**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**

**ELECTROTECHNIQUE**

SESSION 2014

ÉPREUVE E4.2

***Implantation et exploitation d’un parc éolien***

**CORRIGE**

**PARTIE 1 : Analyse du problème en lien avec le disjoncteur**.

1.1 Identifier le repère de ce disjoncteur :

**Identifier le symbole du disjoncteur sur le dossier réponses puis donner le repère par lecture directe:**

**FG008**

* 1. Collecter les principales grandeurs électriques du transformateur :

Lecture directe du document réponses page 7/8 pour extraire les données utiles.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Grandeurs électriques** | **Repères** | **Valeurs / Unités** |
| Puissance apparente nominale | SrT | **2 350 kVA** |
| Tension primaire nominale entre phase | U1n | **20 000 V** |
| Courant primaire nominal en ligne | I1n | **67,8 A** |
| Courant secondaire nominal en ligne | I2n | **1 966,3 A** |
| Tension de court-circuit | Ukr | **9,83 %** |

* 1. Retrouver, par un calcul sur la copie, la valeur du courant nominal en ligne I2n au secondaire du transformateur élévateur.

La génératrice, source de tension, délivre une tension de 690V entre phases. La valeur de la puissance apparente est donnée dans le tableau ci-avant.



1.4 Compléter le **document réponses** page 2/8 à partir du **dossier ressources** pages 3/10 et 4/10.

Repérer la colonne du disjoncteur *E2B 20 dans le* **dossier ressources** page 3/10*, puis lecture directe de Icu, préciser l’unité en kA. Le courant* ininterrompu assigné à   
40 °C est indiqué dans le texte et reporté dans le

tableau.

Le courant ininterrompu assigné à 55 °C sera lu sur le **dossier ressources** page 4/10. On choisit la ligne pour E2B, E2N ou E2S (E2B/N/S) 20 avec le courant Iu qui est le courant ininterrompu assigné de 2000A. La colonne est choisie par lecture dans le texte, prises verticales, 55° ce qui donne 1800A.

|  |  |
| --- | --- |
| **Grandeurs** | **Valeurs / Unités** |
| Pouvoir de coupure ultime ICU | **42 kA** |
| Courant ininterrompu assigné à 40 °C | **2 000 A** |
| Courant ininterrompu assigné à 55 °C | **1 800 A** |

1.5 Justifier que le disjoncteur avant modification ne convient pas dans les conditions de fonctionnement exigées.

Le courant nominal du transformateur est de 1966 A. C’est également le courant « ininterrompu » qui traverse le disjoncteur. A 55°, le courant ne devrait pas dépasser 1800A et il convient donc de le remplacer (ou de ventiler ?…).

* 1. Compléter le tableau fourni dans le **dossier réponses** page 2/8. Les données collectées permettront de calculer la valeur efficace du courant de court-circuit présumé Ik3max apparaissant aux bornes du disjoncteur. *Ce calcul, question suivante, sera effectué à partir de la norme UTE C 15-500, voir* ***dossier ressources*** *page 2/10.*

Report des données de la question 1.2 plus lecture directe dans le ***dossier ressources*** *page 2/10. Le disjoncteur est inséré entre la génératrice et le transformateur. La génératrice, dans les conditions nominales, impose une tension de 690V entre phases.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Données** | **Repères** | **Valeurs / Unités** |
| Puissance apparente nominale ou puissance assignée du transformateur | SrT | **2 350 kVA** |
| « Tension » de court-circuit du transformateur (sans unité) | Ukr | **9,83/100 sans unité** |
| Facteur de charge à vide | m | **1,05** |
| Facteur de tension | cmax | **1,05** |
| Tension nominale entre phase et neutre | U0 | **400 V** |
| Tension nominale entre phases | Un | **690 V** |

1.7. Calculer puis indiquer sur votre copie la valeur Ik3max.





1.8 Proposer, en la justifiant, une référence ABB Emax d’un disjoncteur capable de répondre aux conditions de fonctionnement exigées.

Il faut s’assurer que le pouvoir de coupure ultime assigné en court circuit Icu doit être supérieur au courant de court-circuit présumé Ik3max. Le courant permanent admissible à 55° sera supérieur à 1966A.

On passe à un disjoncteur de type E3S/H/V 20 avec Iu=2000A. Puis le ***dossier ressources*** *page 2/10 montre que E3S convient avec* .

**ABB E3S 20 (2 000 A)**

**PARTIE 2 : CHOIX ET INSTALLATION DE PARAFOUDRES SUR LE RESEAU BT D’UNE ÉOLIENNE.**

* 1. Le schéma de liaison à la terre (SLT) dans la nacelle est un TN-C, voir le **dossier ressources** page 5/10. Indiquer la tension d’utilisation maximale Uc que devront supporter les parafoudres SPD-A ou SPD-B.

SLT : les masses (carcasses) métalliques sont reliées au neutre de l’installation. Ainsi les parafoudres sont placés entre une phase et le neutre.



* 1. Choisir puis reporter les références des parafoudres sur la page 3/8 du **dossier réponses**. Préciser leurs caractéristiques principales par rapport *aux niveaux d’exigences retenus par le bureau d’étude* (**dossier questionnement** page 3/6). Voir le **dossier ressources** pages 6/10 et 7/10.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Repère du parafoudre** | **Type de parafoudre** | **Références** | **Caractéristiques principales** |
| **SPD-A** | **1** | **DEHNbloc Maxi DBM 1 440 FM**  **961 145** | , |
| On veut  or 35kA |
| On veut  or 2,5kV |
| **contact de télésignalisation** |
| **SPD-B** | **2** | **DEHNgard M TNC 440 FM**  **952308** | , |
| On veut  or 20kA |
| On veut  or 2,0kV |

* 1. Déterminer les calibres et les types des fusibles des déconnecteurs D-A et   
     D-B associés respectivement aux parafoudres SPD-A et SPD-B. Le temps de réponse ta du fusible D-A ne devra pas excéder 200 ms. Reporter les résultats dans le tableau ci-après.

Par lecture directe de la ligne « Fusible amont … » pour D-A et « Protection max. contre les surintensités » pour D-B :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Repère du déconnecteur** | **Calibre maximal des fusibles préconisé par le constructeur** | **Type de fusible** |
| D-A | **500 A** | **gL/gG** |
| D-B | **125 A** | **gL/gG** |

* 1. Choisir des fusibles à couteaux qui seront munis de percuteurs. Ils seront associés aux interrupteurs-sectionneurs choisis à la question suivante. Reporter les données demandées et la référence dans le tableau ci-après.

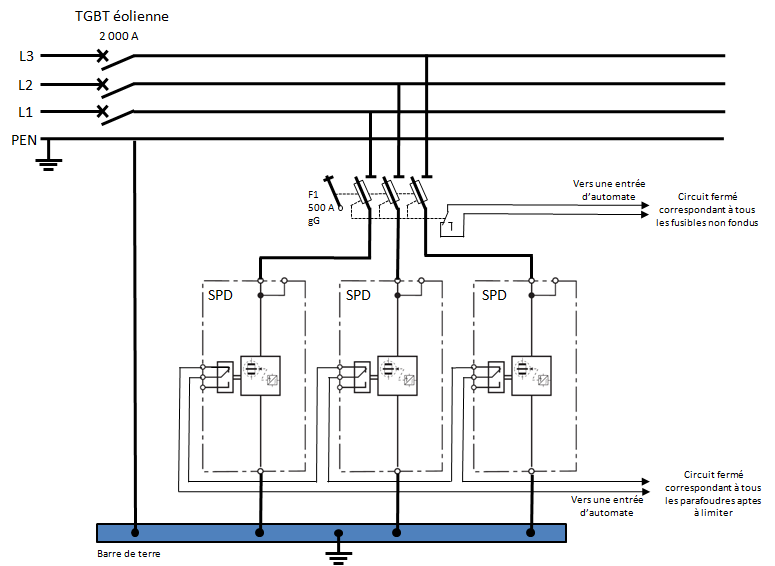
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Repère du déconnecteur** | **Calibre et type** | **Taille** | | **Références** |
| D-A | **500A gG** | **Choix 1 :** | **2** | **6872 0500** |
| **Choix 2 :** | **3** | **6882 0500** |
| **Choix 3 :** | **4** | **6896 0500** |
| D-B | **125A gG** | **Choix 1 :** | **0** | **6852 0125** |
| **Choix 2 :** | **1** | **6862 0125** |
| **Choix 3 :** | **2** | **6872 0125** |

* 1. Choisir les interrupteurs-sectionneurs à fusibles correspondant aux déconnecteurs D-A et D-B ainsi que le contact auxiliaire de signalisation de fusion. Reporter les données demandées et la référence dans le **dossier réponses** page 4/8. Voir le **dossier ressources** pages 9/10 et 10/10.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Repère du déconnecteur** | **Référence**  **Fusible à couteaux** | **Calibre** | **Références du bloc interrupteur-sectionneur pour fusibles** | **Références des contacts auxiliaires de signalisation de fusion des fusibles** |
| D-A | **6882 0500** | **630A** | **GS2 S3** | **GS2 AF63** |
| D-B | **6852 0125** | **160A** | **GS1 LD3** | **GS1 AF33** |

* 1. Compléter le schéma de mise en œuvre du parafoudre SPD-A et de son déconnecteur D-A sur le **dossier réponses** page 4/8. Le choix des contacts, raccordés aux entrées de l’automate, peut être « normalement ouvert (NO) » ou « normalement fermé (NF) ». Vous justifierez votre choix sur votre copie.

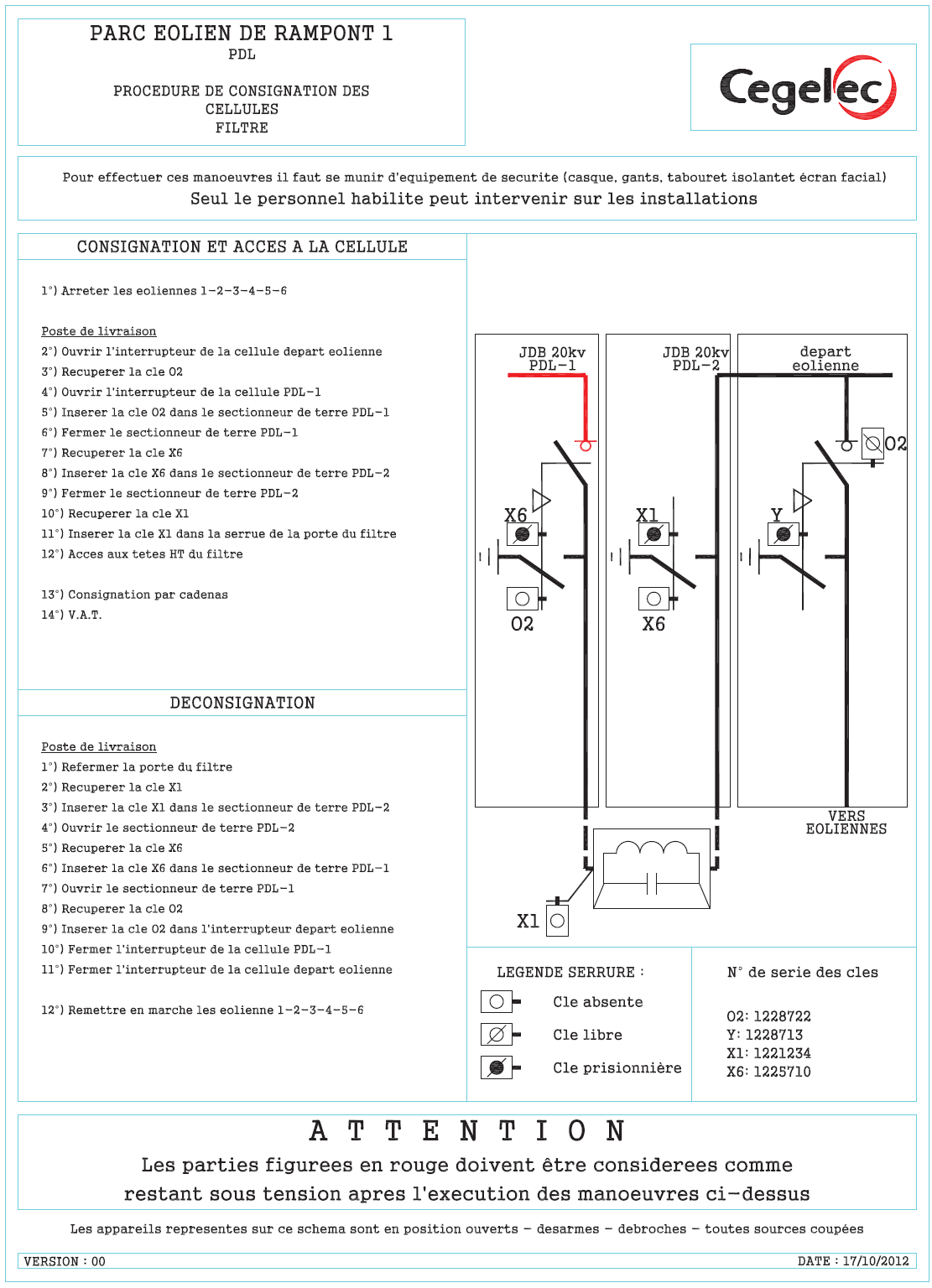
L’information « au moins un des parafoudres a détecté un défaut » peut se réaliser avec trois interrupteurs NO en parallèle (« 1 » est un défaut) ou avec la mise en série de trois interrupteurs NF (« 0 » est un défaut ). Il faut cependant prendre un NF pour les deux types d’information envoyés vers l’automate : un fil mal raccordé à l’automate sera ainsi vu comme un défaut.



**PARTIE 3 : Rédaction d’une fiche de consignation/déconsignation des cellules HTA du filtre bouchon.**

3.1 Rédiger les étapes successives nécessaires à la consignation, puis à la déconsignation des trois cellules PLD-1, PLD-2 et Départ éolienne dans le but de permettre à un technicien de maintenance d’accéder en toute sécurité au filtre passif.

3.2 Définir le titre d’habilitation que devra posséder la personne qui effectue



les opérations de consignation/déconsignation.

**Titre d’habillitation : HC**

3.3 Au cours d’une procédure de consignation, lorsque la séparation et la condamnation sont terminées, définir les opérations qu’il reste à effectuer avant de d’avoir accéder en toute sécurité au filtre passif.

1. **Séparer ;**
2. **Condamner ;**
3. **Identifier ;**
4. **Vérifier** [**l'absence de tension électrique**](http://fr.wikipedia.org/wiki/V%C3%A9rificateur_d%27absence_de_tension)**;**
5. **Mettre à la terre et en** [**court-circuit**](http://fr.wikipedia.org/wiki/Court-circuit)**.**

**PARTIE 4 : Calcul de la rentabilité économique des solutions implantées.**

4.1Compléter le tableau fourni sur le **dossier réponses** page 7/8 afin de déterminer le manque à gagner sur une période de **12** mois à compter du 01 février 2011.

On attend de la rigueur dans l’étude car le **dossier technique** page 8/8 est donné sur 15 mois.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Evaluation des pertes de production annuelles dues aux arrêts de l’éolienne n°6 | | |
| Du 01/02/2011 au 31/01/2012 | | |
| Nombre de jours d’arrêt suite à un défaut du relais de surveillance cellule HTA sur la période observée | 10,76 |  |
| Nombre d’arrêts suite à un défaut du disjoncteur général BT sur la période observée | 4,25 |  |
| Nombre de jours d’arrêt de production de l’éolienne sur la période observée | 15,01 |  |
| Nombre d’heures de non production de l’éolienne sur la période observée | 15,01\*24  360,24 | h |
| Puissance nominale d’une éolienne G90 : Pn | **2** | MW |
| On suppose que l’éolienne fonctionne à 20% de la puissance nominale en moyenne sur une année | **400** | KW |
| Pertes de production sur la période observée | 144 100 | KWh |
| Coût de rachat de l’énergie éolienne produite | **8,2** | *c€ HT/KWh* |
|  |  |  |
| Manque à gagner sur la période du 01/09/2011 au 31/01/2012 | 11 816 | *€ HT/an* |

4.2. Compléter le tableau fourni sur le **dossier réponses** page 8/8 afin de déterminer le coût, sur une période de **12** mois, des interventions du technicien.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Evaluation des coûts d’intervention lors des arrêts de l’éolienne n°6 | | | |
| Du 01/02/2011 au 31/01/2012 | | | |
| **Intervention suite défaut disjoncteur général BT** | Durée (h) | Taux horaire  (*€ HT/h*) | Coût (*€ HT*) |
| Déplacement sur le site (aller/retour) | 1,5 | 76 | 114 |
| Accès à la nacelle et « dépannage » | 1 | 76 |
| Redémarrage de l’éolienne | 0,5 | 38 |
|  |  |  |  |
| Coût d’une intervention (*€ HT*) |  |  | 228 |
| Coût des interventions (*€ HT/an*) sur la période observée |  |  | 1824 |
|  |  |  |  |
| **Intervention suite défaut relais de surveillance** | Durée (h) | Taux horaire  (*€ HT/h*) | Coût (*€ HT*) |
| Déplacement sur le site (aller/retour) | 1,5 | 76 | 114 |
| Arrêt et consignation de l’éolienne | 0,75 | 57 |
| Démontage et remplacement du relais | 1 | 76 |
| Déconsignation de l’éolienne | 0,5 | 38 |
| Redémarrage de l’éolienne | 0,5 | 38 |
|  |  |  |  |
| Coût de l’intervention (*€ HT*) |  |  | 323 |
| Forfait réparation d’un relais (*€ HT*) |  |  | 646 |
| Coût des interventions (*€ HT/an*) sur la période observée |  |  | 3876 |

4.3. Faire une analyse rapide entre le 01 février **2010** et le 31 janvier **2012** des coûts pour justifier, sur votre copie, que l’investissement est « rentabilisé » *au bout d’environ 7 mois.*

Il s’agit d’une étude qualitative. Une étude sur 2 ans montre que le coût des arrêts de production est sensiblement constant:

|  |  |
| --- | --- |
| Observation des pannes entre le | Cout estimé des arrêts de production |
| 01 février 2010 et le 31 janvier 2011 | 18000 *€ hors taxe (HT).* |
| 01 février 2011 et le 31 avril 2012 | 17516*€ hors taxe (HT).* |

En moyenne, on peut considérer que l’on dépense 1500 *€ HT par mois sans procéder aux modifications.*

Le cout de l’investissement se porte à 10 000 *€ HT mais il n’y a plus d’arrêt de la production. Au bout d’environ 7 mois, le gérant a amorti son investissement.*

On peut faire le calcul uniquement avec les observations entre01 février 2010 et le 31 janvier 2011 mais une justification avec cette notion de moyenne sera attendue.