

Les périodes de fonctionnement d'une éolienne peuvent être découpées en 4 phases :

- **1,1 à 3 m/s** : un automate, informé par une girouette, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent.
- **Environ 3 m/s** : le vent est suffisant pour générer de l'électricité. L'éolienne peut être couplée au réseau électrique.
- **Supérieur à 3 m/s** : la génératrice délivre un courant électrique alternatif, dont l'intensité varie en fonction de la vitesse du vent.
- **De 13 à 26 m/s** : l'éolienne fournit sa puissance nominale. Cette dernière est maintenue constante grâce à une réduction progressive de la portance des pales. La plage de fonctionnement est dépendante de la puissance nominale de la turbine. L'éolienne délivre une puissance nominale entre -20°C et +40°C.

Dans des conditions climatiques présentant une température inférieure à -20°C, l'éolienne s'arrête. Elle ne redémarre qu'à partir de -18°C.

IV. 2. 3. Gestion des risques et moyens d'intervention

La description des différents systèmes de sécurité de l'installation sera effectuée au stade de l'analyse préliminaire des risques dans le *paragraphe VII. 6* de l'étude de dangers. Seule une présentation des principales dispositions réglementaires en vigueur en matière de sécurité est fournie ci-après.

Le parc éolien de la Foye sera conforme à la réglementation en vigueur concernant les éoliennes terrestres, et notamment aux prescriptions de **l'arrêté ministériel du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020** relatives à la sécurité.

IV. 2. 3. 1. Dispositions constructives

Normes et certifications

Conformément à **l'article 8 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020**, le type d'éolienne implanté sur le parc éolien de la Foye sera conforme aux dispositions de la **norme NF EN 61 400-1** dans sa version de juin 2006 ou **CEI 61 400-1** dans sa version de 2005 ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne.

Cette norme spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes. Elle a pour objet de fournir un niveau de protection approprié contre les dommages causés par tous les risques pendant la durée de vie prévue. Elle concerne tous les sous-systèmes des éoliennes, tels que les mécanismes de commande et de protection, les systèmes électriques internes, les systèmes mécaniques et les structures de soutien.

Par ailleurs, l'exploitant tiendra à disposition de l'Inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée. En outre, l'exploitant tiendra à disposition de l'Inspection des installations classées les justificatifs démontrant que chaque aérogénérateur de l'installation est conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du Code de la construction et de l'habitation.

Les différents types d'éoliennes font l'objet d'évaluations de conformité (tant lors de la conception que lors de la construction), de certifications de type (certifications CE) par un organisme agréé et de déclarations de conformité aux standards et directives applicables. Aussi, les équipements satisferont à la **norme IEC 61 400-22** (avril 2011), relative aux essais de conformité et certification. Cette norme définit les règles et procédures d'un système de certification des éoliennes. Ce système spécifie les règles relatives aux procédures et à la gestion de mise en œuvre de l'évaluation de la conformité d'une éolienne et des parcs éoliens, avec les normes spécifiques et autres exigences techniques en matière de sécurité, de fiabilité, de performance, d'essais et d'interaction avec les réseaux électriques.

Mise à la terre

Comme énoncé dans **l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020**, l'ensemble de l'aérogénérateur est mis à la terre et respecte la **norme IEC 61 400-24** (version de juin 2010). Plusieurs paratonnerres sont installés sur les pales, la nacelle et le mât.

Chaque pale est pourvue d'une pointe en aluminium ou d'un récepteur de foudre de chaque côté de la pointe qui dévie le courant de la foudre par un câble en acier vers le moyeu du rotor. Les opérations de maintenance du système de la mise à la terre incluront un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre. L'exploitant tiendra à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

Installations électriques

En application avec **l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020**, les générateurs sont bien conformes à la Directive Machines du 17 mai 2006. Quant aux installations électriques extérieures aux générateurs (réseau inter-éolien, poste de livraison), elles respecteront les **normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200**. Les installations électriques seront entretenues et maintenues en bon état et seront contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs aux dites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000.

Balisage lumineux

Conformément à **l'article 11 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020**, le balisage lumineux du parc éolien nécessaire à la sécurité pour la navigation aérienne est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 23 avril 2018 (abrogeant l'arrêté du 13 novembre 2009) qui indique que l'ensemble du parc éolien doit être balisé.

Champs magnétiques

Conformément à **l'article 6 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020**, les caractéristiques des machines utilisées sur parc éolien de La Foye permettront d'éviter que les habitations voisines du projet ne soient exposées à un champ magnétique, émanant des éoliennes, supérieur à 100 micro teslas à 50-60Hz. En outre, l'ensemble du réseau électrique enterré est protégé par des gaines limitant la diffusion des ondes.

Des mesures ont été effectuées par le groupe EMITECH, en 2014, sur un parc éolien afin de déterminer le niveau de champ magnétique basse fréquence. Il s'est avéré qu'à une distance de 500 m d'une éolienne, le champ magnétique mesuré était de 0,003 micro teslas. Le niveau maximal qui a été relevé est de 0,093 micro teslas, soit 1 075 fois inférieur à la limite « public ».

A titre de comparaison, la valeur caractéristique de l'intensité du champ magnétique d'un aspirateur à 3 cm est de l'ordre de 200 à 800 micro teslas (*Source : Office fédéral de protection contre les rayonnements, Allemagne*).

IV. 2. 3. 2. Autres dispositions à mettre en œuvre en phase exploitation

Accès aux installations

Les personnes étrangères au site n'auront pas accès à l'intérieur des éoliennes, ces dernières étant fermées à clef tout comme les postes de livraison (cf. **article 13 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020**).

Défense incendie

Conformément aux articles 7, 23 et 24 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, un parc éolien doit mettre en œuvre un dispositif de lutte contre l'incendie, qui comprend :

- Un **système de détection** d'incendie (Figure 144) et d'entrée en survitesse de l'éolienne. Il permet d'alerter à tout moment l'exploitant ou un opérateur désigné en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse. Ces systèmes de détection fixés dans la partie supérieure des armoires électriques et sur le toit de la nacelle se déclenchent lorsqu'un capteur de fumée détecte de la fumée et/ou lorsque le capteur de température détecte un dépassement des seuils de température définis. Ils feront l'objet de vérifications lors des phases de maintenance notamment. ;
- Un **système d'alarme** couplé au système de détection mentionné ci-dessus. Chaque éolienne sera équipée de plusieurs systèmes ;
- Des **moyens de lutte contre l'incendie**. En respect des normes en vigueur, au moins deux extincteurs portatifs à poudre destinés à combattre les débuts d'incendies seront installés au pied du mât et dans la nacelle.
- La **présence d'une voie d'accès carrossable** entretenue permettant l'intervention des services d'incendie et de secours.
- **L'interdiction d'entreposage** à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables.

Le système sera conforme à la réglementation en vigueur.

Rappelons en outre que la majeure partie de l'éolienne est constituée de matériaux non inflammables (mât en acier et fondation en béton, machines, freins, génératrice (...) en métal), et que les seuls composants inflammables sont les pales du rotor et la cabine (matière plastique renforcée de fibres de verre), les câbles et petites pièces électriques, les huiles mécaniques (combustibles mais non inflammables), les tuyaux et autres petites pièces en matière plastique et les accumulateurs.



Figure 14 : Exemples de dispositifs de détection d'arc, de température et de fumée
(Source : SIEMENS Gamesa)

Consignes de sécurité

Le fournisseur des machines s'engagera à mettre en place et porter à connaissance du personnel les consignes de sécurité nécessaires telles que définies dans les articles 14 et 22 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 :

- 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.

Les consignes de sécurité indiqueront également les mesures à mettre en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité dans les situations suivantes : survitesse, conditions de gel, orages, tremblements de terre, haubans rompus ou relâchés, défaillance des freins, balourd du rotor, fixations détendues, défauts de lubrification, tempêtes de sable, incendie ou inondation.

En application avec l'article 17 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, l'exploitant s'engagera également à former son personnel sur les consignes de sécurité du site et sur les risques que présente l'installation, les moyens mis en œuvre pour les éviter et les procédures d'urgence à appliquer.

Un affichage des prescriptions à observer par les tiers doit être visible sur un panneau d'information sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur les postes de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement. Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur et des postes de raccordement ou de livraison doivent être maintenus fermés à clé, afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.

Les agriculteurs exploitants situés dans la zone de portée seront informés des consignes de sécurité et des numéros de services d'urgence à contacter en cas de besoins. Les communes concernées devront prendre en charge la prévention et la sécurité lors de la présence occasionnelle de groupes de personnes (centres de loisirs, groupes scolaires...).

Les équipements de sécurité des éoliennes, tels que les systèmes de contrôle de survitesse, le dispositif d'arrêt d'urgence, le système de protection contre la foudre, les capteurs, etc. font l'objet de vérifications de maintenance particulières selon des protocoles définis par les constructeurs et suivis dans le cadre du système qualité de l'exploitant.



Figure 15 : Panneau d'informations afin de prévenir la population
(Source : NCA Environnement)

Détection de formation de glace

Dans le cas de conditions climatiques extrêmes (fraicheur et humidité importantes), de la glace peut se former sur les pales de l'éolienne.

Afin d'éviter la projection de glace et pour garantir un bon fonctionnement des installations, les constructeurs mettent en place des systèmes de contrôle du givre et ce, conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.

Chaque généralisateur est équipé d'un système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur sera mis à l'arrêt dans un délai maximal de 60 min. L'exploitant définira une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales.

Lorsqu'un référentiel technique, permettant de déterminer que l'importance de la glace formée nécessite l'arrêt de l'aérogénérateur, sera reconnu par le Ministre des installations classées, l'exploitant respectera les règles prévues par ce référentiel.

Des panneaux d'informations sur la possibilité de formation de glace seront également implantés sur les chemins d'accès aux machines.

IV. 2. 4. Organisation des moyens de secours

IV. 2. 4. 1. Moyens d'alerte

En cas d'incident, un système de détection permet d'alerter à tout moment l'opérateur. Ce dernier peut alors transmettre l'information aux services d'urgence compétents les plus proches dans un délai inférieur à 15 minutes. En effet, l'éolienne est équipée d'un grand nombre de capteurs. Par mesure de sécurité, la totalité de ceux pouvant avoir un impact sur l'intégrité structurelle de la turbine sont redondants. Les capteurs concernés sont par exemple les capteurs de température, de vitesse de vent, de vitesse de rotation...

Ainsi, l'exploitation des éoliennes ne fera pas l'objet d'une présence permanente sur site, mis à part lors des opérations de maintenance. Le fonctionnement du parc éolien est entièrement automatisé et contrôlé à distance.

L'exploitation des éoliennes s'effectue grâce à un Automate Programmable Industriel (API) qui analyse en permanence les données en provenance des différents capteurs de l'installation et de l'environnement (conditions météorologiques, vitesse de rotation des pales, production électrique, niveau de pression du réseau hydraulique, etc.) et qui contrôle les commandes en fonction des paramètres.

Sur un moniteur de contrôle placé au niveau des postes électriques de livraison, toutes les données d'exploitation peuvent être affichées et contrôlées, et des fonctions telles que le démarrage, l'arrêt et l'orientation des pales peuvent être commandées.

Les installations sont équipées d'un système de surveillance à distance, SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) qui permet le pilotage à distance à partir des informations fournies par les capteurs. L'entreprise chargée de la maintenance a la tâche de surveiller le SCADA 24 h/24 et de déclencher les interventions nécessaires. Le SCADA constitue un terminal de dialogue entre l'automate et son système d'entrée/sortie, connecté en réseau au niveau des armoires de contrôle placées dans la nacelle et dans le pied de l'éolienne.

Dans le cas d'un dysfonctionnement du système de SCADA central, le contrôle de commande des éoliennes à distance est maintenu puisque ces machines disposent d'un SCADA qui leur est propre. Le seul inconvénient est qu'il faut donner l'information à chacune des éoliennes du parc. Dans le cas d'un dysfonctionnement du système SCADA propre à une éolienne, ce dernier entraîne l'arrêt immédiat de la machine. Ainsi, en cas de défaillance éventuelle du système SCADA de commande à distance, le parc éolien est maintenu sous contrôle soit via le système SCADA propre à la machine, soit par l'arrêt automatique de la machine.

Par ailleurs, le système de contrôle de commande des éoliennes est relié par fibre optique aux différents capteurs en forme d'anneau. **En cas de rupture de la fibre optique** entre deux éoliennes, la transmission peut s'effectuer directement dans le sens inverse et permettre ainsi de garantir une communication continue avec les éoliennes.

Les détections d'anomalie et les points d'alerte sont reliés en temps réel via un système d'alarme sur les téléphones portables du personnel d'astreinte (appel téléphonique généré). Celui-ci peut alors faire intervenir les services compétents dans les meilleurs délais.

Au moment de la mise en service du parc éolien, l'exploitant transmettra au **SDIS des Deux-Sèvres** les informations suivantes : plans des installations, coordonnées du personnel d'astreinte, moyens d'accès.

IV. 2. 4. 2. Moyens d'intervention sur site

Comme indiqué précédemment, des extincteurs adaptés aux feux d'origine électrique seront installés près des transformateurs et dans chaque éolienne. Ces extincteurs pourront notamment être utilisés par les équipes de maintenance si un départ de feu a lieu durant leur présence sur site.

Le personnel intervenant sur le parc éolien et dans les éoliennes plus particulièrement, est formé à l'utilisation des dispositifs de secours et d'évacuation. Lorsqu'une personne non formée à ces dispositifs doit intervenir sur les éoliennes, cette dernière est systématiquement accompagnée par un nombre adéquat de personnes formées.

Les dispositifs d'évacuation sont constitués d'une porte en pied de mât (manœuvrable de l'intérieur) et d'une trappe à l'intérieur de la nacelle.

À l'intérieur du mât, en cas de coupure de courant, un éclairage de sécurité conforme à la réglementation en vigueur sera prévu, afin d'assurer l'évacuation des personnes en cas de besoin.

En cas d'incident, un périmètre de sécurité sera délimité dans un rayon de 500 m de l'éolienne. Les voies d'accès au parc et en pied de chaque éolienne seront utilisables par les services d'incendie et de secours, conformément à **l'article 7 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020**.

IV. 2. 4. 3. Numéros d'urgence et premiers secours

Des panneaux de signalisation rappelant les consignes de sécurité, les numéros d'urgence et les coordonnées du service de maintenance, seront placés sur les voies d'accès au site et à l'entrée des différents équipements (mâts et postes de livraison). Le personnel de maintenance disposera d'un téléphone portable utilisable sur le site en cas de nécessité.

Les numéros utiles pour alerter les secours en cas d'urgence qui seront indiqués sont notamment :

- SDIS 79 (Pompiers) : 18 /112
- SAMU : 15
- Police secours : 17

IV. 2. 5. Opérations de maintenance de l'installation

L'entretien des éoliennes est réalisé par le maître d'ouvrage ou le constructeur, qui disposent de toute l'expertise, des techniciens formés, de la documentation, des outillages et des pièces détachées nécessaires. Il fait l'objet d'un contrat d'une durée de 5 à 15 ans. L'objectif de cet entretien est le maintien en état des éoliennes pour la durée de leur exploitation, soit 20 ans minimum, avec un niveau élevé de performance, de fiabilité et de disponibilité, et dans le respect de la sécurité des intervenants et des riverains.

Le plan d'entretien est rédigé par l'exploitant sur la base des recommandations du constructeur et dans le respect de la réglementation ICPE. Chaque fabricant d'éoliennes construit ses matériels selon les normes européennes en vigueur et respecte en particulier la norme IEC 61 400-1 définissant les besoins pour un plan de maintenance.

Chaque intervention sur les éoliennes ou sur leurs périphériques fait l'objet de l'arrêt du rotor pendant toute la durée des opérations.

Pour ces opérations de maintenance, une équipe de techniciens spécialisés interviendra sur site.

IV. 2. 5. 1. Mise en route

Comme prévu dans **l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020**, avant la mise en service industrielle d'un aérogénérateur, l'exploitant réalisera des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements. Ces essais comprennent :

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

Suivant une périodicité qui ne pourra excéder un an, 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 en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur.

IV. 2. 5. 2. Maintenance préventive

Selon la définition de l'AFNOR, la maintenance préventive est exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits, et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien.

Conformément aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, l'entretien préventif est réalisé au cours de deux visites annuelles au cours desquelles les éléments suivants sont vérifiés :

- État des structures métalliques (tours, brides, pales) et serrage des fixations ;
- Lubrification des éléments tournants, appoints d'huile au niveau des boîtes de vitesse ou groupes hydrauliques ;
- Vérification des éléments de sécurité de l'éolienne, dont l'arrêt d'urgence, la protection contre les survitesses, la détection incendie ;
- Vérification des différents capteurs et automates de régulation ;
- Entretien des équipements de génération électrique ;
- Tâches de maintenance prédictive : surveillance de la qualité des huiles, état vibratoire...
- Propreté générale.

IV. 2. 5. 3. Maintenance prédictive

La maintenance prédictive (ou prévisionnelle) est une maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation d'un bien¹.

Afin d'optimiser les conditions d'exploitation et de réduire les coûts associés à des arrêts de production non programmés, l'exploitant met en place un programme de maintenance prédictive, allant au-delà des prescriptions usuelles du constructeur.

Cette anticipation de pannes est faite par la surveillance des paramètres d'exploitation des éoliennes, tels que les températures des équipements, l'analyse en laboratoire des lubrifiants et l'analyse des signatures vibratoires de certains équipements tournants. Ainsi, lorsqu'un paramètre dévie de sa plage normale de fonctionnement,

l'exploitant déclenche une opération de maintenance ciblée sur le problème détecté, sans qu'une panne n'ait arrêté l'éolienne.

Les opérations de maintenance prédictive concernent les systèmes électriques et mécaniques, le resserrage des fixations, le changement des liquides de lubrification, réglage des paramètres de contrôle, diverses inspections visuelles...

IV. 2. 5. 4. Maintenance corrective

La maintenance corrective est une maintenance exécutée après détection d'une panne, et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise¹.

Tout au long de l'année, des interventions sont déclenchées au besoin en cas de dysfonctionnement ou lorsqu'un équipement tombe en panne (remplacement d'un capteur défaillant...). Le centre de surveillance envoie une équipe de maintenance après l'avoir avertie de la nature de la panne observée et des éléments probables pouvant contribuer à la panne.

IV. 2. 5. 5. Contrôles réglementaires périodiques

S'agissant d'une installation classée, l'exploitant s'assure également de la conformité réglementaire du parc au regard de la sécurité des travailleurs et de l'environnement. Il fait contrôler par un organisme indépendant agréé le maintien en bon état des équipements électriques, des moyens de protection contre l'incendie, des protections individuelles et collectives contre les chutes de hauteur, des moyens de levage, des élévateurs de personnes et des équipements sous pression.

Le matériel de lutte contre l'incendie est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur.

En fin de construction, des essais sont planifiés avant mise en service effective, afin de vérifier les réglages. L'état fonctionnel de ces équipements de mise à l'arrêt sera ensuite testé au minimum une fois par an. Cette opération est intégrée au plan de maintenance du fournisseur des machines.

Par ailleurs, l'exploitant réalisera ou fera réaliser les différents types de contrôle prévus à **l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020** : brides de fixations, brides de mât, fixation des pales, visuel. Ces derniers devront être effectués dans un délai de 3 mois et 1 an après la mise en service, puis au minimum tous les 3 ans.

Un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité sera également planifié tous les ans. Le plan de maintenance intégrera l'ensemble de ces contrôles. Les rapports de contrôle seront tenus à disposition de l'inspection des installations classées.

IV. 2. 6. Stockage, gestion des déchets et flux de produits dangereux

Conformément à **l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020**, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du parc éolien de la Foye, à Saint-Vincent-la-Châtre.

Le fonctionnement d'un parc éolien produit une faible quantité de déchets, principalement issus des opérations de maintenance des équipements. Les déchets générés par cette activité sont de type :

- Huiles usagées (environ 25% du total),
- Chiffons et emballages souillés (environ 30% du total),

¹ Définition issue de la norme NF EN 13306 X 60-319