**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**

**ELECTROTECHNIQUE**

SESSION 2014

ÉPREUVE E4.2

EXPLOITATION D’UN PARC ÉOLIEN

**DOSSIER TECHNIQUE**

**Sommaire**

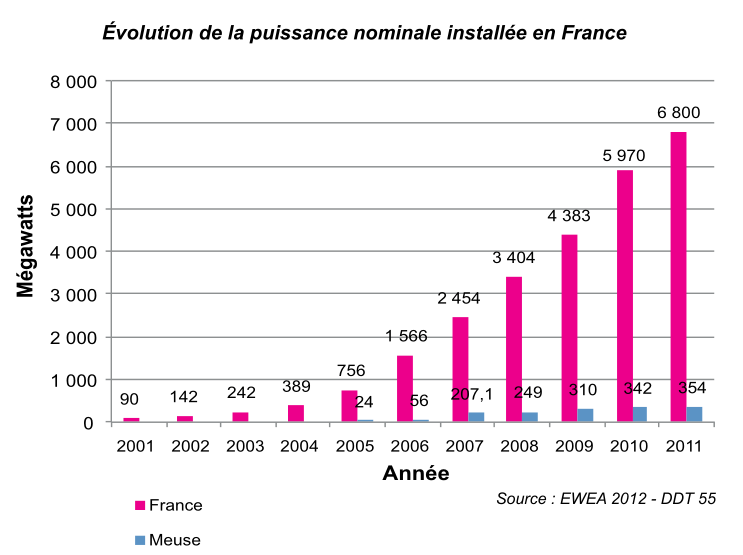
1. **Présentation générale**
2. **Raccordement du parc éolien**
3. **Problématique**
4. **Objectifs**

**IMPLANTATION ET EXPLOITATION D’UN PARC ÉOLIEN**

## Présentation générale

L’amélioration de l’efficacité énergétique et l’exploitation croissante des énergies renouvelables (EnR) constituent les deux axes principaux de la transition énergétique que la France met en œuvre pour faire face à la demande croissante en énergie. Un des objectifs du Grenelle de l’environnement est de porter à 23 % la part des EnR dans la consommation d’énergie finale d’ici à 2020.

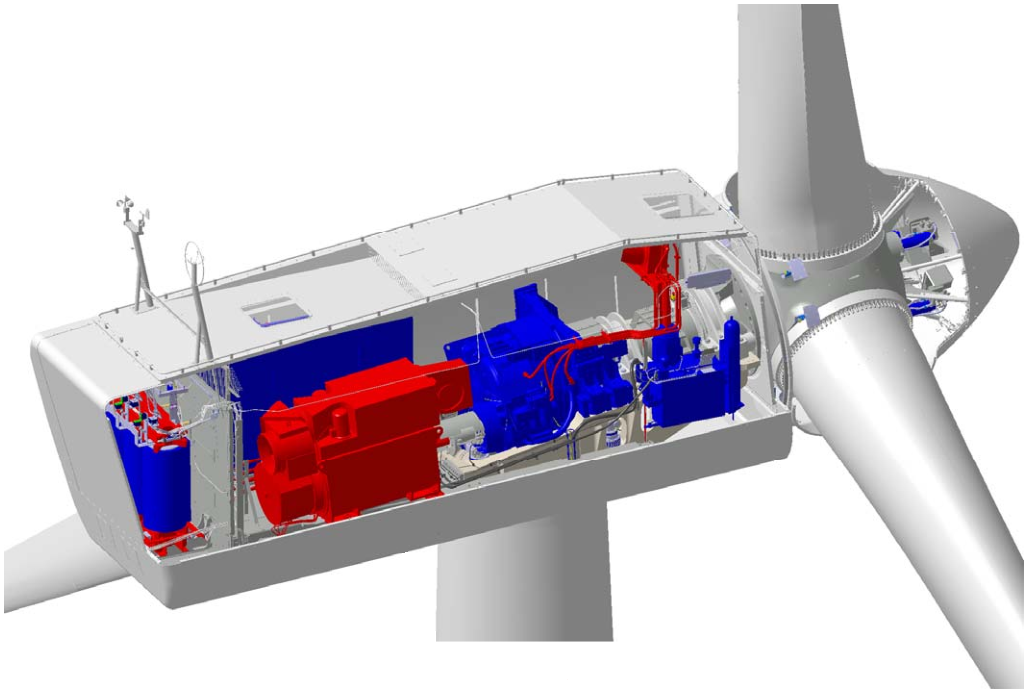
La production d’électricité à partir de l’énergie éolienne, encouragée par la politique énergétique des différents gouvernements, ne cesse de croître depuis ces dix dernières années comme en témoigne le graphique suivant :



Le département de la Meuse présente selon le Schéma Régional Eolien (SRE) de Lorraine des conditions favorables à l’implantation d’éoliennes. **La commune de « Les Souhesmes-Rampont »** fait partie d’une des dix-huit Zones de Développement Eolien (ZDE) de la région, condition nécessaire pour bénéficier des tarifs de l’obligation d’**achat** garantie pendant 15 ans **par le gestionnaire du réseau électrique.** Le prix de rachat est actuellement **fixé à 8,2 centimes d’euros par kWh (8,2 c*€*/kWh)**, il est indexé sur l’inflation.

La société « Iberdrola Renewable » a obtenu le permis de construire autorisant l’implantation d’un parc de six éoliennes sur le site dit de « Rampont ».

Le fonctionnement d’une éolienne se décompose selon les étapes décrites dans le tableau suivant :



1

4

2

2

3

|  |  |
| --- | --- |
| Etapes\* | Remarques |
| **Conversion de l’énergie cinétique du vent en énergie mécanique de rotation** par l’intermédiaire des pales (1) de la turbine. | La plupart des éoliennes possèdent un mécanisme d’orientation des pales (« pitch control ») permettant de modifier la force de portance créée par le vent et donc le couple transmis sur l’arbre. Ce dispositif est utilisé soit pour optimiser le rendement soit pour limiter la puissance convertie lorsque le vent devient trop fort. |
| Adaptation de la vitesse de l’arbre dit lent de la turbine à l’arbre rapide de la génératrice (2). | Les éoliennes de grand diamètre tournent à des vitesses faibles qui nécessitent un multiplicateur mécanique lorsque la génératrice associée est de type asynchrone. Une attaque directe sans multiplicateur est possible avec les génératrices de type synchrone. |
| **Conversion de l’énergie mécanique en énergie électrique** par la génératrice (3). | Les génératrices utilisées sont soit de type synchrone soit de type asynchrone. Des convertisseurs électriques de puissance peuvent être utilisés pour contrôler la vitesse de l’éolienne afin d’optimiser le transfert de puissance. |
| **Adaptation de l’énergie électrique par le transformateur de raccordement au réseau** (4). | Les valeurs efficaces nominales des **tensions entre phases** des génératrices sont généralement de **690V**. Un **transformateur élévateur** est donc nécessaire pour les raccorder au réseau de distribution HTA (20kV). |

\* Les chiffres entre parenthèses correspondent aux annotations du schéma

## Raccordement du parc éolien :

Les six éoliennes du parc de Rampont sont raccordées à un réseau haute tension (HTA) 20 kV relié à un poste source de 63 kV situé à quelques kilomètres du site. Un schéma unifilaire du poste de livraison et de comptage du parc éolien est fourni à la page 5/8. Deux antennes HTA 20 kV permettent le raccordement de trois éoliennes d’une part et des trois autres éoliennes d’autre part (non indiqué sur le schéma).

Chacune des éoliennes dispose en pied de mat d’une cellule HTA pour leur raccordement. Un transformateur BT/HTA (voir ses spécifications techniques page 7/8) situé dans la nacelle permet l’adaptation des tensions entre la génératrice (690 V entre phases) et le réseau HTA.

La page 6/8 de ce dossier présente le schéma de puissance unifilaire de raccordement BT d’une éolienne.

## Problématique

Le parc éolien du site de Rampont est en exploitation depuis maintenant trois ans. Pendant sa phase de conception, l’enjeu principal était d’optimiser l’implantation des éoliennes de manière à assurer un retour sur investissement le plus rapide possible. L’exploitant du site rencontre cependant des difficultés suite à des défauts sur des matériels qui conduisent à l’arrêt de la production électrique d‘une ou de plusieurs éoliennes. Les deux principaux défauts relevés concernent des pannes du relais de surveillance de la cellule haute tension de protection du transformateur HTA/BT et des déclenchements du disjoncteur général basse tension (BT) de chaque éolienne. Afin de réduire les périodes d’indisponibilité de chaque éolienne du parc, l’exploitant a confié une étude à un bureau d’ingénierie électrique. Ce dernier a diagnostiqué deux problèmes : les appareils de protection dont le disjoncteur général BT sont soumis à des températures élevées ; des surtensions sont à l’origine des pannes du relais de surveillance de la cellule haute tension.

La page 8/8 dresse la liste de ces deux types de panne sur une période de 15 mois. Ces arrêts de production représentent pour l’exploitant du site des pertes financières importantes.

## Objectifs

**⮚ Partie 1** Vérifier si le disjoncteur général BT peut fonctionner sous des températures plus élevées que celles pour lequel il a été initialement choisi. Rechercher, le cas échéant, les références d’un nouveau disjoncteur.

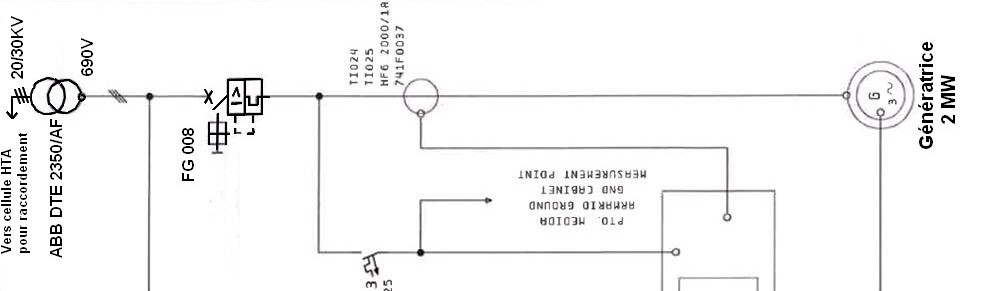
**⮚ Partie 2** Choisir les dispositifs de parafoudres sur le réseau BT de chaque éolienne pour protéger les équipements.

**⮚ Partie 3** Rédiger la fiche de consignation/déconsignation des cellules HTA du filtre passif.

**⮚ Partie 4** Estimer les bénéfices engendrés par les choix de l’exploitant   
du site.



Schéma unifilaire du poste de livraison et de comptage du parc éolien



**Schéma partiel de raccordement de l’éolienne N° 6**



Spécifications techniques du transformateur de distribution

**Précision** : un transformateur étant réversible, le primaire et le secondaire dépendent de l’usage. Par convention, on considère, en sciences physiques, que le transfert d’énergie va du primaire vers le secondaire. Le transformateur de distribution utilisé dans chaque nacelle des éoliennes est élévateur et le sens de l’énergie va de la basse tension (BT) vers la haute tension (HT). Les spécifications techniques du constructeur ABB, indiquées ci-dessus, ne tiennent pas compte de cette convention.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Horodatage des arrêts de l'éolienne n° 6** | | | | |
| Observation sur la période allant du 01/02/2011 au 31/04/2012 | | | | |
|  | **Dates** | **Origine de l’arrêt** | **Jours d’arrêt** | **Jours d’arrêt** | |
| Arrêt | 22/02/2011 16:20:09 | Défaut relais de surveillance | 0,98  Total cumulé : 0,98 |  | |
| Redémarrage | 23/02/2011 15:50:00 |
| Arrêt | 25/02/2011 09:09:06 | Défaut relais de surveillance | 1,07  Total cumulé : 2,05 |  | |
| Redémarrage | 27/02/201 10:45:00 |
| Arrêt | 03/03/2011 17:00:00 | Défaut relais de surveillance | 0,66  Total cumulé: 2,71 |  | |
| Redémarrage | 04/03/2011 08:50:00 |
| Arrêt | 16/03/2011 14:59:30 | Défaut relais de surveillance | 2,81  Total cumulé : 5,52 |  | |
| Redémarrage | 19/03/2011 10:30:00 |
| Arrêt | 15/04/2011 13:08:16 | Défaut relais de surveillance | 1,06  Total cumulé : 6,58 |  | |
| Redémarrage | 16/04/2011 14:30:00 |
| Arrêt | 10/07/2011 06:12:09 | Défaut disjoncteur général |  | 0,34  Total cumulé :0,34 | |
| Redémarrage | 10/07/2011 14:15:00 |
| Arrêt | 18/07/2011 09:25:00 | Défaut disjoncteur général |  | 0,23  Total cumulé :0,57 | |
| Redémarrage | 18/07/2011 15:00:00 |
| Arrêt | 27/07/2011 12:00:00 | Défaut relais de surveillance | 1,16  Total cumulé : 7,74 |  | |
| Redémarrage | 28/07/2011 15:50:00 |
| Arrêt | 27/08/2011 12:00:29 | Défaut relais de surveillance | 2,76  Total cumulé : 10,5 |  | |
| Redémarrage | 30/08/2011 15:30:00 |
| Arrêt | 17/10/2011 11:09:09 | Défaut disjoncteur général |  | 3,07  Total cumulé :3,64 | |
| Redémarrage | 20/10/2011 12:53:00 |
| Arrêt | 26/01/2012 22:00:34 | Défaut relais de surveillance | 0,26  Total cumulé : 10,76 |  | |
| Redémarrage | 27/01/2012 12:45:00 |
| Arrêt | 30/01/2012 06:29:52 | Défaut disjoncteur général |  | 0,61  Total cumulé :4,25 | |
| Redémarrage | 30/01/2012 12:45:00 |
| Arrêt | 23/02/2012 19:55:29 | Défaut relais de surveillance | 1,8  Total cumulé : 12,56 |  | |
| Redémarrage | 25/02/2012 15:07:00 |
| Arrêt | 28/03/2012 18:52:18 | Défaut relais de surveillance | 0,7  Total cumulé : 13,26 |  | |
| Redémarrage | 29/03/2012 11:45:00 |
| Arrêt | 15/04/2012 20:35:00 | Défaut disjoncteur général |  | 1  Total cumulé :5,25 | |
| Redémarrage | 16/04/2012 20:45:00 |