Octobre 2012

MSE LA HAUTE BORNE

PROJET EOLIEN DE TILLY (INDRE, 36)

# RESUME NON TECHNIQUE : ETUDE DE DANGERS

MSE La Haute Borne

# 1 RESUME NON TECHNIQUE

## 1.1 L'INSTALLATION ET SON ENVIRONNEMENT

Le projet consiste en la **création d'un parc éolien**, composé de 7 aérogénérateurs REpower MM92 de puissance unitaire de 2 MW soit une puissance totale de 14 MW, **sur la commune de Tilly située dans le département de l'Indre (36) dans la région Centre**. Cette commune est localisée à environ 25 km à l'est de Montmorillon, 27 km au sud de Le Blanc et 30km au sud Ouest de la Souterraine. **Tilly appartient à la Communauté de Communes du Val d'Anglin.**

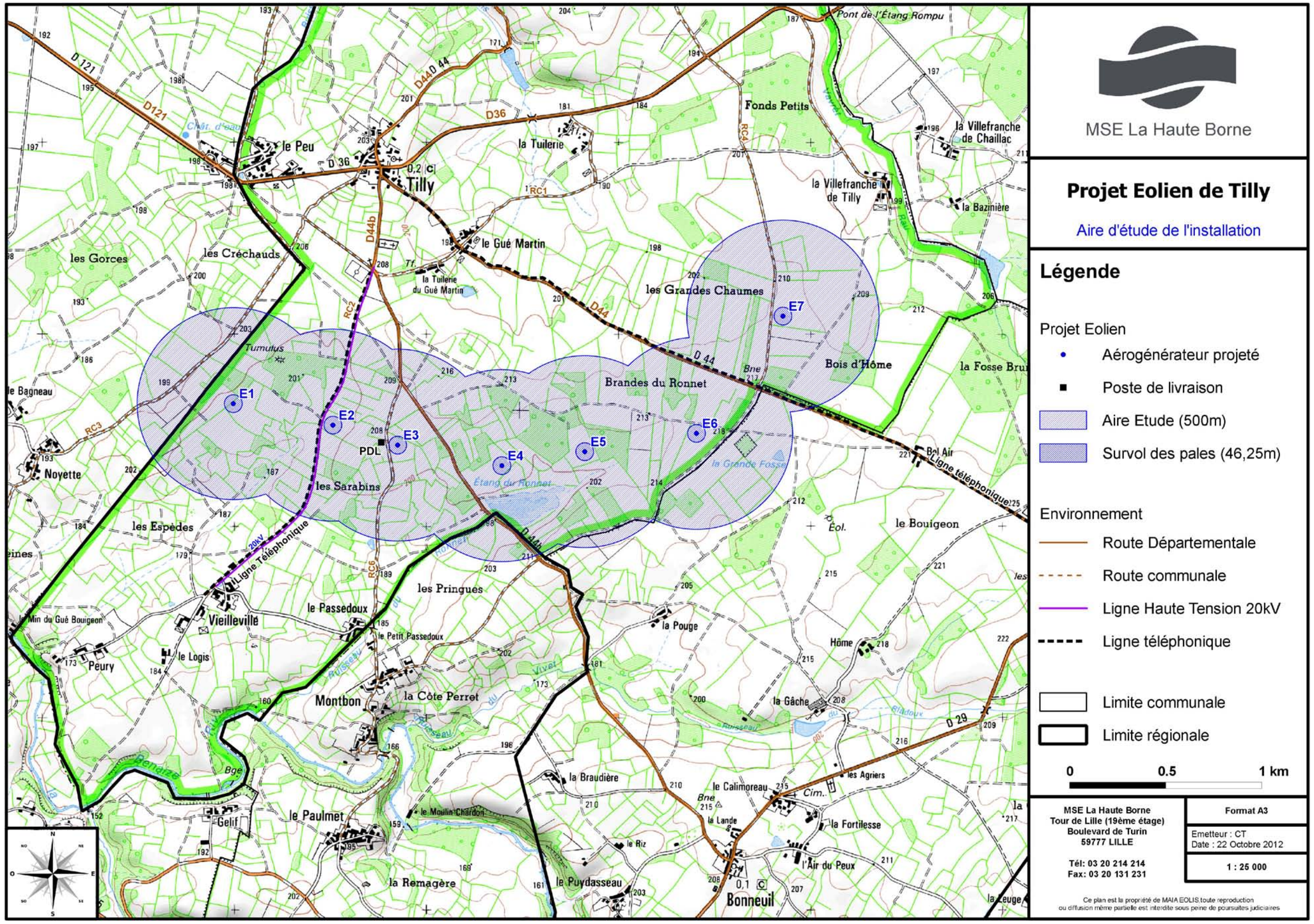
**Les machines sont de type REpower MM92**. Elles possèdent un **mât de 80 m de hauteur et un rotor de 92,5 m de diamètre**, portant la hauteur totale de l'aérogénérateur à 126,25 m.

### 1.1.1 AIRE D'ETUDE RETENUE

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 aérogénérateur.

**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 de l'étude de dangers.

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




*Carte 1 : Aire d'étude de l'installation (source : Maïa Eolis – 2012)*



**1**. Résumé non technique

## 1.2 ENVIRONNEMENT LIE A L'INSTALLATION

### 1.2.1 ENVIRONNEMENT NATUREL

L'aire d'étude se situe donc dans une zone **à climat océanique dégradé**, avec des températures moyennes allant de 4°C à 19°C, des précipitations faibles, peu de neige, une présence de gel assez marquée (20% de l'année) et des vents favorables.

**Le risque sismique peut être considéré comme très faible. Le risque de mouvement de terrain peut être considéré comme faible sur l'aire d'étude.** Des cavités souterraines abandonnées sont à relever autour de l'aire d'étude L'aléa de retrait-gonflement des argiles est forte sur l'aire d'étude, à l'exception d'une zone au sud-ouest où il est élevé. Néanmoins, en aucun cas, la situation de nappe sub-affleurante ne se retrouve dans la zone potentielle d'implantation. **Le département de l'Indre présente un risque d'inondation faible.**

**Aucune zone naturelle ne se situe dans l'aire d'étude.** La zone naturelle la plus proche est une ZNIEFF de type 1 qui se situe à 4km de l'aérogénérateur le plus proche.

### 1.2.2 ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE

Conformément à l'arrêté du 26 août 2011, un recul minimum de 500 m aux premières habitations, zones habitables ou destinées à l'habitation a été observé. Ainsi, les éoliennes sont implantées au minimum à 700 m des habitations les plus proches. **Aucune habitation n'est située au sein de l'aire d'étude (500m)**. **La zone d'étude est traversée par deux routes départementales et quatres routes communale. La plus proche est la route communale n°6 située à 60 m de l'éolienne E3.**

Aucun Transport de Matières Dangereuses par voie routière ou ferroviaire n'est à signaler dans l'aire d'étude. Le transport fluvial s'effectue à plus de 100 km de l'aire d'étude. Aucun barrage ni digue n'est à répertorier dans cette aire. L'aire d'étude ne se situe pas à proximité d'un aérodrome.

Une ligne électrique HTA (20 kV) traverse la zone potentielle d'implantation, dans sa partie Ouest. Deux lignes téléphoniques passent sur la surface potentielle d'implantation. Une ligne aérienne longe la route allant de Tilly vers le hameau de Vieilleville tandis qu'une artère souterraine suit la RD44. Au niveau de l'aire d'étude, aucun captage d'Alimentation en Eau Potable (AEP) ou périmètre de protection n'est à signaler.

**Aucun autre ouvrage public ni monument inscrit ou classé n'est à signaler dans l'aire d'étude.** Le monument le plus proche est situé sur la commune de Tilly à 1,4 km de l'aérogénérateur E2.

Identification des cibles

En conclusion de ce chapitre, la cartographie ci-dessous permet d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans la zone d'étude :

- Le nombre de personnes exposées par secteur (champs, routes, habitations…) ;
- La localisation des biens, infrastructures et autres établissements.

A partir de la *fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers*, il est possible de comptabiliser le nombre de personnes exposées.

Les personnes exposées, situées à plus de 500 m de l'aérogénérateur du présent projet, ne sont pas comptabilisées ci-dessous car hors de l'aire d'étude retenue.

**Aucune habitation (ou ERP) n'est répertorié dans l'aire d'étude**. Plusieurs communes sont répertoriées au-delà de ce périmètre. Pour rappel, la commune la plus proche est **Tilly : 172 habitants** (Valeur INSEE, 2006). Les petites villes les plus proches,peuplées de 5000 à 7000 habitants, sont Montmorillon à l'Ouest, Le Blanc au Nord-Ouest etArgenton sur Creuse au nord-Est.

L'axe local le plus important est la **RD36** qui permet, via Chaillac et Saint-Benoît-du-Sault, de rallier l'autoroute A20 distante de 25 km environ vers l'Est. Vers l'Ouest, dans le département de la Vienne, la RD 36 se prolonge par la **RD121** qui à la Trimouille rejoint la **RD 675** située entre les villes de Le Blanc et de Bellac. La **RD 44b**, limitée à 19 tonnes, se dirigeant vers Bonneuil et la **RD44** vers Saint-Sulpice-les-Feuilles traversent le site éolien vers le Sud-Est.

La fréquention des départementales est supposée de 500 véhicules/jour et des communales de 100 véhicules/jour.

| Axe de circulation | Circulation | Tronçon exposé | Présence humaine | Personnes exposée |
|---|---|---|---|---|
| RD 44 | 500 véhicules/j | 310 | 2,6 personnes exposése par tranche de 10 ha (largeur route 9m) | 310*9/2,6E6 = **0,011**<br>**Soit moins de une personne permanente exposée** |
| RD 44b | 500 véhicules/j | 650 m | 2,6 personnes exposées par tranche de 10 ha (largeur route 9m) | 650*9/2,6E6 = **0,0225**<br>**Soit moins de une personne permanente exposée** |
| Voie communale n°2 | 100 véhicules/j | 380 m | 1 personne exposées par tranche de 10 ha (largeur route 9m) | 380*9/100000 = **0,0342**<br>**Soit moins de une personne permanente exposée** |
| Voie communale n°3 | 100 véhicules/j | 480 m | 1 personne exposées par tranche de 10 ha (largeur route 9m) | 480*9/100000 = **0,0432**<br>**Soit moins de une personne permanente exposée** |
| Voie communale n°4 | 100 véhicules/j | 380 m | 1 personne exposées par tranche de 10 ha (largeur route 9m) | 380*9/100000 = **0,0342**<br>**Soit moins de une personne permanente exposée** |
| Voie communale n°6 | 100 véhicules/j | 380 m | 1 personne exposées par tranche de 10 ha (largeur route 9m) | 380*9/100000 = **0,0342**<br>**Soit moins de une personne permanente exposée** |

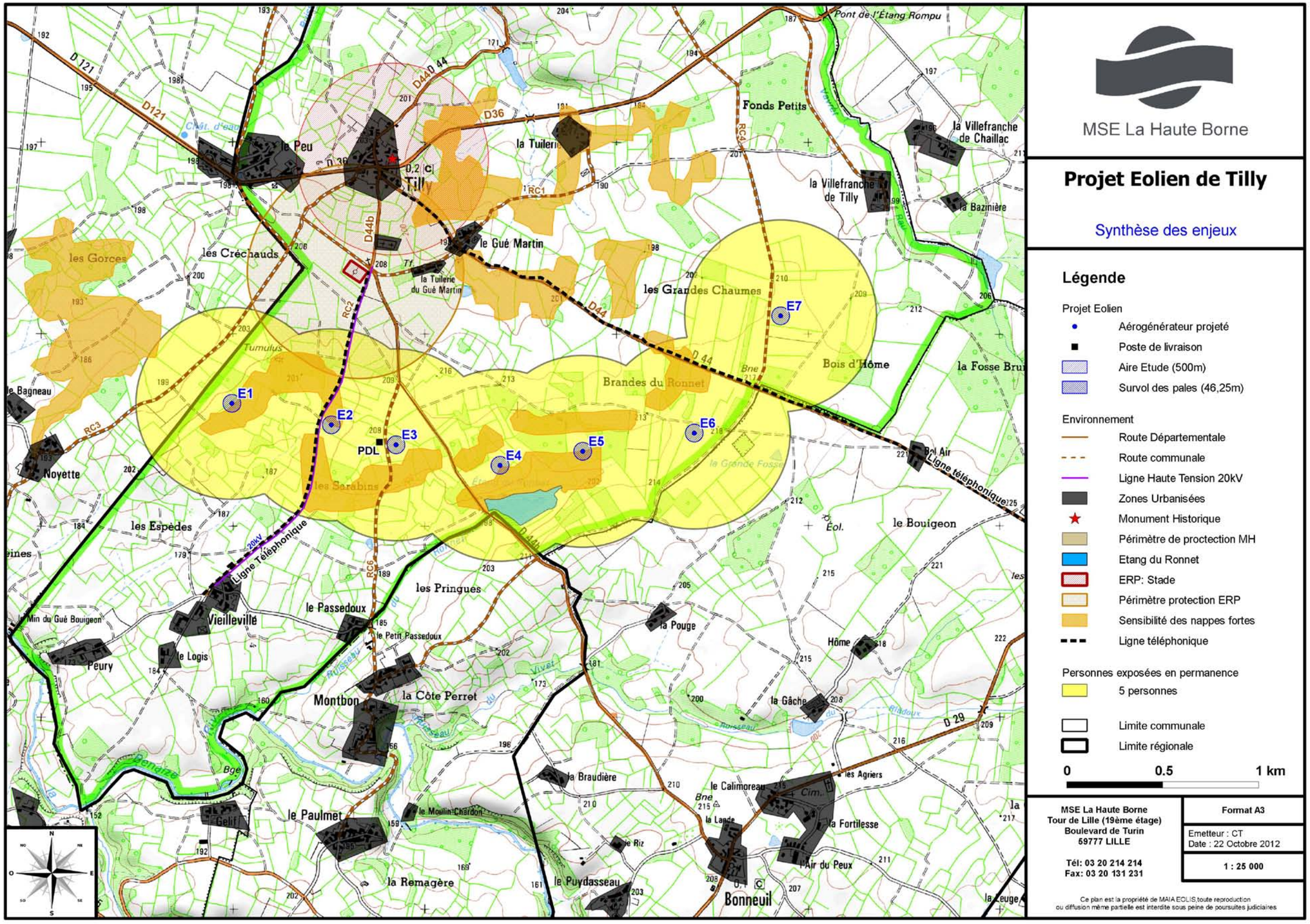
L'implantation du projet **au cœur d'îlots de culture implique la présence d'agriculteurs y travaillant**. Selon la fiche n°1 et les caractéristiques de l'environnement du projet, ces terrains peuvent être considérés comme non aménagés et très peu fréquentés soit 1 personne exposée par tranche de 100 hectares. En considérant sur un logiciel de cartographie l'implantation des 7 aérogénérateurs ainsi qu'un rayon de 500 mètres autour de ceux-ci, la zone exposée représente une surface de 3.800m² soit environ 380 hectares. On obtient ainsi **3,80 personnes exposées**.

**Pour synthétiser, on peut prendre comme valeur de personnes permanentes exposées : 4 personnes permanentes exposées sur l'ensemble de l'aire d'étude (3,8+0,034+0,034+0,034+0,011+0,023+0,042=3,978).**

Pour rappel et synthèse, le tableau suivant présente la distance de l'aérogénérateur le plus proche du projet aux premiers enjeux à protéger (dans l'aire d'étude (orange) et hors aire d'étude).

| Type | Nom | Aérogénérateur | Distance |
|---|---|---|---|
| Réseau électrique | Lignes 20 kV et télephone | Aérogénérateur 2 | 60 m |
| Route communale | N°6 | Aérogénérateur 3 | 50 m |
| | N°2 | Aérogénérateur 2 | 60 m |
| | N°4 | Aérogénérateur 7 | 60 m |
| | N°3 | Aérogénérateur 1 | 260 m |
| Cours d'eau | Etang du Ronnet | Aérogénérateur 4 | 150 m |
| Route départementale | RD44b | Aérogénérateur 3 | 200 m |
| | RD44 | Aérogénérateur 6 | 320 m |
| Habitations | Hameau Vieilleville | Aérogénérateur 2 | 820 m |
| Monument Historique | Eglise Notre Dame (Tilly) | Aérogénérateur 2 | 1.400 m |
| ICPE | Rambaud Carrière (Bonneuil) | Aérogénérateur 1 | 1.800 m |
| Cavité | Motbon | Aérogénérateur 3 | 2km |
| Habitat remarquable | Vallée de l'Anglin et affluents | Aérogénérateur 3 | 4.1 km |
| Voie ferroviaire | Gare SNCF de Le Dorat | Parc éolien | 22 km |
| Aérodrome | Montmorillon | Parc éolien | 25 km |
| Nucléaire | Centrale nucléaire de Civaux | Parc éolien | 40 km |
| Voie fluviale | Jarnac | Parc éolien | 130 km |
| Mer | Océan Atlantique | Parc éolien | 180 km |

*Tableau 1 : Distance de l'aérogénérateur le plus proche du projet aux premiers enjeux à protéger (source : Maïa Eolis – 2012)*




*Carte 2 : Cartographie de synthèse des enjeux à protéger dans l'aire d'étude (source : Maïa Eolis – 2012)*

# 2 ACTIVITE DE L'INSTALLATION

## 2.1 FONCTIONNEMENT GENERAL DES INSTALLATIONS

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 2.2.1) :

- Plusieurs aérogénérateurs fixés sur une fondation adaptées, 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 aérogénérateur vers le poste de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien ») ;
- Un poste 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 poste 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.

**Eléments constitutifs d'un aérogénérateur**

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- **Le mât** est composé de 3 ou 4 tronçons en acier. Le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne de 690 V au niveau de celle du réseau électrique égale à 20 000 V est extérieur à ce dernier pour le parc éolien de MSE La Haute Borne.
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels.

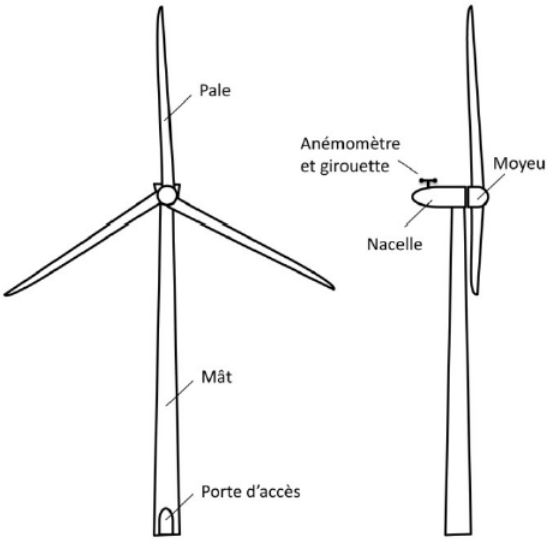



*Figure 1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (source : EDD SER-FEE & INERIS – 2012)*

### 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'aérogénérateur** 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 de 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.

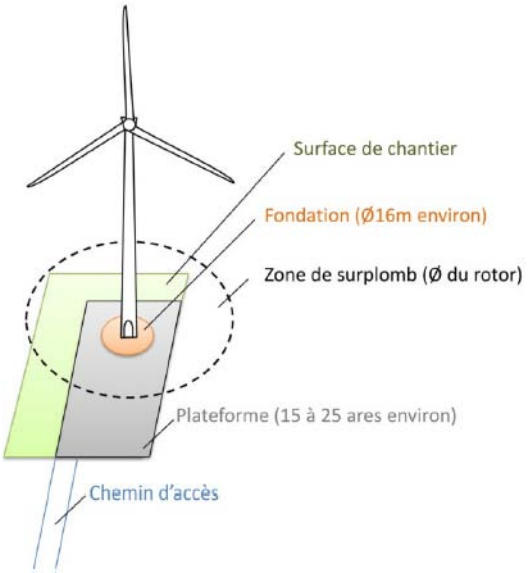



*Figure 2 : Illustration des emprises au sol d'un aérogénérateur (source : EDD SER-FEE & INERIS – 2012)*

### 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 construction du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien.

## 2.2 FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

### 2.2.1 R ACCORDEMENT ELECTRIQUE

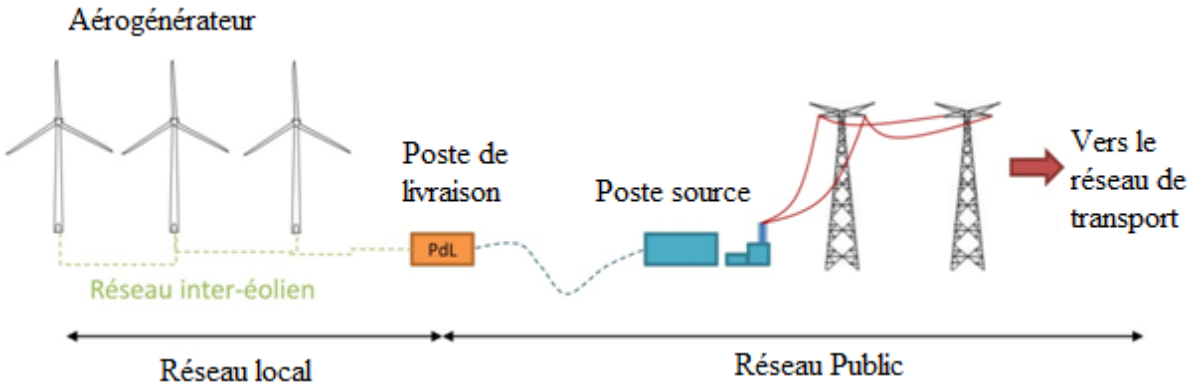



*Figure 3 : Raccordement électrique des installations de MSE La Haute Bornes source : EDD SER-FEE & INERIS – 2012)*

- **Réseau inter-éolien**

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, situé à l'extérieur du mât, à proximité immédiate, dans un local fermé, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque aérogénérateur au terminal de télésurveillance basé à Estrées-Déniecourt dans la Somme (80). Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont enterrés entre 1,10 et 1,20 mètre de profondeur.

- **Poste de livraison**

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de tous les aérogénérateurs avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Situé à proximité de l'aérogénérateur 2, il constitue la frontière entre le parc éolien et le réseau public de distribution. C'est un local fermé qui abrite les équipements de protection et de comptage du parc éolien.

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

- **Réseau électrique externe**

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

### 2.2.2 AUTRES RESEAUX

Le parc éolien de MSE La Haute Borne ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les aérogénérateurs ne sont reliés à aucun réseau de gaz.

# 3 ANALYSE DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

## 3.1 POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

La présence de produits toxiques et/ou dangereux au sein de l'aérogénérateur peut, en cas de diffusion dans l'environnement, entraîner une pollution du milieu aux alentours ou porter atteinte aux personnes exposées aux produits.

Aucun produit ou substance utilisé dans les éoliennes n'est classifié comme CMR (Cancérogène, Mutagène, Repro-toxique) au sens de l'article R4411-1 et suivants du code du travail.

## 3.2 POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de MSE La Haute Borne sont les suivants :

| Installation du système | Fonction | Phénomène redouté | Danger potentiel |
|---|---|---|---|
| Pale | Prise au vent | Bris de pale ou chute de pale | Energie cinétique d'éléments de pales |
| Système de transmission | Transmission d'énergie mécanique | Survitesse | Echauffement des pièces mécaniques et flux thermique |
| Nacelle | Protection des équipements destinés à la production électrique | Chute de la nacelle ou d'éléments | Energie cinétique de la nacelle ou des éléments |
| Nacelle | Protection des équipements destinés à la production électrique | Court-circuit interne | Arc électrique |
| Nacelle | Protection des équipements destinés à la production électrique | Fuite d'huile | Toxicité / Nocivité |
| Aérogénérateur | Production d'énergie électrique à partir d'énergie éolienne | Effondrement | Energie cinétique de chute |
| Intérieur de l'aérogénérateur | Réseau électrique | Court-circuit interne des équipements électriques | Arc électrique |
| Poste de transformation | Réseau électrique | Court-circuit interne | Arc électrique |
| Poste de transformation | Réseau électrique | Fuite d'huile | Toxicité / Nocivité |
| Câbles électriques enterrés | Réseau électrique | Coupure / Cisaillement | Arc électrique |
| Poste de livraison | Réseau électrique | Court-circuit interne | Arc électrique |

*Tableau 2 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : Maïa Eolis – 2012)*

## 3.3 PRINCIPALES ACTIONS PREVENTIVES

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.

L'implantation des aérogénérateurs du présent projet a été effectuée de façon à les éloigner le plus possible des enjeux, à savoir :

- Limiter le nombre d'axes routiers dans l'aire d'étude ;
- Assurer un éloignement des habitations supérieur aux 500 m réglementaires ;
- Assurer un éloignement suffisant aux lignes électriques, selon les recommandations de la RTE notamment.

## 3.4 UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

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

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

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

# 4 ANALYSE DES RISQUES

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

Les scénarios d'accident sont ensuite 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 tierces.

## 4.1 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Après avoir recensé, dans un premier temps, les potentiels de danger des installations, qu'ils soient constitués par des substances dangereuses ou des équipements dangereux, l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) doit identifier l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux associés pouvant déclencher la libération du danger.

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

| Nom du scénario exclu | Justification |
|---|---|
| Incendie de l'aérogénérateur (effets thermiques) | En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/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.<br><br>Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments. |
| Incendie du poste de livraison | En cas d'incendie du poste de livraison, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistants du fait notamment de la structure en béton des postes de livraison. De plus la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 Août 2011 [9] impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200). |
| Infiltration d'huile dans le sol<br><br>*F01 et F02* | En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérés dans le sol restent mineurs. Ce scénario ne sera pas détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques. |

*Tableau 3 : Scénarios exclus de l'étude détaillée (source : EDD SER-FEE & INERIS – 2012)*

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'aérogénérateur ;
- Chute d'éléments de l'aérogénérateur ;
- 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.

Lors d'un accident majeur sur un aérogénérateur, 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 aérogénérateurs sont décrits dans le tableau d'analyse des risques générique présenté ci-dessus.

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

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

## 4.2 ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES

Comme la réglementation l'impose aux exploitants, l'étude de dangers doit caractériser chaque scénario d'accident majeur potentiel retenu dans l'étude détaillée des risques en fonction des paramètres suivants :

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

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

### 4.2.1 SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES

Le tableau suivant récapitule, pour chaque évènement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. Le tableau regroupe les éoliennes qui ont le même profil de risque.

| Scénario | Zone d'effet | Cinétique | Intensité | Probabilité | Gravité |
|---|---|---|---|---|---|
| Effondrement de l'aérogénérateur | Disque dont le rayon correspond à la hauteur totale en bout de pale de l'aérogénérateur<br>126,25 m | Rapide | Exposition modérée | D (pour des aérogénérateurs récents) | Modéré<br>Pour les aérogénérateurs 1 à 7 |
| Chute d'élément de l'aérogénérateur | Zone de survol<br>46,25 m | Rapide | Exposition modérée | C | Modéré<br>Pour les aérogénérateurs 1 à 7 |
| Chute de glace | Zone de survol<br>46,25 m | Rapide | Exposition modérée | A | Modéré<br>Pour les aérogénérateurs 1 à 7 |
| Projection de pale ou de fragment de pale | 500 m autour de l'aérogénérateur | Rapide | Exposition modérée | D<br>(pour des aérogénérateurs récents) | Modéré<br>Pour les aérogénérateurs 1,2 et 4 à 7<br>Sérieux<br>Pour l'aérogénérateur 3 |
| Projection de glace | 1,5 x (H + 2R) autour de l'aérogénérateur<br>259 m | Rapide | Exposition modérée | B | Modéré<br>Pour les aérogénérateurs 1 à 7 |

### 4.2.2 SYNTHESE DE L'ACCEPTABILITE 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.

| **Conséquence** | **Classe de probabilité** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **E** | **D** | **C** | **B** | **A** |
| Désastreux | | | | | |
| Catastrophique | | | | | |
| Important | | | | | |
| Sérieux | | **Projection de pale ou de fragment de pale**<br><br>**(E3)** | | | |
| Modéré | | **Effondrement de l'aérogénérateur**<br><br>**Projection de pale ou de fragment de pale**<br><br>**(E1,E2,E4 à E7)** | **Chute d'éléments de l'aérogénérateur** | **Projection de glace** | **Chute de glace** |

Légende de la matrice :

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

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- Aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice ;
- Certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans l'étude de dangers sont mises en place.

### 4.2.3 EFFETS CUMULES

Les effets cumulés apparaissent lorsque deux scénarios d'accident (représentés par des cercles de différents diamètres autour des éoliennes) se chevauchent. En général, les éoliennes sont suffisamment éloignées les unes des autres pour que seuls les phénomènes de projection de glace et de pale puissent être considérés comme effets cumulés.

Le niveau de risque d'un scénario d'accident est évalué selon plusieurs paramètres. Parmi ceux-ci, la probabilité et la gravité peuvent faire augmenter le niveau de risque dans le cas d'effets cumulés.

Au niveau de la probabilité, afin de changer de classe et de passer à la classe de probabilité supérieure, il faudrait un nombre élevé de scénarios qui se recoupent au même endroit (par exemple, si la probabilité d'un scénario est de $10^{-4}$, la probabilité d'effets cumulés de 3 fois ce scénario sera de $3x10^{-4}$ et restera donc dans la même classe de probabilité).

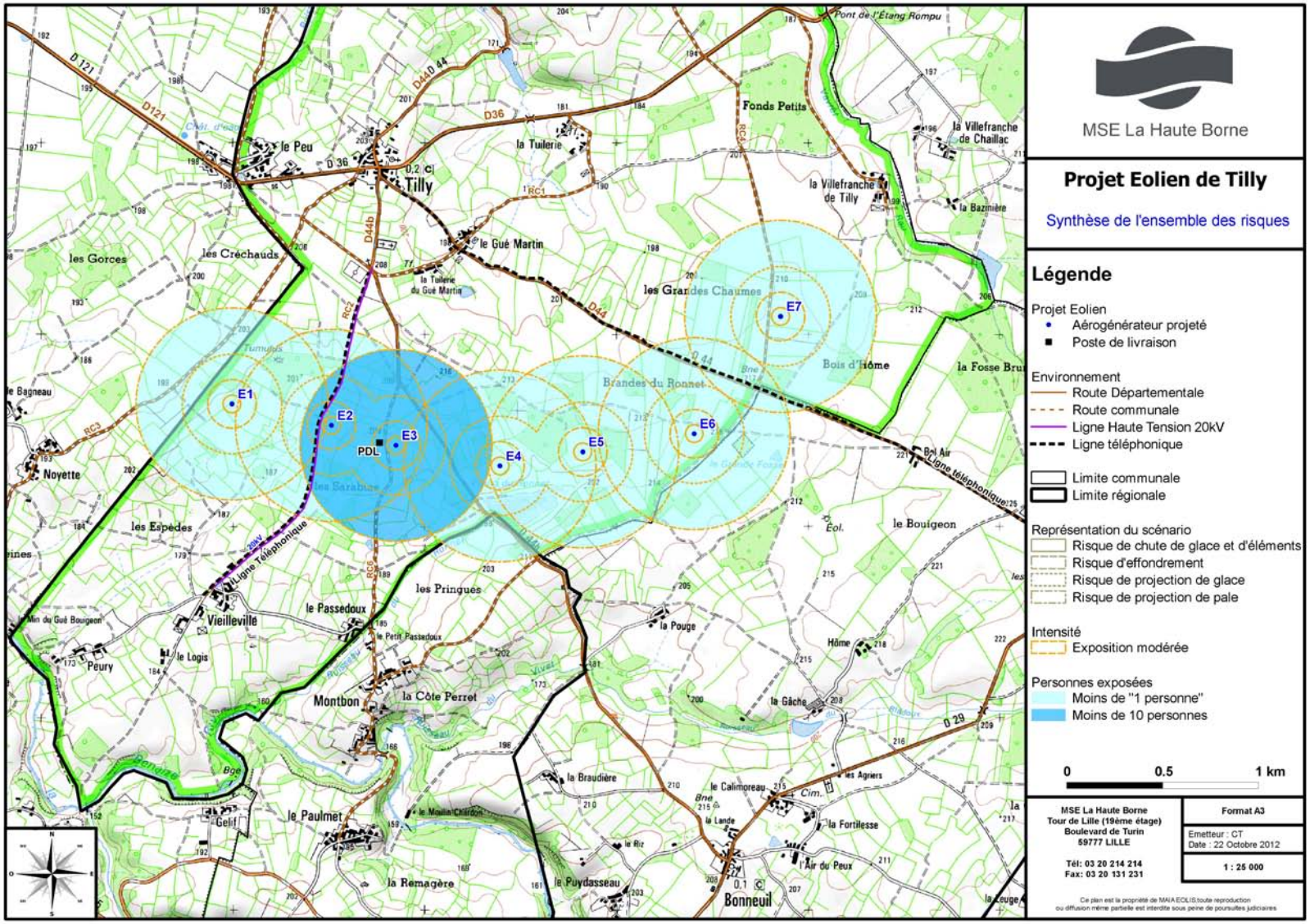
La gravité est déterminée à partir du nombre de personnes exposées. Ce dernier dépend de la surface de la zone concernée par le scénario et la composition de cette zone (champs, routes …). En général, les intersections représentent une petite partie de l'aire d'étude, qui elle-même ne comporte que peu de personnes exposées. Au final, le nombre de personnes exposées dans les intersections est bien inférieur à celui présent dans l'aire d'étude entière.

En conclusion, on peut considérer que les effets cumulés sont inclus dans les scénarios simples et n'ont donc pas besoin d'être développés dans la présente étude.

### 4.2.4 CARTOGRAPHIE DES RISQUES

La carte ci-dessous synthétise chaque scénario détaillé pour les aérogénérateurs de MSE La Haute Borne. Elle fait apparaître :

- les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques ;
- l'intensité des phénomènes dangereux ;
- une représentation graphique de la probabilité d'atteinte des enjeux.




*Carte 3 : Représentation des probabilités finales d'atteinte des enjeux (source : Maïa Eolis – 2012)*



**4**. Analyse des risques

# 5 CONCLUSION

Les principaux accidents majeurs identifiés pour le projet éolien de Tilly sont :

- La chute de glace ;
- La projection de glace ;
- La projection de tout ou partie de pale de l'aérogénérateur ;
- La chute d'éléments de l'aérogénérateur ;
- L'effondrement de l'aérogénérateur.

Les tableaux ci-dessous synthétisent la probabilité et la gravité finales de ces accidents, les principales mesures de maîtrise des risques mises en place et l'acceptabilité des accidents. Pour rappel, tous ces accidents sont limités à une zone géographique clairement limitée (périmètre de projection ou de chute), avec des probabilités associées à chaque évènement.

| Aérogénérateur | Evènement | Probabilité | Gravité | Mesures de sécurité | Niveau de risque |
|---|---|---|---|---|---|
| Aérogénérateur n°1<br><br>Aire d'étude : zone peu fréquentée<br><br>Route communale RC2<br><br>Route communale RC3 | Effondrement | D | Modéré | Respect spécifications constructeur<br>Calcul des fondations et vérifications<br>Contrôles techniques<br>Inspections et maintenance | Acceptable |
| | Chute de glace | A | Modéré | Système de détection de givre<br>Panneau d'alerte en entrée de plateforme | Acceptable |
| | Chute d'élément | C | Modéré | Respect instructions de montage<br>Contrôles qualité à la fabrication<br>Inspections régulières | Acceptable |
| | Projection de tout ou partie de pale | D | Modéré | Respect instructions de montage<br>Contrôles qualité à la fabrication<br>Inspections régulières<br>Arrêt automatique à partir d'un seuil de vitesse de vent<br>Détection incendie<br>Protection foudre | Acceptable |
| | Projection de glace | B | Modéré | Système de détection de givre<br>Détection de balourd et de vibration<br>Procédure de redémarrage | Acceptable |

| Aérogénérateur | Evènement | Probabilité | Gravité | Mesures de sécurité | Niveau de risque |
|---|---|---|---|---|---|
| Aérogénérateur n°2<br><br>Aire d'étude : zone peu fréquentée<br><br>Route départementale RD44b<br><br>Route communale RC2<br><br>Route communale RC6 | Effondrement | D | Modéré | Respect spécifications constructeur<br>Calcul des fondations et vérifications<br>Contrôles techniques<br>Inspections et maintenance | Acceptable |
| | Chute de glace | A | Modéré | Système de détection de givre<br>Panneau d'alerte en entrée de plateforme | Acceptable |
| | Chute d'élément | C | Modéré | Respect instructions de montage<br>Contrôles qualité à la fabrication<br>Inspections régulières | Acceptable |
| | Projection de tout ou partie de pale | D | Modéré | Respect instructions de montage<br>Contrôles qualité à la fabrication<br>Inspections régulières<br>Arrêt automatique à partir d'un seuil de vitesse de vent<br>Détection incendie<br>Protection foudre | Acceptable |
| | Projection de glace | B | Modéré | Système de détection de givre<br>Détection de balourd et de vibration<br>Procédure de redémarrage | Acceptable |



## 5 UConclusion

| Aérogénérateur | Evènement | Probabilité | Gravité | Mesures de sécurité | Niveau de risque |
|---|---|---|---|---|---|
| Aérogénérateur n°3<br><br>Aire d'étude : zone peu fréquentée<br><br>Route départementale RD44b<br><br>Route communale RC2<br><br>Route communale RC6 | Effondrement | D | Modéré | Respect spécifications constructeur<br>Calcul des fondations et vérifications<br>Contrôles techniques<br>Inspections et maintenance | Acceptable |
| | Chute de glace | A | Modéré | Système de détection de givre<br>Panneau d'alerte en entrée de plateforme | Acceptable |
| | Chute d'élément | C | Modéré | Respect instructions de montage<br>Contrôles qualité à la fabrication<br>Inspections régulières | Acceptable |
| | Projection de tout ou partie de pale | D | Sérieux | Respect instructions de montage<br>Contrôles qualité à la fabrication<br>Inspections régulières<br>Arrêt automatique à partir d'un seuil de vitesse de vent<br>Détection incendie<br>Protection foudre | Acceptable |
| | Projection de glace | B | Modéré | Système de détection de givre<br>Détection de balourd et de vibration<br>Procédure de redémarrage | Acceptable |



## 5 UConclusion

| Aérogénérateur | Evènement | Probabilité | Gravité | Mesures de sécurité | Niveau de risque |
|---|---|---|---|---|---|
| Aérogénérateur n°4<br><br>Aire d'étude : zone peu fréquentée<br><br>Route départementale RD44b | Effondrement | D | Modéré | Respect spécifications constructeur<br>Calcul des fondations et vérifications<br>Contrôles techniques<br>Inspections et maintenance | Acceptable |
| | Chute de glace | A | Modéré | Système de détection de givre<br>Panneau d'alerte en entrée de plateforme | Acceptable |
| | Chute d'élément | C | Modéré | Respect instructions de montage<br>Contrôles qualité à la fabrication<br>Inspections régulières | Acceptable |
| | Projection de tout ou partie de pale | D | Modéré | Respect instructions de montage<br>Contrôles qualité à la fabrication<br>Inspections régulières<br>Arrêt automatique à partir d'un seuil de vitesse de vent<br>Détection incendie<br>Protection foudre | Acceptable |
| | Projection de glace | B | Modéré | Système de détection de givre<br>Détection de balourd et de vibration<br>Procédure de redémarrage | Acceptable |



**5**. UConclusion

| Aérogénérateur | Evènement | Probabilité | Gravité | Mesures de sécurité | Niveau de risque |
|---|---|---|---|---|---|
| Aérogénérateur n°5<br><br>Aire d'étude : zone peu fréquentée | Effondrement | D | Modéré | Respect spécifications constructeur<br>Calcul des fondations et vérifications<br>Contrôles techniques<br>Inspections et maintenance | Acceptable |
| | Chute de glace | A | Modéré | Système de détection de givre<br>Panneau d'alerte en entrée de plateforme | Acceptable |
| | Chute d'élément | C | Modéré | Respect instructions de montage<br>Contrôles qualité à la fabrication<br>Inspections régulières | Acceptable |
| | Projection de tout ou partie de pale | D | Sérieux | Respect instructions de montage<br>Contrôles qualité à la fabrication<br>Inspections régulières<br>Arrêt automatique à partir d'un seuil de vitesse de vent<br>Détection incendie<br>Protection foudre | Acceptable |
| | Projection de glace | B | Modéré | Système de détection de givre<br>Détection de balourd et de vibration<br>Procédure de redémarrage | Acceptable |



5. UConclusion

| Aérogénérateur | Evènement | Probabilité | Gravité | Mesures de sécurité | Niveau de risque |
|---|---|---|---|---|---|
| Aérogénérateur n°6<br><br>Aire d'étude : zone peu fréquentée<br><br>Route départementale RD44 | Effondrement | D | Modéré | Respect spécifications constructeur<br>Calcul des fondations et vérifications<br>Contrôles techniques<br>Inspections et maintenance | Acceptable |
| | Chute de glace | A | Modéré | Système de détection de givre<br>Panneau d'alerte en entrée de plateforme | Acceptable |
| | Chute d'élément | C | Modéré | Respect instructions de montage<br>Contrôles qualité à la fabrication<br>Inspections régulières | Acceptable |
| | Projection de tout ou partie de pale | D | Sérieux | Respect instructions de montage<br>Contrôles qualité à la fabrication<br>Inspections régulières<br>Arrêt automatique à partir d'un seuil de vitesse de vent<br>Détection incendie<br>Protection foudre | Acceptable |
| | Projection de glace | B | Modéré | Système de détection de givre<br>Détection de balourd et de vibration<br>Procédure de redémarrage | Acceptable |



5. UConclusion

| Aérogénérateur | Evènement | Probabilité | Gravité | Mesures de sécurité | Niveau de risque |
|---|---|---|---|---|---|
| Aérogénérateur n°7<br><br>Aire d'étude : zone peu fréquentée<br><br>Route départementale RD44<br><br>Route communale RC4 | Effondrement | D | Modéré | Respect spécifications constructeur<br>Calcul des fondations et vérifications<br>Contrôles techniques<br>Inspections et maintenance | Acceptable |
| | Chute de glace | A | Modéré | Système de détection de givre<br>Panneau d'alerte en entrée de plateforme | Acceptable |
| | Chute d'élément | C | Modéré | Respect instructions de montage<br>Contrôles qualité à la fabrication<br>Inspections régulières | Acceptable |
| | Projection de tout ou partie de pale | D | Modéré | Respect instructions de montage<br>Contrôles qualité à la fabrication<br>Inspections régulières<br>Arrêt automatique à partir d'un seuil de vitesse de vent<br>Détection incendie<br>Protection foudre | Acceptable |
| | Projection de glace | B | Modéré | Système de détection de givre<br>Détection de balourd et de vibration<br>Procédure de redémarrage | Acceptable |

Pour rappel, les scénarios suivants ont été exclus de l'analyse détaillée des risques en raison de leur faible intensité :

- Incendie de l'aérogénérateur : les effets thermiques seront faibles au vu de la hauteur de la nacelle ;
- Incendie du poste de livraison : les effets ressentis seront mineurs de part la structure en béton du poste ;
- Infiltration d'huile dans le sol : les volumes engagés dans les aérogénérateurs sont faibles.

**Au vu des résultats de l'analyse détaillée des risques, les mesures de maîtrise des risques mises en place sur l'installation sont suffisantes pour garantir un risque acceptable pour chaque phénomène présenté.**



5. UConclusion