Energie Eolienne Solidaire
8 bis Rue Daniel Mayer 37100 TOURS
Tél : 02 52 32 19 20
contact@energies-solidaire.fr

VOLUME N°1

Description du projet

CHAMP EOLIEN DES TERRES DE LA MADELEINE
CORMAINVILLE (28)



Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

Juillet 2026 | Version complétée

Table des matières

Chapitre 1. Lettre de demande 5
Chapitre 2. Nature et volume des activités 7
Chapitre 3. Procédés de fabrication 8
3.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien 8
3.2 Caractéristiques du projet 11
3.3 Matières utilisées 13
3.4 Produits fabriqués - Déchets 13
3.4.1 Déchets de construction 13
3.4.2 Déchets de maintenance 14
3.4.3 Déchets de démantèlement 15
Chapitre 4. Moyens mis en œuvre 17
4.1 Suivi et surveillance 17
4.2 Maintenance 17
4.2.1 Prévention 17
4.2.2 Correction 21
4.3 Intervention en cas d'incident ou d'accident 22
4.3.1 Moyens internes 22
4.3.2 Moyens externes 22
Chapitre 5. Conditions de remise en état du site 23
5.1 Contexte règlementaire 23
5.2 Garanties financières 25
5.3 Etapes de démantèlement 26
Chapitre 6. Nature, origine et volume des eaux utilisées 27

Table des figures

Figure 1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur 9
Figure 2 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne 9
Figure 3 : Schéma descriptif d'un parc éolien 10
Figure 4 : Schéma d'élévation d'une éolienne Vestas V110, hauteur hors tout 136 m 12

Table des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des éoliennes projetées 11
Tableau 2 : Coordonnées des éoliennes projetées 11
Tableau 3 : Principales opérations de maintenance lors de l'inspection des 3 mois 19
Tableau 4 : Opérations de maintenance supplémentaires lors des inspections annuelles 21
Tableau 5 : Les différentes étapes du démantèlement d'un parc éolien 26

Chapitre 1. Lettre de demande

CHAMP EOLIEN DES TERRES DE LA MADELEINE SAS
50 RUE DU MURIER, 37540 SAINT-CYR-SUR-LOIRE

Interlocuteur :
Julie RODRIGUEZ
Chef de projets ENR
02 52 32 19 20
j.rodriguez@energies-solidaire.fr

Monsieur le Préfet d'Eure-et-Loir

Place de la République – CS 80537

28019 CHARTRES Cedex

A Tours, le 04/11/2025

Objet : **Champ éolien des Terres de la Madeleine – Lettre de demande d'autorisation environnementale pour un parc éolien sur la commune de Cormainville dans le département de l'Eure-et-Loir (28)**

Monsieur le préfet,

En application des articles R.181-1 et suivants du Code de l'environnement et du décret n°2017-81 du 26 janvier 2017 relatif à l'autorisation environnementale en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement, je vous prie de bien vouloir trouver ci-joint la demande d'autorisation environnementale en vue de construire et d'exploiter un parc éolien au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement du **Champ Eolien des Terres de la Madeleine SAS** dont le siège social se situe au 50 rue du Mûrier 37540 Saint Cyr sur Loire.

La présente demande vous est adressée par la société SAMAX ENERGIES SAS, en tant que Directeur Général du Champ Eolien des Terres de la Madeleine SAS.

CHAMP EOLIEN DES TERRES DE LA MADELEINE SAS
50 RUE DU MURIER, 37540 SAINT-CYR-SUR-LOIRE

Identité du demandeur	
Raison sociale de la société	Champ éolien des Terres de la Madeleine
Forme juridique	Société par Actions Simplifiée (SAS)
N° de Siret	981 338 734 00016
N° APE	3511Z
Adresse du siège social	50 rue du Mûrier 37540 SAINT CYR SUR LOIRE
Localisation du projet	
Département	Eure-et-Loir (28)
Communes	Cormainville
Description du projet	
Nature des activités	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent
Volume des activités	Nombre d'aérogénérateurs : 2 Hauteur des mâts : 80 m (V110) Hauteur totale en bout de pale : 136 mètres maximum Puissance unitaire : 2.2 MW (V110) Puissance totale installée : 4.4 MW + un poste de livraison
Rubrique de classement ICPE	2980 (Autorisation)

Vous trouverez ci-joint un dossier établi en application de la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, en vue d'obtenir l'autorisation prévue par l'article L181-1 du Code de l'environnement.

Nous nous tenons à votre disposition pour tout renseignement ou complément d'information que vous jugeriez utile.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur le préfet, l'expression de nos sentiments respectueux.

Pour le Champ Eolien des Terres de la Madeleine SAS

SAMAX ENERGIES SAS - Directeur Général

Représentée par Richard POLIN



Chapitre 2. Nature et volume des activités

Nom de l'installation : Champ Eolien des Terres de la Madeleine

Description de l'installation : Parc éolien terrestre composé de 2 éoliennes V110 2.2 MW de 136 m de hauteur en bout de pale maximum et d'un poste de livraison.

Puissance de l'installation : 4.4 MW

Production énergétique : environ 11 500 MWh/an, soit l'équivalent de la consommation d'électricité de 2 300 foyers (chauffage inclus)

Rubriques des nomenclatures dont le projet relève : rubrique n° 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, régime de l'autorisation

Le Champ éolien des Terres de la Madeleine est une installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupe un ou plusieurs aérogénérateurs comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 mètres.

Fonctionnement d'une éolienne : Les éoliennes captent les vents à travers leurs pales. L'énergie cinétique du vent est transformée en énergie mécanique transmise à un arbre tournant. Ensuite, cette énergie mécanique est transformée en énergie électrique via un multiplicateur qui augmente le nombre de rotations de l'arbre puis de la génératrice qui crée le courant électrique. L'électricité est ensuite convertie via un transformateur électrique dans chaque éolienne en une tension de 20 000 V. Toutes les éoliennes sont reliées entre elles par un réseau électrique 20 000 V interne au parc jusqu'au poste de livraison depuis lequel l'électricité est évacuée vers le réseau de distribution.

Chapitre 3. Procédés de fabrication

3.1 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 :

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;
- Un réseau de câbles électriques et télécom enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique et la communication entre les éoliennes et l'exploitant (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 ;
- Une installation de stockage électrique (batteries etc.) le cas échéant ;
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

❖ **Eléments constitutifs d'un aérogénérateur**

Au sens du 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 construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu ;
- **Le mât** est généralement en acier, en béton ou des deux (mâts hybrides). Il est composé de plusieurs segments en fonction du modèle. 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 :
    - le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique,
    - le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas),
    - le système de freinage mécanique,
    - le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie,
    - les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),
    - le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique,
    - Dans certaines éoliennes, le transformateur se trouve dans la nacelle.

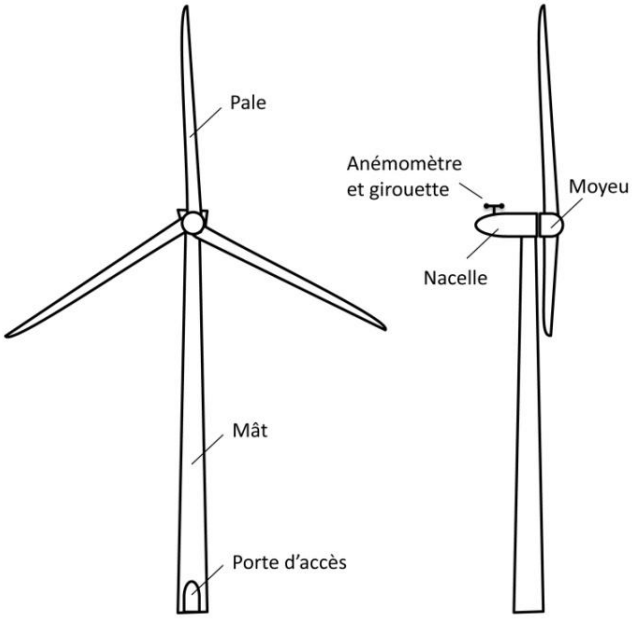


Figure 1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

❖ **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.

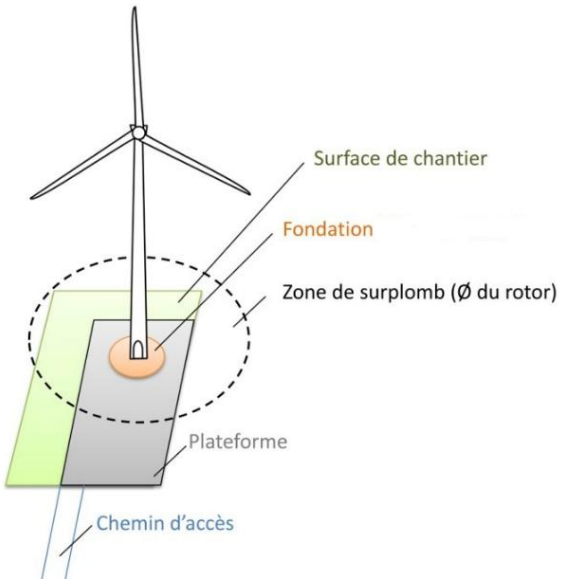


Figure 2 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

❖ 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 des chemins existants (agricoles, forestiers, etc.) ;
- Si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés sur les parcelles.

Durant la phase de construction et de démantèlement, les engins empruntent ces chemins pour acheminer les éléments constituants 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).

❖ Autres installations

Aucune autre installation n'est prévue pour ce projet (parking, etc.).

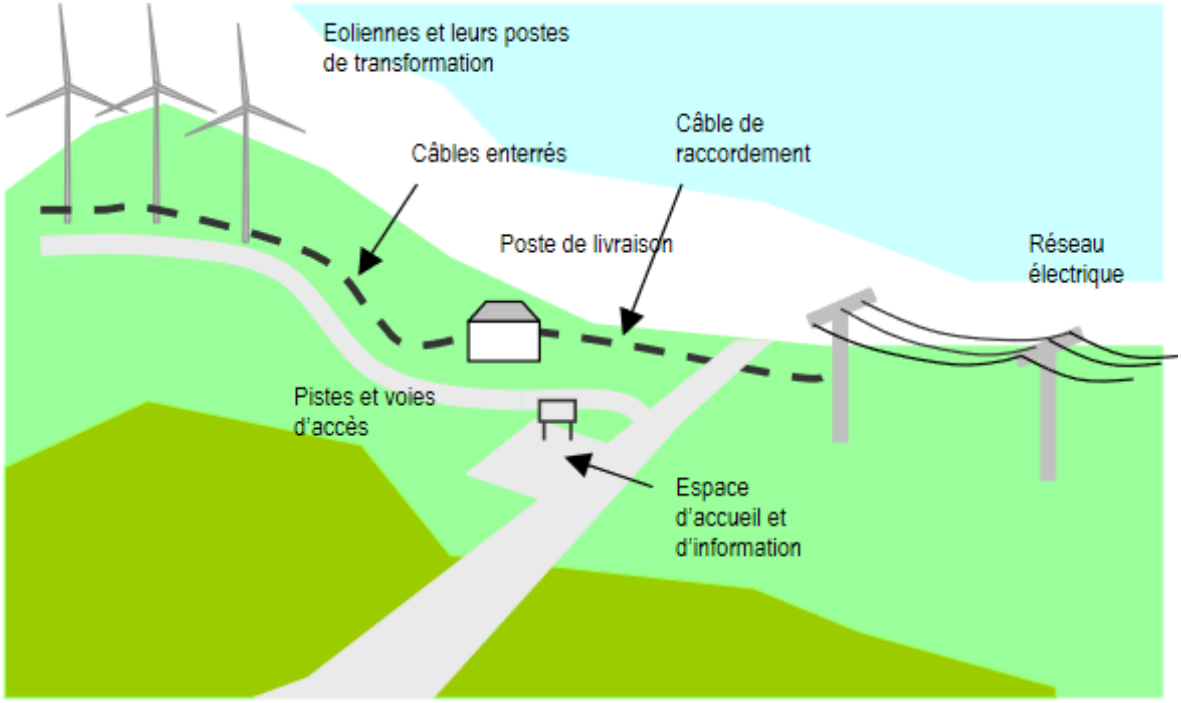


Figure 3 : Schéma descriptif d'un parc éolien
Source : Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éolien – Actualisation 2010

3.2 Caractéristiques du projet

Porteur du projet : Energie Eolienne Solidaire

Exploitant du parc : Champ Eolien des Terres de la Madeleine

Lieu d'implantation : Commune de Cormainville

Le parc éolien des Terres de la Madeleine est composé de 2 aérogénérateurs et de 1 poste de livraison. Les 2 aérogénérateurs qui composent le Champ Eolien des Terres de la Madeleine sont de type V110 - 2.2 MW.

Les caractéristiques des éoliennes projetées sont les suivantes :

Modèle	Vestas V110
Puissance	2.2 MW
Diamètre du rotor	110 m
Surface maximale balayée	9 852 m²
Hauteur du mât	80 m
Hauteur en bout de pale	136 m
Vitesse de vent au démarrage	Environ 3 m/s
Vitesse de vent nominale	Environ 11m/s
Vitesse de vent de coupure	Environ 20 m/s

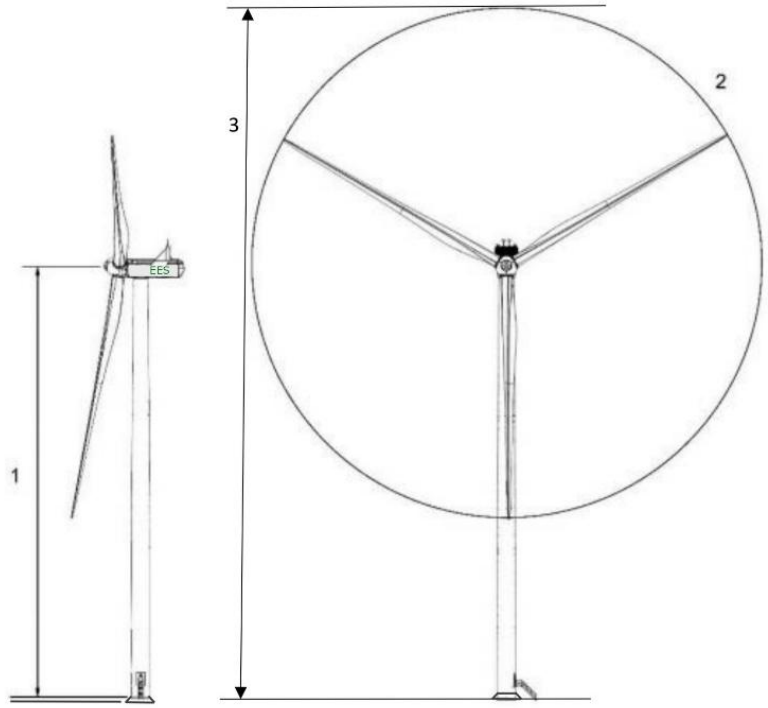
Tableau 1 : Caractéristiques des éoliennes projetées
Source : EES

Remarque : Le modèle Vestas V110 a habituellement une hauteur totale de 135 m et non 136 m en bout de pale. Afin de protéger la faune volante, le choix a été fait de surélever la fondation d'un mètre au-dessus du terrain naturel. La terre végétale sera remblayée jusqu'à l'embase du mât et le pied de l'éolienne présentera donc un talus artificiel d'une hauteur d'un mètre.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des éoliennes projetées ainsi que du poste de livraison :

Installation	Coordonnées Lambert 93		Coordonnées WGS84 sexagésimales		Altitude du terrain (source : RGE Alti 1m)	Altitude en bout de pale (en mètres NGF)
	X	Y	Latitude	Longitude		
E01	595883	6781771	48°7'40.82" N	1°36'1.79" E	135	271
E02	596222	6781788	48°7'41.57" N	1°36'18.18" E	136	272
PDL	596259	6780266	48°6'52.29" N	1°36'21.28" E	134	/

Tableau 2 : Coordonnées des éoliennes projetées
Source : EES



1 Hauteur du mât : 80 m + 1m de surélévation de la fondation par rapport au terrain naturel
2 Diamètre du rotor : 110 m | 3 Hauteur en bout de pale : 136 m

Figure 4 : Schéma d'élévation d'une éolienne Vestas V110, hauteur hors tout 136 m
Source : Vestas

3.3 Matières utilisées

Durant la phase de construction, de l'eau sera utilisé pour les opérations de terrassement et la base vie.

Durant la phase d'exploitation, différents produits seront utilisés principalement des huiles hydrauliques et de lubrification, du liquide de refroidissement et des graisses nécessaire au bon fonctionnement mécanique de l'éolienne.

Lors des opérations de maintenance, d'autres produits nécessaires aux interventions technique pourront être utilisés en faibles quantités.

Aucun produit dangereux n'est stocké dans les éoliennes.

3.4 Produits fabriqués - Déchets

La prévention et la gestion des déchets sont organisées par les dispositions des articles L.541-1 et suivants et R.541-1-1 et suivants du Code de l'environnement, qui transposent notamment la directive 2008/98/CR du 19 novembre 2008. Elles respecteront par ailleurs les articles 20 et 21 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.

Est défini comme déchet « *toute substance ou tout objet, ou plus généralement tout bien meuble dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire* » (art. L.541-1-1 du Code l'environnement). L'article L.541-2 du même Code dispose notamment que « *tout producteur ou détenteur de déchets est tenu d'en assurer ou d'en faire assurer la gestion, conformément aux dispositions du présent chapitre* ».

3.4.1 Déchets de construction

Les déchets collectés sur le chantier du parc éolien peuvent être classés en trois catégories :

-**Déchets inertes**, définis comme « *tout déchet qui ne subit aucune modification physique, chimique ou biologique importante, qui ne se décompose pas, ne brûle pas, ne produit aucune réaction physique ou chimique, n'est pas biodégradable et ne détériore pas les matières avec lesquelles il entre en contact d'une manière susceptible d'entraîner des atteintes à l'environnement ou à la santé humaine*. » (art. R.541-8 du Code de l'environnement) ;

-**Déchets industriels banals** (DIB), produits par l'industrie, l'artisanat, les commerces et les services ne présentant pas de caractère dangereux ou toxique, et qui ne sont pas inertes ;

-**Déchets industriels dangereux** (DID), contenant des substances toxiques et nécessitant des traitements spécifiques à leur élimination.

Les déchets produits lors du chantier de construction du parc éolien des Terres de la Madeleine peuvent être de type dangereux (déchets électriques et électroniques, huiles hydrauliques, huiles moteurs usagées, filtres à huile, chiffons ou emballages souillés, autres produits chimiques : peintures solvants, colles, liquides de refroidissement, antigel, etc.) ou de type non dangereux (déchets végétaux, terres et cailloux, résidus de béton, ciment, ferraille, déchets métalliques, câbles, produits bitumineux, géotextile, emballages : papier, carton, plastique, etc.).

Une aire de cantonnement de chantier sera implantée près de la zone de chantier (espace de vie du chantier : sanitaires, cantine, vestiaire, conteneurs pour le stockage de produits dangereux, etc.). Il en résulte principalement des déchets non dangereux, liés à la fois à la présence du personnel de chantier et aux travaux. Des bennes seront prévues pour leur évacuation. Quelques déchets industriels spéciaux (DIS) seront collectés en très faibles quantités contenant des déchets dangereux.

La gestion des déchets sera assurée par les entreprises chargées des travaux sous la supervision de l'exploitant. Les déchets pourront faire l'objet d'une valorisation énergétique ou d'une valorisation matière ou seront envoyés vers la filière agréée d'élimination. La terre végétale sera réutilisée pour la remise en état et les terres excavées seront réutilisées pour le remblaiement ou feront l'objet d'un suivi selon la réglementation en vigueur en cas d'évacuation à l'extérieur du site.

A noter que le décret n° 2021-321 du 25 mars 2021 relatif à la traçabilité des déchets, des terres excavées et des sédiments fixe des obligations de transmission des données au registre électronique national des déchets et introduit l'obligation d'utiliser l'outil Track Déchets à compter du 1er janvier 2022 avec la dématérialisation des bordereaux de suivi de déchets dangereux.

3.4.2 Déchets de maintenance

La maintenance des éoliennes génère des déchets. Ces derniers sont collectés et triés, en vue d'un retraitement dans un centre agréé avec valorisation. Une traçabilité du processus est réalisée selon la norme en vigueur et tenue à la disposition de l'inspection.

Dans la majorité des cas, cette activité est gérée par l'entreprise qui gère la maintenance du parc, sous la surveillance de l'exploitant.

Les déchets sont de type :

- Huiles usagées ;
- Chiffons et emballages souillées ;
- Piles, batteries, néons, aérosols, déchet d'équipement électrique ;
- Déchets industriels banals : ferrailles, plastiques, emballages palettes.

La quantité approximative produite est de 200 kg par éolienne et par an (selon le modèle d'éolienne), soit 400 kg par an pour le projet de parc éolien des Terres de la Madeleine.

3.4.3 Déchets de démantèlement

Les éoliennes étant majoritairement recyclables, elles favorisent la valorisation des déchets. Les éoliennes sont essentiellement composées de fibres de verre et d'acier ; mais en réalité, la composition d'une éolienne est plus complexe et d'autres composants interviennent, tel le cuivre ou l'aluminium.

Identification des types de déchets :

- ***Les pales*** : le poids des trois pales atteint entre 36 et 40 tonnes selon le modèle d'éolienne. Elles sont constituées de composites de résine, de fibres de verre et de carbone. Ces matériaux pourront être broyés pour faciliter le recyclage. Très prochainement, elles devraient être conçues pour une meilleur recyclabilité.
- ***La nacelle*** : le poids de la nacelle vide est de 70 tonnes. Elle est composée de différents matériaux : de la ferraille d'acier, de cuivre et différents composites de résine et de fibre de verre. Ces matériaux sont facilement recyclables.
- ***Le mât*** : le poids du mât est principalement fonction de sa hauteur. En ce qui concerne les éoliennes Vestas V110 135 m bdp 2.2 MW, le poids de la tour est de 116 tonnes. Le mât est principalement composé d'acier, qui est facilement recyclable. Des échelles sont aussi présentes à l'intérieur du mât. De la ferraille d'aluminium sera donc récupérée pour être recyclée.
- ***Le transformateur et les installations de distribution électrique*** : chacun de ces éléments sera récupéré et évacué conformément à l'ordonnance sur les déchets électroniques.
- ***La fondation*** : la fondation est totalement excavée, conformément à l'article 20 de l'arrêté du 22 juin 2020 relatif à la remise en état et à la constitution des garanties financières pour les installations de production d'électricité utilisant l'énergie du vent. Par conséquent, du béton armé sera récupéré. L'acier sera séparé des fragments et des caillasses.

Identification des voies recyclages et/ou de valorisation :

Dans un contexte d'augmentation de la demande en matières premières et de l'appauvrissement des ressources, le recyclage des matériaux prend d'autant plus sa part dans le marché des échanges.

- ***La fibre de verre***

  Actuellement, ces matériaux sont, peu ou pas, valorisables en dehors d'un broyage pour être brulé en cimenterie par exemple. Mais des groupes de recherche ont orienté leurs études sur la valorisation de ces matériaux. Un certain nombre de solution sont aujourd'hui à l'étude :

  - La voie thermique et thermochimique permettant par exemple des co-combustions en cimenterie ou la création de revêtement routier ;
  - La création de nouveaux matériaux. Ainsi, un nouveau matériau à base de polypropylène recyclé et de broyats de déchets composites a été développé par Plastic Omnium pour la fabrication de pièces automobiles, en mélange avec de la matière vierge. L'entreprise MCR développe également de nouveaux produits contenant une forte proportion de matière recyclée (60%). Ces nouveaux matériaux présentent une forte résistance aux impacts et aux rayures et peuvent notamment trouver des applications dans le secteur du bâtiment et des sanitaires. En septembre 2021, Siemens Gamesa annonçait la commercialisation d'une pale 100% recyclable (la RecyclableBlade).

- ***L'acier***

Mélange de fer et de coke (charbon) chauffé à près de 1600°C dans des hauts-fourneaux, l'acier est préparé pour ses multiples applications en fils, bobines et barres. Ainsi on estime que pour une tonne d'acier recyclé, 1 tonne de minerai de fer est économisée.

L'acier se recycle à 100 % et à l'infini.

- ***Le cuivre***

Le cuivre est le métal le plus recyclé au monde. En effet, il participe à la composition des éléments de haute-technologie (ordinateurs, téléphones portables, etc.). En 2006, le coût d'une tonne de cuivre a progressé de plus de 75 %. 35 % des besoins mondiaux sont aujourd'hui assurés par le recyclage de déchets contenant du cuivre (robinetterie, appareils ménagers, matériel informatique et électronique, etc.). Cette part atteint même 45% en Europe, selon International Copper Study Group (ICSG). Ce métal est recyclé et réutilisé facilement sans aucune perte de qualité ni de performance, explique le Centre d'Information du Cuivre. Il n'existe en effet aucune différence entre le métal recyclé et le métal issu de l'extraction minière.

- ***L'aluminium***

Comme l'acier, l'aluminium se recycle à 100 %. Une fois récupéré, il est chauffé et sert ensuite à fabriquer des pièces moulées pour des carters de moteurs de voitures, de tondeuses ou de perceuses, des lampadaires, etc.

Le projet du Champ Eolien des Terres de la Madeleine respectera les dispositions réglementaires en matière de gestion des déchets en phase chantier, exploitation et démantèlement. De plus, le projet sera conforme aux objectifs de l'article 29 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié s'agissant du démantèlement et notamment de l'obligation de réutilisation, valorisation et recyclage des déchets qui s'inscrit pleinement dans les objectifs des plans nationaux et régionaux de gestion des déchets.

Chapitre 4. Moyens mis en œuvre

4.1 Suivi et surveillance

A chaque moment de la vie du parc éolien, l'exploitant s'engage à veiller au respect de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 modifié.

En particulier, conformément à cet arrêté, le fonctionnement du parc éolien est entièrement automatisé et contrôlé à distance. Tous les paramètres de marche de l'aérogénérateur (conditions météorologiques, vitesse de rotation des pales, production électrique, etc.) sont transmis au centre de commande du parc éolien.

4.2 Maintenance

Les éoliennes ont une durée de vie de 20 ans minimum. L'entretien des machines en exploitation permet de les maintenir en bon état, dans le respect de la sécurité des intervenants et des riverains, et avec un niveau de performance élevé pendant toute leur durée de vie.

Cet entretien sera réalisé par le fabricant turbinier pendant la période de garantie constructeur défini au contrat. Selon des contrats, elle est d'une durée allant de 5 à 20 ans renouvelables ou non. Au-delà de la période de garantie, l'exploitant aura la possibilité de faire appel à une autre entreprise de compétences équivalentes. Ces entreprises devront posséder toute l'expertise nécessaire à l'entretien des éoliennes : techniciens formés, documentation, outillages, pièces détachées, etc.

4.2.1 Prévention

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.

Une maintenance prédictive et préventive des éoliennes peut être mise en place. Celle-ci porte essentiellement sur l'analyse des huiles, l'analyse vibratoire des machines tournantes et l'analyse électrique des éoliennes.

La maintenance préventive des éoliennes a pour but de réduire les coûts d'interventions et d'immobilisation des éoliennes. En effet, grâce à la maintenance préventive, les arrêts de maintenance sont programmés et optimisés afin d'intervenir sur les pièces d'usure avant que n'intervienne une panne. Les arrêts de production d'énergie éolienne sont anticipés pour réduire leur durée et leurs coûts.

Une première inspection est prévue au bout de 3 mois de fonctionnement des éoliennes. A titre d'exemple, une liste des tâches de maintenance à effectuer par le turbinier VESTAS est présentée ci-dessous.

	Composants	Opérations
Inspection après 3 mois de fonctionnement	Etat général	Vérification de la propreté de l'intérieur de l'éolienne Vérification qu'aucun matériau combustible ou inflammable n'est entreposé dans l'éolienne
	Moyeu	Inspection visuelle du moyeu Vérification des boulons entre le moyeu et les supports de pale* Vérification des boulons maintenant la coque du moyeu
	Pales	Vérification des roulements et du jeu Vérification des joints d'étanchéité Inspection visuelle des pales, de l'extérieur et de l'intérieur Vérification des boulons de chaque pale* Vérification des bruits anormaux Vérification des bandes paratonnerres
	Système de transfert de courant foudre Moyeu / nacelle	Vérification des boulons et de l'absence d'impacts de foudre.
	Arbre principal	Vérification des boulons fixant l'arbre principal et le moyeu* Inspection visuelle des joints d'étanchéité Vérification des bruits anormaux et des vibrations Vérification du fonctionnement du système de lubrification Vérification des dommages au niveau des boulons de blocage du rotor
	Système d'orientation de la nacelle (Yaw system)	Vérification des boulons fixant le haut du palier d'orientation et la tour* Vérification des bruits anormaux Vérification du système de lubrification
	Tour	Vérification de l'état du béton à l'intérieur et à l'extérieur de la tour Vérification des boulons entre la partie fondation et la tour, entre les sections de la tour et sur l'échelle* Vérification des brides et des cordons de soudure Vérification des plateformes Vérification du câble principal Inspection visuelle du mât
	Bras de couple	Vérification boulons Vérification et serrage de la connexion à la terre
	Système d'inclinaison des pales (Vestas Pitch System)	Vérification des boulons du cylindre principal et du bras de manivelle Vérification des boulons de l'arbre terminal et des roulements
	Multiplicateur	Changement d'huile et nettoyage du multiplicateur si nécessaire Vérification du niveau sonore lors du fonctionnement du multiplicateur Vérification des joints, de l'absence de fuite, etc… Vérification d'absence de fuites au niveau des points de lubrification Vérification des capteurs de débris

Huile du multiplicateur	Vérification du niveau d'huile Vérification des composants du bloc hydraulique et des pompes
Système de freinage	Vérification des étriers, des disques et des plaquettes de freins Inspection des entrées et des sorties de tuyaux
Générateur	Vérification des câbles électriques dans le générateur Vérification des fuites de liquides de refroidissement et de graisse Lubrification des roulements
Système de refroidissement par eau	Vérification du fonctionnement des pompes à eau Vérifications des tubes et des tuyaux Vérification du niveau de liquide de refroidissement
Vestas Cooler Top™	Vérification boulons
Système hydraulique	Vérification d'absence de fuites dans la nacelle, l'arbre principal et les pompes
Onduleur	Vérification du fonctionnement de l'onduleur.
Capteur de vent et balisage aérien	Vérification du bon fonctionnement du balisage aérien et inspection visuelle du capteur de vitesse de vent.
Nacelle	Vérification boulons Vérification d'absence de fissures autour des raccords Vérification des points d'ancrage et des fissures autour de ceux-ci
Extérieur	Vérification de la protection de surface Nettoyage des têtes de boulons et d'écrous, des raccords, etc..
Transformateur	Inspection mécanique et électrique du transformateur
Sécurité générale	Inspection des câbles électriques Inspection du système de mise à la terre

Tableau 3 : Principales opérations de maintenance lors de l'inspection des 3 mois
Source : Vestas - Etude d'impact sur la Santé et l'Environnement – 3.0 to 4.2MW Platform – 2017-12-26

Ces opérations de maintenance courante seront répétées lors de l'inspection « 1 an » (avant la première date anniversaire de la date de prise d'effet du contrat multiple de quatre ans, à compter de la date d'approbation du référentiel de contrôle), puis régulièrement selon le calendrier de maintenance, conformément à la règlementation en vigueur (arrêté du 17 décembre 2021 modifiant l'arrêté du 2 novembre 2017 relatif aux modalités de contrôle des installations de production d'électricité).

Les opérations de maintenance supplémentaires sont présentées dans le tableau ci-après.

	Composants	Opérations
Inspection à chaque 1 an de fonctionnement	Moyeu	Vérification de l'état de la fibre de verre Vérification des joints d'étanchéité Vérification de la fonctionnalité des trappes d'accès et de leurs verrous
	Pales	Vérification des tubes de graissage et du bloc de distribution de graisse Vérification du niveau de graisse dans les collecteurs de graisse et remplacement s'ils sont pleins Remplissage du distributeur de graisse
	Système de transfert de courant foudre Moyeu / nacelle	Vérification du câble connectant les bandes anti-foudres Vérification des amortisseurs d'usure Vérification des bandes anti-foudre
	Système d'inclinaison des pales (Vestas Pitch System)	Vérification du bon fonctionnement du système d'inclinaison des pales Vérification de la pression des accumulateurs Vérification de la tension des fixations des accumulateurs Vérification des boulons Vérification des pistons des vérins hydrauliques
	Arbre principal	Vérification et lubrification des roulements principaux tous les 5 ans Vérification de l'ajustement des capteurs RPM Lubrification des boulons de blocage du rotor
	Bras de couple	Vérification des boulons entre le bras de couple et le bâti tous les 4 ans
	Multiplicateur	Vérification et remplacement (si nécessaire) des filtres à air Remplacement des filtres à air tous les 10 ans Remplacement du système de détection de particules tous les 10 ans Vérification des flexibles de drainage. Replacement si nécessaire. Remplacement des flexibles de drainage tous les 10 ans Remplacement des tuyaux tous les 7 ans Inspection des boulons du système d'accouplement entre le multiplicateur et l'arbre principal tous les 4 ans Extraction d'un échantillon d'huile pour analyse
	Système de freinage	Vérification du câblage des capteurs d'usure et de chaleur Remplacement des plaquettes de freins tous les 7 ans
	Générateur	Vérification du bruit des roulements Vérification du système de graissage automatique Vérification su système de refroidissement
	Système de refroidissement par eau	Remplacement du liquide de refroidissement tous les 5 ans
	Système hydraulique	Vérification des niveaux d'huile et remplacement si nécessaire Extraction d'un échantillon d'huile pour analyse Changement d'huile selon les rapports d'analyse Remplacement des filtres (tous les ans, tous les 2 ans ou tous les 4 ans, selon le filtre)

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

Tableau 4 : Opérations de maintenance supplémentaires lors des inspections annuelles
Source : Vestas - Etude d'impact sur la Santé et l'Environnement – 3.0 to 4.2MW Platform – 2017-12-26

4.2.2 Correction

Une maintenance curative pour l'éolienne est prévue dès lors qu'un défaut a été identifié lors d'une analyse ou dès qu'un incident (foudroiement, etc.) a endommagé l'éolienne. Les techniciens de maintenance éolienne se chargent alors de réparer et de remettre en fonctionnement les machines lors des pannes et assurent les reconnexions aux réseaux.

4.3 Intervention en cas d'incident ou d'accident

4.3.1 Moyens internes

Les éoliennes disposent de plusieurs capteurs qui permettent de surveiller et de détecter le cas échéant des situations anormales (détecteur incendie et/ou de température, survitesse, etc.). Les informations remontent vers le centre de télésurveillance qui peut agir en conséquence. Des mises à l'arrêt automatiques existent également pour certains types de risques.

Par ailleurs, des extincteurs adaptés aux risques incendie sont disposés à plusieurs endroits dans chaque éolienne (en pied et haut de mât) et à l'intérieur du poste de livraison.

4.3.2 Moyens externes

Les moyens d'intervention externes reposent sur les services de secours traditionnels (sapeur pompiers, SAMU, etc.). Dans la plupart des cas d'incendie, en l'absence de personnels engagés dans l'éolienne, les services de secours mettront en place un périmètre de sauvegarde autour de l'éolienne.

Pour les autres cas, certaines interventions seront réservées au GRIMP (Groupement Régional d'Intervention en Milieu Périlleux). Un plan de secours sera spécifiquement réalisé en coordination avec le SDIS concerné au plus tard au moment de la mise en service industriel du parc.

Chapitre 5. Conditions de remise en état du site

Comme toute installation de production énergétique, les présentes installations n'ont pas un caractère permanent et définitif.

D'une part, une éolienne est certifiée pour une durée de vie minimale de 20 ans. Toutefois, des opérations de remplacement ou de remise en état des différents éléments peuvent être envisagées pour augmenter la durée de vie des éoliennes.

D'autre part, le turbinier a prévu toute la documentation et la méthodologie nécessaires pour procéder à un démantèlement sûr et respectueux de l'environnement.

Au terme de sa durée de vie, le parc éolien a deux possibilités :

- Le premier scénario repose sur la continuité d'exploitation du site étant donnée sa qualité éolienne. Il s'agit de repowering (renouvellement). Dans ce cas, les machines obsolètes sont remplacées par de nouvelles et le processus de démantèlement fait partie intégrante du projet de repowering ;
- Le second scénario concerne l'arrêt de la production et l'abandon du site. Les estimations du coût du démantèlement d'éoliennes devenues obsolètes montrent que ce coût est inférieur ou équivalent à celui de la valorisation des matières premières contenues sur le parc (acier des tours et autres composants, cuivre ou alu des génératrices et câbles, etc.).

De plus, s'ajouteront les fonds bloqués au moment de la mise en service initial du site en tant que garantie bancaire ou financière de démantèlement donnés à la main du préfet. Dans tous les cas, les ressources financières seront donc suffisantes pour remettre le site en l'état, même si l'exploitant du parc éolien devait rencontrer des difficultés financières.

5.1 Contexte règlementaire

Le démontage est rendu obligatoire depuis la parution de la loi du 3 janvier 2003, relative aux marchés du gaz et de l'électricité et au service public de l'énergie ; puis confirmé par la loi Engagement National pour l'Environnement du 12 juillet 2010.

Il est indiqué que « *l'exploitant d'une installation produisant de l'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent ou, en cas de défaillance, la société mère est responsable de son démantèlement et de la remise en état du site, quel que soit le motif de cessation de l'activité. Dès le début de la production, puis au titre des exercices comptables suivants, l'exploitant ou la société propriétaire constitue les garanties financières nécessaires* ».

La Loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010, portant engagement national pour l'environnement, renforce cette obligation. Elle fixe ainsi dans l'article L.553-3 que « *l'exploitant d'une installation produisant de l'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent ou, en cas de défaillance, la société mère est responsable de son démantèlement et de la remise en état du site, dès qu'il est mis fin à l'exploitation, quel que soit le motif de la cessation de l'activité. Dès le début de la production, puis au titre des exercices comptables suivants, l'exploitant ou la société propriétaire constitue les garanties financières nécessaires* ».

L'arrêté du 26 août 2011 relatif à la remise en état et à la constitution des garanties financières pour les installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent a établi des prescriptions générales pour les opérations de démantèlement et de remise en état d'un site ainsi que des conditions de constitution des garanties financières. Celles-ci ont été modifiées par l'arrêté du 22 juin 2020, notamment par l'article 20 dudit arrêté, par l'arrêté du 10 décembre 2021 (article 19 dudit arrêté), puis par l'arrêté du 11 juillet 2023.

En résumé, les opérations de démantèlement et de remise en état des installations comprennent :

- Le démantèlement des installations de productions d'électricité, postes de livraison ainsi que les câbles dans un rayon de 10 mètres autour des aérogénérateurs et des postes de livraison. Les portions de câbles qui demeurent enterrées sur le site resteront inertes ;
- L'excavation de la totalité des fondations jusqu'à la base de leur semelle, à l'exception des éventuels pieux. Par dérogation, la partie inférieure des fondations peut être maintenue dans le sol sur la base d'une étude adressée au préfet démontrant que le bilan environnemental du décaissement total est défavorable, sans que la profondeur excavée ne puisse être inférieure à 2 mètres dans les terrains à usage forestier au titre du document d'urbanisme opposable et 1 m dans les autres cas. Les fondations excavées sont remplacées par des terres de caractéristiques comparables aux terres en place à proximité de l'installation ;
- La remise en état du site avec le décaissement des aires de grutage et des chemins d'accès sur une profondeur de 40 centimètres et le remplacement par des terres de caractéristiques comparables aux terres à proximité de l'installation, sauf si le propriétaire du terrain sur lequel est sise l'installation souhaite leur maintien en l'état. L'état dans lequel doit être remis le site à son arrêt définitif est déterminé dès l'arrêté d'autorisation ICPE ;
- La réutilisation, le recyclage, la valorisation, ou à défaut l'élimination dans les filières dûment autorisées à cet effet des déchets de démolition et de démantèlement.

A noter que :

« *Au 1er juillet 2022, au minimum 90 % de la masse totale des aérogénérateurs démantelés, fondations incluses, lorsque la totalité des fondations sont excavées, ou 85 % lorsque l'excavation des fondations fait l'objet d'une dérogation (…), doivent être réutilisés ou recyclés.* »

« *Au 1er juillet 2022, au minimum, 35 % de la masse des rotors doivent être réutilisés ou recyclées*. »

5.2 Garanties financières

L'annexe I de l'arrêté du 22 juin 2020, modifiée par l'article 19 de l'arrêté du 10 décembre 2021, puis par l'arrêté du 11 juillet 2023, détermine les modalités de calcul des garanties financières. Le montant initial de la garantie financière d'une installation correspond à la somme du coût unitaire forfaitaire (Cu) de chaque aérogénérateur composant cette installation :

$$M = \sum(Cu)$$

Où :
M : montant initial de la garantie financière d'une installation
Cu : coût unitaire forfaitaire d'un aérogénérateur, calculé selon les dispositions du II de l'annexe I du présent arrêté. Il correspond aux opérations de démantèlement et de remise en état d'un site après exploitation prévues à l'article R. 515-106 du Code de l'environnement.

Le coût unitaire forfaitaire d'un aérogénérateur (Cu) est fixé par les formules suivantes :

- Puissance unitaire installée de l'aérogénérateur inférieure ou égale à 2,0 MW :

$$Cu = 75\,000$$

- Puissance unitaire installée de l'aérogénérateur supérieure à 2,0 MW :

$$Cu = 75\,000 + 25\,000 * (P-2)$$

Où :
Cu : montant initial de la garantie financière d'un aérogénérateur
P : Puissance unitaire installée de l'aérogénérateur, en mégawatt (MW).

Le montant prévisionnel de la garantie financière que devra constituer la société Champ Eolien des Terres de la Madeleine SAS est estimé à 80 000 € par éolienne, soit 160 000 € pour l'intégralité du parc éolien en V110 – 2,2MW [(75.000 + 25.000* (2,2-2)) € x 2 éoliennes].

Remarque : En cas de renouvellement de toute ou partie de l'installation, le montant initial de la garantie financière d'une installation est réactualisé en fonction de la puissance des nouveaux aérogénérateurs. La réactualisation fait l'objet d'un arrêté préfectoral pris dans les formes de l'article L. 181-14 du Code de l'environnement.

Ce montant doit être actualisé tous les 5 ans, par application de la formule suivante, donnée en Annexe II de l'arrêté du 22 juin 2020 :

$$M_n = M \times \left(\frac{Index_n}{Index_0} \times \frac{1+TVA}{1+TVA_0} \right)$$

Où :
M_n est le montant exigible à l'année n.
M est le montant initial de la garantie financière de l'installation.
$Index_n$ est l'indice TP01 en vigueur à la date d'actualisation du montant de la garantie.
$Index_0$ est l'indice TP01 en vigueur au 1er janvier 2011, fixé à 102,1807 calculé sur la base 20.
TVA est le taux de la taxe sur la valeur ajoutée applicable aux travaux de construction à la date d'actualisation de la garantie.
TVA_0 est le taux de la taxe sur la valeur ajoutée au 1er janvier 2011, soit 19,60 %.

5.3 Etapes de démantèlement

Les différentes étapes d'un démantèlement sont les suivantes :

1	Installation du chantier	Mise en place du panneau de chantier, des dispositifs de sécurité, du balisage de chantier autour des éoliennes et de la mobilisation, location et démobilisation de la zone de travail.
2	Découplage du parc	Mise hors tension du parc au niveau des éoliennes ; mise en sécurité des éoliennes par le blocage de leurs pales ; rétablissement du réseau de distribution initial, dans le cas où EDF ne souhaiterait pas conserver ce réseau.
3	Démontage des éoliennes	Procédure inverse au montage. Revente possible sur le marché de l'occasion ou revalorisation recyclage.
4	Démantèlement des fondations	Retrait de la fondation (hors fondations spéciales ou cas dérogatoires)
5	Retrait du poste de livraison	Revente possible sur le marché de l'occasion.
6	Remise en état du site	Retrait des aires de grues, du système de parafoudre enfoui près de chaque éolienne et réaménagement de la piste.

Tableau 5 : Les différentes étapes du démantèlement d'un parc éolien
Source : Vestas - Etude d'impact sur la Santé et l'Environnement – 3.0 to 4.2MW Platform – 2017-12-26

Certains turbiniers, à l'image de la société Vestas, ont souhaité mettre en place un processus de démantèlement bien défini pour leurs éoliennes. Des manuels de recommandations stipulant la procédure de démantèlement existent, par exemple, pour tous les modèles d'éoliennes Vestas.

Ces documents décrivent les principales activités du processus de démantèlement allant du démantèlement de la turbine jusqu'aux préparatifs pour un transport ultérieur. La procédure de démantèlement est prévue avec l'objectif de remettre la turbine en service sur un autre site. Les instructions visent donc à préserver les composants dans un état réutilisable. Par conséquent, aucune instruction n'est donnée pour l'élimination des composants des turbines. Dans le cas où la turbine est vouée à être détruite, des méthodes d'élimination des composants peuvent être utilisées afin de réduire la charge de travail et le temps utilisé pour le processus de démantèlement, mais ces méthodes ne sont pas suggérées ni recommandées dans les documents cités précédemment.

- **Démontage des éoliennes :**

Le démontage des éoliennes est pratiquement l'inverse du montage. Par conséquent, une grue du même gabarit que pour le montage va servir pour démontage des pales, puis du moyeu. La nacelle est ramenée à terre et la tour et démontée section par section.

Dans de bonnes conditions météorologiques, le temps consacré au démantèlement d'une éolienne est estimé à deux jours.

Les éoliennes sont alors évacuées par convoi exceptionnel et recyclées.

- **Démantèlement des fondations**

Les fondations sont excavées jusqu'à la base de leur semelle, à l'exception des éventuels pieux. Par dérogation, la partie inférieure des fondations peut être maintenue dans le sol sur la base d'une étude adressée au préfet démontrant que le bilan environnemental du décaissement total est défavorable, sans que la profondeur excavée ne puisse être inférieure à 2 mètres dans les terrains à usage forestier au titre du document d'urbanisme opposable et 1 m dans les autres cas.

Les fondations excavées sont remplacées par des terres de caractéristiques comparables aux terres en place à proximité de l'installation.

- **Retrait du poste de livraison et déconnexion du réseau électrique**

Le poste de livraison est déconnecté des câbles HTA. Les câbles sont démantelés dans un rayon de 10 mètres autour des aérogénérateurs et des postes de livraison. L'ensemble est transporté hors site pour recyclage.

L'emplacement dans lequel ils étaient en place est remblayé et recouvert de terre végétale, il sera remis à niveau afin de retrouver un relief naturel.

- **Remise en état du site**

L'étape finale du démantèlement est la remise en état du site. Le but de cette phase est de permettre au site de retrouver son apparence et son état initial. Une activité agricole est alors envisageable à nouveau.

Chapitre 6. Nature, origine et volume des eaux utilisées

Le fonctionnement des éoliennes ne nécessite pas d'eau.