températures négatives sont comptabilisés par an au niveau de l'aire d'étude

immédiate. Cette valeur est une des plus importantes rencontrées en France, caractéristique du climat montagnard.

3.2.1.4. BROUILLARD

Par convention, le terme « brouillard » correspond à une visibilité inférieure à 1 km. Dans la plupart des cas, les brouillards se forment au cours de la nuit et disparaissent durant la matinée, plus ou moins tardivement. Mais il arrive parfois qu'ils persistent toute la journée.

On décompte annuellement 268 jours avec présence de brouillard dans le Puy-de-Dôme. L'aire d'étude immédiate présente une visibilité inférieure à 1000 m entre 50 et 70 jours par an (dans certaines régions françaises cette valeur peut atteindre 100 jours par an, voire 120, comme par exemple en Bretagne, à l'intérieur des terres en Aquitaine et ou encore de la Bourgogne aux Vosges).

La covisibilité sur le parc éolien est ainsi réduite durant ces jours de brouillard, de même que les pales d'éoliennes augmentant les risques de collision des oiseaux.

3.2.1.5. SYNTHÈSE

L'aire d'étude immédiate se trouve sur une zone dont les vents sont supérieurs à 4,4 m/s à 50 m de hauteur, générant un potentiel éolien intéressant.

En outre, des phénomènes météorologiques extrêmes tels que des gelées, des brouillards, des vents forts ou des orages pourront entraîner une diminution voire un arrêt de l'activité certains jours par an en raison de risques de bris de pales ou de chutes de glace par exemple. Les éoliennes sont néanmoins conçues pour s'arrêter automatiquement en cas de conditions météorologiques défavorables.

3.2.2. RISQUES NATURELS MAJEURS

Les risques naturels recensés dans les communes de l'aire d'étude (à savoir Briffons, Tortebeffe et Sauvagnat) sont (Source : prim.net – Portail de la prévention des Risques Majeurs) :

- les feux de forêt,
- les mouvements de terrains,
- les cavités souterraines,
- les séismes,
- les tempêtes.

Tableau 4 : Communes de l'aire d'étude rapprochée soumises aux risques naturels

Risque	Description
Risque de feu de forêt	<p>Les feux de forêt sont des incendies qui se propagent sur une surface d'au moins un hectare de forêt ou de lande. Les zones les plus exposées dans le Puy-de-Dôme sont :</p> <p>Les coteaux Est de la chaîne des Puys, du massif du Sancy et du Cézallier, Le secteur Est du département.</p> <p>Les feux de forêts du secteur ouest du département ont souvent pour origine un écobuage non maîtrisé réalisé pour la destruction d'espèces envahissant les zones de pâtures (ronces, fougères, etc.) situées à proximité des espaces forestiers. Aussi, depuis le 8 juillet 2011, ces pratiques sont encadrées par un arrêté préfectoral.</p> <p>La commune de Briffons, et ainsi l'aire d'étude immédiate, est soumise au risque de feu de forêt.</p>
Mouvements de terrain Cavités souterraines Aléa retrait/gonflement des argiles	<p>La commune de Briffons est sensible aux affaissements et effondrements liés aux cavités souterraines (hors mine). Néanmoins, plusieurs cavités souterraines sont recensées sur les communes de l'aire d'étude rapprochée dont la plus proche est à environ 2 km de l'aire d'étude immédiate sur la commune de Sauvagnat. De plus, un effondrement a d'ores et déjà été recensé au sein de l'aire d'étude immédiate et deux autres à environ 1,6 km à l'ouest sur la commune de Briffons.</p> <p>Le terrain de la commune de Briffons n'est à priori pas argileux, il n'est pas sujet à des retraits-gonflements des sols-argileux. Cependant les communes voisines sont faiblement et moyennement sensibles à cet aléa (au nord et à l'est essentiellement de l'aire d'étude immédiate).</p>
Risque sismique	<p>La commune de Briffons est classée en zone 2 de risque sismique, c'est-à-dire qu'elle possède une sismicité faible. Les mesures préventives qui s'appliquent concernent le respect d'une norme de construction applicable à certains bâtiments (norme NF EN 1998-1 septembre 2005), notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les établissements scolaires, - Les ERP de catégories 1, 2 et 3, - Les établissements sanitaires et sociaux, - Les bâtiments indispensables pour la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public, - Les bâtiments assurant le maintien des télécommunications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie.
Risque de tempête	<p>Tout le département peut être affecté par les tempêtes. Néanmoins le relief conduit à un renforcement de la force des vents en certains lieux particuliers. Ainsi, le vent est en général plus fort au fur et à mesure que l'on s'élève en altitude. Les vents peuvent aussi être accélérés lorsqu'ils sont canalisés par une vallée ou au passage d'un col.</p>

3.3. ENVIRONNEMENT MATÉRIEL

3.3.1. VOIES DE COMMUNICATION

3.3.1.1. AXES ROUTIERS

Plusieurs routes départementales traversent l'aire d'étude immédiate et l'autoroute A 89 borde l'aire à l'est. Une distance de recul de 150 mètres par rapport aux principales voiries est à respecter pour des questions de sécurité des usagers.

Le réseau routier de l'aire d'étude immédiate est constitué :

- de l'autoroute A89 qui longe la limite est de l'aire d'étude immédiate,
- de la route départementale RD82 qui traverse d'ouest en est l'aire d'étude immédiate,
- de la RD606 qui traverse le nord-est de l'aire d'étude immédiate et qui rejoint la RD11 par le bois de Soulier,
- de la RD61 qui relie la commune de Briffons à celle de Tortebeffe par la forêt de l'Eclache,
- d'axes secondaire de type chemin, qui donnent accès au lieu-dit de l'aire d'étude immédiate.

En termes de transport en commun, le territoire est desservi par 10 lignes du réseau départemental. La fréquence de ces lignes est extrêmement faible (1 fois par jour) et la fréquentation est essentiellement scolaire.

3.3.1.2. AXES FERROVIAIRES

Une ligne de train suit globalement l'autoroute A89 mais ne traverse pas l'aire d'étude immédiate. La fréquentation de cette ligne reste très limitée et souffre d'une faible performance en termes de rapidité et de fréquence.

3.3.1.3. TRANSPORT AÉRIEN

L'aérodrome le plus proche de l'aire d'étude, se situe à environ une cinquantaine de kilomètres, à Clermont-Ferrand.

Servitudes aéronautiques

Les servitudes aéronautiques sont destinées à assurer la protection d'un aérodrome contre les obstacles, de façon à ce que les avions puissent y atterrir et en décoller dans les conditions optimales de sécurité et de régularité.

Il existe deux types de servitudes aéronautiques : celles relatives à l'aviation civile (lignes aériennes commerciales, etc.) et celles relatives à l'aviation militaire (application défense, etc.).

1. Aviation civile

Afin d'assurer la sécurité de la circulation des aéronefs, la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) a institué des servitudes spéciales dites « servitudes aéronautiques civiles » (Art. R.241-1 du Code de l'aviation civile).

Le plan des servitudes aéronautiques de dégagement délimite les zones à l'intérieur desquelles la hauteur des constructions ou d'obstacles de toute nature est réglementée. L'enveloppe globale des surfaces de dégagement est appelée aire de dégagement.

Chaque aérodrome est protégé par un plan de servitudes aéronautiques de dégagement. Ces servitudes comportent l'interdiction de créer ou l'obligation de supprimer les obstacles susceptibles de constituer un danger pour la circulation aérienne.

L'aérodrome le plus proche de l'aire d'étude immédiate, se situe à environ une cinquantaine de kilomètres, à Clermont-Ferrand.

Les informations issues du portail géographique de la DDT 63 indiquent que l'aire d'étude immédiate n'est pas concernée par des servitudes aéronautiques civiles.

2. Aviation militaire

Le Réseau Très Basse Altitude (RTBA) constitue un ensemble de zones réglementées reliées entre elles, destiné aux vols d'entraînement à très basse altitude et très grande vitesse.

L'aire d'étude immédiate est incluse dans la zone militaire réglementée du RTBA LF-R 593 A « Les Puys », 800 ft ASFC /5700 ft AMSL du RTBA « sans être toutefois de nature à remettre en cause la mission des forces » (cf. courrier de l'armée de l'air du 26 février 2013). Le Réseau Très Basse Altitude (RTBA) constitue un ensemble de zones réglementées reliées entre elles, destiné aux vols d'entraînement à très basse altitude et très grande vitesse.

3.3.1.4. VOIES FLUVIALES

Aucun axe de communication fluviale ne traverse l'aire d'étude immédiate.

3.3.2. RÉSEAUX PUBLICS ET PRIVÉS

3.3.2.1. CANALISATIONS DE TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES (GAZ, HYDROCARBURES)

La commune de Briffons n'est pas concernée par le transport canalisé de matières dangereuses (hydrocarbures, gaz ...).

3.3.2.2. RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT

Aucune station d'épuration n'est localisée dans le périmètre d'étude ni aucun réseau d'assainissement

La station la plus proche est celle située à Tortebeffe à plus de 1,2 km de l'éolienne la plus proche (n°6).

3.3.2.3. RÉSEAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Plusieurs captages en eau potable sont situés au sein de l'aire d'étude immédiate. D'Ouest en Est, ce sont :

- les captages du Murguet (Ouest et Est) qui ont fait l'avis d'un arrêté préfectoral de Déclaration d'Utilité Publique (DUP) datant du 6 juillet 1981,
- le captage de la « Source du Murguet » (Chanaudoux). Ce captage a fait l'objet d'un avis de l'hydrogéologue agréé le 14 décembre 1963,
- le captage « Source des Foulets » (adduction d'eau collective privée) qui alimente l'ASA de Muratel. Ce captage a fait l'objet d'un avis de l'hydrogéologue agréé le 31 octobre 1990,

- les captages de Bessat (Bourg) et de Chanonet qui ont fait l'objet d'un arrêté préfectoral de DUP en date du 4 avril 2006,
- le captage de Ganne qui dessert le réseau du Barreix et le captage du Soulier qui dessert le réseau de Soulier-Taillardat qui comporte un réservoir de 120 m³. Ils ont fait l'objet d'un avis de l'hydrogéologue agréé le 31 octobre 1990.

Plusieurs captages se situent à proximité de l'aire d'étude immédiate (toutefois à l'extérieur du périmètre) :

- captages de Larfeuille au Sud de Briffons,
- captages de Bois Clair Aval et de Bois Clair Amont qui ont fait l'objet d'un arrêté préfectoral de DUP du 4 janvier 2004 sur Tortebesse,
- captage de Buzaudon sur la commune de Heume-l'Église, situé à l'est de l'A89,
- captage de Gare de Bourgade situé à l'extrémité Est de la commune de Briffons et Larfeuille Aval.

Compte-tenu de la présence de ces nombreux captages d'alimentation en eau potable au droit de l'aire d'étude immédiate, un hydrogéologue agréé par l'Agence Régionale de Santé d'Auvergne-Rhône-Alpes a été mandaté pour donner un avis sanitaire sur le projet. Son avis, rendu le 8 juillet 2017, est joint en annexe au présent dossier d'étude d'impact. Il indique que les éoliennes sont toutes localisées hors emprise des périmètres de protection immédiats définis dans le cadre des études hydrogéologiques et des DUP de chacun des captages. Néanmoins :

- L'éolienne E4 et le pylône de supervision sont situés dans le bassin d'alimentation des captages de Murguet Ouest et de Chaumadoux.
- Deux accès à créer ou à aménager se situent en dehors des périmètres de protection de captage mais au sein du bassin versant d'alimentation du captage des Foulets
- Plusieurs accès à créer ou à aménager se situent dans les périmètres de protection, mais hors bassin versant d'alimentation, des captages de Bessat et Nimbus.

Ainsi, selon l'avis sanitaire de l'hydrogéologue, seuls quelques secteurs très localisés peuvent provoquer des désordres au niveau des captages les plus proches. Le tableau et les cartes suivantes synthétisent ces impacts. Des mesures seront mises en œuvre en phase chantier afin d'éviter toute pollution de la ressource captée.

Captages (D'Ouest en Est)		Travaux pouvant provoquer un impact sur la ressource en eau
Murguet Ouest	PPR	Création d'un accès longeant le PPR à l'Est (dans bassin versant).
	Bassin Versant Hors PPR	Création d'un accès. Création de l'éolienne E4
Nimbus	PPR	Création d'un chemin d'accès à l'intérieur du PPR.
	Bassin Versant Hors PPR	Néant. Bien qu'étant dans le PPR, le chemin d'accès se situe hors bassin versant.
Ancien Murguet Est	PPR	Néant
	Bassin Versant Hors PPR	Néant
Nouveau Murguet Est	PPR	Néant
	Bassin Versant Hors PPR	Néant
Croix de Faucoux	PPR	Aménagement d'un accès longeant le PPR à l'Est (dans bassin versant).
	Bassin Versant Hors PPR	Néant. Bien qu'étant dans le PPR, le chemin d'accès se situe hors bassin versant.
Chaumadoux	Bassin Versant (Absence PPR)	Aménagement et création d'un chemin d'accès dans la partie Sud du bassin versant. Création d'un pylône avec fondation semi-profonde en limite nord du bassin versant.
Les Foulets	PPR	Aménagement d'un accès longeant le PPR au nord (hors bassin versant).
	Bassin Versant Hors PPR	Aménagement et création de deux chemins d'accès dans la partie Est du bassin versant.
Bessat	PPR	Aménagement d'un accès longeant le PPR au Nord-Ouest (hors bassin versant).
	Bassin Versant Hors PPR	Néant.
Chanonet	PPR	Néant.
	Bassin Versant Hors PPR	Néant.

Figure 10 : Synthèse des travaux pouvant provoquer un impact sur l'alimentation en eau potable

Source : Patrick Dorsemaine, Hydrogéologue agréé, Avis sanitaire pour un projet éolien, Juillet 2017

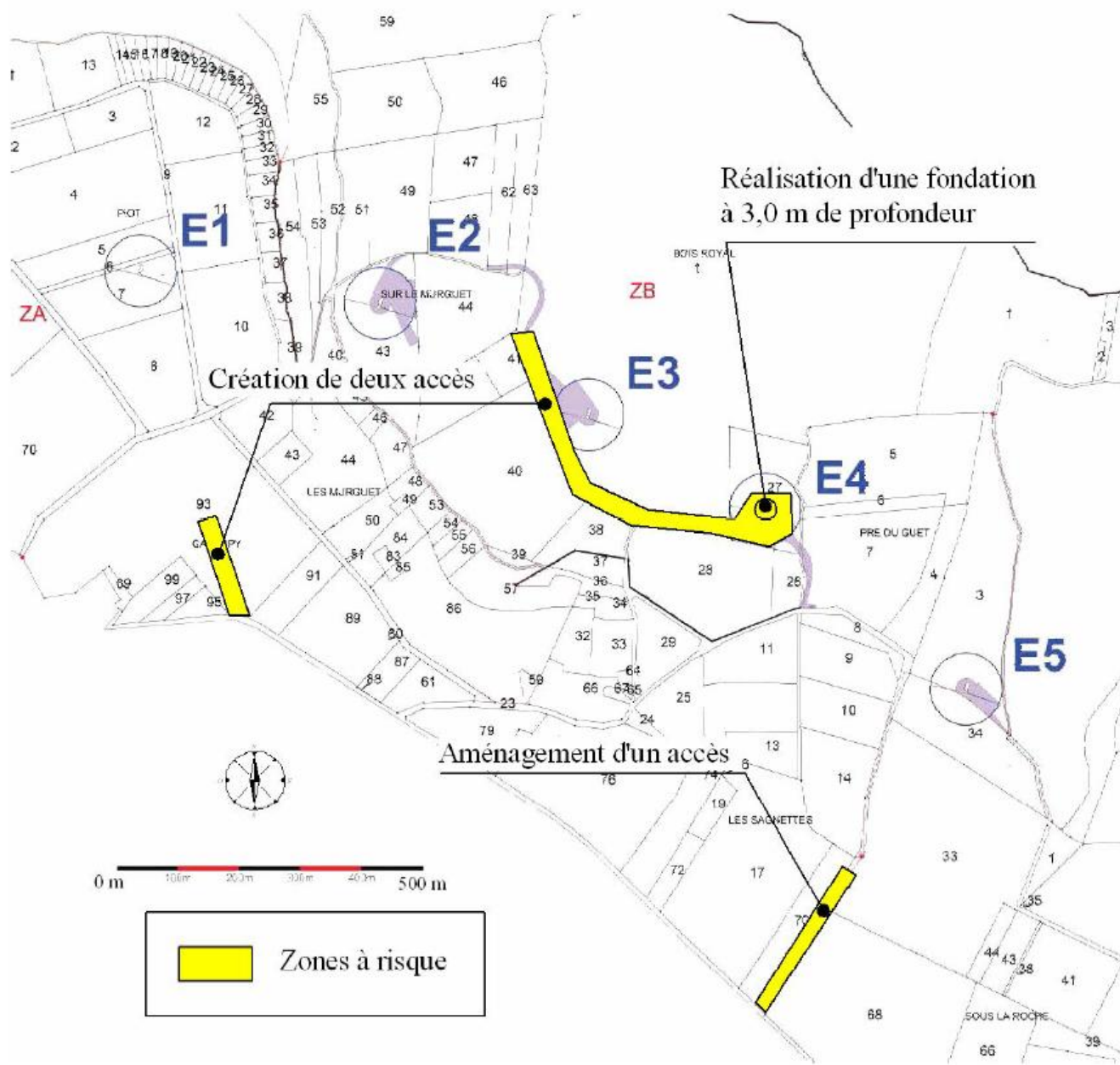


Figure 11 : Zones à risque pour l'alimentation en eau potable, secteur E1 à E5

Source : Patrick Dorsemaine, Hydrogéologue agréé, Avis sanitaire pour un projet éolien, Juillet 2017

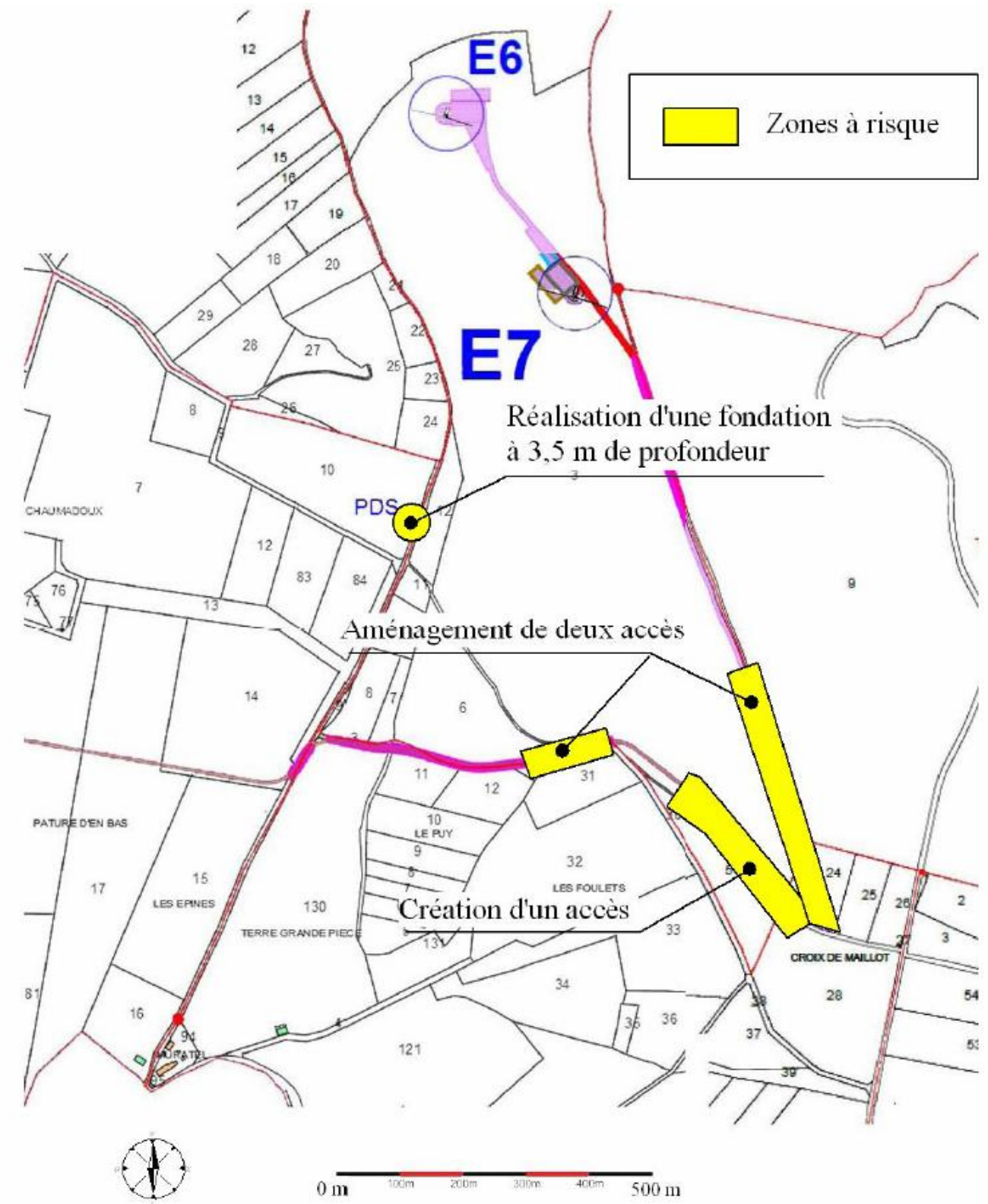


Figure 12 : Zones à risque pour l'alimentation en eau potable, secteur E6 à E7

Source : Patrick Dorsemaine, Hydrogéologue agréé, Avis sanitaire pour un projet éolien, Juillet 2017

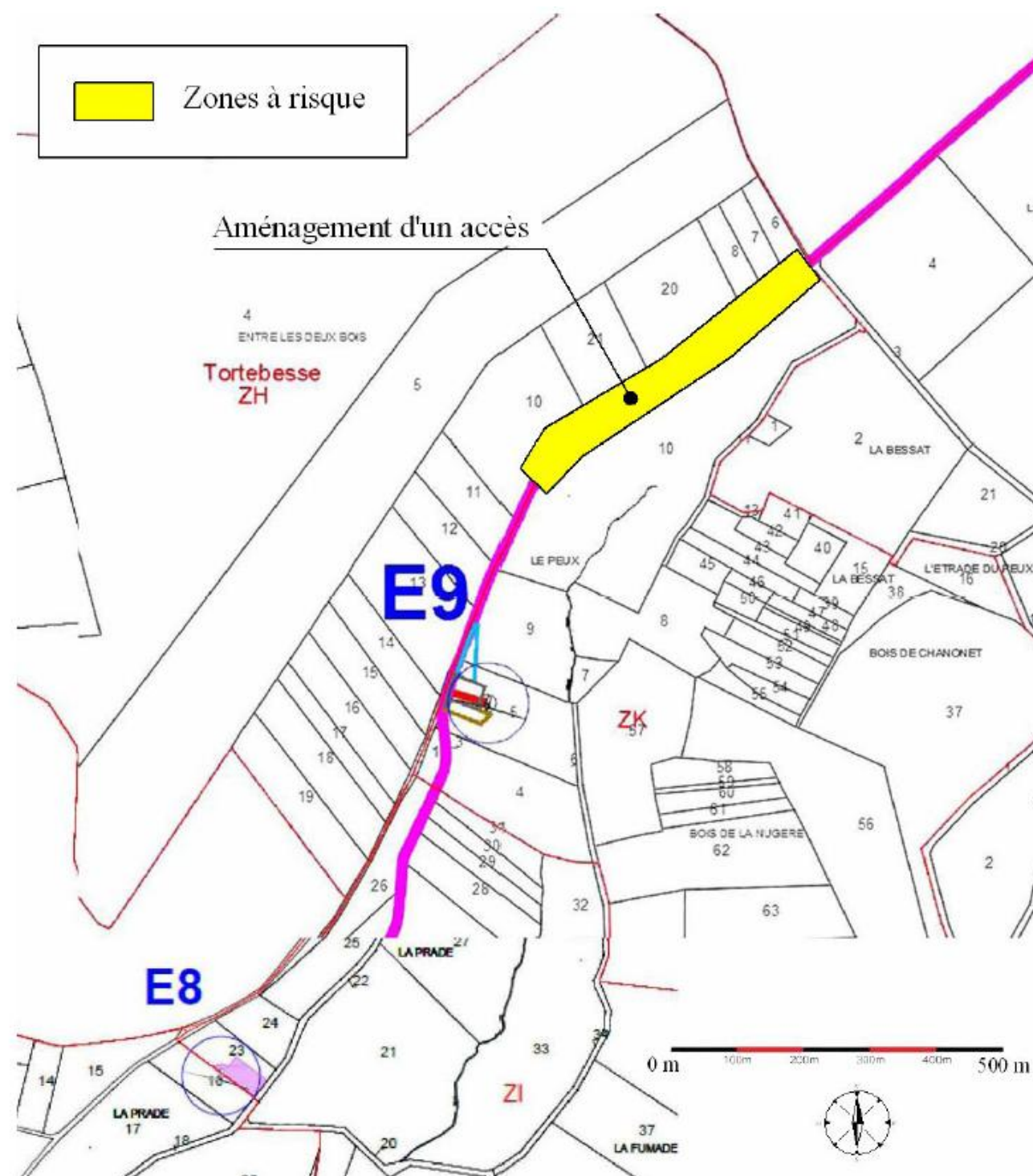


Figure 13 : Zones à risque pour l'alimentation en eau potable, secteur E8 à E9

Source : Patrick Dorsemaine, Hydrogéologue agréé, Avis sanitaire pour un projet éolien, Juillet 2017

3.3.2.4. RÉSEAUX ÉLECTRIQUES

L'aire d'étude immédiate intercepte des lignes aériennes et souterraines haute tension et moyenne tension et est ainsi soumise aux servitudes correspondantes (I4), cartographiées sur la figure en page suivante.

3.3.3. AUTRES OUVRAGES PUBLICS

3.3.3.1. RADARS MÉTÉO-FRANCE

L'aire d'étude immédiate est située en dehors des zones de concertation des radars Météo-France.

3.3.3.2. ZONE MILITAIRE

L'aire d'étude immédiate jouxte le camp de tir de Bourg-Lastic, mais se situe toutefois en dehors du périmètre de la zone militaire.

3.3.3.3. SERVITUDES RADIOÉLECTRIQUES

Différents types de servitudes radioélectriques existent :

- les servitudes PT1 : servitudes de protection contre les perturbations électromagnétiques,
- les servitudes PT2 : servitudes de protection contre les obstacles,
- les servitudes PT2LH : servitudes de protection contre les obstacles pour une liaison hertzienne.

Les centres radioélectriques sont protégés contre les perturbations électromagnétiques et contre les obstacles qui pourraient en perturber le bon fonctionnement.

D'après France Telecom et Orange (réponse en date du 17 juillet 2013), aucun faisceau hertzien ne traverse l'aire d'étude immédiate. Le faisceau hertzien le plus proche traverse l'aire de repos de Prondines à l'Est de l'autoroute A89.

Par ailleurs, d'après l'Agence Nationale des Fréquences (ANFR), l'aire d'étude immédiate n'est concernée par aucune servitude PT1, PT2 et PT2LH.

La servitude radioélectrique la plus proche se situe sur la commune de Tortebesse.

3.3.3.4. AUTRES SERVITUDES D'UTILITÉ PUBLIQUE

L'aire d'étude est également concernée par les servitudes d'utilité publique suivantes :

- Servitude AC1 : monuments historique, lié à l'église de Briffons
- Servitude EL11, zone d'interdiction d'accès, associé à l'A89
- Servitude INT1 : associé au cimetière de Briffons.

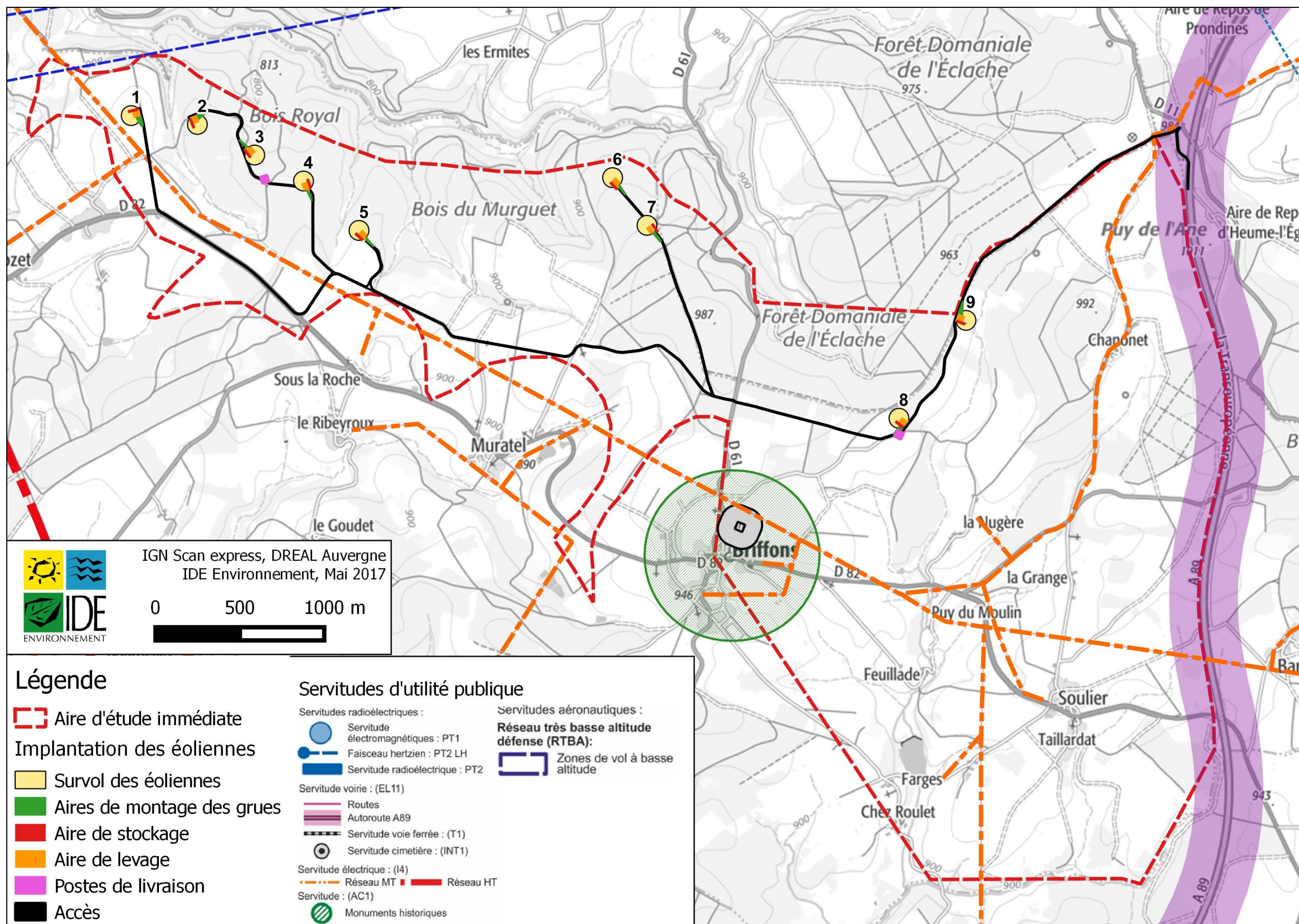


Figure 14 : Servitudes et contraintes présentes dans et autour de l'aire d'étude immédiate

4. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de caractériser l'installation envisagée ainsi que son organisation et son fonctionnement, afin de permettre d'identifier les principaux potentiels de danger qu'elle représente (chapitre 5), au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

4.1. CARACTÉRISTIQUES DE L'INSTALLATION

4.1.1. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES D'UN PARC ÉOLIEN

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (cf. schéma du raccordement électrique au paragraphe 4.3.1) :

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

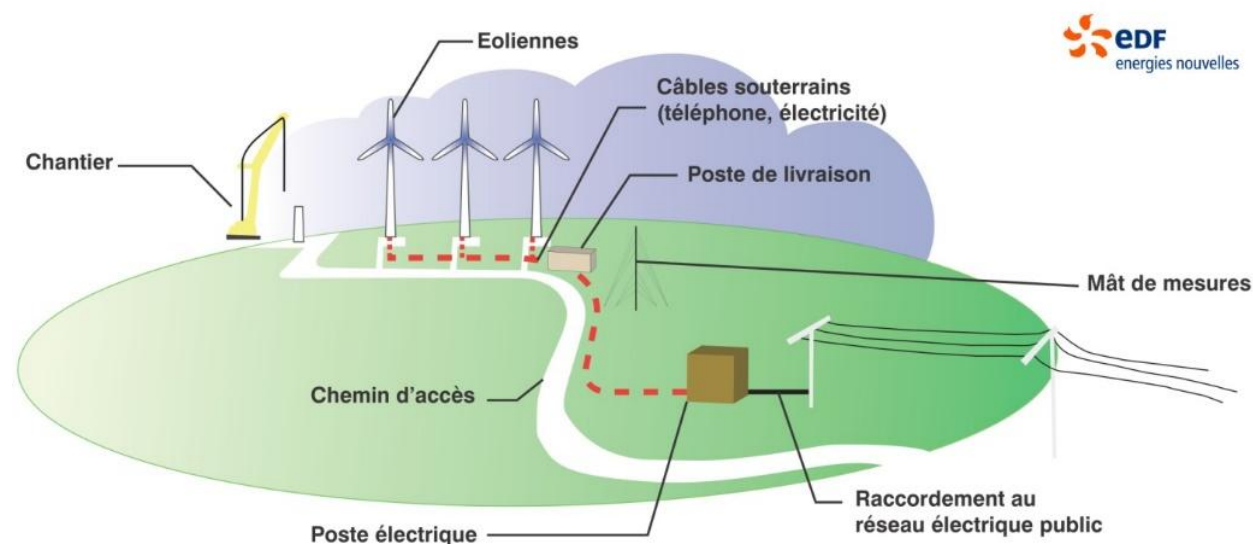


Figure 15 : Schéma de principe d'un parc éolien

Source : EDF Energies Nouvelles

4.1.1.1. ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS D'UN AÉROGÉNÉRATEUR

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

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

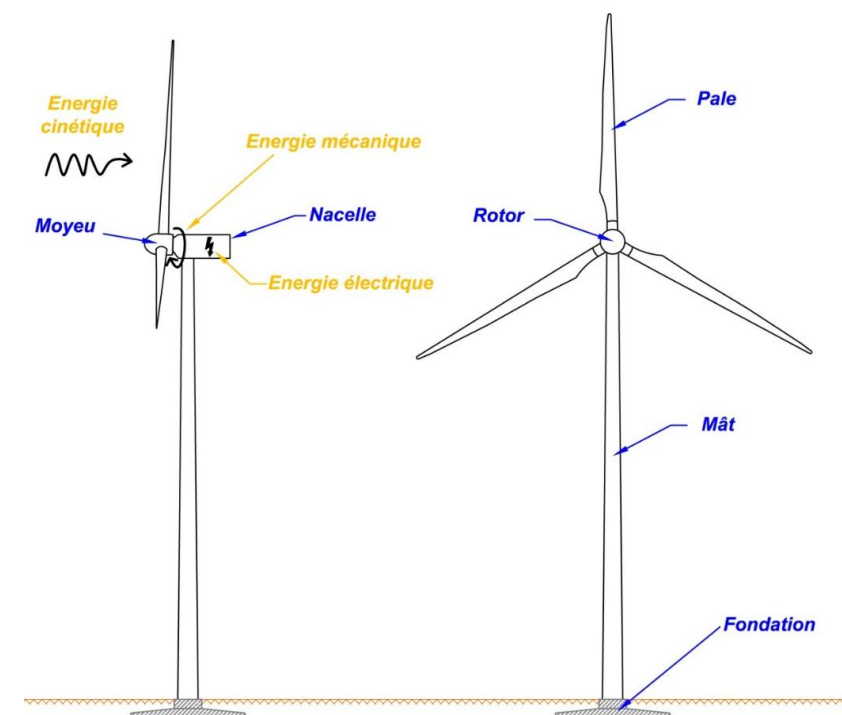


Figure 16 : Composition d'une éolienne et principe de fonctionnement - Source : EDF EN France

4.1.1.2. EMPRISE AU SOL

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

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

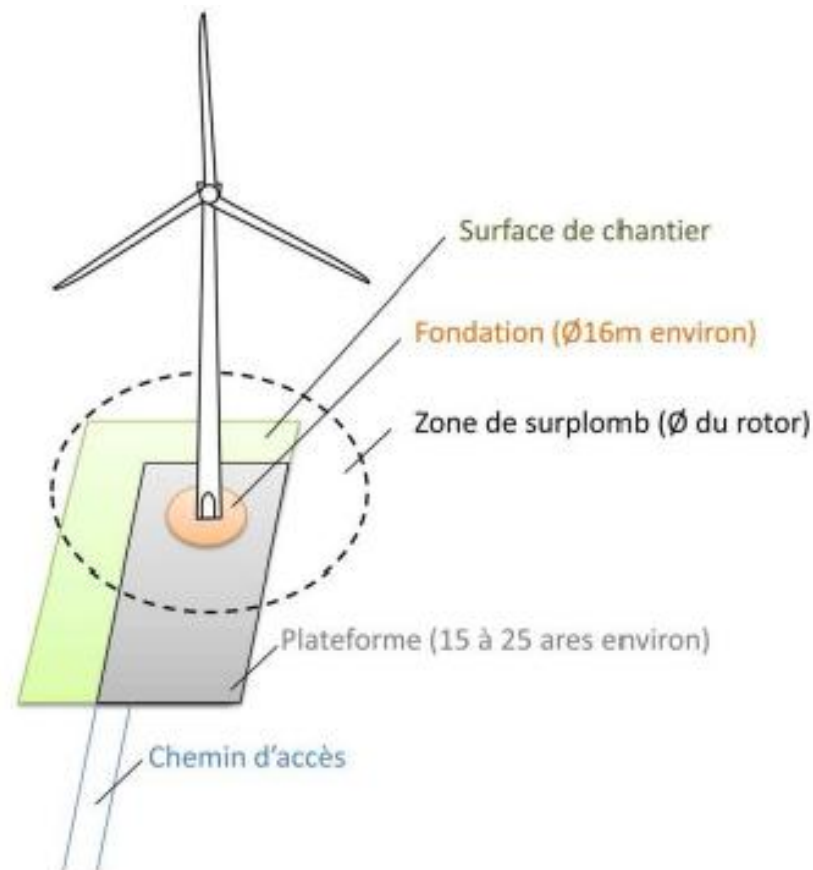


Figure 17 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

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

4.1.1.3. CHEMINS D'ACCÈS

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

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

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

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

4.1.1.4. AUTRES INSTALLATIONS

Certains parcs éoliens peuvent aussi être constitués d'aires d'accueil pour informer le public, de parkings d'accès, de parcours pédagogiques, etc.

Dans le cas du parc de Briffons, aucune autre installation n'est prévue.

4.1.2. ACTIVITÉS DE L'INSTALLATION

L'activité principale du parc éolien de **Briffons** est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + nacelle) de 150 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

4.1.3. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien de **Briffons** est composé de 9 aérogénérateurs et de 2 poste(s) de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 91,5 mètres et un diamètre de rotor de 117 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 150 mètres.

Le tableau ci-après indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison :

Tableau 5 : Coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison

	Lambert 93		Altitude (en m NGF)
	X	Y	
Eoliennes n°			
1	669 868,79	6 513 776,71	826,5
2	670 260,43	6 513 724,22	828,0
3	670 600,23	6 513 543,16	840,5
4	670 889,26	6 513 389,15	856,0
5	671 217,65	6 513 096,43	856,5
6	672 719,40	6 513 409,18	915,0
7	672 923,06	6 513 126,81	935,0
8	674 414,98	6 511 984,32	953,0
9	674 812,00	6 512 564,00	945,5
Poste de livraison n°			
PDL 1	670 659,70	6 513 399,54	849,0
PDL 2	674 416,20	6 511 886,62	949,0

Le plan détaillé de l'installation présentant l'emplacement des aérogénérateurs, des postes de livraison, des plateformes, des chemins d'accès et des câbles électriques enterrés est fourni ci-après.

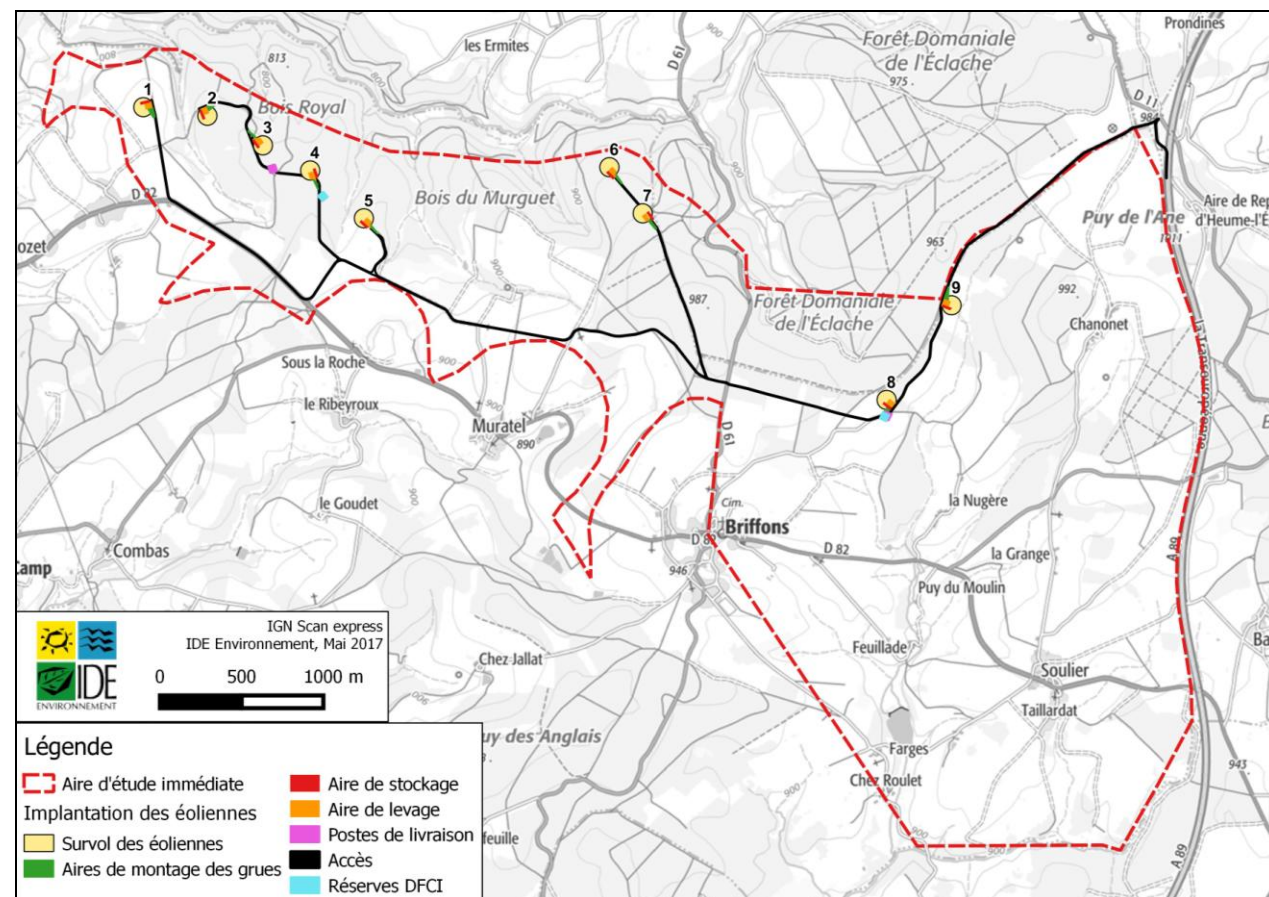


Figure 18 : Plan détaillé des installations

4.1.4. PHASAGE DES TRAVAUX

La construction d'un parc éolien implique la réalisation de travaux faisant appel à différentes spécialités :

- Les entreprises de VRD³ pour la réalisation des accès (pistes, plateformes, gestion des réseaux divers)
- Les entreprises de Génie Civil et Travaux Publics pour les fondations (excavation, ferrailage, coulage du béton)
- Les entreprises des métiers de l'électricité pour la réalisation des réseaux internes, des postes de livraison et des raccordements
- Les entreprises spécialistes du transport et du levage pour le levage des éoliennes.

Le chantier s'étendra sur une période d'environ **12 mois**. Plusieurs phases se succèdent depuis la préparation du chantier à la mise en service du parc éolien.

Le planning de travaux sera adapté en fonction des contraintes écologiques identifiées dans le cadre de l'étude d'impact.

	Principaux types de travaux	Période
Préparation du chantier - VRD	Débroussaillage / défrichage	Fin Été - Année T
	Installations temporaires de chantier (base vie...) et installation de la signalétique	Fin Été - Année T
	Terrassement/nivellement des accès et des aires de chantier (éoliennes, plateformes)	Automne - Année T
	Réalisation des pistes d'accès et des plateformes	Automne - Année T
Réalisation des fondations	Excavation	Automne Année T Hiver Année T+1
	Mise en place du ferrailage de la fondation	Hiver Année T+1
	Coulage du béton (dont un mois de séchage)	Printemps Année T+1
	Ancrage de la virole de pied du mât	Automne - Année T
Levage des éoliennes	Montage de la grue sur la plateforme	Printemps/Été Année T+1
	Acheminement et stockage des éléments de l'éolienne sur/autour de la plateforme	Printemps/Été Année T+1
	Montages des différents éléments (sections de mât, nacelle, pales)	Printemps/Été Année T+1
Raccordements électriques	Creusement des tranchées et pose des câbles électriques	Hiver - Année T+1
	Installation des postes de livraison	Printemps/Été Année T+1
	Raccordements électriques Tests de mise en service	Été/Automne Année T+1

Tableau 6 : Phasage du chantier de construction

Source : EDF Energies Nouvelles

³ Voiries et Réseaux Divers

4.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

4.2.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AÉROGÉNÉRATEUR

4.2.1.1. GÉNÉRALITÉS

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

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

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

Pour un aérogénérateur de 2,5 MW par exemple, la production électrique atteint 2 500 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

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

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

4.2.1.2. FONCTIONNEMENT DES ÉOLIENNES EDF EN

Une éolienne transforme l'énergie du vent en énergie électrique. Cette transformation se fait en plusieurs étapes principalement par le couple rotor/nacelle.

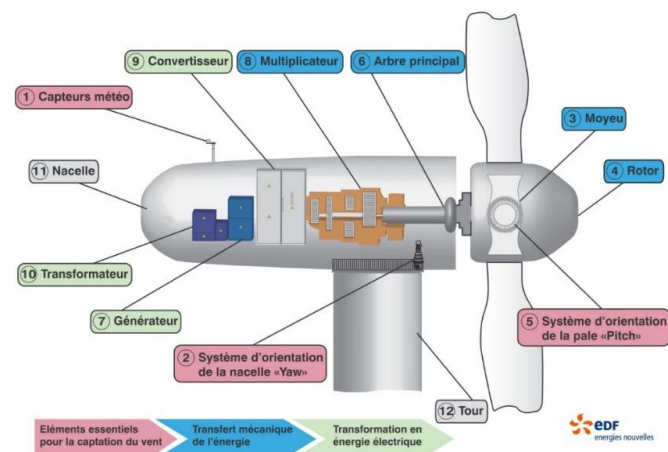


Figure 19 : Schéma descriptif du couple rotor/nacelle (Source : EDF EN France)

La transformation de l'énergie éolienne par les pales :

Quand le vent se lève, le **capteur météo (1)** informé par une girouette transmet au **système d'orientation de la nacelle « Yaw » (2)**. Cet automate commande alors aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent.

Les trois **pales**, fixées au **moyeu (3)**, se mettent en mouvement par la seule force du vent. Les pales fonctionnent sur le principe d'une aile d'avion : la différence de pression entre les deux faces de la pale crée une force aérodynamique, mettant en mouvement le **rotor (4)** par la transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique.

Les pales sont orientables. L'angle des pales est contrôlé par le **pitch (5)**⁴ de l'éolienne de manière à réguler la vitesse de rotation et le couple (mouvement mécanique) transmis à l'**arbre principal (6)**.

L'accélération du mouvement de rotation grâce au multiplicateur :

Les pales tournent à une vitesse relativement lente, de l'ordre de 5 à 15 tours par minute. Le générateur électrique transforme l'énergie mécanique en énergie électrique. Mais la plupart des **générateurs (7)** ont besoin de tourner à très grande vitesse (de 1 000 à 2 000 tours par minute) pour produire de l'électricité.

C'est pourquoi, le mouvement lent du rotor est accéléré par un **multiplicateur (8)** (situé entre le rotor et le générateur).

Plus précisément, le rotor transmet l'énergie du vent au multiplicateur via un arbre lent (5 à 15 tours par minute). Le multiplicateur va ensuite entraîner un arbre rapide (de 1 000 à 2 000 tours par minute) et se coupler au générateur électrique. Un frein à disque est généralement monté directement sur l'arbre rapide.

La production d'électricité par le générateur :

L'énergie mécanique transmise par le multiplicateur est transformée en énergie électrique par le **générateur**. Il délivre alors un courant électrique alternatif à la tension de 400 à 1 000 V maximum, dont les variations sont fonction de la vitesse du vent. Ainsi, lorsque cette dernière croît, la portance s'exerçant sur le rotor s'accroît et la puissance délivrée par la génératrice augmente.

Deux types de générateurs existent :

- Les générateurs utilisés sont souvent asynchrones. Leur avantage est de supporter de légères variations de vitesse ce qui est un atout pour les éoliennes où la vitesse du vent peut évoluer rapidement notamment lors de rafales. On peut reconnaître une éolienne utilisant une génératrice asynchrone par la forme allongée de la nacelle, qui abrite la chaîne cinétique.
- La génératrice peut également être synchrone et être utilisée dans le cas d'un entraînement direct lorsque la liaison mécanique entre le moyeu de l'éolienne et la génératrice est directe, sans utiliser de multiplicateur.

Le traitement de l'électricité par le convertisseur et le transformateur :

Cette électricité ne peut pas être utilisée directement :

- Sa fréquence est aléatoire/variable en sortie du générateur ;
- Sa tension est comprise entre 400 à 1 000 V (proportionnellement à la vitesse du vent).

Le **convertisseur (9)** de fréquence va permettre de stabiliser la fréquence du courant alternatif à 50 Hz, tel que requiert l'injection de ce courant sur le réseau d'électricité public.

⁴ Pitch (automate) = système d'orientation de la pale.

Le **transformateur (10)** constitue l'élément électrique qui va élever la tension issue du générateur pour permettre le raccordement au réseau de distribution. Le transformateur permettra d'élever la tension à 20 000 V ou 30 000 V.

Le convertisseur et le transformateur peuvent être dans la nacelle ou bien dans le mât.

En sortie d'éolienne, l'électricité est alors acheminée à travers un câble enterré jusqu'à un poste de livraison, pour être injectée sur le réseau électrique, puis distribuée aux consommateurs les plus proches.

Production d'électricité et régulation de la puissance du vent :

La production électrique varie selon la vitesse du vent. Concrètement une éolienne fonctionne dès lors que la vitesse du vent est suffisante pour entraîner la rotation des pales. Plus la vitesse du vent est importante, plus l'éolienne délivrera de l'électricité (jusqu'à atteindre le seuil de production maximum).

- **Lorsque le vent est inférieur à 12 km/h (3,5 m/s)**, l'éolienne est arrêtée car le vent est trop faible. Cela n'arrive que 15 à 20 % du temps selon les régions.
- **Entre 12 km/h (3,5 m/s) et 45 km/h (13 m/s)**, la totalité de l'énergie du vent récupérable est convertie en électricité, la production augmente très rapidement en fonction de la vitesse de vent⁵.
- **Entre 45 km/h (13 m/s) et 90 km/h (25 m/s)**, l'éolienne produit à pleine puissance (puissance nominale, à Briffons : 2,5 MW). A 45 km/h, le seuil de production maximum est atteint. Les pales se mettent à tourner sur elles-mêmes afin de réguler la production. La production reste constante et maximale jusqu'à une vitesse de vent de 90 km/h.
- **A partir de 90 km/h (25 m/s)**, l'éolienne est arrêtée progressivement pour des raisons de sécurité. Cela n'arrive que sur des sites très exposés, quelques heures par an, durant de fortes tempêtes. Lorsque le vent dépasse 90 km/h pendant plus de 100 secondes, les pales sont mises en drapeau (parallèles à la direction du vent). L'éolienne ne produit plus d'électricité. Le rotor tourne alors lentement en roue libre et la génératrice est déconnectée du réseau. Dès que la vitesse du vent redevient inférieure à 65 km/h pendant 10 minutes, l'éolienne se remet en production.

Toutes ces opérations sont totalement automatiques et gérées par ordinateur. En cas d'urgence, un frein à disque placé sur l'axe permet de placer immédiatement l'éolienne en sécurité.

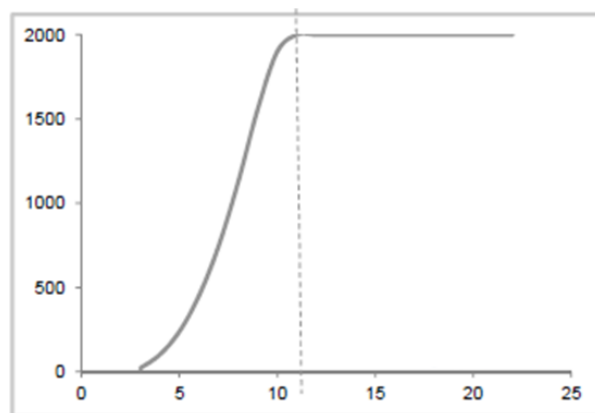


Figure 20 : Courbe de puissance d'une éolienne de 2000 kW
 (horizontal : vitesse de vent en m/s, vertical : puissance instantanée en kW)
 Source : EDF EN France

Respect des normes en vigueur :

L'éolienne répondra aux normes en vigueur notamment celles de l'arrêté du 26 août 2011 :

- Conformément à l'article 8, les éoliennes du projet répondront aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2005 (ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union Européenne). L'électricité est évacuée de l'éolienne puis elle est délivrée directement sur le réseau électrique. L'électricité n'est donc pas stockée, comme pour tout moyen de production électrique (hors sites isolés).
- Conformément à l'article 9, l'installation sera mise à la terre. Les éoliennes respecteront les dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010).
- Conformément à l'article 10, les installations électriques à l'intérieur des aérogénérateurs respecteront les dispositions de la directive du 17 mai 2006 qui leur sont applicables. Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur seront conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009).

Refroidissement et lubrification :

Refroidissement :

La génératrice et le transformateur situés dans la nacelle sont refroidis par air. Le refroidissement du multiplicateur est effectué au moyen d'un échangeur air/huile. De même, tous les autres systèmes de production de chaleur sont équipés de ventilateurs ou de refroidisseurs mais ils sont considérés comme des contributeurs mineurs à la thermodynamique de la nacelle.

Lubrification :

La présence de nombreux éléments mécaniques dans la nacelle implique un graissage au démarrage et en exploitation afin de réduire les différents frottements et l'usure entre deux pièces en contact et, en mouvement l'une par rapport à l'autre.

Les éléments chimiques et les lubrifiants utilisés dans les éoliennes sont notamment :

- Le liquide de refroidissement (eau glycolée) ;
- Les huiles de lubrification pour la boîte de vitesse ;
- Les huiles pour certains transformateurs ;
- Les huiles pour le système hydraulique du système de régulation ;
- Les graisses pour la lubrification des roulements ;
- Les divers agents nettoyants et produits chimiques pour la maintenance de l'éolienne.

Couleur et balisage des éoliennes :

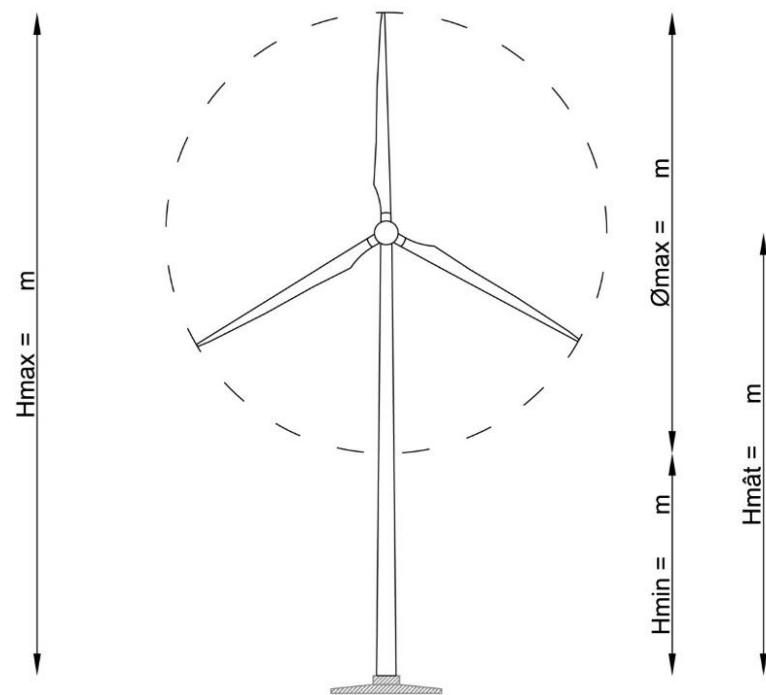
Du fait de leur hauteur, les éoliennes peuvent constituer des obstacles à la navigation aérienne. Elles doivent donc être visibles et respecter les spécifications de la DGAC (Direction Générale de l'Aviation Civile), fixées par l'arrêté du 13 novembre 2009 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes et en vigueur depuis le 1^{er} mars 2010 :

- **Couleur** : La couleur des éoliennes est limitée au domaine **blanc** dont les quantités calorimétriques répondent à l'arrêté du 13 novembre 2009 (facteur de luminance supérieur à 0,4). Cette couleur est appliquée uniformément sur l'ensemble des éléments constituant l'éolienne.
- **Balisage** : Conformément à l'arrêté de 13 novembre 2009, tous les aérogénérateurs d'une hauteur inférieure à 150 m doivent être équipés :
 - d'un balisage **diurne** : feux d'obstacle de moyenne intensité de type A (feux à éclats blancs de 20 000 cd),
 - d'un balisage **nocturne** : feux d'obstacle de moyenne intensité de type B (feux à éclats rouges de 2 000 cd).
 Ces feux d'obstacle sont installés sur le sommet de la nacelle et doivent assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).

⁵ Formule de Betz : La puissance fournie par une éolienne est proportionnelle au carré des dimensions du rotor et au cube de la vitesse du vent.

Les feux de balisage font l'objet d'un certificat de conformité, délivré par le Service Technique de l'Aviation Civile (STAC) de la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC), en fonction des spécifications techniques correspondantes. Le STAC se chargera de les synchroniser.

4.2.1.3. TABLEAU DE SYNTHÈSE



Principe de dimensionnement d'une fondation

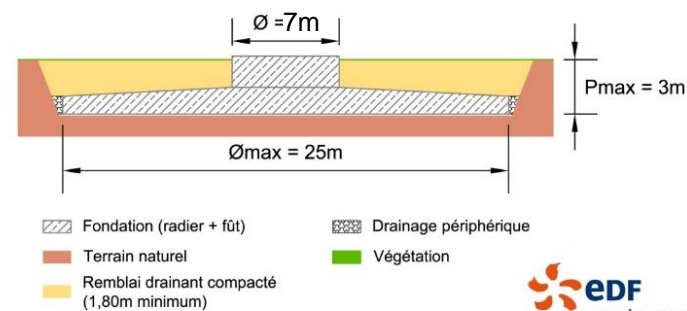


Figure 21 : Principe de dimensionnement de l'éolienne (Source : EDF EN France)

Tableau 7 : Composition d'une éolienne (Source : EDF EN France)

Élément	Composition	Matériaux usuels	Dimensions	Equipements internes
Rotor	3 pâles	Fibre de verre renforcée et fibre de carbone	Poids une pâle ~ 10 t Longueur une pâle ~ 58,5 m	Système de captage de la foudre
	1 moyeu	Acier	Poids = ~ 20 t	Système de commande (processeurs)
Nacelle	Enveloppe de la nacelle	Fibre de verre	Poids ~ 60 à 80 t Dimensions : variable selon le design	Arbre de transmission Génératrice Multiplicateur Transformateur Convertisseur Onduleur Système de commande (processeurs) Armoire de commande (dont système auxiliaires : moteurs, pompes, ventilateurs, appareils de chauffage) Câbles haute-tension Capteurs de vent
	Châssis	Structure métallique		
Mât	3-4 tours tubulaires creuses	Acier	Poids un tube ~ 30 à 60 t Longueur un tube ~ 30 m Diamètre au sol ~ 7 m	Câbles électriques et fibres optiques Echelle/ascenseur/monte-charge Système de commande (processeurs) Panneaux de contrôle de l'automatisme Parfois des éléments électriques de puissance (transformateurs ou convertisseurs) pour alléger la nacelle Câbles haute-tension
Fondation	Massif en forme carrée ou circulaire	Béton armé Ferrailles	Poids ~ 1 000 t Diamètre ~ 20 m Profondeur ~ 3 m	/

4.2.2. SÉCURITÉ DE L'INSTALLATION

Chaque éolienne est équipée d'un **processeur** collectant et analysant en temps réel les informations de fonctionnement des éoliennes et celles remontées par les **capteurs externes** (température, vitesse de vent, etc.). Celui-ci donne automatiquement les ordres nécessaires pour adapter le fonctionnement des machines. Le parc éolien, comprenant de nombreux automates, est raccordé à un centre d'exploitation à distance. Le suivi de l'installation est donc permanent (24h/24), notamment sa productivité, les éventuels dysfonctionnements...

Le fonctionnement automatisé du parc éolien permet :

- **D'optimiser la production du parc** : placer le nez des éoliennes face au vent, mise en place du système en cas de givre (pâles chauffantes), etc.,
- **D'assurer la sécurité de l'installation** : transmission des informations sur le fonctionnement de chaque éolienne au centre de supervision de l'exploitant, arrêt automatique des éoliennes au-delà d'un seuil de vent fort, notamment lors de rafales, etc.,
- D'ajuster le fonctionnement de l'éolienne en fonction des systèmes d'asservissement liés aux obligations réglementaires et/ou environnementaux (acoustique, chiroptères, etc.). Ces obligations sont définies au cas par cas en fonction des caractéristiques intrinsèques du site et de l'installation envisagée.

4.2.2.1. COMMUNICATION ET INTERVENTIONS NON PROGRAMMÉES

L'ensemble du parc éolien est en communication avec un serveur situé au poste de livraison du parc, lui-même en communication constante avec l'exploitant et le turbinier. Ceci permet à l'exploitant de recevoir les messages d'alarme, de superviser, voire d'intervenir à distance sur les éoliennes. Une astreinte 24h sur 24, 7 jours sur 7, 365 jours par an, est organisée au centre de gestion de l'exploitant pour recevoir et traiter ces alarmes.

Lorsqu'une information ne correspond pas à un fonctionnement « normal » de l'éolienne, celle-ci s'arrête et se met en sécurité. Une alarme est envoyée au centre de supervision à distance qui analyse les données et porte un diagnostic :

- Pour les alarmes mineures (n'induisant pas de risques pour la sécurité de l'éolienne, des personnes et de l'environnement), le centre de supervision est en mesure d'intervenir et de redémarrer l'éolienne à distance ;
- Dans le cas contraire, ou lorsque le diagnostic conclut qu'un composant doit être remplacé, une équipe technique présente à proximité est envoyée sur site.

Le schéma suivant présente le système de communication entre les éoliennes et le centre de supervision de l'exploitant.

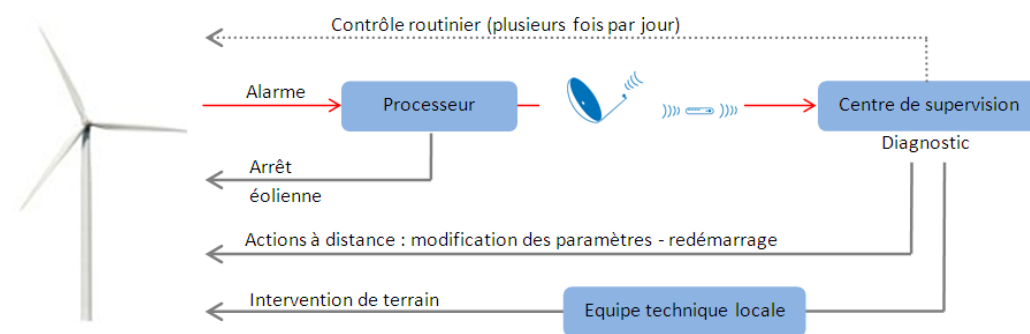


Figure 22 : Communication - Système de supervision et d'intervention

Les alarmes majeures associées à un arrêt automatique sans redémarrage à distance possible, correspondent à des situations de risque potentiel pour l'environnement, tel que présence de givre, fumées dans la nacelle, etc.

4.2.2.2. DISPOSITIFS DE CONTRÔLE

Les éoliennes sont équipées du dispositif de contrôle qui assure le bon fonctionnement et l'intégrité des différents systèmes internes.

Le système de contrôle est constitué de quatre processeurs principaux interconnectés :

- le contrôleur principal qui supervise l'ensemble des processeurs subordonnés ;
- un contrôleur spécifique qui régule principalement la production de la génératrice ;
- un contrôleur de production, qui régule principalement la production électrique délivrée sur le réseau public ;
- et le processeur situé dans le rotor qui ajuste et supervise principalement l'angle des pales.

En parallèle à ces systèmes de conduite et de contrôle, les machines sont équipées de dispositifs de sécurité afin de détecter tout début de dysfonctionnement et de limiter les risques liés à ceux-ci. L'objectif est de pouvoir stopper le fonctionnement de l'éolienne en toute sécurité, même en cas de défaillance du système contrôle commande.

A titre d'exemple, les niveaux de pression et les niveaux de batterie sont très régulièrement testés par un automate, à la moindre anomalie, la machine se met à l'arrêt. Cette mise à l'arrêt est également systématique au moindre problème de communication entre le centre de maintenance et la supervision in-situ des machines.

1. Régulation de la vitesse

L'objectif d'une éolienne est la production d'électricité à destination du réseau public tout en limitant les perturbations de celui-ci. Ceci passe par une qualité de courant la plus constante possible, malgré les variations de vitesse du vent.

En utilisant les différentes données mesurées par les capteurs (vitesse de vent, angle des pales, vitesses de rotation de l'arbre lent et de l'arbre rapide) le contrôleur principal supervise la production des éoliennes et s'assure que les conditions de fonctionnement sont optimales, avec notamment :

- une vérification constante de la chaîne de sécurité et des différents capteurs ;
- une limitation des charges admissibles en accordance avec l'éolienne ;
- une limitation du niveau sonore ;
- une production maximale de qualité.

Sous des vitesses de vents réduits, les éoliennes n'atteignent pas leur production nominale. Dans ce cas, le système assure une production partielle. Si la vitesse de vent atteint la valeur nominale de productivité de l'éolienne, la production est constante jusqu'à ce que la limite haute de vent soit atteinte.

Les éoliennes sont équipées de deux capteurs de vent, mais un seul est activé (raccordé au système de contrôle). En cas de défaillance du premier capteur, le deuxième capteur peut être raccordé, mais ceci nécessite une intervention humaine.

2. Régulation de la puissance

Les systèmes de conversion assurent la régulation du fonctionnement du générateur et du courant délivré au réseau. Ils déclenchent le couplage de l'éolienne au réseau à l'atteinte d'une certaine vitesse minimale de rotation de la génératrice et provoquent l'arrêt de celle-ci sur vitesse trop élevée. La mesure de la vitesse de rotation de l'éolienne est assurée par des capteurs de rotation disposés d'une part sur l'arbre lent et, d'autre part, sur l'arbre rapide.

Ces systèmes assurent également la régulation en tension et fréquence du courant délivré au réseau.

4.2.2.3. MOYENS DE DÉTECTION

1. Détection des survitesses

Les régimes de survitesses sont susceptibles de porter atteinte à l'intégrité de la machine.

Il est ainsi essentiel de pouvoir arrêter l'éolienne en cas de survitesse liée aux conditions atmosphériques, à la déconnexion du réseau électrique ou en cas de détection d'une anomalie (surchauffe ou défaillance d'un composant).

Les éoliennes implantées sur les sites développées et exploitées par EDF EN sont systématiquement équipées de système de détection des régimes de survitesse. Des systèmes de coupure s'enclenchent en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis et permettent de mettre en drapeau les pales de la machine (freins aérodynamiques). Le freinage est effectué en tournant ensemble les 3 pales d'un angle de 85 à 90°, afin de positionner celles-ci en position où elles offrent peu de prise au vent.

Les vitesses de rotation du générateur et de l'arbre lent sont mesurées et analysées en permanence par le système de contrôle. Cette mesure redondante permet de limiter les défaillances liées à un seul capteur. En cas

de discordance des mesures, l'éolienne est mise à l'arrêt. Les parties en rotation sont donc protégées contre les erreurs de mesure de vitesse de rotation.

En cas de défaillance du système de contrôle, un système indépendant permet également d'arrêter le rotor, par mise en drapeau des pales (rotation à 90°). Il s'agit d'un système à sécurité positive auto-surveillé. Le système de mesure de la vitesse de rotation de l'arbre lent est indépendant du système de mesure utilisé pour la conduite.

Il est à noter que chaque pale est autonome lors de leur mise en drapeau et qu'une fois mise en drapeau, le régime de survitesse devient bien entendu impossible. Des systèmes de contrôle redondants sont placés sur chaque pale permettant un contrôle de positionnement à au moins à 2 endroits.

Le système d'alimentation de la mise en drapeau est également doublé en cas d'indisponibilité de l'un ou de l'autre :

- d'un système hydraulique fonctionnant grâce à un accumulateur positionné dans chaque pale ;
- d'un système électrique fonctionnant grâce à des batteries autonomes présentes dans chacune des pales.

D'autre part, en cas d'arrêt par survitesse, l'éolienne ne peut être redémarrée à distance. Il est nécessaire de venir acquitter localement le défaut et d'effectuer un contrôle de la machine avant de relancer l'éolienne.

Enfin, en termes de cinétique, l'effectivité de l'arrêt d'une machine va dépendre de la vitesse du vent. Selon les données constructeur, ce temps d'arrêt ne peut dépasser 10 minutes.

2. Détection des vents forts

Des vitesses de rotation élevées du rotor peuvent conduire à :

- des dégâts sur le multiplicateur et la génératrice avec des risques d'échauffement pouvant conduire à un incendie,
- des contraintes fortes sur les pales pouvant conduire à des ruptures entières ou totales de celles-ci.

Comme dans le paragraphe précédent, la mise en drapeau des pales de l'éolienne permet le freinage aérodynamique de la machine. Cette mise en drapeau est décidée suite aux informations issues de capteurs de vitesse de la chaîne cinématique.

3. Détection de givre

La formation de glace ou de givre sur les pales peut conduire à des effets de projections sur des tiers.

Un système de détection de givre sera prévu sur les machines. En cas de détection, la mise en route de la machine sera stoppée. Une procédure adéquate de démarrage sera mise en place. Selon les possibilités offertes par les machines retenues, le redémarrage pourra se faire automatiquement (à distance) ou suite à une visite des équipes de maintenance de la machine.

4. Détection incendie

Des capteurs de température sont présents au sein de la nacelle afin de permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine.

La machine est mise à l'arrêt, une télésurveillance est activée et, si besoin, les pompiers peuvent être amenés à se rendre sur site. En cas d'incendie de la nacelle, compte tenu des difficultés pour intervenir à cette hauteur par rapport au sol, leur rôle sera principalement de protéger les avoisinants.

4.2.2.4. PRÉVENTION DU RISQUE Foudre

Le système de protection contre la foudre est mis à la terre afin de protéger les éléments de l'aérogénérateur. Celui-ci est conçu pour répondre à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400.

De plus, les pales sont équipées de pastilles métalliques en acier inoxydable (ou en cuivre), reliées entre elles par une tresse en cuivre, interne à la pale. Un dispositif métallique flexible assure la continuité électrique entre la pale et le châssis métallique de la nacelle (système de contact glissant).

Ce châssis est relié électriquement à la tour, elle-même reliée au réseau de terre disposé en fond de fouille. 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.

4.2.2.5. AUTRES SYSTÈMES DE SÉCURITÉ

Les systèmes de sécurité sont multiples. En plus des moyens de détection listés dans les paragraphes ci-après, les dispositifs de sécurité principaux sont les suivants :

- Les **dispositifs de freinage de l'éolienne**. Le frein principal de l'éolienne est un frein aérodynamique à commande hydraulique. Il stoppe le rotor par action sur l'orientation des pâles (orientation de 85 à 90° par rapport à la direction du vent).
- Les **dispositifs d'arrêt d'urgence**. Différents arrêts d'urgence sont disposés au sein de la machine (tour et nacelle). Ils sont actionnables à distance (pilotage des machines à distance) mais également sur site, par le personnel amené à intervenir sur les machines.
- **Surveillance des dysfonctionnements électriques**. Des détecteurs d'arcs sont mis en place en plus des protections traditionnelles contre les surintensités et les surtensions.
- **Balisage aviation**. Afin que les éoliennes soient repérables par les aéronefs, un système de balisage lumineux clignotant bicolore est mis en place, conformément à l'arrêté du 13 novembre 2009. Celui-ci est également 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.

4.2.3. OPÉRATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

Des cycles de maintenance préventive sont mis en place à un rythme défini en fonction de l'entrée en exploitation du parc éolien.

La maintenance sera conforme aux termes de l'Arrêté du 26 Août 2011⁶ spécifiant que « trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât.

Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant procède à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité. Ces contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspection des installations classées.

L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation. L'exploitant tient à jour pour chaque installation un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées. ».

Maintenance 3 mois : Une première opération de maintenance a lieu dans les trois mois qui suivent la mise en exploitation. Cette période correspond en effet à une période de « rodage », où des pièces ayant éventuellement un défaut de fabrication pourraient montrer des défaillances.

Maintenance périodique biannuelle : Le retour d'expérience des nombreuses éoliennes mises en service à travers le monde, l'analyse fonctionnelle des parcs éoliens et l'analyse des diverses défaillances ont permis de définir des plans de maintenance permettant d'optimiser la production électrique des éoliennes en minimisant les arrêts de production.

Des cycles de maintenance ont lieu tous les 6 mois. Ces maintenances permettent de contrôler les éléments suivants :

- Inspection générale (inspection visuelle, détection de bruits de fonctionnement anormaux...);
- Contrôle des systèmes d'orientation des pales (position, lubrification, état des roulements, du système de parafoudre, infiltration d'eau, etc.);
- Contrôle/test des principaux éléments mécaniques, des capteurs, des connections électriques;
- Contrôle des systèmes de freinage;
- Contrôle des anémomètres et de la girouette;
- Contrôle du balisage;
- Contrôle des systèmes de sécurité (boutons d'arrêt d'urgence, extincteurs, kit de premiers secours, système d'évacuation de la nacelle, etc.).

Le parc éolien fera également l'objet de contrôles spécifiques supplémentaires :

- Contrôle des huiles des parties mécaniques (tous les ans);
- Contrôle du serrage de l'ensemble des boulons d'assemblage, par échantillonnage (tous les 3 ans);
- Analyse vibratoire des machines tournantes.

La maintenance préventive des éoliennes a pour but premier de réduire les coûts d'interventions et d'immobilisation des éoliennes. En effet, grâce à l'optimisation et à la programmation des arrêts destinés à la maintenance, les pièces d'usures sont analysées (et éventuellement remplacées) avant que ne survienne une panne. Les arrêts de production d'énergie éolienne sont anticipés pour réduire leur durée et leurs coûts.

4.2.4. CONDITIONS D'EXPLOITATION DU PARC ÉOLIEN

4.2.4.1. ORGANISATION GÉNÉRALE DE LA SÉCURITÉ

En l'absence de personnel présent en permanence sur le site, le parc éolien sera relié au centre européen d'exploitation et de maintenance de Colombiers (Hérault) et son antenne régionale de Coren (Cantal) afin de permettre le diagnostic et l'analyse de performance des machines en permanence. Ce dispositif assure la transmission des alertes en temps réel en cas de panne ou de dysfonctionnement.

Si besoin est, les dispositifs d'arrêts d'urgence sont actionnés dans un délai très court (largement inférieur au délai de 60 min demandé dans l'article 24 de l'arrêté du 26 août 2011).

Selon la nature du dysfonctionnement, les éoliennes sont susceptibles d'être relancées à distance si les paramètres requis sont validés. C'est en général le cas lors de l'arrêt des éoliennes par des systèmes normaux de commande (vents faibles, vents forts, ..).

Certaines alertes nécessitent néanmoins l'intervention de personnel (alarme incendie, pression d'huile ...) sur site afin d'effectuer des vérifications. Suite à celles-ci, la machine est remise en route, éventuellement à la suite d'opérations de maintenance.

4.2.4.2. FORMATION DU PERSONNEL

Il n'y a pas de personnel présent en permanence sur le site. Le seul personnel intervenant est celui constituant les équipes de montage et maintenance.

L'ensemble de ce personnel est formé aux risques inhérents à leur activité et détient un niveau de compétence propre à la réalisation des tâches que lui incombent.

La formation du personnel porte notamment sur :

- la présentation générale d'une éolienne et les risques associés à son fonctionnement;
- les règles de sécurité à respecter sous forme de procédures : consignes de sécurité pour les opérateurs et techniciens ; instruction lorsque la machine entre en mode dégradé.

Les opérations réalisées tant dans le cadre du montage, de la mise en service que des opérations de maintenance périodique, sont effectuées suivant des 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.

4.2.4.3. CONSIGNES ET PROCÉDURES

1. Consignes de sécurité pour le personnel de maintenance

Les consignes de sécurité à observer par le personnel intervenant sur les machines sont regroupées dans des manuels qui détaillent l'ensemble des consignes destinées à préserver la santé et la sécurité au travail.

Des consignes de sécurité comportent notamment les éléments suivants :

- les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'installation;
- les limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt;
- les précautions à prendre avec l'emploi et le stockage de produits incompatibles;
- les procédures d'alertes avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services d'incendie et de secours.

⁶ Les articles 17, 18 et 19 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

2. Procédures d'exploitation

Un ensemble de procédures d'exploitation est mis en place par l'exploitant. Ces procédures se conforment notamment aux obligations de l'arrêté du 26 août 2011.

4.2.4.4. ACCÈS AU SITE

Le parc éolien n'est pas clôturé dans son ensemble afin de laisser libre champ aux promeneurs et à la faune.

Néanmoins, l'accès au poste de transformation et à chaque éolienne est verrouillé. L'interdiction d'accès pour toute personne non autorisée est stipulée par affichage sur les portes de ces installations.

D'autre part, les prescriptions à observer par les tiers seront affichées en caractères lisibles, sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le poste de livraison :

- les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale ;
- la mise en garde face aux risques d'électrocution ;
- la mise en garde, face au risque de chute de glace.

4.2.4.5. CAS PARTICULIER DES ESSAIS

Comme le stipule l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011, avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs, l'exploitant réalisera des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements de sécurité.

Ces essais en situation réelle comprendront notamment :

- un arrêt ;
- un arrêt d'urgence ;
- un arrêt depuis un régime de survitesse ou une simulation de ce régime.

Puis, comme il l'est précisé dans la partie 4.2.3, dans l'année suivant la mise en service, l'exploitant réalisera 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 (ou simulation de survitesse).

Ces opérations feront l'objet d'enregistrements.

4.2.5. STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

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

En règle générale, les aérogénérateurs nécessitent très peu de substances liquides dangereuses pour leur fonctionnement, seules des huiles hydrauliques sont parfois nécessaires. Lorsque c'est le cas, la nacelle est équipée de rétention sur les zones accueillant les circuits d'huiles (multiplicateur, groupe hydraulique).

4.3. FONCTIONNEMENT DES RÉSEAUX DE L'INSTALLATION

4.3.1. RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE

Le raccordement électrique du site du projet se décompose en deux parties distinctes : réseau interne et réseau public externe.

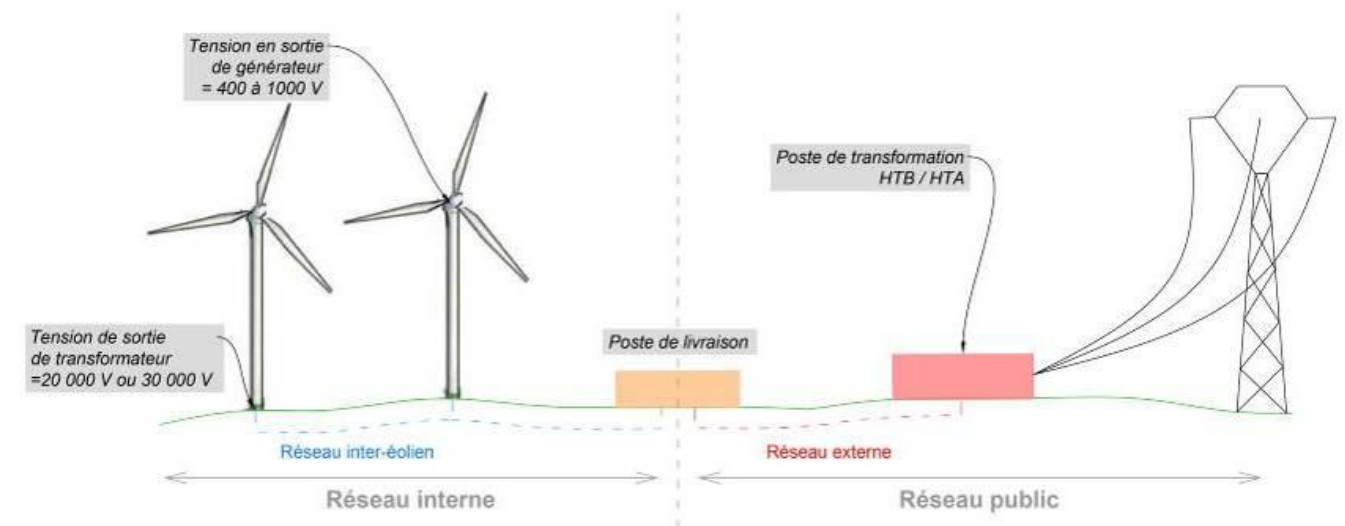


Figure 23 : Principe du raccordement électrique d'une installation éolienne

Source : EDF Energies Nouvelles

4.3.1.1. RÉSEAU INTER-EOLIEN

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

Cas de l'installation de Briffons

Le réseau inter-éolien est constitué de 3 câbles torsadés d'une tension de 20 000 V (ou 30 000 V). Ils sont systématiquement enterrés à 0,80 m au moins de profondeur (selon les prescriptions du gestionnaire local (RTE/ERDF)).

Les réseaux internes sont préférentiellement réalisés au droit ou en accotement des chemins d'accès. Afin d'optimiser les travaux, le réseau de fibre optique permettant la supervision et le contrôle des éoliennes à distance est inséré dans les tranchées réalisées pour les réseaux électriques internes.

Le tracé de raccordement interne envisagé est présenté en page suivante.

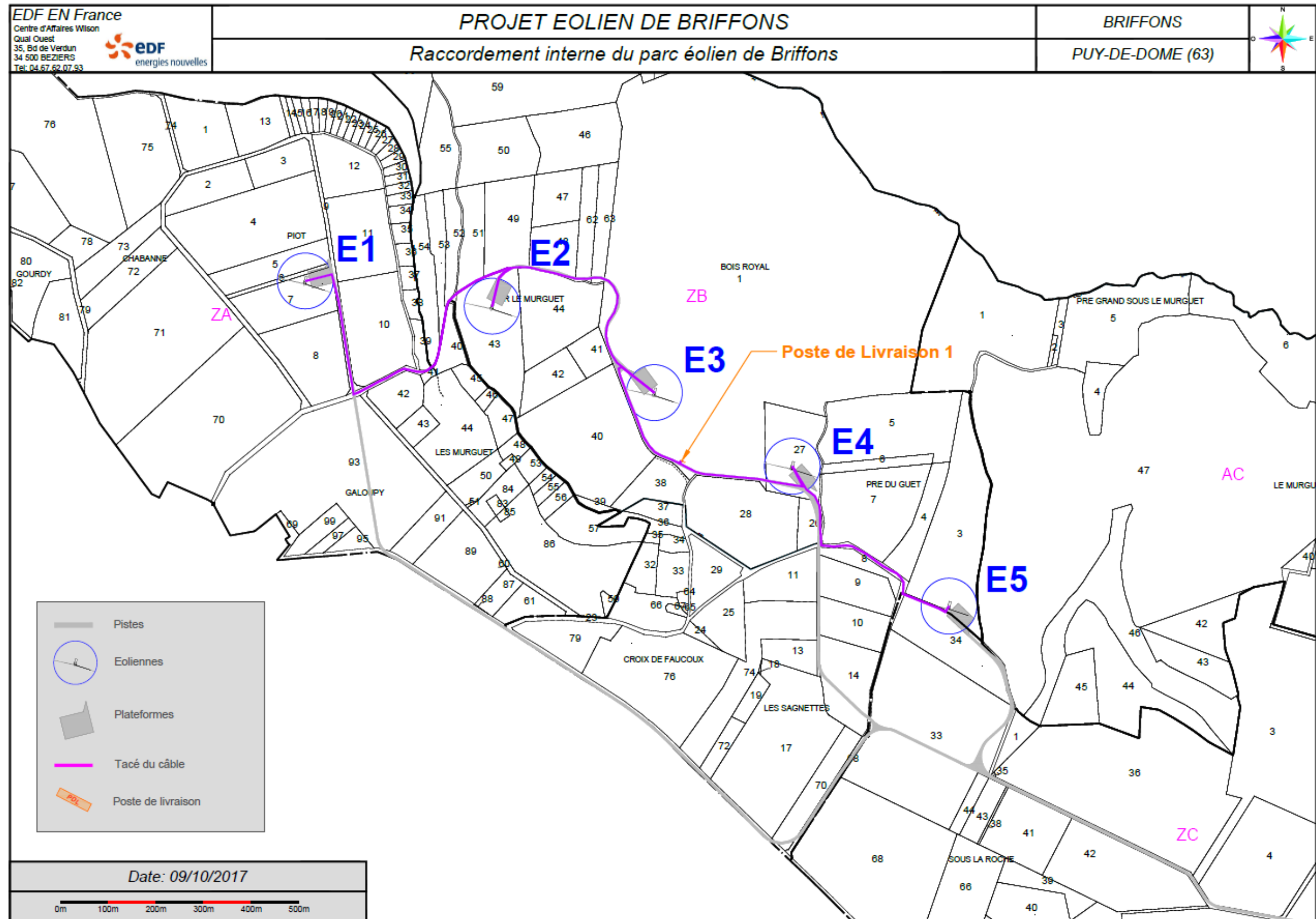


Figure 24 : Tracé du raccordement interne du parc éolien de Briffons 1/3

Source : EDF Energies Nouvelles

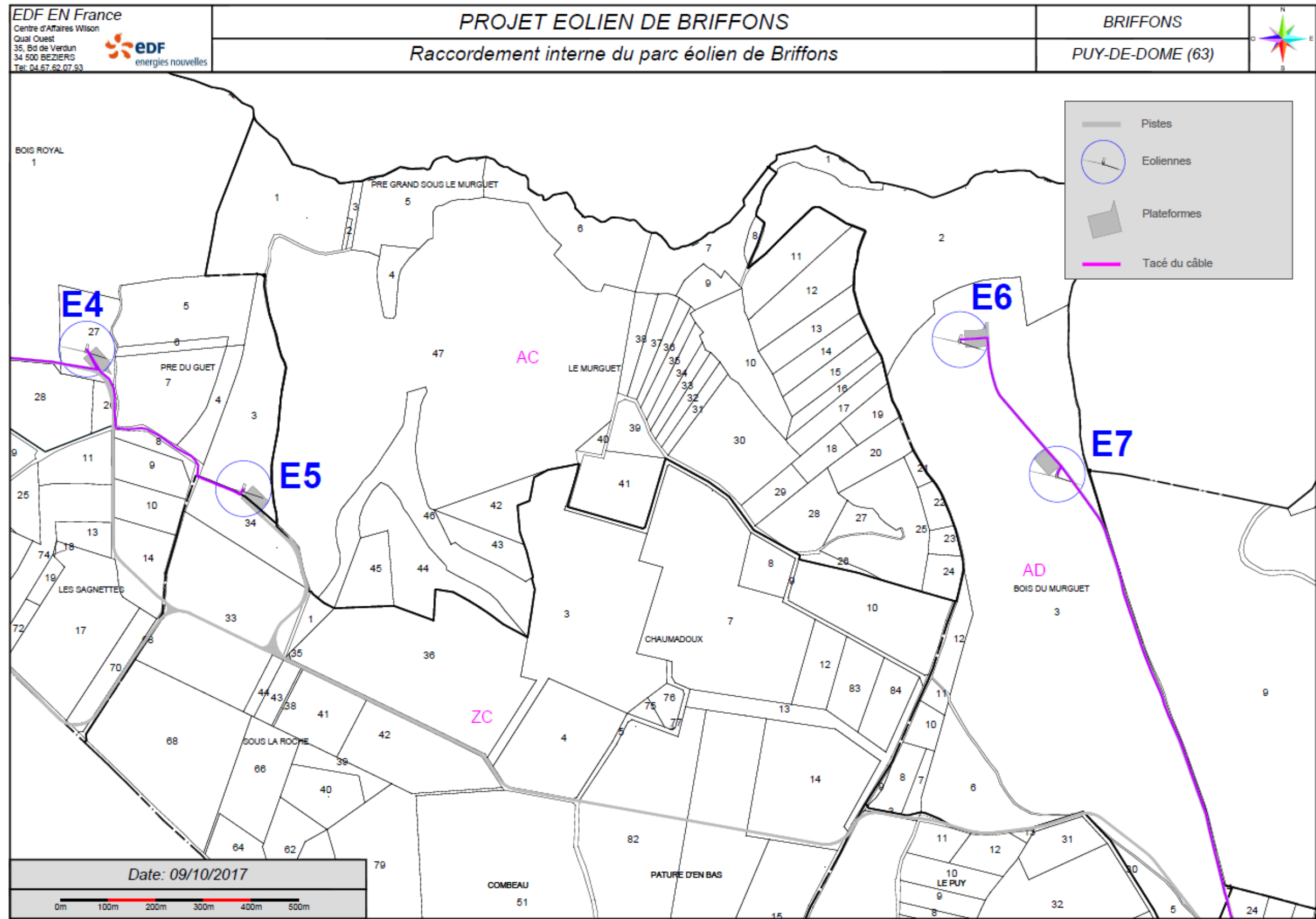


Figure 25 : Tracé du raccordement interne du parc éolien de Briffons 2/3

Source : EDF Energies Nouvelles

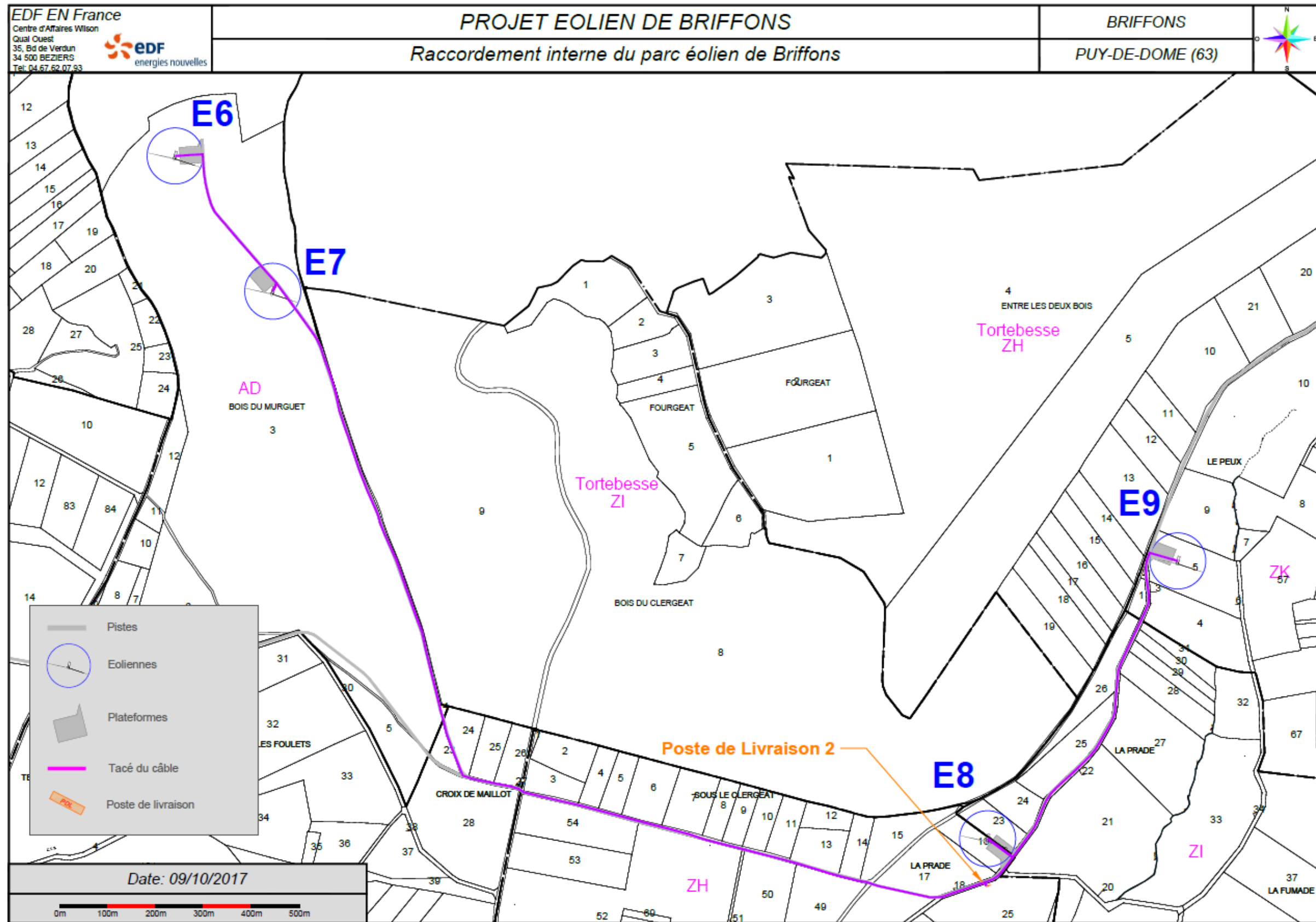


Figure 26 : Tracé du raccordement interne du parc éolien de Briffons 3/3

Source : EDF Energies Nouvelles

4.3.1.2. POSTE DE LIVRAISON

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

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

Cas de l'installation de Briffons

Un poste de livraison standard permet de raccorder une puissance de 12 à 15 MW environ au réseau électrique. Compte tenu de la puissance maximale envisagée sur le parc de Briffons, 2 postes de livraison seront implantés pour évacuer l'électricité produite. Les postes doivent être accessibles en voiture pour la maintenance et l'entretien. Ils seront ici placés à proximité des chemins d'exploitations existants et sont donc facilement accessibles (cf. localisation des postes sources sur les plans précédents).

4.3.1.3. RÉSEAU ÉLECTRIQUE EXTERNE

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

4.3.2. AUTRES RÉSEAUX

Le parc éolien de **Briffons** 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 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.

5.1. POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PRODUITS

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

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien de **Briffons** 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, nettoyants...) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...)

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

5.1.1. INVENTAIRE DES PRODUITS

Les substances ou produits chimiques mis en œuvre dans l'installation sont dépendants du fournisseur qui sera retenu. Quels qu'ils soient, les produits dangereux mis en œuvre dans l'installation resteront limités.

Les produits susceptibles d'être présents en phase d'exploitation seront :

- l'huile hydraulique (circuit haute pression) dont la quantité présente est de l'ordre de quelques centaines de litres,
- l'huile de lubrification du multiplicateur (également quelques centaines de litres),
- l'eau glycolée (mélange d'eau et d'éthylène glycol), qui est parfois utilisée comme liquide de refroidissement (quelques centaines de 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 suivant le nombre de caissons composant la cellule mais ne représente en tout que quelques kilogrammes.

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).

Il est important de noter que selon le choix sur le type de machine qui sera effectué par le développeur, les produits cités ci-dessus seront présents en quantité plus ou moins significative (exemple : pas ou peu d'huiles hydrauliques dans les modèles de la marque ENERCON). Cette étude de dangers retient comme hypothèse que l'ensemble de ces produits à risques seront présents.

5.1.2. DANGERS INTRINSÈQUES DES PRODUITS

5.1.2.1. 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.

5.1.2.2. 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).

5.1.2.3. DANGEROUSITÉ 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 (quelques 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 naturel.

5.1.2.4. BILAN

En conclusion, il ressort que les produits utilisés sur un parc éolien présentent les dangers suivants :

- risque incendie du fait de la combustibilité,
- risque de pollution des eaux ou des sols en cas de déversement.

5.2. POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de **Briffons** sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Liste des potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

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

Remarque : Aucune disposition particulière n'existe sur les aérogénérateurs prévus pour le parc de Briffons, il n'y a donc aucun risque potentiel autre que les dangers génériques listés dans le tableau précédent.

5.3. RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS À LA SOURCE

5.3.1. PRINCIPALES ACTIONS PRÉVENTIVES

Cette partie explique les choix qui ont été effectués par le porteur de projet au cours de la conception du projet pour réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Quatre variantes ont été étudiées afin de rechercher la variante de moindre impact.

Ces variantes sont détaillées et comparées dans le document « Etude d'impact » du présent dossier.

5.3.2. UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

Les Meilleures Techniques Disponibles (MTD) ont été élaborées en application de la Directive n°2008/1/CE du 15 janvier 2008 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution (dite directive IPPC) aujourd'hui abrogée et refondue dans la Directive n°2010/75/UE du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (dite directive IED).

La directive IED a pour objet la prévention et la réduction intégrées des pollutions en provenance des activités énumérées dans son annexe I. Elle prévoit les mesures visant à éviter et, lorsque cela s'avère impossible, à réduire les émissions des activités dans l'air, l'eau et le sol, y compris les mesures concernant les déchets, afin d'atteindre un niveau élevé de protection de l'environnement considéré dans son ensemble.

Les installations éoliennes, ne consommant pas de matières premières et ne rejetant aucune émission dans l'atmosphère, ne sont pas soumises à 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 spécialisées, etc.). Ces bases de données sont cependant très différentes tant en termes de structuration des données qu'en termes de détail de l'information.

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

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 de **Briffons**.

Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne tel que présenté dans le guide technique de conduite de l'étude de dangers (mars 2012).

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

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

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

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

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

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

Dans ce graphique sont présentés :

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

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

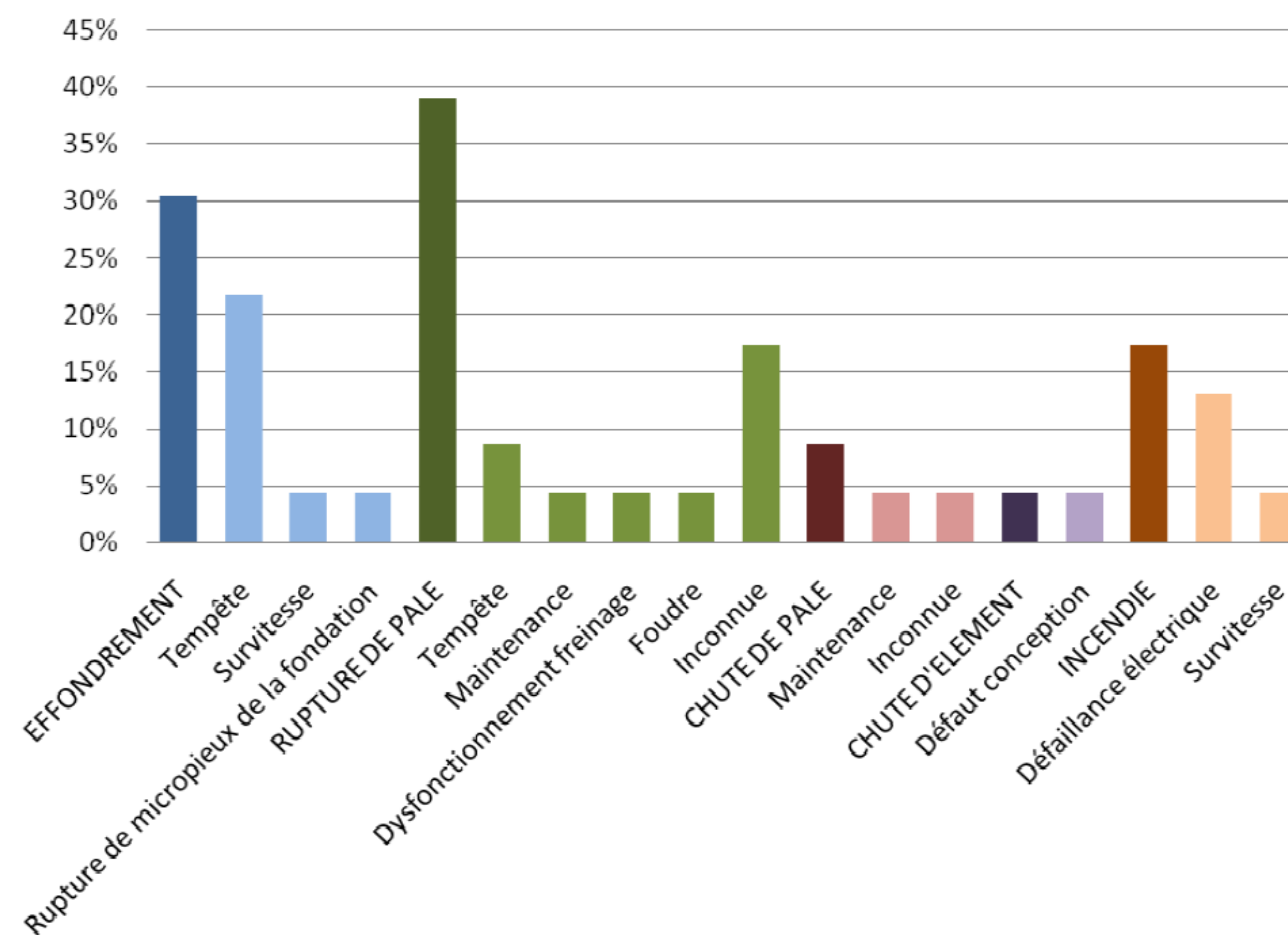


Figure 27 : Répartition des accidents sur des parcs éoliens français (Source : Guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens)

Une nouvelle recherche dans la base de données ARIA sur la base des données suivantes :

- Localisation : France entière,
- Type d'évènement : Installations Classées (Accidents / Incidents concernant une installation classée ou susceptible de l'être)
- Activité D35.11 « Production d'électricité,
- Mots-clés : éolien.

La base ARIA recense 15 nouveaux accidents survenus en France entre le 5 janvier 2012 (lendemain du dernier incident considéré par groupe de travail de SER/FEE) (voir en annexe) :

- 10 ruptures ou chutes de pâles dont les causes sont :
 - o Défaillance matérielle : 2
 - o Tempête : 1
 - o Foudre : 2
 - o Suite à un incendie sur l'éolienne : 2
 - o Défaut de conception : 1
 - o Inconnue : 2 ;
- 3 incendies, tous les 3 étant liés à une défaillance électrique, deux ont donné lieu à des ruptures de pâles dont un a été entraîné une pollution des sols ;
- 1 effondrement de l'éolienne suite à des rafales de vents (> à 130 km/h) ;
- 2 pollutions des sols dont une suite à un incendie,
- 2 accidents de maintenance (non considérés dans les études de dangers).

La nouvelle répartition des accidents sur le parc éolien français est présentée ci-après :

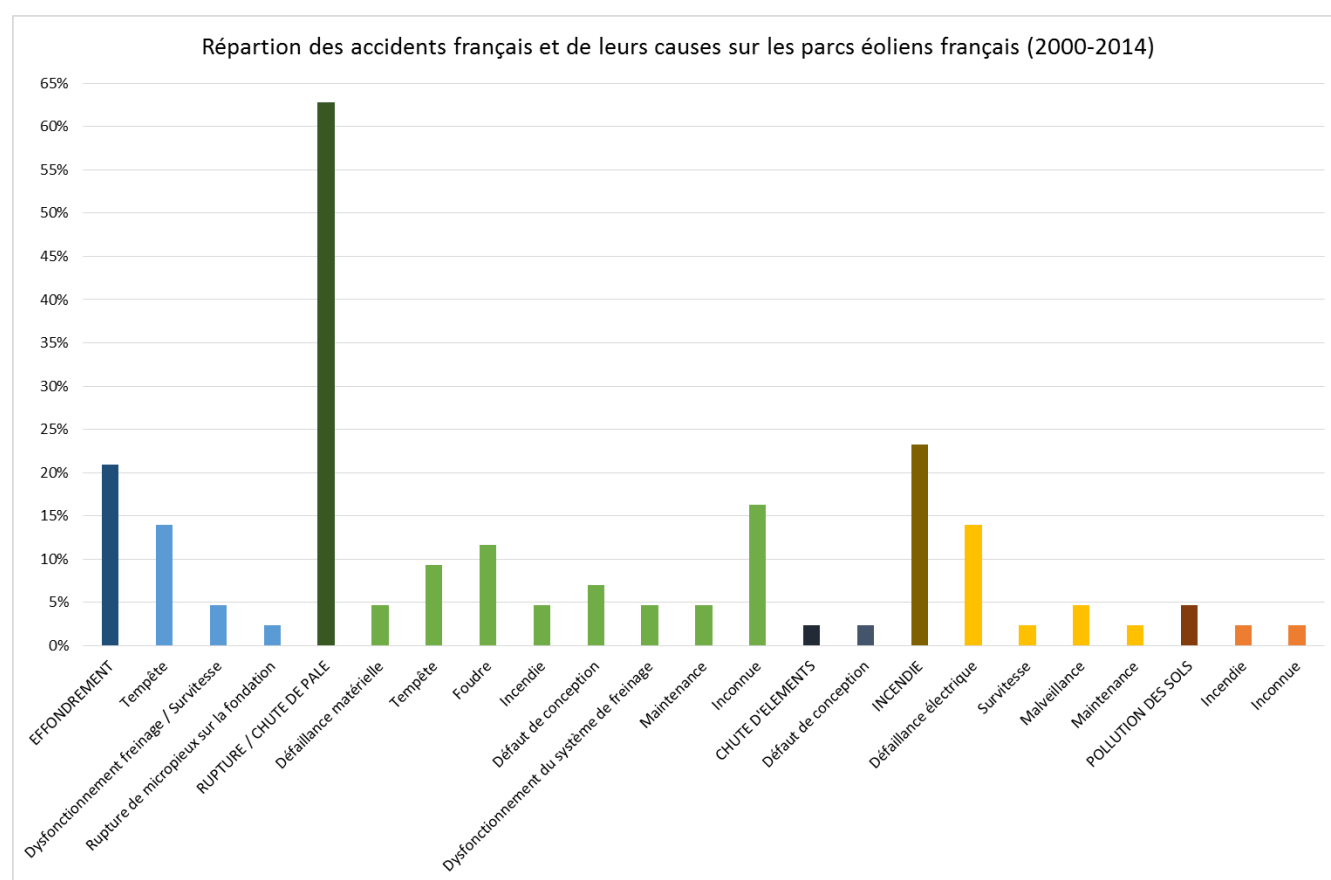


Figure 28 : Répartition des accidents sur des parcs éoliens français (2000 – 2014)

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures et chutes de pale, les effondrements, les incendies, les pollutions de sols et les chutes des autres éléments de l'éolienne.

6.2. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS À L'INTERNATIONAL

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

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

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

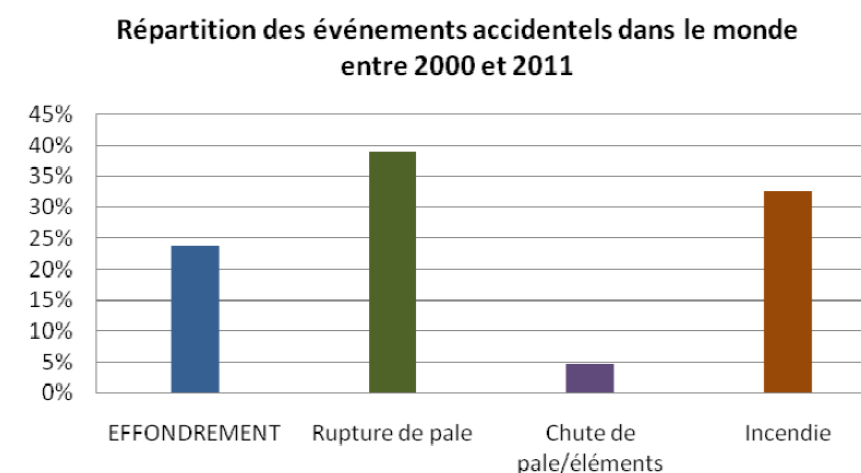


Figure 29 : Répartition des accidents sur des parcs éoliens dans le monde

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).

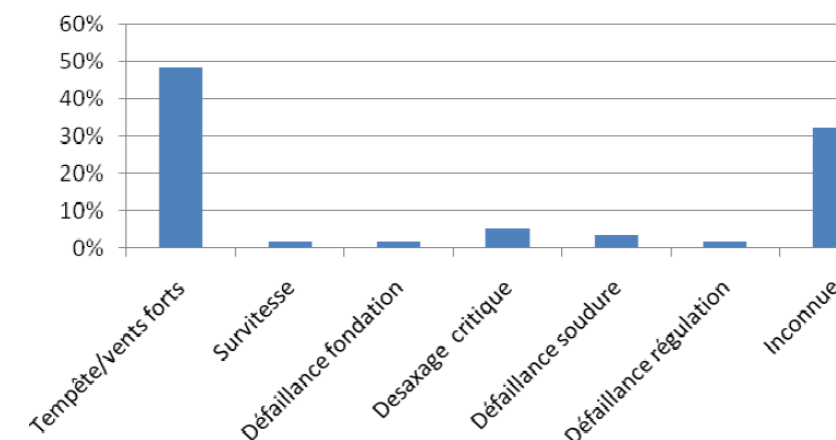


Figure 30 : Répartition des causes premières d'effondrement

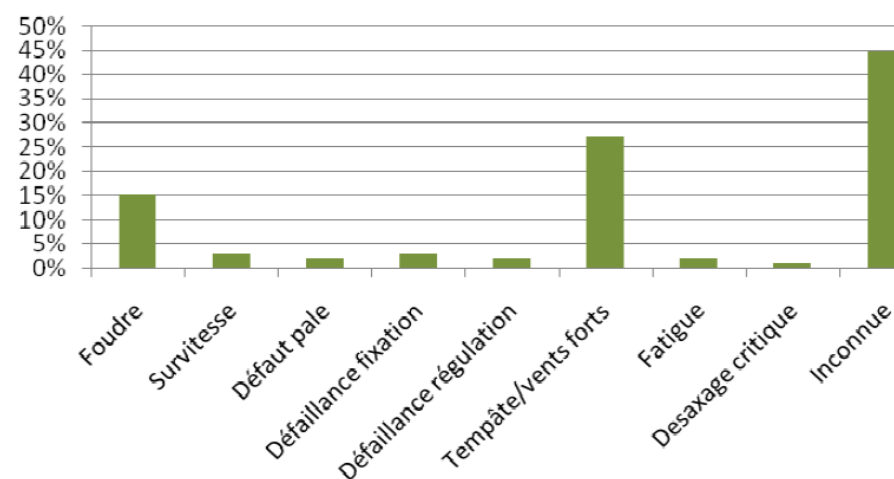


Figure 31 : Répartition des causes premières de rupture de pale

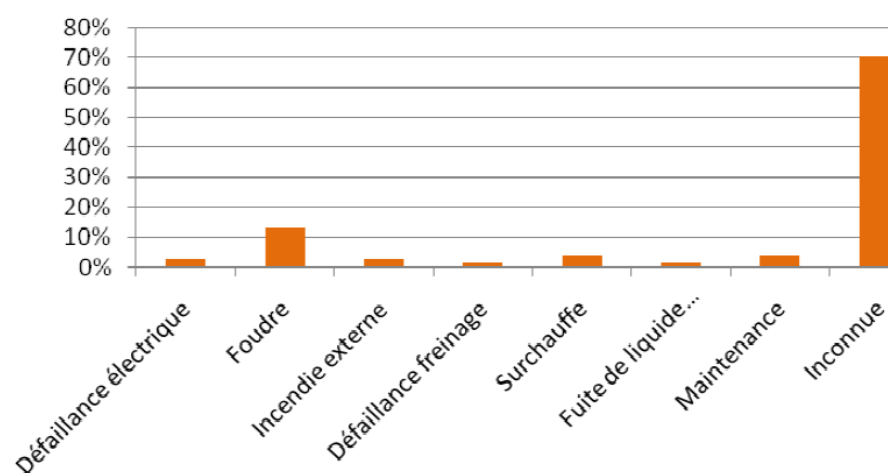


Figure 32 : Répartition des causes premières d'incendie

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

6.3.1. ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

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

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

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.

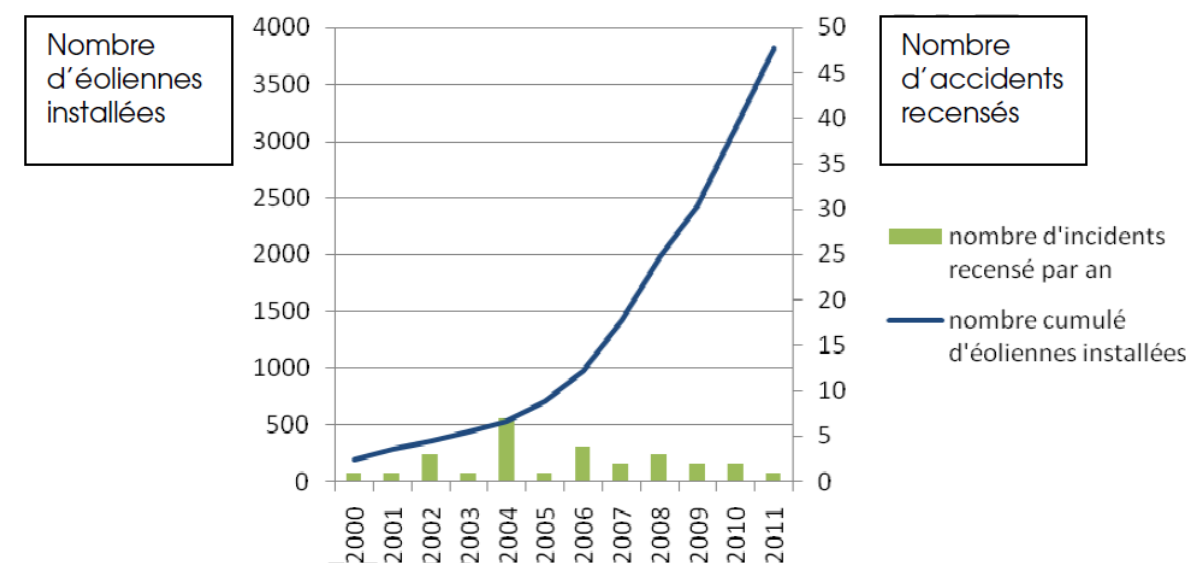


Figure 33 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées

On note bien l'essor de la filière française à partir de 2005, alors que le nombre d'accident reste relativement constant.

6.3.2. ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FRÉQUENTS

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

- effondrements ;
- ruptures de pales ;
- chutes de pales et d'éléments de l'éolienne ;
- incendie.

6.4. LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

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

- La non-exhaustivité des événements : ce retour d'expérience, constitué à partir de sources variées, ne provient pas d'un système de recensement organisé et systématique. Dès lors certains événements ne sont pas reportés. En particulier, les événements les moins spectaculaires 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 PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets.

Cet objectif est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarios d'accident potentiels pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) basée sur un questionnement systématique des causes et conséquences possibles des événements accidentels, ainsi que sur le retour d'expérience disponible.

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

7.2. RECENSEMENT DES ÉVÈNEMENTS 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 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

7.3.1. AGRESSIONS EXTERNES LIÉES AUX ACTIVITÉS HUMAINES

7.3.1.1. INDUSTRIES CLASSÉES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

1. Installations classées SEVESO

Sur le département du Puy-de-Dôme, 12 établissements sont soumis aux dispositions de la réglementation SEVESO (4 sont classés SEVESO seuil haut et 8 SEVESO seuil bas).

Les établissements SEVESO les plus proches sont l'usine MFP Michelin (seuil bas) et la société ANTARGAZ (seuil haut), toutes deux situés à plus de 30 km de la commune de Briffons.

Entreprise	Localisation	Secteur d'activité	Seuil	Distance / Briffons
MFP Michelin	Usine de Cataroux 8 rus de la Groslière 63 000 CLERMONT-FERRAND	Industrie du caoutchouc	Seuil bas	36 km à l'Est
ANTARGAZ	12 rue de l'Industrie ZI Sarliève 63 800 COURNON-D'AUVERGNE	Stockage et distribution de gaz liquéfiés	Seuil haut	42 km à l'Est

Le risque lié aux industries SEVESO ne sera donc pas pris en compte dans l'analyse des risques.

2. ICPE voisines

Outre les ICPE classées SEVESO, la liste des établissements soumis à autorisation au titre des ICPE dans un rayon de 500 m autour du site est fournie ci-après :

Tableau 9 : Localisation des ICPE soumises à simple autorisation les plus proches du site

Nom de l'établissement	Activités	Localisation	Distance min / éolienne n°
Les Carrières des Puys	Exploitation de carrière de basalte	Lieu-dit « Sous les Roches » à Briffons	~ 700 m au sud de l'éolienne n°5
Les Carrières des Puys	Centrale d'enrobage au bitume	Lieu-dit « Sous les Roches » à Briffons	~ 700 m au sud de l'éolienne n°5
VSB Energies Nouvelles	Parc éolien	Tortebesse	~ 300 m au nord-ouest de l'éolienne n°9 ~ 330 m au sud-est de l'éolienne n°7 ~ 410 m à l'est de l'éolienne n°8

Au vu de l'éloignement des établissements des Carrières des Puys, aucun périmètre d'effets domino n'atteindra les éoliennes.

Concernant le parc éolien de Tortebesse, il est indiqué dans le guide technique d'élaboration des études de dangers des parcs éoliens (INERIS, mars 2012) :

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

Les éoliennes les plus proches étant situées à près de 300 mètres, aucun effet domino n'est à considérer.

Le risque lié aux ICPE voisines est donc exclu de l'analyse des risques.

7.3.1.2. AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE

La commune de Briffons n'est pas classée dans le Dossier Départemental des Risques Majeurs comme une commune concernée par le risque rupture de barrage.

Le risque lié aux aménagements hydrauliques est nul et ne sera pas pris en compte dans l'analyse des risques.

7.3.1.3. AUTRES AÉROGÉNÉRATEURS

Un accident sur un aérogénérateur pouvant générer des projections d'éléments, les éoliennes dans un rayon de 500 m sont potentiellement source de dangers pour l'aérogénérateur.

Le risque lié aux aérogénérateurs voisins sera inclus dans l'analyse des risques.

7.3.1.4. CIRCULATION EXTÉRIEURE AU SITE ET TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES

1. Circulation aérienne

D'après la Protection civile, les risques les plus importants de chute d'aéronefs se situent au moment du décollage et de l'atterrissage. La zone admise comme étant la plus exposée est celle qui se trouve à l'intérieur d'un rectangle délimité par :

- une distance de 3 km de part et d'autre en bout de piste,
- une distance de 1 km de part et d'autre dans le sens de la largeur de la piste.

La Direction Générale de l'Aviation Civile a estimé la probabilité de chute d'avions sur l'ensemble du territoire national à 2.10^{-6} par km^2 , et ce, quelle que soit la nature du trafic aérien.

La circulaire du 10 mai 2010 ainsi que l'arrêté du 10 mai 2000 ont établi une liste des événements externes pouvant ne pas être pris en considération dans les études de dangers. Ainsi, la circulaire du 10 mai 2010 exclut la prise en compte en tant qu'évènement initiateur de la chute d'aéronef sur le site lorsque le site se trouve à plus de 2 000 mètres en tout point de la piste de décollage ou d'atterrissage.

L'aérodrome le plus proche de l'aire d'étude, se situe à environ une cinquantaine de kilomètres, à Clermont-Ferrand.

Le risque de chutes d'avion ne sera pas pris en considération dans l'analyse des risques.

2. Circulation ferroviaire

Une ligne de train suit globalement l'autoroute A89 mais ne traverse pas l'aire d'étude immédiate. La fréquentation de cette ligne reste très limitée et souffre d'une faible performance en termes de rapidité et de fréquence.

En raison de l'éloignement des éoliennes par rapport aux voies ferrées (supérieures à 200 m), un accident sur ces dernières n'aura pas de conséquences particulières sur le fonctionnement du site.

Les risques liés aux accidents ferroviaires (et donc au risque Transport Ferroviaire de Matières Dangereuses) ne seront donc pas pris en compte dans l'analyse des risques.

3. Circulation routière (externe)

Risque Accident de la circulation

Le réseau viaire de l'aire d'étude immédiate est constitué :

- de l'autoroute A89 qui longe la limite est de l'aire d'étude immédiate,
- de la route départementale RD82 qui traverse d'ouest en est l'aire d'étude immédiate,
- de la RD606 qui traverse le nord-est de l'aire d'étude immédiate et qui rejoint la RD11 par le bois de Soulier,
- de la RD61 qui relie la commune de Briffons à celle de Tortevesse par la forêt de l'Eclache,
- d'axes secondaire de type chemin, qui donnent accès au lieu-dit de l'aire d'étude immédiate.

En termes de transport en commun, le territoire est desservi par 10 lignes du réseau départemental. La fréquence de ces lignes est extrêmement faible (1 fois par jour) et la fréquentation est essentiellement scolaire.

Les éoliennes les plus proches d'axes de circulation sont :

- la E7 située à plus de 400 m de la route D61,
- l'éolienne 2 localisée à plus de 550 m de la RD82.

En raison de la distance des éoliennes par rapport aux routes environnantes extérieures listées en page précédente, **le risque lié à un accident routier ne sera donc pas pris en compte dans l'analyse des risques.**

Risque TMD

Le risque de Transports de Matières Dangereuses est présent sur la commune de Briffons au niveau de l'autoroute A 89. Cependant, l'éolienne la plus proche est implantée à plus de 200 m en retrait de l'autoroute.

Compte tenu de l'éloignement par rapport au site, le risque TMD ne sera pas pris en compte dans l'analyse des risques.

7.3.1.5. TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES (GAZODUCS – OLÉODUCS)

La commune de Briffons n'est pas concernée par le transport canalisé de matières dangereuses (hydrocarbures, gaz ...). **Le risque lié aux TMD par gazoducs ne sera pas pris en considération dans l'analyse des risques.**

7.3.1.6. RÉSEAUX ÉLECTRIQUES

Aucune éolienne n'est située à moins de 200 m de lignes très haute tension ou haute tension (voir figure en page 18), **les risques liés à la rupture d'un câble électrique ne seront donc pas pris en considération dans l'analyse des risques.**

7.3.1.7. ACTES DE MALVEILLANCE

Les actes de malveillance peuvent se caractériser par :

- des vols de matériels liés à la sécurité ou nécessaires au bon fonctionnement des installations,
- des incendies volontaires,
- des destructions de matériels nécessaires au bon fonctionnement des installations, ...

Ces actes, dépendant du facteur humain, se caractérisent par leur imprévisibilité. Le site est entièrement clôturé et fermé ce qui limite le risque d'intrusion.

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, les actes de malveillance sont exclus de l'analyse des risques.

7.3.1.8. SYNTHÈSE DES RISQUES EXTERNES LIÉS AUX ACTIVITÉS HUMAINES IDENTIFIÉS SUR LE SITE

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

Tableau 10 : Synthèse des dangers externes liés aux activités humaines

Infrastructure	Fonction	Evènement redouté	Dangers potentiels	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	E1 située à 390 m de E2 E2 située à 390 m de E1 et 370 m de E3 E3 située à 370 m de E2 et à 320 m de E4 E4 située à 320 m de E3 et à 420 m de E5 E5 située à 420 m de E4 E6 situé à 340 m de E7 E7 situé à 340 m de E6 E8 et E9 éloignées de plus de 500 m de toutes autres éoliennes

7.3.2. AGRESSIONS EXTERNES LIÉES AUX PHÉNOMÈNES NATURELS

7.3.2.1. INONDABILITÉ

Une inondation est une submersion plus ou moins rapide d'une zone, avec des hauteurs d'eau et des vitesses de courant variables. Elle est due à une augmentation du débit d'un cours d'eau provoquée par des pluies importantes et durables. Il existe différents types de crues :

- des inondations de plaine (ou crues lentes) provoquées par un débordement direct du cours d'eau plus ou moins rapide ;
- des crues torrentielles qui charrient des boues et/ou des matériaux solides dont la densité peut être importante. Elles sont en général rapides et très destructrices, provoquées par des précipitations extrêmes qui s'abattent sur de petits bassins versants fortement pentus ;
- des crues dues ruissellements en secteur urbain (saturation des aménagements urbains d'évacuation des eaux) ;
- des remontées de nappe ;
- la submersion de zones littorales (phénomène fluviomaritime) : de fortes marées submergent les zones littorales. Outre l'action propre de la mer, ce phénomène peut provoquer le débordement des cours d'eau qui débouchent à la mer.

a. Réseau hydrographique

La situation topographique de la commune de Briffons, exclut donc celle-ci de tout risque d'inondation éventuelle provenant du réseau hydrographique.

b. Remontée de nappes

L'analyse des remontées de nappes a été réalisée au niveau de la commune de Briffons comme présenté sur la figure ci-après (Source : <http://www.inondationsnappes.fr>, site du BRGM).

L'aire d'étude se situe dans une zone à faible sensibilité pour le risque inondation par remontée de nappes sur sa partie ouest mais à sensibilité moyenne à très forte sur sa partie Est.

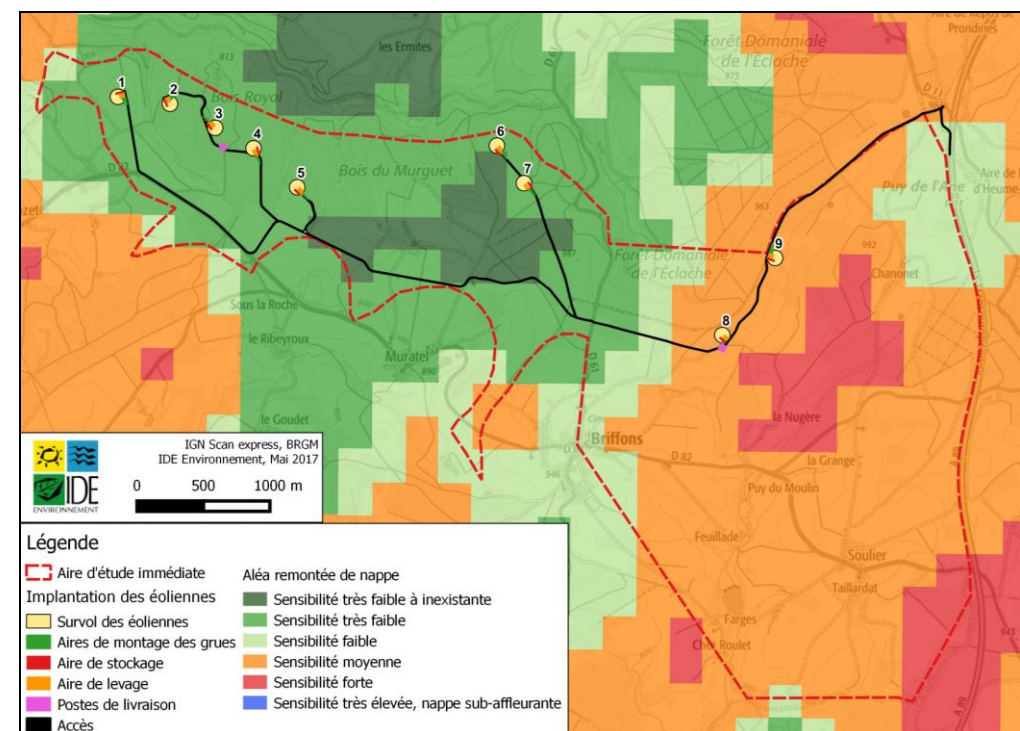


Figure 34 : Carte des remontées de nappe

Cependant, au vu du type de projet, des remontées de nappes n'engendreraient pas de sur-accident au niveau du parc éolien, **le risque de remontée de nappes n'est pas retenu dans l'analyse des risques.**

7.3.2.2. MOUVEMENTS DE TERRAIN

Le risque mouvement de terrain peut se traduire en Auvergne par :

- des éboulements de falaises regroupant :
 - o des glissements de terrain,
 - o des éboulements, chutes de blocs et de pierres,
 - o des coulées boueuses et torrentielles ;
 - o des affaissements plus ou moins brutaux de cavités souterraines naturelles ou artificielles (mines, carrières, karst...) ; on parle d'effondrement pour les phénomènes les plus brutaux,
- des phénomènes de tassement par retrait ou de gonflement : déformation de la surface du sol liée aux variations d'humidité des sols argileux, qui intervient après une sécheresse prononcée et/ou durable. Ces phénomènes sont à l'origine de fissures du bâti.

La commune de Briffons est classée par le DDRM dans les communes concernées :

- par le risque d'effondrement de cavités souterraines,
- par le phénomène de retrait-gonflement des argiles.

a. Eboulement – Glissement de terrain

La Base de Données Nationale Mouvements de Terrain communiquée par le BRGM www.bdmvt.net/ permet de recenser les mouvements de terrain d'origine naturelle et anthropique tels que les glissements, chutes de blocs - éboulements, coulées, effondrements, érosions de berges...

Selon cette base de données, aucun mouvement de terrain n'est recensé à proximité des éoliennes, seul un effondrement datant du début du siècle dernier est recensé à proximité du lieu-dit le Puy-du-Moulin.

Le risque de mouvements de terrain (autres que le retrait-gonflement des argiles) n'est pas retenu dans l'analyse des risques.

b. Retrait-gonflement des argiles

Les éoliennes se situent toutes dans une zone à aléas à priori nul pour le phénomène de retrait-gonflement des argiles comme le montre la carte ci-après.

Le risque lié aux mouvements de terrain dus au retrait-gonflement des argiles n'est pas retenu dans cette étude.

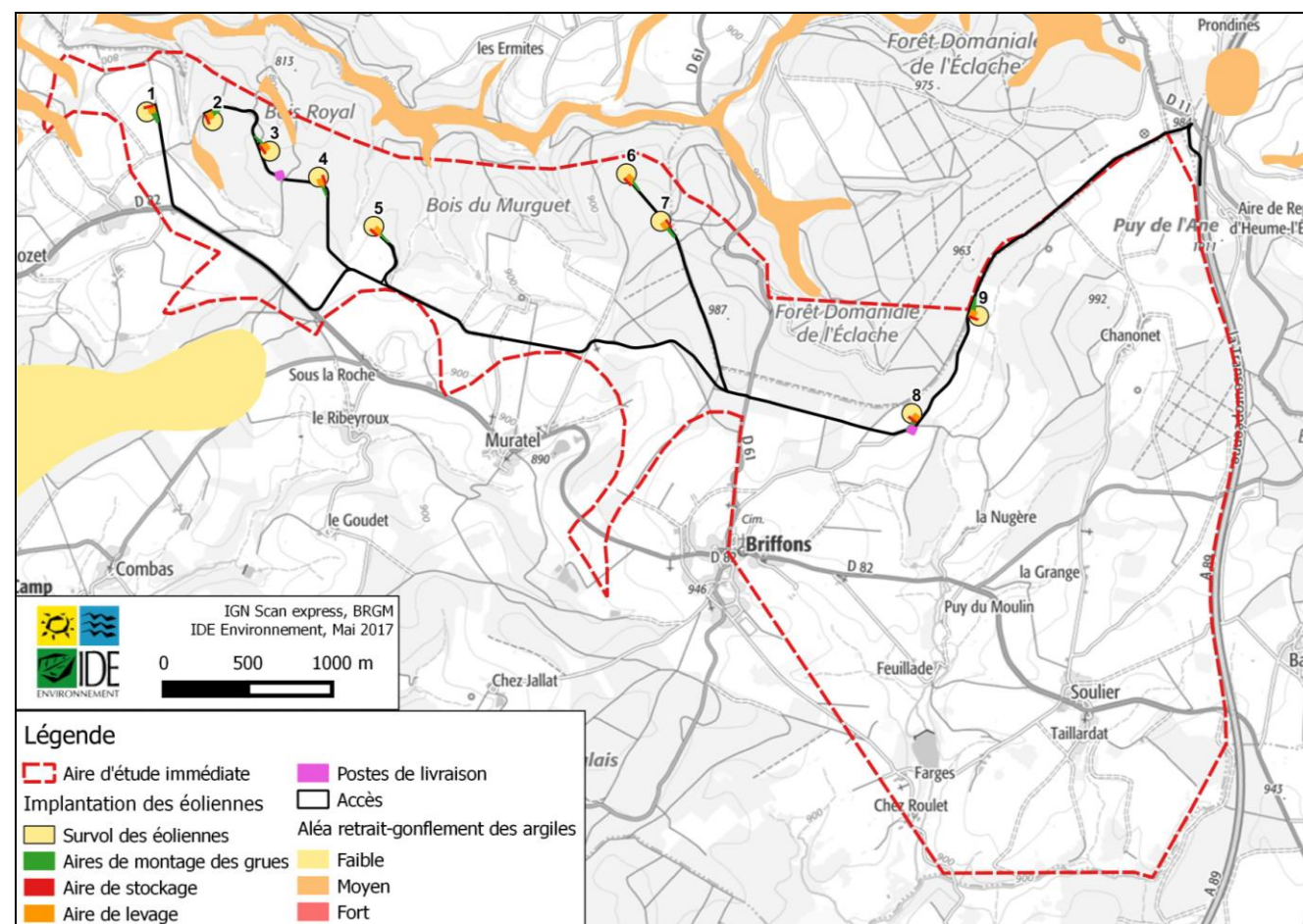


Figure 35 : Carte des aléas liés au retrait-gonflement des argiles au niveau du site

c. Cavités souterraines

Aucune cavité souterraine n'est recensée sur la commune de Briffons et à proximité des éoliennes.

Le risque lié à la présence de cavités souterraines n'est donc pas retenu dans l'analyse des risques.

7.3.2.3. SISMICITÉ

D'après la base de données www.sisfrance.net, aucun séisme n'a été ressenti sur la commune de Briffons (dernière mise à jour : 1^{er} janvier 2014).

Les risques sismiques sur le territoire français sont décrits par les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255 du 22 octobre 2010 relatifs au risque sismique, qui définissent respectivement :

- d'une part les catégories de bâtiments, équipements et installations, répartis en deux catégories dites « à risque normal » et « à risque spécial » ;
- d'autre part les zones de sismicité sur le territoire national.

D'après les dispositions de ce texte, la commune de Briffons est classée en zone de sismicité faible (2).

Le risque sismique ne sera donc pas pris en compte dans l'analyse des risques.

7.3.2.4. FEUX DE FORÊT

La commune de Briffons est classée comme une commune à risque incendie dans le Dossier Départemental de Risque Majeur.

Toutefois, le risque de sur-accident lié à l'éolienne est considéré comme négligeable en cas de feux de forêt.

Le risque lié aux feux de forêt ne sera donc pas pris en compte dans l'analyse des risques.

7.3.2.1. RISQUES D'ORIGINE MÉTÉOROLOGIQUE

a. Vent / Tempête

Les tempêtes les plus fréquentes qui sévissent en Europe, sont des tempêtes extratropicales. Elles surviennent le plus souvent en automne-hiver, d'où leur appellation de tempêtes d'hiver, mais elles peuvent également se produire en toute saison, souvent sous l'influence d'un cyclone ayant quitté les régions tropicales.

Le risque tempête est aléatoire et peut survenir dans n'importe quelle commune du département.

Des vents forts peuvent entraîner des vitesses de rotation élevées du rotor peuvent conduire à :

- des dégâts sur le multiplicateur et la génératrice avec des risques d'échauffement pouvant conduire à un incendie,
- des contraintes fortes sur les pales pouvant conduire à des ruptures entières ou totales de celles-ci.

Le risque lié aux vents forts et aux tempêtes sera pris en compte dans l'analyse des risques.

b. Températures : vulnérabilité du site au froid et à la chaleur

La formation de glace ou de givre sur les pales peut conduire à des effets de projections sur des tiers.

Il n'existe pas de risque particulier pour le site lié à la canicule, si ce n'est le risque de développements d'incendies en période de sécheresse.

Le risque lié au gel sera pris en considération dans l'analyse de risque mais pas le risque lié aux fortes températures.

c. Pluies

Même en cas de très fortes pluies, il n'y a pas de risque particulier à craindre pour le fonctionnement des équipements.

Le risque lié aux fortes pluies ne sera donc pas pris en compte dans l'analyse des risques.

d. Foudre

Deux effets sont à envisager pour le cas de foudroiement :

- effets directs,
- effets indirects (surtensions, dysfonctionnement du matériel électronique...).

Des moyens de prévention et de protection contre la foudre seront mis en œuvre sur le parc éolien. Le système de protection contre la foudre est mis à la terre afin de protéger les éléments de l'aérogénérateur. Celui-ci est conçu pour répondre à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400.

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 (Source : Guide technique de l'INERIS pour l'élaboration des études de dangers dans le cadre des parcs éoliens, Mai 2012). 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.

Ainsi conformément au guide technique de l'INERIS pour l'élaboration des études de dangers dans le cadre des parcs éoliens (Mai 2012), **le risque foudre ne sera pas pris en considération dans l'analyse des risques.**

7.3.2.2. SYNTHÈSE DES RISQUES EXTERNES D'ORIGINE NATURELLE IDENTIFIÉS SUR LE SITE

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

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	Potentiel éolien intéressant grâce à des vents de 4,5 m/s et 5,5 m/s à 50 m de hauteur. Intensité maximale des vents observée à Clermont-Ferrand : <ul style="list-style-type: none"> - 4 jours par an, des vitesses de vent supérieures ou égales à 90 km/h - 1 jour par an, vitesse de vent > 100 km/h.
Gel	Conditions climatiques relativement stables chaque année mais des événements extrêmes possibles (gelée, brouillard). Nombre de jours avec des températures négatives dans la région d'étude : 90 jours par an, une des plus importantes rencontrées en France, caractéristique du climat montagnard.

7.4. SCÉNARIOS ÉTUDIÉS DANS L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

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

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

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

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

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événements redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience du groupe de travail précédemment cité :

- « G » pour les scénarios concernant la glace,
- « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites,
- « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne,
- « P » pour ceux concernant les risques de projection,
- « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement.

Le parc éolien de Briffons ne possédant aucune spécificité particulière, ce tableau d'analyse des risques est représentatif des risques pouvant se produire sur les éoliennes du parc.

Tableau 11 : Tableau d'analyse des risques

N°	Evènement initiateur	Evènement intermédiaire	Evènement redouté central	Fonction de sécurité	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
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

N°	Evènement initiateur	Evènement intermédiaire	Evènement redouté central	Fonction de sécurité	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
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
C03	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
E03	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
E04	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)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	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
E06	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

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

7.5. EFFETS DOMINO

Lors d'un accident majeur sur une éolienne, une possibilité est que les effets de cet accident endommagent d'autres installations. Ces dommages peuvent conduire à un autre accident.

Par exemple, la projection de pale impactant les canalisations d'une usine à proximité peut conduire à des fuites de canalisations de substances dangereuses. Ce phénomène est appelé « effet domino ».

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

En ce qui concerne les accidents sur des aérogénérateurs qui conduiraient à des effets dominos sur d'autres installations, le paragraphe 1.2.2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise :

« [...] seuls les effets dominos générés par les fragments sur des installations et équipements proches ont vocation à être pris en compte dans les études de dangers [...]. Pour les effets de projection à une distance plus lointaine, l'état des connaissances scientifiques ne permet pas de disposer de prédictions suffisamment précises et crédibles de la description des phénomènes pour déterminer l'action publique ».

De plus, il est indiqué dans le guide technique d'élaboration des études de dangers des parcs éoliens (INERIS, mars 2012) :

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

Ainsi, au vu des éléments spécifiés dans la circulaire de mai 2010 et la distance inter-éolienne (sur le parc de Briffons et entre le parc de Briffons et celui de Tortebeuse) étant de plus de 300 mètres, il est proposé de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude, conformément au guide technique pour l'élaboration des études de dangers dans le cadre des parcs éoliens (INERIS, mars 2012).

7.6. MISE EN PLACE DES MESURES DE SÉCURITÉ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fonction de sécurité n°8	Prévention et rétention des fuites
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution
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>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	Dépendant du débit de fuite
Efficacité	100 %
Tests	/
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an

Fonction de sécurité n°9	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) – Procédures qualités – Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)
Description	<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. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23.</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	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.

Fonction de sécurité n°10	Prévenir les erreurs de maintenance
Mesures de sécurité	Procédure maintenance
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel
Indépendance	Oui
Temps de réponse	NA
Efficacité	100 %
Tests	/
Maintenance	NA

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

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

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

Fonction de sécurité n°12	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de cyclones dans les zones cycloniques
Mesures de sécurité	Mise en place d'une procédure de veille cyclonique et d'intervention + mise en œuvre d'éoliennes équipées de dispositifs anticycloniques permettant abattage et arrimage au sol des éléments les plus sensibles, en particulier les pâles
Description	L'ensemble de la structure [mât et/ou nacelle + hélice] peut être rabattu et arrimé au sol Détection des cyclones Formation des opérateurs Mise en place d'une procédure d'intervention suivant les niveaux d'alerte
Indépendance	Oui
Temps de réponse	/
Efficacité	100 %
Tests	/
Maintenance	Contrôle et entretien des équipements de repli cyclonique

7.7. CONCLUSIONS 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 :

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	<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 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> <p>De plus, il est à noter que les abords des éoliennes seront régulièrement débroussaillés (50 mètres autour de chaque éolienne) de façon à éviter toute propagation d'un incendie vers le massif forestier en cas de chute d'éléments enflammés.</p>
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	<p>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.</p> <p>De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 [9] et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200).</p>
Infiltration d'huile dans le sol	<p>En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs.</p> <p>Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.</p>

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 DÉFINITIONS

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

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

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

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

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

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

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

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 chute d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou d'effondrement de machine.

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

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

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

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

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

Tableau 12 : Cotation de l'intensité

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.

8.1.3. GRAVITÉ

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

Tableau 13 : Cotation de la gravité

Niveau de 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
5	désastreux	> 10 personnes exposées	> 100 personnes exposées	>1000 personnes exposées
4	catastrophique	< 10 personnes exposées	entre 10 et 100 personnes	entre 100 et 1 000 personnes exposées
3	important	au plus 1 personne exposée	entre 1 et 100 personnes	entre 10 et 100 personnes exposées
2	sérieux	aucune personne exposée	au plus 1 personne	< 10 personnes exposées
1	modéré	pas de zone de létalité hors de l'établissement		présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à "une personne"

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'accident majeur :

Tableau 14 : Cotation de l'occurrence

	E	D	C	B	A
	événement possible mais extrêmement peu probable	événement très improbable	événement improbable	événement probable	événement courant
Appréciation qualitative	<i>n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années et d'installations</i>	<i>s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité</i>	<i>un événement similaire déjà rencontré dans ce 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</i>	<i>s'est produit et / ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation</i>	<i>s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation, malgré d'éventuelles mesures correctives</i>
Appréciation semi-quantitative	<i>Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative, et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place, conformément à l'article 4 du présent arrêté</i>				
Appréciation quantitative	< 10 ⁻⁵	< 10 ⁻⁴	< 10 ⁻³	< 10 ⁻²	> 10 ⁻²

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. CARACTÉRISATION DES SCÉNARIIS RETENUS

8.2.1. EFFONDREMENT DE L'ÉOLIENNE

8.2.1.1. 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 140 m** dans le cas des éoliennes **du parc de Briffons**.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie. 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.

8.2.1.2. INTENSITÉ

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

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

Tableau 15 : Intensité – Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)

	Zone d'impact (en m ²)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m ²)	Degré d'exposition du phénomène étudié	Intensité
Formule de calcul	$Z_i = L \times H + \frac{3 \times R \times LB}{2}$ Avec : L = Base du mât (en m) H = Hauteur du mât (en m) R = Longueur de pâles des aérogénérateurs (en m) LB = largeur de la base de la pale (en m)	$Z_e = \pi \times (H + R)^2$ Avec : H = Hauteur du mât (en m) R = Longueur de pâles des aérogénérateurs (en m)	$d = Z_i / Z_e$ Avec : Zi = Zone d'impact (en m ²) Ze = Zone d'effet (en m ²)	-
Application au site	$Z_i = 964 \text{ m}^2$ Avec : L = 6,7 m H = 91,5 m R = 58,5 m LB = 4 m	$Z_e = 70\,686 \text{ m}^2$ Avec : H = 91,5 m R = 58,5 m	$d = 1,4 \%$ $1 \% \leq d < 5 \%$	Exposition forte

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

8.2.1.3. GRAVITÉ

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005, 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 1 000 personnes exposées = « Désastreux »
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées = « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées = « Important »
- Moins de 10 personnes exposées = « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à 1 personne = « Modéré ».

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

Tableau 16 : Gravité – Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)

Eolienne n°	Caractéristique de la cible en dehors du site où l'effet serait observé	Nombre de personnes extérieures au site	Niveau de gravité
Eoliennes 1 à 9	Champs – bois et chemins ruraux : S = 70 686 m ²	Terrains très peu fréquentés : 1 pers. par tranche de 100 ha => moins d'une personne exposée	1

8.2.1.4. 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 x 10 ⁻⁴	Retour d'expérience
Spécification of minimum distances [6]	1,8 x 10 ⁻⁴ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

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

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience⁷, soit une probabilité de 4,47 x 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 ».

⁷ 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.

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

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

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

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

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

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

8.2.1.5. ACCEPTABILITÉ

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

Tableau 17 : Niveau de risque – Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)

N° sc.	Eolienne	Intensité	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
1	1 à 9	Exposition forte	D	1	Risque très faible

Ainsi, pour le parc éolien de Briffons, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.2. CHUTE DE GLACE

8.2.2.1. 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 WECO⁸, une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est concerné par moins d'un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire comme les zones côtières affichent des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an.

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

8.2.2.2. ZONE D'EFFET

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le parc éolien de **Briffons**, la zone d'effet a donc un **rayon de 58,5 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.

8.2.2.3. INTENSITÉ

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien de **Briffons**.

Tableau 18 : Intensité – Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)

	Zone d'impact (en m ²)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m ²)	Degré d'exposition du phénomène étudié	Intensité
Formule de calcul	$Z_i = SG$ Avec : SG = surface du morceau de glace majorant (SG = 1 m ²)	$Z_e = \pi \times R^2$ Avec : R = Longueur de pales des aérogénérateurs (en m)	$d = Z_i / Z_e$ Avec : Z _i = Zone d'impact (en m ²) Z _e = Zone d'effet (en m ²)	-
Application au site	$Z_i = 1 \text{ m}^2$	$Z_e = 10\,751 \text{ m}^2$ Avec : R = 58,5 m	$d = 0,009 \%$ $d < 1 \%$	Exposition modérée

L'intensité est nulle au-delà de la zone de survol.

⁸ Wind Energy Production in Cold Climate (WECO), Final Report – Bengt Tammelin et al., Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000

8.2.2.4. GRAVITÉ

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005, 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 1 000 personnes exposées = « Désastreux »
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées = « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées = « Important »
- Moins de 10 personnes exposées = « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à 1 personne = « Modéré ».

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

Tableau 19 : Gravité – Chute de glace (dans la zone de survol)

Eolienne n°	Caractéristique de la cible en dehors du site où l'effet serait observé	Nombre de personnes extérieures au site	Niveau de gravité
Eoliennes 1 à 9	Champs – bois et chemins ruraux : S = 10 751 m ²	Terrains très peu fréquentés : 1 pers. par tranche de 100 ha => moins d'une personne exposée	1

8.2.2.5. PROBABILITÉ

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

8.2.2.6. ACCEPTABILITÉ

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

Tableau 20 : Niveau de risque – Chute de glace (dans la zone de survol)

N° sc.	Eolienne	Intensité	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
2	1 à 9	Exposition modérée	A	1	Risque faible

Ainsi, pour le parc éolien de Briffons, 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

8.2.3.1. ZONE D'EFFET

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

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

8.2.3.2. INTENSITÉ

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de **Briffons**.

Tableau 21 : Intensité – Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)

	Zone d'impact (en m ²)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m ²)	Degré d'exposition du phénomène étudié	Intensité
Formule de calcul	$Z_i = \frac{R \times LB}{2}$ Avec : R = Longueur de pâles des aérogénérateurs (en m) LB = largeur de la base de la pale (en m)	$Z_e = \pi \times R^2$ Avec : R = Longueur de pâles des aérogénérateurs (en m)	$d = \frac{Z_i}{Z_e}$ Avec : Zi = Zone d'impact (en m ²) Ze = Zone d'effet (en m ²)	-
Application au site	$Z_i = 117 \text{ m}^2$ Avec : R = 58,5 m LB = 4 m	$Z_e = 10 751 \text{ m}^2$ Avec : R = 58,5 m	$d = 1,1 \%$ $1 \% \leq d < 5 \%$	Exposition forte

L'intensité est nulle au-delà de la zone de survol.

8.2.3.3. GRAVITÉ

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005, 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 1 000 personnes exposées = « Désastreux »
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées = « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées = « Important »
- Moins de 10 personnes exposées = « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à 1 personne = « Modéré ».

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 :

Tableau 22 : Gravité – Chute d'éléments de l'éolienne (dans la zone de survol)

Eolienne n°	Caractéristique de la cible en dehors du site où l'effet serait observé	Nombre de personnes extérieures au site	Niveau de gravité
Eoliennes 1 à 9	Champs – bois et chemins ruraux : S = 10 751 m ²	Terrains très peu fréquentés : 1 pers. par tranche de 100 ha ⇒ moins d'une personne exposée	1

8.2.3.4. 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 x 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 : « *Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité* ».

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

8.2.3.5. ACCEPTABILITÉ

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc de Briffons, la gravité associée et le niveau de risque :

Tableau 23 : Niveau de risque – Chute d'éléments de l'éolienne (dans la zone de survol)

N° sc.	Eolienne	Intensité	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
3	1 à 9	Exposition modérée	C	1	Risque très faible

Ainsi, pour le parc éolien de Briffons, le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.4. PROJECTION DE PÂLES OU DE FRAGMENTS DE PÂLES

8.2.4.1. ZONE D'EFFET

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

L'accidentologie éolienne mondiale manque de fiabilité car la source la plus importante (en termes statistiques) est une base de données tenue par une association écossaise majoritairement opposée à l'énergie éolienne⁹.

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres¹⁰.

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.

8.2.4.2. 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 projection d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Briffons.

Tableau 24 : Intensité – Projection d'éléments de l'éolienne (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	Intensité
Formule de calcul	$Z_i = \frac{R \times LB}{2}$ Avec : R = Longueur de pales des aérogénérateurs (en m) LB = largeur de la base de la pale (en m)	$Z_e = \pi \times d^2$ Avec : d = distance d'effet = 500 m	$d = Z_i / Z_e$ Avec : Zi = Zone d'impact (en m ²) Ze = Zone d'effet (en m ²)	-
Application au site	$Z_i = 117 \text{ m}^2$ Avec : R = 58,5 m LB = 4 m	$Z_e = 785\,400 \text{ m}^2$	$d = 0,01 \%$ $d < 1 \%$	Exposition modérée

⁹ Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum

¹⁰ En particulier dans les études suivantes :
 - 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
 - Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004

8.2.4.3. GRAVITÉ

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005, 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 1 000 personnes exposées = « Désastreux »
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées = « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées = « Important »
- Moins de 10 personnes exposées = « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à 1 personne = « Modéré ».

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

Tableau 25 : Gravité – Projection d'éléments de l'éolienne (dans un rayon de 500 m)

Eolienne n°	Caractéristique de la cible en dehors du site où l'effet serait observé	Nombre de personnes extérieures au site	Niveau de gravité
Eoliennes 1 à 6	Champs – bois et chemins ruraux : S = 785 400 m ²	Terrains très peu fréquentés : 1 pers. permanente par tranche de 100 ha => moins d'une personne exposée	1
Eolienne 7	Champs – bois et chemins ruraux : S = 785 400 m ² Route départementale D61 entre Briffons et Tortebeuse sur 240 m	Terrains très peu fréquentés : 0,78 pers. permanente Trafic routier D61 : 200 véhicules par jour Soit 0,4 x 0,24 x 200 / 100 = 0,19 pers. permanente => moins d'une personne exposée	1
Eoliennes 8 et 9	Champs – bois et chemins ruraux : S = 785 400 m ²	Terrains très peu fréquentés : 1 pers. permanente par tranche de 100 ha => moins d'une personne exposée	1

8.2.4.4. 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 – Case study – Germanisher Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhem-Koog GmbH, 2010/08/24	1 x 10 ⁻⁶	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
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	1, 1 x 10 ⁻³	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004 Guide for risk based zoning of wind turbines	6,1 x 10 ⁻⁴	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

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

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité C (12 événements pour 15 667 années d'expérience, soit 7,66 x 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 : « *Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité* ».

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

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

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

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

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

8.2.4.5. ACCEPTABILITÉ

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc de **Briffons**, la gravité associée et le niveau de risque :

Tableau 26 : Niveau de risque – Projection d'éléments de l'éolienne (dans un rayon de 500 m)

N° sc.	Eolienne	Intensité	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
4	1 à 9	Exposition modérée	D	1	Risque très faible

Ainsi, pour le parc éolien de Briffons, le phénomène de projection d'éléments de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.5. PROJECTION DE GLACE

8.2.5.1. 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 référence¹¹ 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 postérieures¹². 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.

Dans le cas du parc éolien de **Briffons**, la **distance d'effet est de 313 m**.

8.2.5.2. 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 de **Briffons**.

Tableau 27 : Intensité – Projection de morceaux de glace (zone de 294 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	Intensité
Formule de calcul	$Z_i = SG$ Avec : SG = surface du morceau de glace majorant (SG = 1 m ²)	$Z_e = \pi \times [1,5 \times (H + 2R)]^2$ Avec : H = Hauteur du mât (en m) R = Longueur de pâles des aérogénérateurs (en m)	$d = Z_i / Z_e$ Avec : Z _i = Zone d'impact (en m ²) Z _e = Zone d'effet (en m ²)	-
Application au site	$Z_i = 1 \text{ m}^2$	$Z_e = 307\,287 \text{ m}^2$ Avec : H = 91,5 m R = 58,5 m	$d = 3.10^{-4} \%$ $d < 1 \%$	Exposition modérée

¹¹ Wind Energy Production in Cold Climate (WECO), Final Report – Bengt Tammelin et al., Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000

¹² Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A. Kröning J., DEWI, Avril 2003

8.2.5.3. GRAVITÉ

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005, 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 1 000 personnes exposées = « Désastreux »
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées = « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées = « Important »
- Moins de 10 personnes exposées = « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à 1 personne = « Modéré ».

Il a été observé dans la littérature disponible¹³ qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

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

Tableau 28 : Gravité – Projection d'éléments de glace (dans un rayon de 313 m)

Eolienne n°	Caractéristique de la cible en dehors du site où l'effet serait observé	Nombre de personnes extérieures au site	Niveau de gravité
Eoliennes 1 à 9	Champs – bois et chemins ruraux : S = 307 287 m ²	Terrains très peu fréquentés : 1 pers. permanente par tranche de 100 ha ⇒ moins d'une personne exposée	1

8.2.5.4. PROBABILITÉ

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

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

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

8.2.5.5. ACCEPTABILITÉ

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

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc de **Briffons**, la gravité associée et le niveau de risque :

Tableau 29 : Niveau de risque – Projection de glace (dans un rayon de 313 m)

N° sc.	Eolienne	Intensité	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
5	1 à 15	Exposition modérée	B	1	Risque très faible

Ainsi, pour le parc éolien de Briffons, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

Notons également que les éoliennes du parc de Briffons seront munies de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et qu'une procédure de redémarrage sera établie.

¹³ Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A. Kröning J., DEWI, Avril 2003

8.3. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES ET CONCLUSIONS

8.3.1. TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

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

Tableau 30 : Tableau d'analyse des risques

Scénario		Moyens de maîtrise des risques	Eolienne n°	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
1	Effondrement de l'éolienne	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) – Procédures qualités – Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)	E1 à E9	Disque de rayon 150 m	Rapide	Exposition forte	D	1
2	Chute de glace	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage. Panneau mis en place à l'entrée de chaque chemin d'accès à une éolienne avec mise en garde face au risque de chute de glace	E1 à E9	Zone de survol = 58,5 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	A	1
3	Chute d'élément de l'éolienne	Détection de survitesse et système de freinage Protection contre le risque foudre (respect de la norme IEC 61 -400) Prévention et protection contre l'incendie (Prévention des courts-circuits, Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine, Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle, Intervention des services de secours) Procédure de maintenance	E1 à E9	Zone de survol = 58,5 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition forte	C	1
4	Projection d'éléments de l'éolienne	Détection de survitesse et système de freinage Protection contre le risque foudre (respect de la norme IEC 61 -400) Prévention et protection contre l'incendie (Prévention des courts-circuits, Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine, Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle, Intervention des services de secours) Procédure de maintenance	E1 à E9	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	1
5	Projection de glace	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.	E1 à E9	313 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	1

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.

Tableau 31 : Grille de criticité

Probabilité Gravité	E	D	C	B	A	
5						Non Acceptable
4						
3						Acceptable
2						
1		Sc. 1 (E1 à E9) Sc.4 (E1 à E9)	Sc. 3 (E1 à E9)	Sc. 5 (E1 à E9)	Sc. 2 (E1 à E9)	Situation Acceptable

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice,
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 sont mises en place.

8.3.3. CARTOGRAPHIES DES RISQUES

Les cartographies des zones de dangers figurent en page suivante.

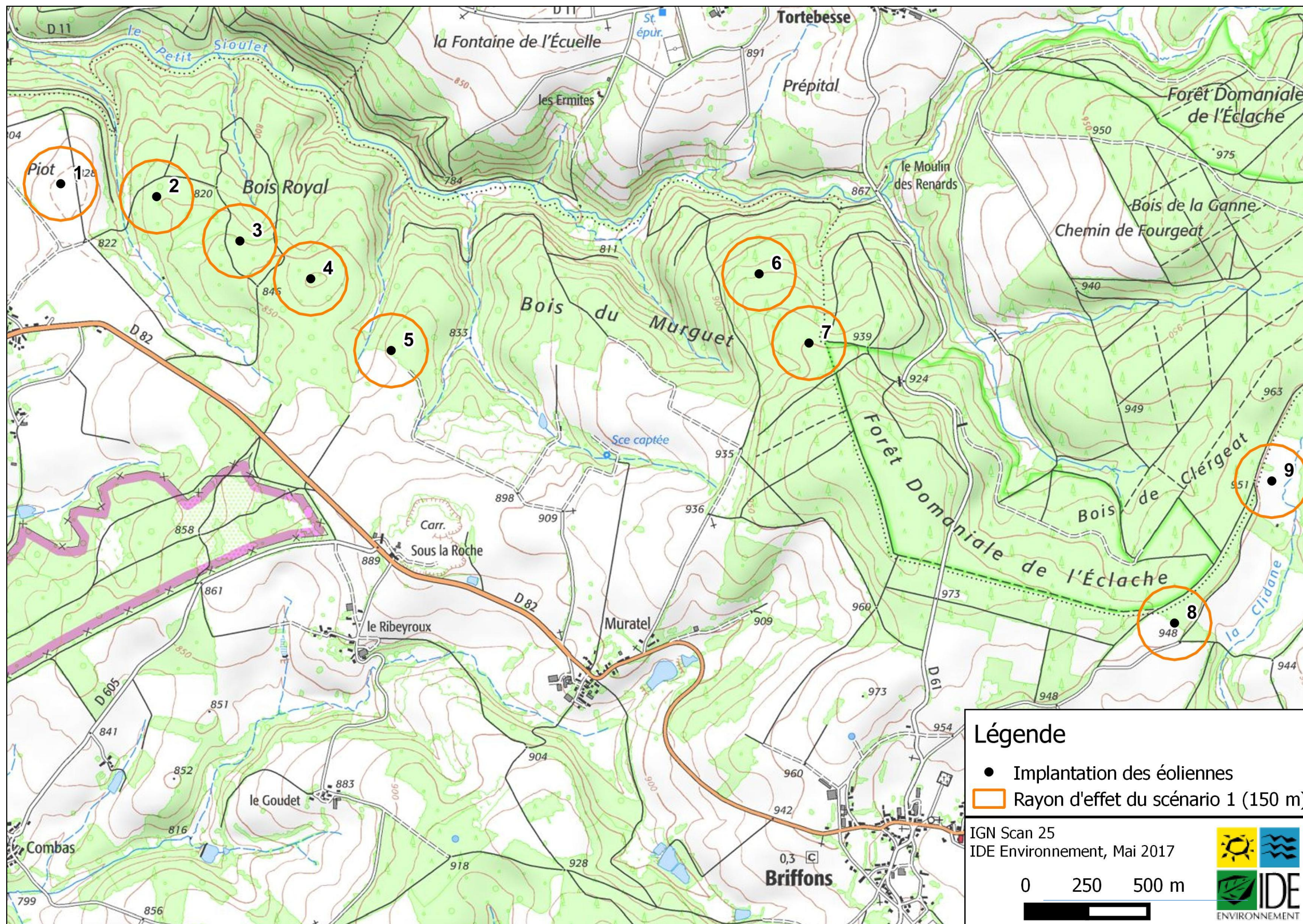


Figure 36 : Cartographie des zones de dangers pour le scénario 1 « Effondrement de l'éolienne »

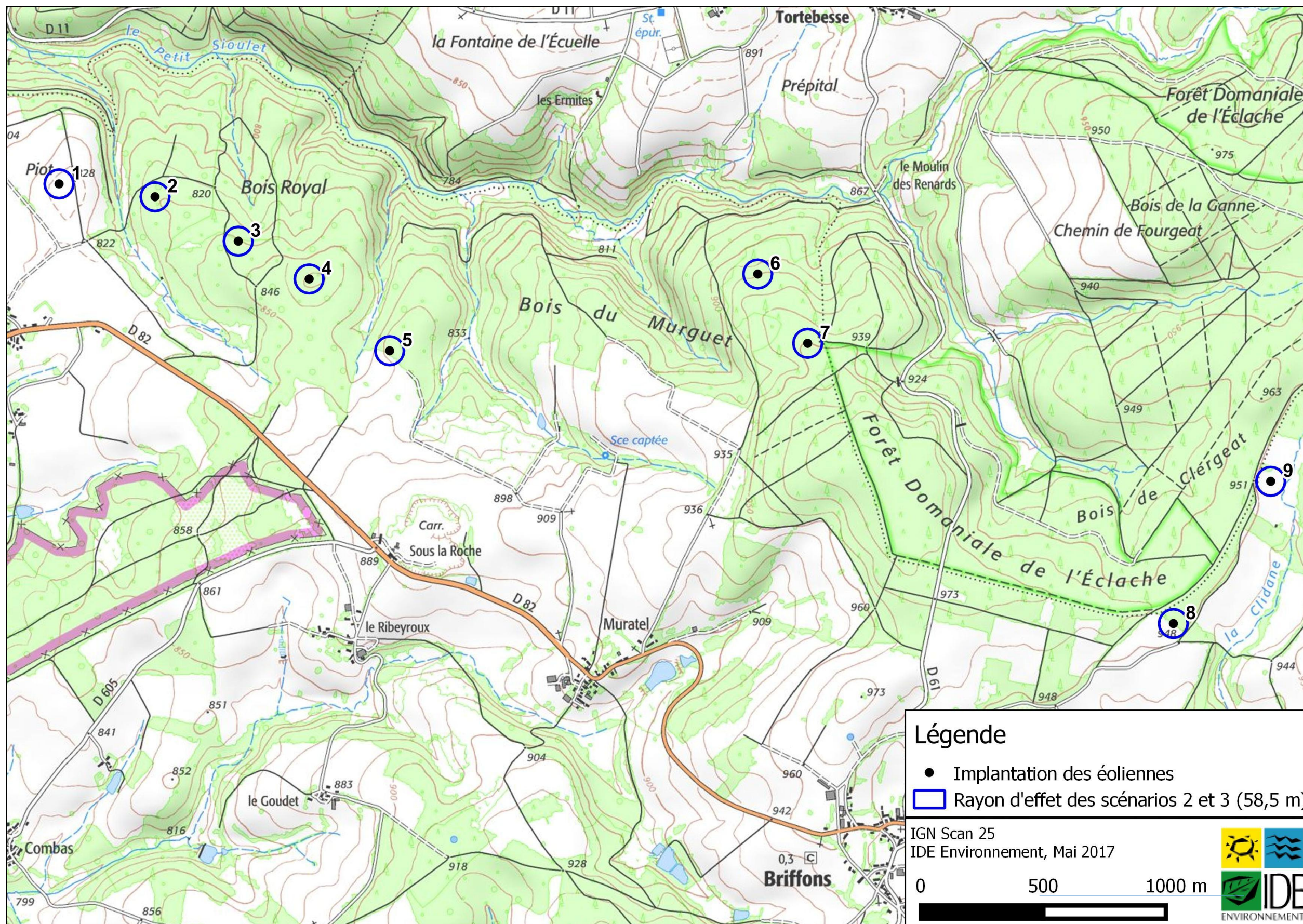


Figure 37 : Cartographie des zones de dangers pour les scénarios 2 et 3

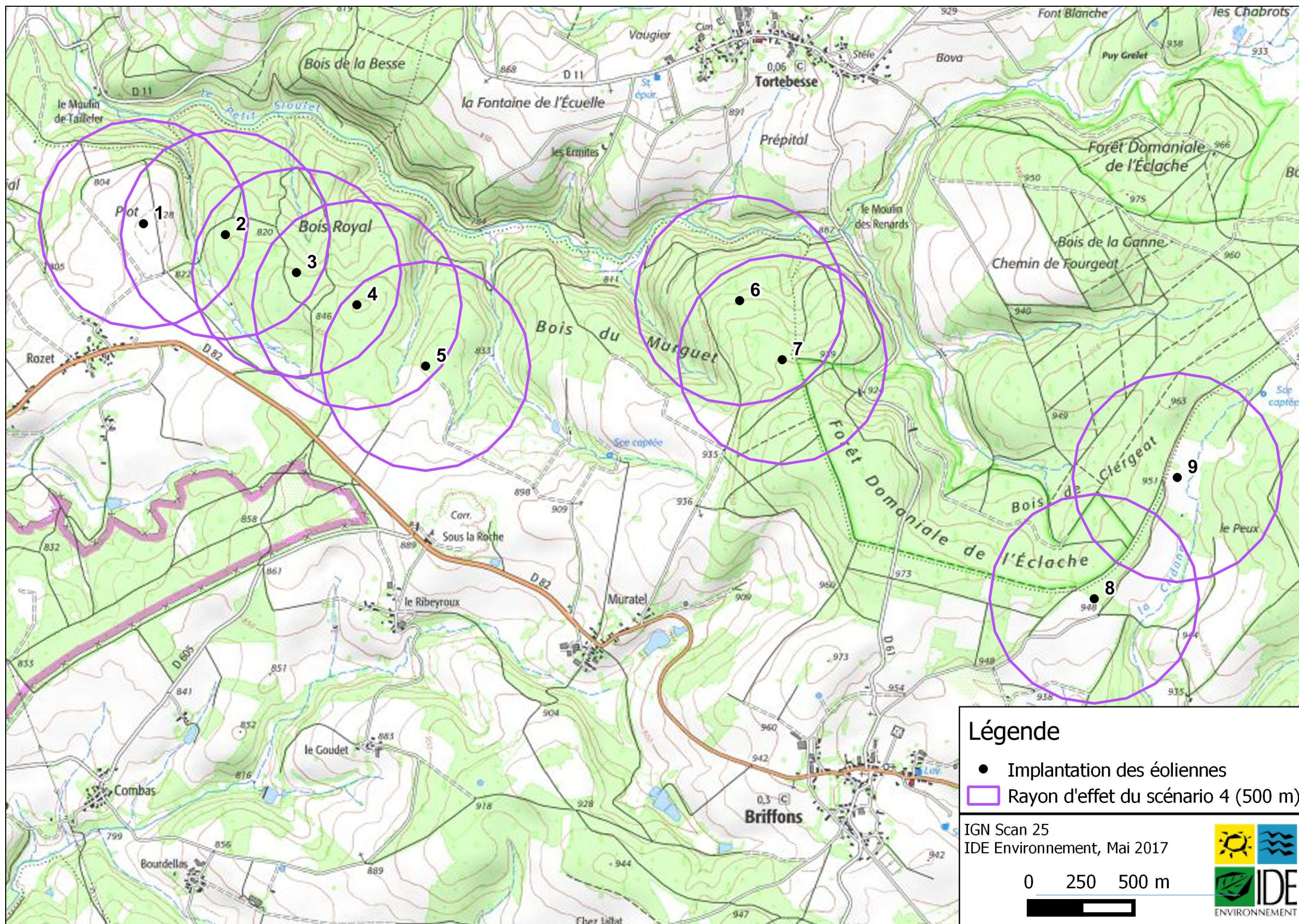


Figure 38 : Cartographie des zones de dangers pour le scénario 4 « Projection de pâles ou de fragments d'éolienne »

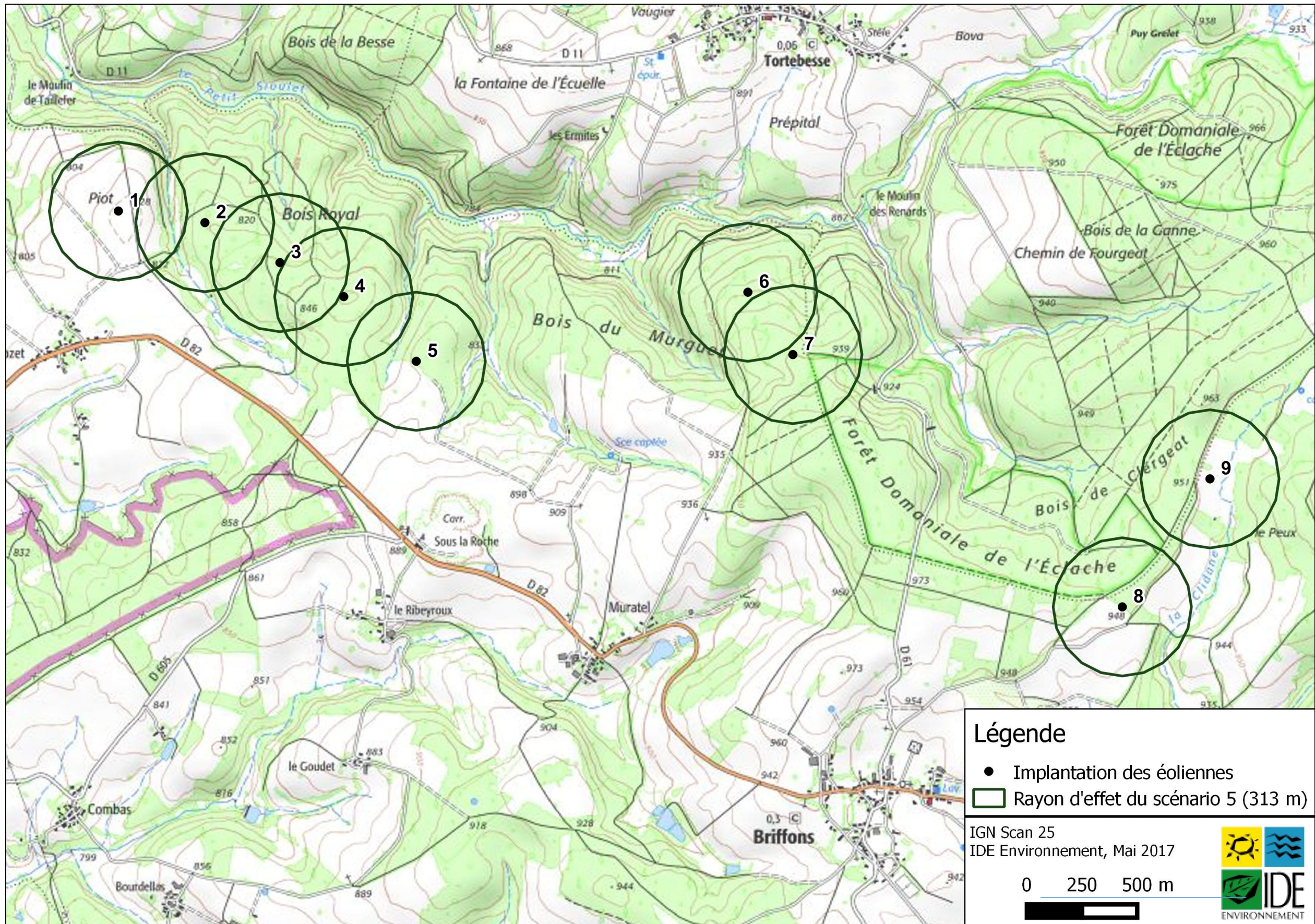


Figure 39 : Cartographie des zones de dangers pour le scénario 5 « Projection de glace »

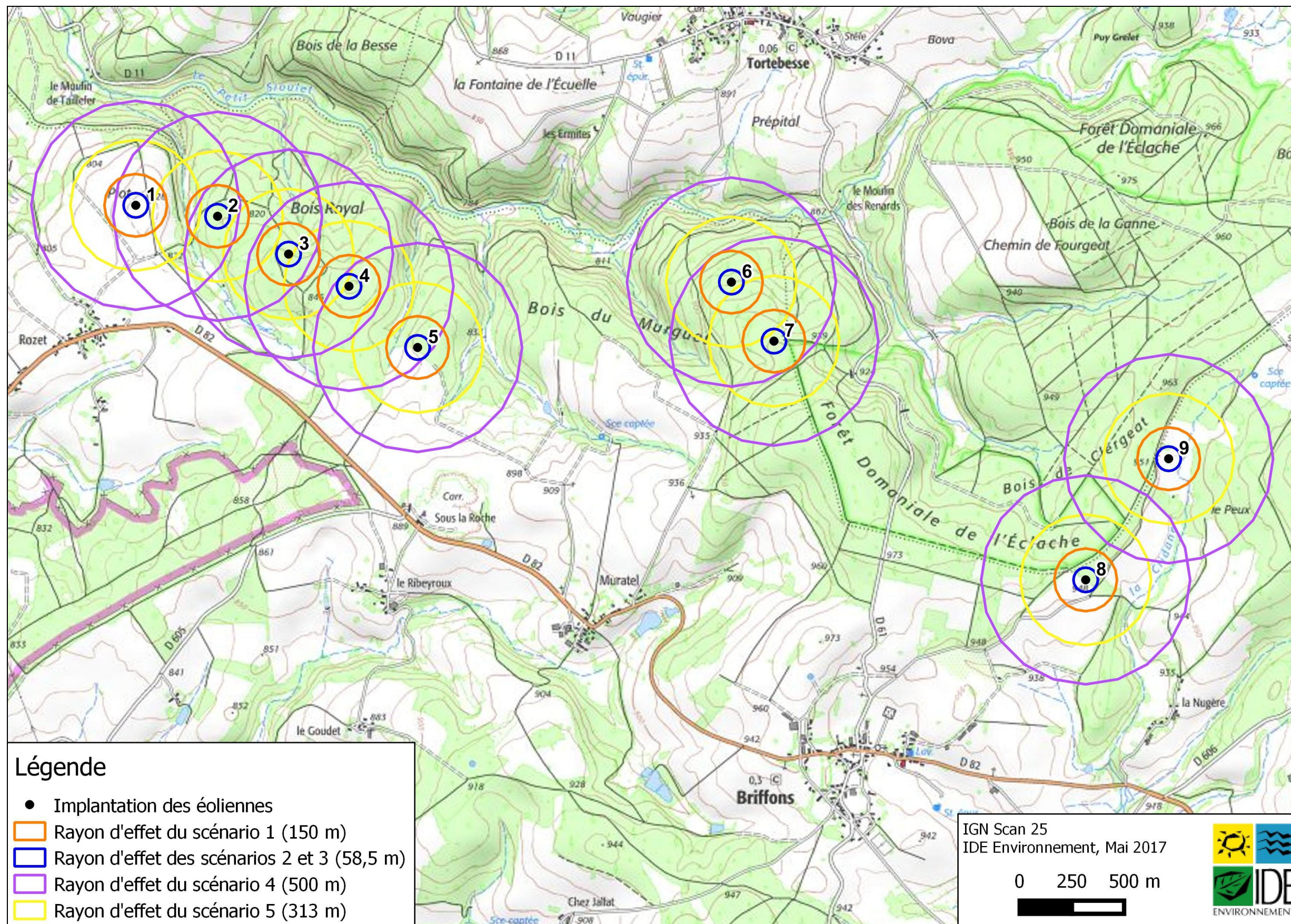


Figure 40 : Cartographie des zones de dangers pour l'ensemble des scénarios

8.4. CONCLUSION

L'analyse des risques réalisée pour le parc éolien de Briffons fait ressortir deux accidents classés comme acceptable avec moyens de maîtrise des risques :

- le risque de chute d'éléments d'éoliennes,
- le risque de projection d'éléments d'éoliennes.

Toutefois, au regard des moyens de maîtrise des risques mis en place et synthétisés dans le tableau en page 62, on constate qu'aucun des scénarios inventoriés ne présente de conséquences inacceptables.

9. ANNEXES

A1 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE (2000 – 2012) – GUIDE TECHNIQUE DE L'INERIS POUR L'ÉLABORATION DES ÉTUDES DE DANGERS DANS LE CADRE DES PARCS ÉOLIENS, MAI 2012

A2 – ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE ISSUE DE LA BASE ARIA POUR LA PÉRIODE 2012 – 2014

ANNEXE 1 :

**TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE (2000 – 2012) – GUIDE TECHNIQUE DE L'INERIS POUR L'ELABORATION
DES ETUDES DE DANGERS DANS LE CADRE DES PARCS EOLIENS, MAI 2012**

ANNEXE 2 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE

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

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	0.5	1993	Non	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête).	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2001	Sallières-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	-

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	01/07/2002	Port la Nouvelle - Sigean	Aude	0.66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lois de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	0.85	2002	Oui	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	-
Rupture de pale	25/02/2002	Sallières-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	Sallières-Limousis	Aude	0.75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	-
Effondrement	01/01/2004	Le Portel - Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0.75	2002	Non	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km.	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	-

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	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 micro-pieux 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 2,5 m à 50m, 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)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
Rupture de pale	2004	Escalles-Conilhac	Aude	0.75	2003	Non	Bits de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Monjoyer-Rochefort	Drôme	0.75	2004	Non	Bits des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0.4	1997	Non	Bits de pale	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	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		Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	-

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	18/11/2006	Roquetaille	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 mât qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	0.08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1.5	2005	Oui	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Manche	0.66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED Interne exploitant	-
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1.3	2007	Non	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-

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
Emballlement	03/2008	Dinéault	Finistère	0.3	2002	Non	Emballlement 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 Beechcraft (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 fautive 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)	-

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	26/01/2009	Clastres	Aisne	2.75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2.3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0.15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)

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	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0.2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0.75	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2.3	2010	Oui	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Interne SER-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau. Aucun blessé.		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2.5	2003	Oui	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2.3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restrictifs au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)

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	05/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	0,75	2000	Non	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant	-

ANNEXE 2 :
ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE ISSUE DE LA BASE ARIA


Liste de(s) critère(s) de la recherche


- ☐☐☐☐☐☐ **N°46030 - 05/12/2014 - FRANCE - 11 - FITOU**
☐☐☐☐☐☐ *D35.11 - Production d'électricité*
☐☐☐☐☐☐ A leur arrivée dans un parc éolien, des techniciens de maintenance constatent que l'extrémité d'une pale d'une éolienne est au sol. Il s'agit d'une des 2 parties de l'aérofrein de la pale. Cette partie, en fibre de verre, mesure 3 m de long. Elle est retrouvée à 80 m du mât. La seconde partie de l'aérofrein constitue sa partie mécanique interne. Ces éléments là sont encore en place sur la pale. L'éolienne est arrêtée et mise en sécurité, la pale endommagée vers le bas.L'exploitant effectue une inspection visuelle des pales des 8 autres éoliennes du parc. En première approche, l'exploitant attribue l'incident à une défaillance matérielle ou à un décollage sur les plaques en fibre de verre. Les morceaux récupérés au sol sont envoyés au centre de maintenance de l'exploitant pour expertise.
- ☐☐☐☐☐☐ **N°45960 - 14/11/2014 - FRANCE - 07 - SAINT-CIRGUES-EN-MONTAGNE**
☐☐☐☐☐☐ *D35.11 - Production d'électricité*
☐☐☐☐☐☐ La pale d'une éolienne chute vers 15h10 lors d'un orage. Des rafales de vent atteignent les 130 km/h. L'élément principal chute au pied de l'éolienne, mais certains débris sont projetés à 150 m. Les secours établissent un périmètre de sécurité et ferment la voie d'accès. L'exploitant sécurise la pale endommagée et bloque la rotation de la nacelle. L'installation est expertisée et les 8 autres éoliennes du parc sont inspectées.
- ☐☐☐☐☐☐ **N°44870 - 20/01/2014 - FRANCE - 11 - SIGEAN**
☐☐☐☐☐☐ *D35.11 - Production d'électricité*
☐☐☐☐☐☐ Une des éoliennes d'un parc s'arrête automatiquement à 3h09 à la suite d'un défaut "vibration". Sur place à 9h30, les techniciens de maintenance (assurée par le fabricant des éoliennes) retrouvent une pale de 20 m au pied du mât. Les 2 autres pales sont toujours en place. Un périmètre de sécurité de 100 m est établi autour de l'éolienne et surveillé par une société de gardiennage pour éviter l'intrusion de tiers. L'ensemble des machines du parc est mis à l'arrêt pour inspection puis redémarré, à l'exception de l'éolienne endommagée dont la pale sera remplacée. L'exploitant informe l'inspection des installations classées ainsi que la mairie et déclare le sinistre auprès de ses assureurs dans l'après-midi. Le morceau de pale détaché est évacué du site en vue d'une expertise. Lors de l'accident le vent soufflait entre 18 m/s et 22 m/s.L'expertise identifie la cause directe de la chute de la pale : des fissures sont détectées sur la pièce en aluminium appelée "alu ring", située à la base de la pale. Cette pièce sert de jonction entre la pale en fibre de verre et le moyeu métallique. Toutes les éoliennes du parc, sauf une, sont équipées de cette pièce. Avant remise en service du parc (qui avait été mis à l'arrêt suite à l'incident), des contrôles ultrasonores sont réalisés sur l'ensemble des pièces "alu ring". 2 pales sont maintenues à l'arrêt à cause de la découverte d'une fissuration avancée de cette pièce. L'exploitant prévoit le remplacement, d'ici fin 2014, des pales des éoliennes à l'arrêt par des pièces faisant l'objet d'un nouveau design. Les autres feront l'objet d'un contrôle périodique afin de suivre l'évolution des fissures et de pouvoir programmer, le cas échéant, le remplacement ou la réparation des pales défectueuses.
- ☐☐☐☐☐☐ **N°44831 - 09/01/2014 - FRANCE - 08 - ANTHONY**
☐☐☐☐☐☐ *D35.11 - Production d'électricité*
☐☐☐☐☐☐ Un feu se déclare vers 18 h au niveau de la partie moteur d'une éolienne de 2,5 MW. Le parc éolien est isolé électriquement. Un périmètre de sécurité de 300 m est instauré. Le feu s'éteint de lui-même vers 20 h. La nacelle est détruite, le rotor est intact. Le balisage aéronautique de la machine étant hors-service, les services de l'aviation civile sont alertés. La presse évoque un incident électrique pour expliquer le départ de feu.L'éolienne sinistrée est démantelée le 17/06 par basculement à l'explosif. Cette opération nécessite la mise en place d'un périmètre de sécurité d'un kilomètre.
- ☐☐☐☐☐☐ **N°44197 - 03/08/2013 - FRANCE - 56 - MOREAC**
☐☐☐☐☐☐ *D35.11 - Production d'électricité*
☐☐☐☐☐☐ Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique. Le produit pollue le sol sur 80 m². 25 t de terres polluées sont excavées et envoyées en filière spécialisée.


Résultats de recherche d'accidents sur www.aria.developpement-durable.gouv.fr


La base de données ARIA, exploitée par le ministère du développement durable, recense essentiellement les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, élevages,... classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses. Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, français ou étrangers sont organisés depuis 1992. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif. La liste des événements accidentels présentés ci-après ne constitue qu'une sélection de cas illustratifs. Malgré tout le soin apporté à la réalisation de cette synthèse, il est possible que quelques inexactitudes persistent dans les éléments présentés. Merci au lecteur de bien vouloir signaler toute anomalie éventuelle avec mention des sources d'information à l'adresse suivante :

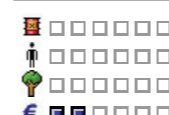
BARPI – DREAL RHONE ALPES 69509 CEDEX 03 / Mel : srt.barpi@developpement-durable.gouv.fr


 **N°44150 - 01/07/2013 - FRANCE - 34 - CAMBON-ET-SALVERGUES**
D35.11 - Production d'électricité
 Au cours d'une opération de maintenance dans le hub d'une éolienne (nez qui sert de local technique), un opérateur est blessé par la projection d'une partie amovible de l'équipement sur lequel il intervient. L'intervention porte sur l'appoint en azote d'un accumulateur sous pression. Cet accumulateur est un cylindre de 10 L comportant deux compartiments : l'un contient de l'huile reliée au circuit hydraulique des pâles de l'éolienne et l'autre de l'azote sous environ 100 bar de pression. Alors qu'il a terminé l'opération de remplissage du compartiment azote, pour laquelle il a positionné un outillage spécifique sur un raccord de l'accumulateur, le technicien de maintenance dévisse la vanne d'isolement de l'accumulateur, au lieu de l'embout de l'outillage. Une dépressurisation brutale de l'azote se produit, projetant une partie de la vanne au visage de l'opérateur ce qui lui brise le nez et plusieurs dents. L'inhalation du gaz provoque également un décollement de l'opérateur. L'opérateur est aidé par un collègue pour descendre de la nacelle puis hospitalisé. La gendarmerie place l'accumulateur de gaz sous scellé pour expertise. Le risque que représente le dévissage de cette vanne d'isolement alors que l'accumulateur contient du gaz sous pression a été identifié par le fabricant. La parade de conception mise en œuvre consiste à réaliser sur la visserie de la vanne une petite perforation destinée à alerter l'opérateur : un sifflement et une formation de glace liée à l'échappement du gaz se produisent 4 tours et demi avant le dévissage total de la vanne et son éventuelle projection. L'analyse de l'exploitant lui permet de réaliser les constats suivants : le dispositif d'alerte (perforation de la visserie) de l'accumulateur sur lequel s'est produit l'accident était opérationnel cependant la procédure d'intervention ne mentionnait ni l'existence, ni la signification de ce signal d'alerte. L'expertise réalisée sur l'équipement ne fait ressortir aucun constat de dégradation du matériel. 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. Suite à cet accident l'exploitant modifie ses procédures de maintenance et renforce la formation des techniciens sur les aspects risques. Pour l'heure, il suspend les opérations de remplissage des accumulateurs dans les hub d'éolienne et fait réaliser cette opération en atelier. Une modification des accumulateurs est également envisagée pour utiliser des modèles avec vanne intégrée.


 **N°45016 - 20/06/2013 - FRANCE - 07 - LABASTIDE-SUR-BESORGUES**
D35.11 - Production d'électricité
 Un impact de foudre endommage vers 15h30 une éolienne : une pale est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées. L'éolienne est mise en sécurité et un périmètre de sécurité est établi. La municipalité, l'aviation civile (défaut de balisage), les services de l'électricité et du téléphone, la société en charge de la maintenance et l'inspection des installations classées sont informés. L'impact enregistré le plus proche de l'éolienne au moment de l'orage est donné avec une intensité de 94 kA. L'exploitant change les 3 pâles et redémarre l'éolienne le 02/08/13. Le fabricant de l'éolienne indique que ce type d'incident est exceptionnel (incurSION d'un arc électrique dans la pale conduisant à une montée en pression de l'air intérieur), aucune dérive fonctionnelle du système parafoudre n'ont été trouvées.

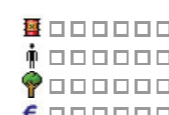
 **N°43630 - 17/03/2013 - FRANCE - 51 - EUVY**
D35.11 - Production d'électricité
 Des usagers de la N4 signalent vers 15h30 un feu dans la nacelle d'une éolienne. L'exploitant arrête 7 des 18 aérogénérateurs du parc. Un périmètre de sécurité de 150 m est mis en place. Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. Des pompiers spécialisés dans l'intervention en milieux périlleux éteignent le feu en 1 h. 450 l d'huile de boîte de vitesse s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols. Les maires des communes voisines se sont rendus sur place. 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. Le parc, mis en service en 2011, avait déjà connu un incendie quelques mois plus tôt selon la presse. Les 18 machines sont inspectées. A la suite de l'accident, l'exploitant et la société chargée de la maintenance étudient la possibilité d'installer des détecteurs de fumées dans les éoliennes.

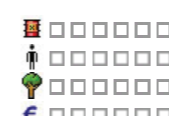
 **N°43576 - 06/03/2013 - FRANCE - 11 - CONILHAC-DE-LA-MONTAGNE**
D35.11 - Production d'électricité
 A la suite d'un défaut de vibration détecté à 19h05, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Sur place le lendemain à 9 h, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des 3 pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât. L'éolienne est mise en sécurité (2 pales restantes mises en drapeau, blocage du rotor, inspection du moyeu). Un périmètre de sécurité de 30 m est établi au pied de l'éolienne et la municipalité interdit l'accès à la zone. L'accident est déclaré à l'inspection des installations classées 48 h plus tard. L'une des pales de cette éolienne 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. 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.

 **N°43228 - 05/11/2012 - FRANCE - 11 - SIGEAN**
D35.11 - Production d'électricité
 Un feu se déclare vers 17 h sur une éolienne de 660 kW au sein d'un parc éolien ; un voisin donne l'alerte à 17h30. Des projections incandescentes enflamment 80 m² de garrigue environnante. Les pompiers éteignent l'incendie vers 21h30. L'exploitant met en place un balisage de sécurité à l'aube le lendemain. A la suite de la chute d'une pale à 15h20, un gardiennage 24 h / 24 est mis en place. Le 08/11, la municipalité interdit par arrêté l'accès au chemin menant à l'éolienne. Le feu s'est déclaré dans l'armoire électrique en pied d'éolienne. Un 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. Un dysfonctionnement du frein de l'éolienne à la suite de la perte des dispositifs de pilotage résultant de l'incendie en pied pourrait avoir agi comme circonstance aggravante. Cet accident met en question la fiabilité des dispositifs de protection électrique, les possibilités de suraccident (propagation de l'incendie à la végétation environnante, chute de pale) et des pistes d'amélioration dans la détection et la localisation des incendies d'éoliennes, ainsi que dans la réduction des délais d'intervention.


 **N°43120 - 01/11/2012 - FRANCE - 15 - VIEILLESPESE**
D35.11 - Production d'électricité
 Un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât, à l'intérieur de la parcelle clôturée du parc de 4 aérogénérateurs de 2,5 MW mis en service en 2011.

 **N°43110 - 30/05/2012 - FRANCE - 11 - PORT-LA-NOUVELLE**
D35.11 - Production d'électricité
 Un promeneur signale à 7h30 la chute d'une éolienne. Les rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit ont provoqué l'effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut. Construit en 1991, l'aérogénérateur de 200 kW faisait partie des premières installations de ce type en France. Il était à l'arrêt pour réparations au moment des faits. Le site, ouvert au public, est sécurisé.


 **N°42919 - 18/05/2012 - FRANCE - 28 - FRESNAY-L'EVEQUE**
D35.11 - Production d'électricité
 Dans un parc de 26 éoliennes de 2 MW mis en service en 2008, un aérogénérateur est mis à l'arrêt vers 3 h suite à la détection d'une oscillation anormale. L'équipe de maintenance d'astreinte constate à 8 h la chute d'une pale (9 t, 46 m) au pied de l'installation et la rupture du roulement qui raccordait la pale au hub. Le pied de mat se situe à 190 m de la D389 et à 400 m de l'A10. L'analyse des relevés des capteurs et des compte-rendus d'entretien ne révèle aucune anomalie ni signe précurseur (contraintes anormales qui auraient pu endommager le roulement, vibration suspecte avant la rupture, différence d'orientation des pales, défaut d'aspect visuel lors des contrôles...). Des traces de corrosion sont détectées dans les trous d'alésages traversant une des bagues au roulement reliant pale et hub. Selon le fabricant, cette corrosion proviendrait des conditions de production et de stockage des pièces constitutives du roulement. L'installation est remise en service fin octobre après remplacement de la pale endommagée et mise en place de nouveaux roulements possédant une protection contre la corrosion. L'exploitant demande à l'entreprise en charge de la maintenance, et fabricante, des éoliennes du parc de : - procéder au contrôle visuel des roulements de l'ensemble des éoliennes tous les 3 mois. - procéder au contrôle acoustique des roulements et de mesurer le niveau de corrosion. - supprimer la corrosion des alésages à risque. - contrôler l'absence de fissures résiduelles par courant de Foucault.


 **N°43841 - 11/04/2012 - FRANCE - 11 - SIGEAN**
D35.11 - Production d'électricité
 Une éolienne se met en arrêt automatique suite à l'apparition d'un défaut à 10 h. Des agents de maintenance la réarment à 12h14. Un défaut de vibration apparaît 11 minutes plus tard. Sur place, les techniciens constatent la présence d'un impact sur le mât et la projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m. Un périmètre de sécurité de 100 m est mis en place et l'éolienne est mise en sécurité (pales en drapeau). Au moment de l'accident, la vitesse du vent était de 10 à 12 m/s. L'inspection des installations classées a été informée. L'expertise d'assurance attribue l'accident à un impact de foudre sur l'éolienne. Un an plus tard, celle-ci est toujours arrêtée.


 **N°41628 - 06/02/2012 - FRANCE - 02 - LEHAUCOURT**
D35.11 - Production d'électricité
 Vers 11 h au cours d'une opération de maintenance dans la nacelle d'une éolienne de 100 m de hauteur, un arc électrique (690 V) blesse deux sous-traitants, l'un gravement (brûlures aux mains et au visage) et l'autre légèrement (brûlures aux mains). Les 2 victimes descendent par leurs propres moyens. Les pompiers hospitalisent l'employé le plus gravement atteint et s'assurent qu'il n'y a plus de risque dans la nacelle. Le maire s'est rendu sur place. La gendarmerie et l'inspection du travail effectuent des enquêtes. Les victimes portaient leurs EPI lors des faits. Un accident similaire s'était produit en 2009 (ARIA 35814).


 **N°41578 - 04/01/2012 - FRANCE - 62 - WIDEHEM**
D35.11 - Production d'électricité
 Vers 20h50, alors que le vent souffle en rafales à plus de 100 km/h, les 6 éoliennes d'un parc se mettent en arrêt de sécurité. Sur l'une d'elles, une pale se disloque, percute le mât puis une seconde pale. Des débris sont projetés à 160° jusqu'à 380 m sur 4,3 ha. Des usagers de l'A16 voisine signalent l'accident à l'aube. Sur place à 8h30, la force publique met en place un périmètre de sécurité. La vitesse sur l'autoroute est localement réduite à 90 km/h. La dépose des pales endommagées débute le 09/01. Les 5,4 t de déchets industriels banals, soit 35 m³, sont éliminées par la filière adaptée. Un arrêté préfectoral impose le maintien à l'arrêt des installations dans l'attente d'une réparation et d'essais confirmant leur sécurité. Les pertes matérielles sont estimées à 800 kEuros. Le manque à gagner se chiffre à 20 kEuros par semaine d'arrêt. Juste avant l'accident, une perte d'alimentation sur le réseau 20 kV pendant 300 ms a provoqué l'indisponibilité prolongée du poste source alimentant le site. Cette coupure électrique a déclenché la mise en sécurité passive des éoliennes (ouverture des électrovannes commandant le circuit hydraulique de freinage). Selon l'exploitant, les violentes rafales instantanées (150 km/h) enregistrées le 3/01 ont pu endommager la pale en générant des efforts excédant les valeurs admissibles. Les fortes contraintes mécaniques lors de l'arrêt brutal de la rotation auraient alors déclenché sa dislocation. L'intrados de la pale se serait séparé de l'extrados avant de percuter le mât puis l'autre pale. L'éolienne détruite était également la seule du parc dépourvue de dispositif de ralentissement aérodynamique en bout de pale actionné par la force centrifuge. Elle en sera désormais équipée. Ce système protège mécaniquement les pales en réduisant la vitesse de rotation avant l'activation du frein hydraulique. Suite à l'accident, la vitesse de bridage des éoliennes est par ailleurs temporairement abaissée de 25 à 19 m/s. Ce modèle d'éolienne installé au début des années 2000 est impliqué dans au moins 2 autres accidents (ARIA 29385 et 38999).


 **N°39831 - 10/02/2011 - FRANCE - 76 - GRAND-COURONNE**
H52.24 - Manutention
 Lors du levage d'éléments d'éoliennes, 1 docker intérimaire est tué, écrasé entre 2 pylônes. La police effectue une enquête. Un magistrat se rend sur place.

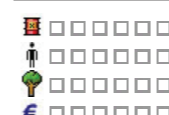
 **N°39464 - 15/12/2010 - FRANCE - 44 - POUILLE-LES-COTEAUX**
D35.11 - Production d'électricité
 A 10 h, un employé chargé de la maintenance d'une éolienne fait une chute de 3 m à l'intérieur de la nacelle, située à 98 m du sol. Le technicien est gravement blessé au dos mais ne présente ni fracture ni atteinte de la moelle épinière. Une équipe du GRIMP l'évacue par l'extérieur de l'éolienne et le transfère dans un hôpital à Nantes.

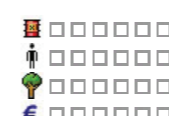
 **N°38999 - 19/09/2010 - FRANCE - 26 - ROCHEFORT-EN-VALDAINE**
D35.11 - Production d'électricité
 Vers 10 h un feu se déclare simultanément sur 2 éoliennes hautes de 45 m et distantes de 3 km. L'une se disloque et projette des débris entraînant 2 incendies de végétation sur 3 500 et 1 500 m². Les pompiers établissent un périmètre de sécurité et éteignent les flammes vers 11 h. Des techniciens de maintenance se rendent sur place. 2 éoliennes supplémentaires sont mises à l'arrêt. Selon les secours qui ont constaté de forts coups de vent ce jour-là, le dysfonctionnement des freins hydrauliques automatiques sur 2 éoliennes aurait conduit à leur emballement et à l'incendie. Ce dispositif de sécurité a fonctionné correctement sur les 23 autres appareils du parc. Une projection de pales à la suite d'une survitesse s'était déjà produite sur ce site le 22/12/2004 (ARIA 29385). Les pompiers font état d'un éloignement important des points d'eau (8km), de l'inadéquation de leurs moyens urbains ne permettant pas l'accès aux principaux éléments situés en hauteur et de la nécessité de procédures et de consignes opérationnelles adaptées à ce type d'installations.


 **N°37601 - 30/10/2009 - FRANCE - 07 - FREYSSENET**
D35.11 - Production d'électricité
 Un feu se déclare vers 18h20 au sommet du rotor d'une éolienne de 70 m de haut mise en service en 2005. Les secours n'engagent pas de moyens d'extinction mais mettent en place un périmètre de sécurité de 250 m et surveillent l'évolution du sinistre. Le matériel, en fibre de carbone et de verre, fond sous l'effet de la chaleur en dégageant de la fumée et en générant des nuisances olfactives perceptibles dans la vallée de l'Ouvèze. Devant le risque de détachement des pales, le lieu est sécurisé et la circulation interrompue sur la route proche pendant une semaine. Le réseau électrique de l'ensemble du parc éolien (5 aérogénérateurs) est coupé, empêchant le fonctionnement des signaux lumineux préventifs pour les aéronefs. Selon l'exploitant, un court-circuit faisant suite à une opération de maintenance serait à l'origine du sinistre.

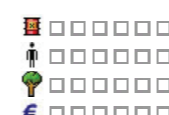
 **N°42906 - 21/10/2009 - FRANCE - 85 - FROIDFOND**
D35.11 - Production d'électricité
 Un feu se déclare vers 20 h sur l'une des 9 éoliennes de 2 MW d'un parc mis en service 3 ans plus tôt. Les aérogénérateurs sont mis à l'arrêt par le système de contrôle automatique. Les pompiers éteignent l'incendie à 23 h. L'exploitant précise dans un communiqué de presse qu'à l'exception de l'éolienne détruite, aucun autre dommage n'a été observé. Un court-circuit dans le transformateur sec embarqué en nacelle serait à l'origine du sinistre.

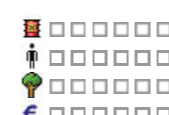
 **N°35814 - 26/01/2009 - FRANCE - 02 - CLASTRES**
M74.90 - Autres activités spécialisées, scientifiques et techniques n.c.a.
 Deux techniciens sont électrisés vers 19 h lors de la maintenance de compteurs électriques implantés au 1er niveau d'une éolienne. Gravement brûlés au 3ème degré et sur plus de 50 % du corps, ils sont transportés à l'hôpital en ambulance escortée par la gendarmerie, l'hélicoptère des secours ne pouvant décoller en raison des conditions météorologiques. Les 2 employés portaient leur harnais de sécurité et les compteurs étaient accessibles par un escalier extérieur. Une enquête est effectuée pour déterminer les conditions de l'accident.

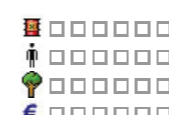
 **N°43109 - 21/08/2008 - FRANCE - 80 - VAUVILLERS**
D35.11 - Production d'électricité
 Un incendie se déclare dans la matinée sur des éléments électroniques dans la nacelle d'une éolienne. Par manque de combustible, les flammes s'éteignent avant l'arrivée des secours. L'éolienne dont le mât mesure 100 m de haut est détruite mais la vingtaine d'autres générateurs du parc continue à fonctionner sans incidence sur le réseau de distribution d'électricité.

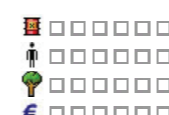
 **N°42904 - 19/07/2008 - FRANCE - 55 - ERIZE-LA-BRULÉE**
D35.11 - Production d'électricité
 En fin d'après-midi, une trentaine de débris en fibre de verre est retrouvée au sol à 150 m d'une éolienne. Le maire prévient la préfecture de la Meuse et la Protection civile vers 19h15 et l'équipe de permanence de la société exploitant le parc arrête l'éolienne à 19h45. Les projectiles, dont le plus gros mesure 5 m de long et pèse 50 kg, proviennent de l'extrémité d'une pale touchée par la foudre.

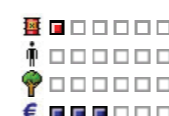
 **N°42884 - 04/04/2008 - FRANCE - 29 - PLOUGUIN**
D35.11 - Production d'électricité
 Dans l'après-midi, l'aile d'un bimoteur de tourisme léger heurte une pale d'éolienne. Aucun blessé n'est à déplorer. Le pilote, unique passager de l'appareil, réussit à atterrir sur l'aéroport de Brest-Guivapas et déclare l'incident aux autorités de l'aviation civile. Les gendarmes localisent l'éolienne et l'entreprise chargée de sa maintenance est contactée pour l'arrêter et pratiquer une expertise. Les mauvaises conditions météo (selon la préfecture, des "entrées maritimes" rendaient les conditions de vol difficile) ont conduit le pilote à voler au-dessous de l'altitude autorisée.


 **N°34340 - 10/03/2008 - FRANCE - 29 - DINEAULT**
D35.11 - Production d'électricité
 Au cours de fortes bourrasques soufflant à plus de 100 km/h, l'une des 4 éoliennes installées depuis les années 2000 sur les hauteurs de Dinéault ne se met pas en sécurité. L'hélice tourne bien au-delà de sa vitesse de fonctionnement nominale. Un bruit assourdissant est relevé, mais toute intervention humaine se révèle trop risquée tant que la tempête ne s'est pas calmée. En accord avec les services préfectoraux et la gendarmerie, la municipalité prend un arrêté pour établir un large périmètre de sécurité autour de l'installation et interdire les accès piéton et la circulation, aucune habitation n'étant implantée à proximité immédiate de ce site de production d'électricité. Au cours d'une accalmie, l'exploitant parvient à consigner l'éolienne. Une défaillance du système de freinage est à l'origine de l'accident.

 **N°42896 - 11/10/2007 - FRANCE - 29 - PLOUVIEN**
D35.11 - Production d'électricité
 Dans la matinée, un chasseur traversant un parc d'aérogénérateurs découvre une pièce métallique de 50 cm de diamètre. Il alerte un voisin puis la gendarmerie en fin de journée. Il s'agit d'une trappe de visite de 50 cm de diamètre tombée de la nacelle d'une éolienne située 70 m plus haut. Celle-ci est mise à l'arrêt. L'exploitant identifie une défaillance de la charnière de la trappe et modifie l'ensemble des charnières du parc.

 **N°43107 - 02/03/2007 - FRANCE - 50 - CLITOURPS**
D35.11 - Production d'électricité
 Une pale d'aérogénérateur se brise. Un débris long de 5 m est projeté dans un champ à 200 m du mât. Averti en fin de matinée par un riverain, le maire contacte l'exploitant du parc éolien dont les bureaux sont situés à Montpellier. Celui-ci dépêche sur site son agent de maintenance local afin d'arrêter l'éolienne endommagée qui a continué à fonctionner.

 **N°42895 - 03/12/2006 - FRANCE - 59 - BONDUES**
L68.20 - Location et exploitation de biens immobiliers propres ou loués
 Une éolienne de 30 m de haut s'effondre sur la grille d'entrée d'une zone industrielle peu avant midi. L'accident ayant eu lieu un week-end, aucune victime n'est à déplorer. La machine installée depuis 13 ans avait fait l'objet d'un contrôle approfondi 5 mois plus tôt. Sectionnée à la base, elle doit être démontée et évacuée. Selon l'exploitant, la rupture se serait produite au cours de violentes rafales de vent.

 **N°42909 - 18/11/2006 - FRANCE - 11 - ROQUETAILLADE**
D35.11 - Production d'électricité
 Vers minuit, un incendie sur deux aérogénérateurs provoque la mise à l'arrêt de l'ensemble du parc éolien (par le système de contrôle automatique). Des chasseurs passant sur place le lendemain donnent l'alerte. Le feu est d'origine criminelle : des saboteurs sont entrés par effraction dans les mâts pour y placer des bouteilles de gaz de 13 kg, des pneus et des hydrocarbures. L'une des nacelles est totalement détruite. Sur l'autre, l'explosion de bouteille de gaz a propulsé une tôle de protection de la nacelle à 50 m et aurait soufflé les flammes. Les dégâts sont estimés à 2 millions d'€. Suite à l'accident, de nombreux détecteurs de présence sont installés sur le site. Les deux éoliennes sont reconstruites 2 ans plus tard dans le cadre de travaux d'extension du parc.

 **N°42891 - 07/10/2006 - FRANCE - 29 - PLEYBER-CHRIST**
D35.11 - Production d'électricité
 Une pale d'une des 5 éoliennes d'un parc se décroche et chute au sol, sans faire de victime. Deux autres événements de ce type ont déjà affecté ces aérogénérateurs en 2004 (ARIA 42887 et 42889). L'accident se produit alors que le permis de construire du site a été annulé et qu'une nouvelle demande est en cours d'instruction. Le parc sera finalement démantelé en 2011.

- 
N°29385 - 22/12/2004 - FRANCE - 26 - MONTJOYER
D35.11 - Production d'électricité
 Dans un parc d'aérogénérateurs de 750 kW, de la fumée et un bruit inhabituel provenant de la nacelle d'une éolienne sont signalés aux secours. Sur place, les pompiers constatent que les 3 pales d'une éolienne se sont brisées : 2 sont tombées au sol et se sont disloquées, la troisième pend du hub. La mise en sécurité est effective après l'arrêt de toutes les éoliennes par l'exploitant. Une défaillance du système de freinage, régulant la vitesse du rotor et l'immobilisant lorsque le vent est trop fort, est à l'origine d'une vitesse de rotation excessive ayant conduit au bris de pales.
- 
N°42889 - 08/07/2004 - FRANCE - 29 - PLEYBER-CHRIST
D35.11 - Production d'électricité
 Par une matinée de vent fort, 3 morceaux de pales d'éolienne (2 de 2,5 m et 1 de 1,5 m) sont retrouvés dans un champ. Aucun blessé n'est déplorer. L'enchaînement de cet accident et d'un autre similaire survenu 2 semaines plus tôt (ARIA 42887) conduit le tribunal administratif de Rennes à annuler en 2005 le permis de construire délivré en 2001. Le site est démantelé en novembre 2011.
- 
N°42887 - 22/06/2004 - FRANCE - 29 - PLEYBER-CHRIST
D35.11 - Production d'électricité
 Par une nuit de vent fort, une pale de l'une des 5 éoliennes d'un parc se brise en heurtant le mat. Après d'autres désordres similaires (ARIA 42889), le tribunal administratif de Rennes annule en 2005 le permis de construire délivré en 2001. Le site est démantelé en novembre 2011.
- 
N°29388 - 20/03/2004 - FRANCE - 59 - DUNKERQUE
D35.11 - Production d'électricité
 Le vent abat une des 9 éoliennes d'un parc. Une expertise établit un dimensionnement insuffisant des fondations. L'exploitant démantèle entièrement l'installation.
- 
N°26119 - 01/01/2004 - FRANCE - 62 - LE PORTEL
D35.11 - Production d'électricité
 Au cours de la nuit, une des 4 aérogénératrices d'une ferme éolienne inaugurée en mai 2002 perd une pale puis les deux autres. Le mât se brise à mi hauteur et la nacelle chute. Une pale est retrouvée à proximité, les deux autres dérivent en mer jusqu'à Wimereux (à 8 km). L'exploitant évoque dans la presse la défaillance d'un sous-traitant qui n'aurait pas réalisé le resserrage mensuel des goujons de fixation des pales. Une expertise technique établit un défaut de conception. Les pales installées différaient de celles prévues par le constructeur du moyeu : l'insuffisance de la liaison au sein de la pale entre le matériau composite et les tire-fonds de fixation a entraîné une fissuration des pales éjectées. Ce phénomène est décelé à l'état d'amorce sur les pales des trois autres éoliennes du parc. L'ensemble des pales est remplacé par un modèle adéquat et l'éolienne détruite est intégralement reconstruite. Le montant des dommages s'élèverait à plus de 450 kEuros selon l'exploitant.
- 
N°24274 - 19/03/2003 - FRANCE - 46 - CAMBAYRAC
C28.99 - Fabrication d'autres machines d'usage spécifique n.c.a.
 Un incendie se déclare dans le bâtiment de 1 200 m² d'une entreprise de fabrication de pales d'éoliennes. Les produits chimiques et résines présents attisent le sinistre que 45 pompiers maîtrisent en 2 h. Les outils et moules de fabrication sont détruits.
- 
N°42882 - 28/12/2002 - FRANCE - 11 - NEVIAN
D35.11 - Production d'électricité
 Dans un parc de 18 aérogénérateurs en construction, l'une des pales d'une éolienne se détache et entraîne l'effondrement du mât de 40 m. Aucun blessé n'est à déplorer, le technicien supervisant le fonctionnement du parc ne se trouvait pas à proximité. Selon l'exploitant qui n'avait pas encore pris possession de l'installation, une défaillance du système de freinage du rotor serait à l'origine du sinistre. Le vent soufflant à plus de 100 km/h ce jour-là, celui-ci aurait dû bloquer l'hélice.

