Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

ELECTROTECHNIQUE

ÉPREUVE E.4.2.

ÉTUDE D'UN SYSTÈME TECHNIQUE INDUSTRIEL CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION

SESSION 2014

_____

Durée : 4 heures
Coefficient : 3

_____

Matériel autorisé :

calculatrice à fonctionnement autonome autorisée conformément à la circulaire N 99-186 du 16/11/99. L'usage de tout autre matériel ou document est interdit.

Documents à rendre avec la copie :

- le candidat répondra sur le dossier réponses et les feuilles de copie ;

- le dossier réponses est à rendre agrafé au bas d'une copie.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet comporte **quatre dossiers** :

- le **dossier technique** qui se compose de 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8 ;
- le **dossier questionnement** qui se compose de 6 pages, numérotées de 1/6 à 6/6 ;
- le **dossier réponses** qui se compose de 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8 ;
- le **dossier ressources** qui se compose de 10 pages, numérotées de 1/10 à 10/10.

Il sera tenu compte de la qualité de la rédaction, en particulier pour les réponses aux questions ne nécessitant pas de calcul. Le(la) correcteur(trice) attend des phrases construites respectant la syntaxe de la langue française. ***Chaque réponse sera clairement précédée du numéro de la question à laquelle elle se rapporte****.*

Les notations du texte seront scrupuleusement respectées.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

ELECTROTECHNIQUE

SESSION 2014

ÉPREUVE E4.2

EXPLOITATION D'UN PARC ÉOLIEN

DOSSIER TECHNIQUE

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Sommaire

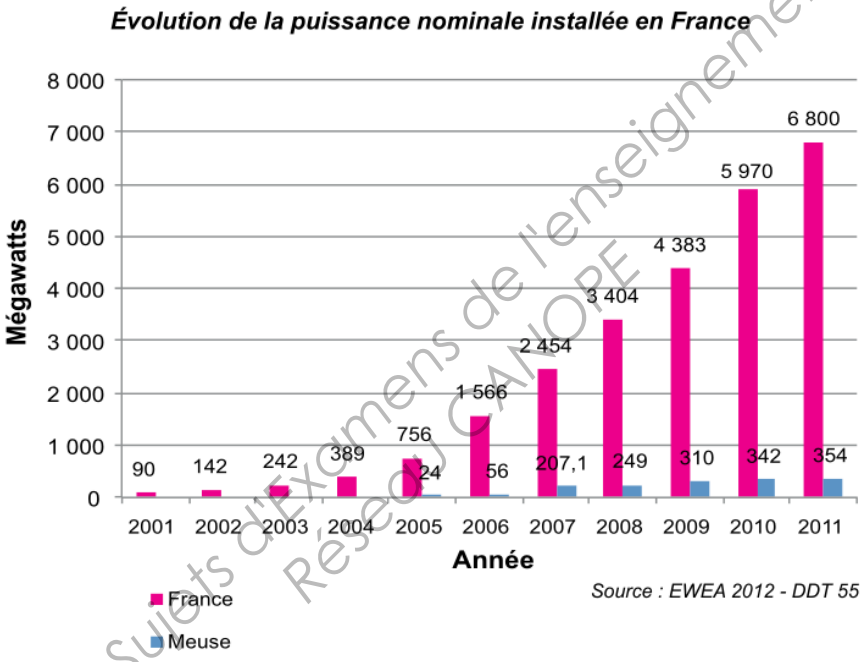
1. **Présentation générale**
2. **Raccordement du parc éolien**
3. **Problématique**
4. **Objectifs**

IMPLANTATION ET EXPLOITATION D'UN PARC ÉOLIEN

1. 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 :

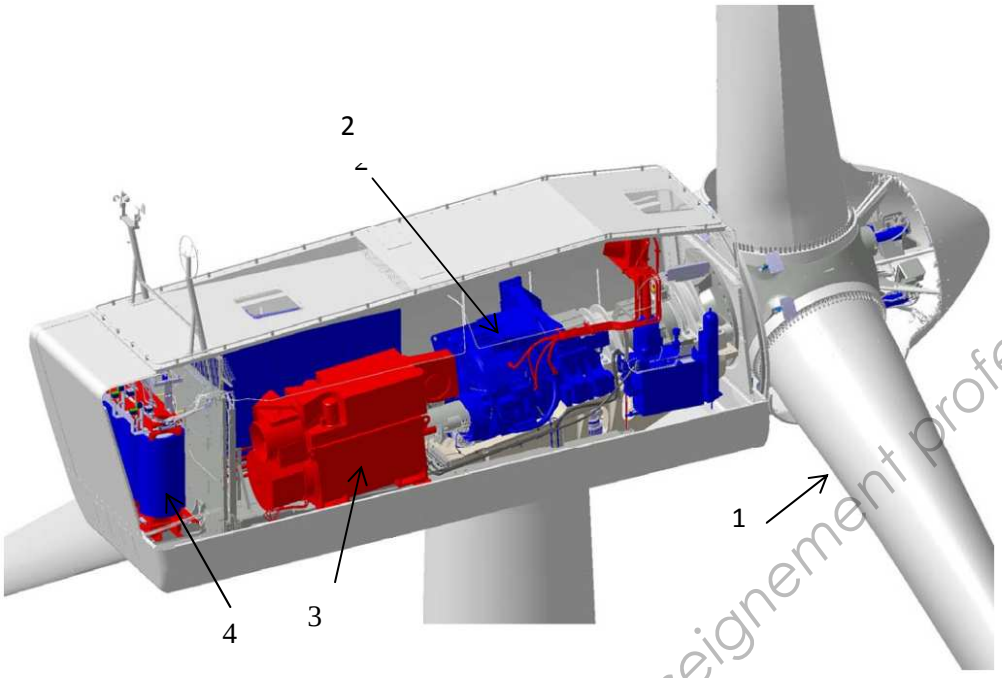


Le département de la Meuse présente selon le Schéma Régional Eolien (SRE) de Lorraine des conditions favorables à l'implantation d'éoliennes. **La commune de « Les Souhesmes-Rampont »** fait partie d'une des dix-huit Zones de Développement Eolien (ZDE) de la région, condition nécessaire pour bénéficier 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 ».

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

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



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

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

2. 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.

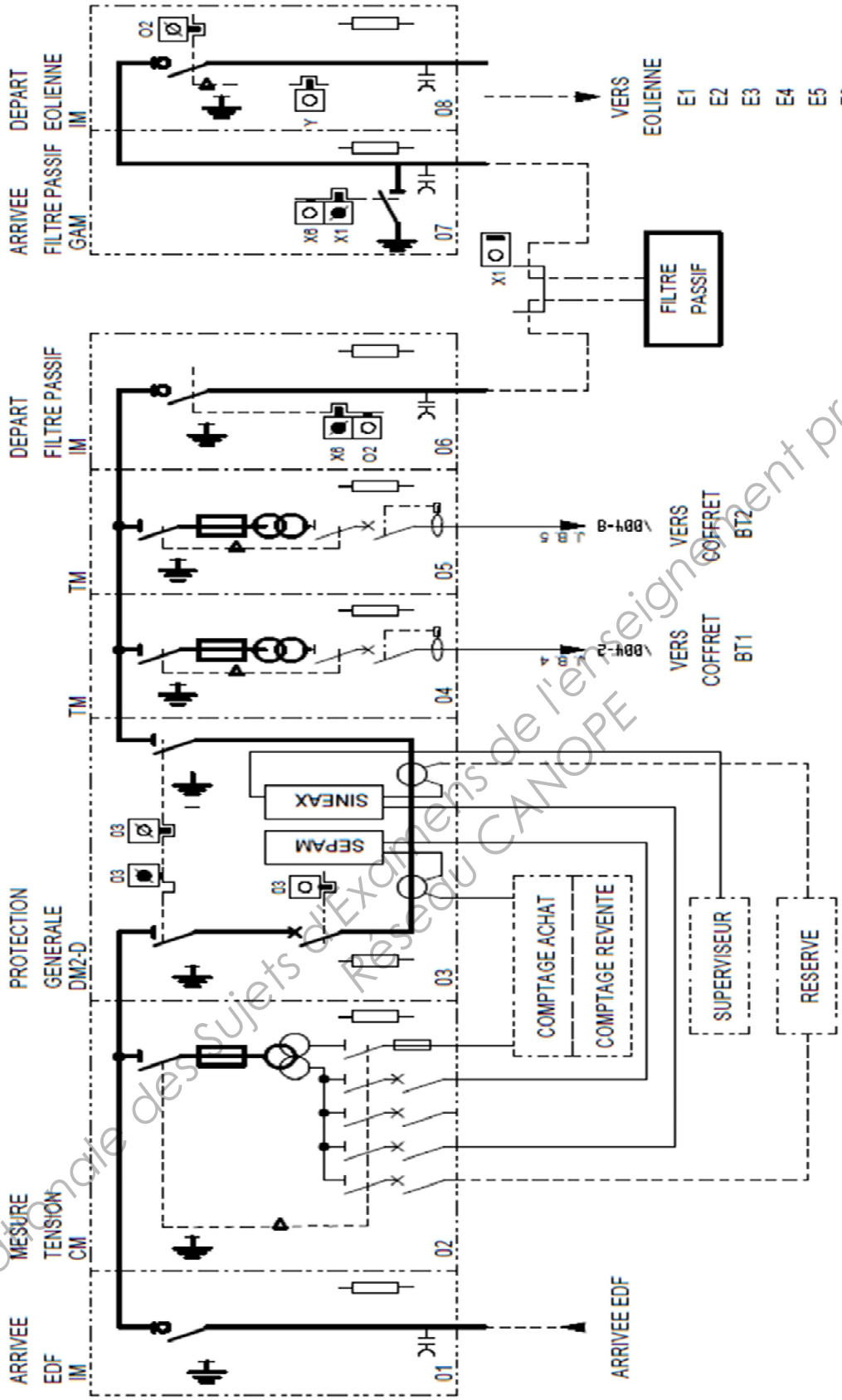
3. Problématique

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.

4. 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.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

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

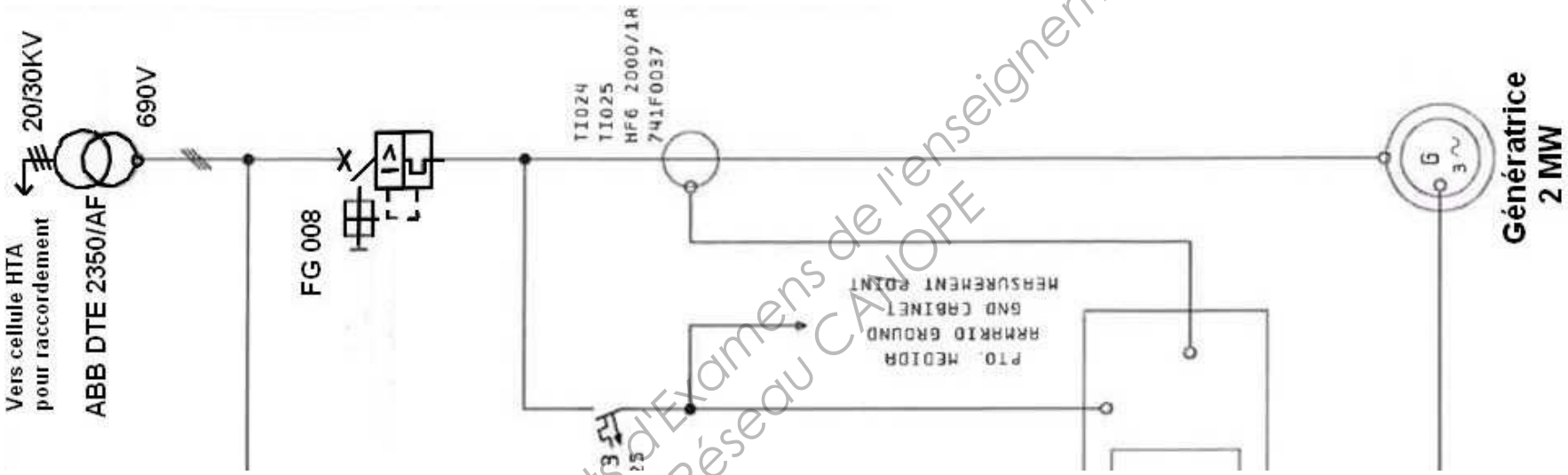


Schéma partiel de raccordement de l'éolienne N°6

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Transformateur de distribution
Spécifications Techniques
ABB – Gamesa Eolica
DTE 2350/AF

Caractéristiques		
Nom du produit		Transformateur de type sec enrobé moulé
Application		Distribution
Pays d'origine		Espagne
Puissance	[kVA]	**2 350**
Tension primaire	[V]	20 000
Courant primaire	[A]	67,8
Tension secondaire à vide	[V]	690
Courant secondaire	[A]	1966,3
Niveau d'isolation au secondaire	[kV]	LI - / AC 3 / Um 1,1
Fréquence	[Hz]	50
Nombre de phases		3
Couplage		Dyn11
Bornes de raccordement (HT/BT)		Par le haut/Par le haut
Température ambiante - Max./Mensuel/moyenne annuelle	℃	40 / 30 / 20
Température d'échauffement moyenne maximum (HT/BT)	[K/K]	100 / 100
Environnement, Climatique, Feu Classe		E2, C1, F1
Classe de température (HT/BT)		F / F
Altitude (a.s.l.)	[m]	<1000
Localisation géographique		Intérieur
Valeurs garanties		
Normes		CEI 60076-11
Tension de court-circuit (ou impédance %)	[%]	9,83 (CEI 60076-11 Tol.)
Perte à vide, Po	[W]	2780 (CEI 60076-11 Tol.)
Pertes en charge à 75	[W]	18700 (CEI 60076-11 Tol.)
Pertes en charge, Pk à 120	[W]	21000 (CEI 60076-11 Tol.)
Niveau de bruit Lwa	[dB]	74
Valeurs préliminaires IP31 (IP00)		
Longueur	[mm]	2690
Largeur	[mm]	1800
Hauteur (approx.)	[mm]	3200
Entraxe entre les galets	[mm]	1080
Poids total	[kg]	4250
Type de design		
Refroidissement		AN
Nature du bobinage côté primaire		Al
Nature du bobinage secondaire		Al
Nature du bobinage (HT/BT)		encapsulé/Imprégné
Caractéristiques standard /Accessoires		
Bornes de terre		
Relais de contrôle température type T119 DIN (livré séparément)		
Sondes de température PTC 130/150℃		
Plaque signalétique standard (Français)		
Galets bi-directionnels		
Régleur hors charge côté primaire		
Documentation (French)		
Enveloppe standard (IP31), RAL7035, Epaisseur: 70 µm, sortie des câbles HT et BT par le haut, cabine équipée de panneaux HT et BT boulonnés conformes C13 100 (sans système de verrouillage, en option sur demande)		

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

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			

Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ELECTROTECHNIQUE

SESSION 2014

ÉPREUVE E4.2

Implantation et exploitation

d'un parc éolien

DOSSIER QUESTIONNEMENT

Le questionnement comporte 4 parties :

- **Partie 1 : Analyse du problème en lien avec le disjoncteur**
- **Partie 2 : Choix et installation de parafoudres sur le réseau BT d'une éolienne**
- **Partie 3 : Rédaction de la fiche de consignation/déconsignation des cellules HTA du filtre passif**
- **Partie 4 : Estimation des bénéfices consécutifs au choix de l'exploitant du site**

Les 4 parties sont indépendantes.

Il est impératif de débuter par la lecture du dossier technique.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

PARTIE 1 : Analyse du problème en lien avec le disjoncteur

On constate de nombreux arrêts de production. Le bureau d'ingénierie a observé que le disjoncteur général BT était placé dans un environnement soumis à des températures élevées. *Il convient de s'intéresser aux conditions de fonctionnement de ce disjoncteur pour procéder éventuellement à son remplacement.*

Chaque éolienne est raccordée au réseau HTA via un transformateur élévateur triphasé ABB DTE 2350/AF. Un disjoncteur ABB Emax est inséré entre la génératrice et le transformateur. La génératrice, dans les conditions nominales, impose une tension de 690V entre phases.

1.1. A partir du schéma fourni dans le **dossier technique** page 6/8, identifier le repère de ce disjoncteur.

1.2. Compléter le tableau fourni dans le **dossier réponses** page 2/8 à partir des indications données dans le **dossier technique** page 7/8.

1.3. Retrouver, par un calcul sur la copie, la valeur du courant nominal en ligne I_{2n} au secondaire du transformateur élévateur.

Le disjoncteur actuel situé entre le transformateur et la génératrice a pour référence ABB Emax E2B. Son courant ininterrompu assigné à 40° a pour valeur 2000 A, voir ***document ressources*** *page 3/10. Il est débrochable sur chariot avec prises arrière verticales.*

Ce disjoncteur est prévu pour fonctionner sans déclassement jusqu'à une température ambiante de 40°C. Un technicien a cependant mesuré des températures voisines de 55°C dans l'armoire où se trouve le disjoncteur.

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

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

Il convient désormais de rechercher une nouvelle référence pour remplacer le disjoncteur existant.

1.6. 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 I_{k3max} 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.*

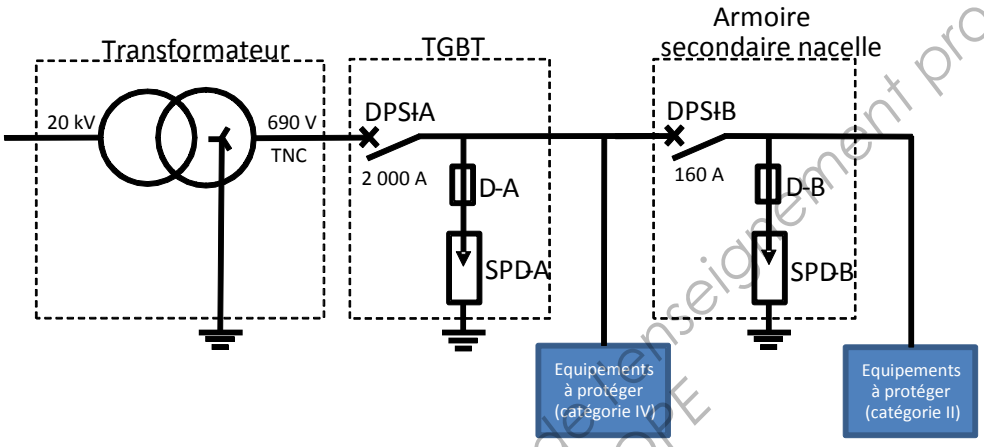
1.7. Calculer puis indiquer sur votre copie la valeur I_{k3max}.

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

Base Nationale de Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

PARTIE 2 : Choix et installation de parafoudres sur le réseau BT d'une éolienne

Des surtensions sont à l'origine des pannes du relais de surveillance de la cellule haute tension. Par ailleurs, la foudre peut endommager l'installation dans la nacelle. Le bureau d'ingénierie électrique a fait l'hypothèse qu'une protection par des parafoudres pourrait régler les deux problèmes. L'étude des risques d'impact a conduit à choisir un parafoudre de type 1 pour le TGBT et un parafoudre de type 2 pour l'armoire secondaire nacelle.



DPSI : Dispositif de Protection contre les SurIntensités
D : Déconnecteur associé au SPD (fusible)
SPD : système de protection contre la foudre (Surge Protection Device)

*Les caractéristiques d'un parafoudre sont indiquées dans **le dossier ressources** page 5/10. **Les niveaux d'exigences retenus** par le bureau d'étude sont les suivants :*

- *le parafoudre SPD-A devra supporter la tension admissible U_c, un courant de choc d'au moins 20kA. Il devra permettre d'assurer un niveau de protection tant que la valeur instantanée de la tension aux bornes du parafoudre restera inférieure à 2000V. Le parafoudre SPD-A sera muni d'un contact de télésignalisation.*

- *le parafoudre SPD-B devra supporter la tension admissible U_c, un courant nominal de décharge supérieur à 15kA. Il devra permettre d'assurer un niveau de protection tant que la valeur instantanée de la tension aux bornes du parafoudre ne sera pas supérieure à 2000V.*

2.1. 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 U_c en régime permanent que devront supporter les parafoudres SPD-A ou SPD-B.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

2.2. 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.

Les déconnecteurs D-A et D-B à choisir se composent respectivement d'un interrupteur-sectionneur et de trois fusibles.

2.3. 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 t_a du fusible D-A ne devra pas excéder 200 ms. Reporter les résultats dans le **dossier réponses** page 3/8. Voir le **dossier ressources** pages 6/10 et 7/10.

2.4. 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 **dossier réponses** page 4/8 en indiquant plusieurs choix possibles si nécessaire. Voir le **dossier ressources** page 8/10.

2.5. 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.

2.6. Compléter le schéma de mise en œuvre du parafoudre SPD-A et de son déconnecteur D-A sur le **dossier réponses** page 5/8. 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.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

PARTIE 3 : Rédaction de la fiche de consignation/déconsignation des cellules HTA du filtre passif

Un technicien a signalé l'absence de procédure claire sur la fiche de consignation/déconsignation pour accéder au filtre passif du poste de livraison HTA. Le bureau d'étude doit établir une nouvelle fiche de consignation/déconsignation des cellules du réseau HTA pour intervenir en sécurité et réduire les temps d'intervention.

3.1. Compléter, sur le **dossier réponses** page 6/8, la fiche de *consignation/déconsignation* des trois cellules PLD-1, PLD-2 et Départ éolienne. Indiquer très clairement par un verbe d'action la manœuvre à effectuer, le repère de l'organe manœuvré ainsi que le repère de la clé utilisée (remarque : le début de chaque procédure est commencé sur le **dossier réponse**s). Voir le **dossier technique** page 5/8.

3.2. Définir le titre d'habilitation que devra posséder la personne qui effectuera ces opérations de consignation/déconsignation. Vous répondrez sur votre copie.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

PARTIE 4 : Estimation des bénéfices consécutifs au choix de l'exploitant du site

Les défauts sur le relais de surveillance et le disjoncteur entraînaient depuis quelques années des arrêts de production et des interventions coûteuses pour l'exploitant du site. Ainsi, le suivi des arrêts de production de l'éolienne n° 6 entre le 01 février 2010 et le 31 janvier 2011 avait permis d'estimer les pertes financières à 18000 *€ hors taxe (HT).*
Le remplacement du disjoncteur général BT et l'implantation de deux parafoudres sur l'éolienne n° 6 se sont déroulées au mois de mai 20 12. Le coût de ces modifications se portait à 10 339 € (HT). Aucun arrêt n'est observé depuis la remise en production. L'exploitant du site souhaite estimer en combien de temps les investissements ont été « rentabilisés ».

Un bilan des arrêts de production de l'éolienne n° 6 durant une période de 15 mois s'étendant du 01 février 2011 au 31 avril 2012 est fourni dans le ***dossier technique*** *page 8/8. Ces arrêts de production ont provoqué des coûts de deux natures : le manque à gagner pour la revente de l'énergie au gestionnaire du réseau électrique et les interventions du technicien à chaque remise en production de l'éolienne.*

4.1. Compléter 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.

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.

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.*

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ELECTROTECHNIQUE

SESSION 2014

ÉPREUVE E4.2

Implantation et exploitation d'un parc éolien

DOSSIER REPONSES

Ce dossier est à rendre agrafé avec une copie

Il contient les documents-réponses à compléter, pour lesquels les repères sont les mêmes que les questions correspondantes au dossier questionnement.

➢ **Partie 1** : Analyse du problème en lien avec le disjoncteur. Page 2/8.

➢ **Partie 2** : Choix et installation de parafoudres sur le réseau BT d'une éolienne. Pages 3/8 à 5/8.

➢ **Partie 3** : Rédaction d'une fiche de consignation/déconsignation des cellules HTA du filtre passif. Page 6/8.

➢ **Partie 4** : Estimer les bénéfices consécutifs au choix de l'exploitant du site. Pages 7/8 à 8/8.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

PARTIE 1 : Analyse du problème en lien avec le disjoncteur

1.2. Compléter le tableau fourni à partir des indications données dans le dossier technique page 7/7.

Grandeurs électriques	Repères	Valeurs / Unités
Puissance apparente nominale	S_{rT}	
Tension primaire nominale entre phase	U_{1n}	
Courant primaire nominal en ligne	I_{1n}	
Courant secondaire nominal en ligne	I_{2n}	
Tension de court-circuit	U_{kr}	

1.4. Compléter le tableau ci-après à partir du **dossier ressources** pages 3/10 et 4/10.

Grandeurs	Valeurs / Unités
Pouvoir de coupure ultime I_{CU}	
Courant ininterrompu assigné à 40 °C	
Courant ininterrompu assigné à 55 °C	

1.6. Compléter le tableau ci-après. Les données collectées permettront de calculer la valeur efficace I_{k3max} au secondaire du transformateur.

Données	Repères	Valeurs / Unités
Puissance apparente nominale ou puissance assignée du transformateur	S_{rT}	
« Tension » de court-circuit du transformateur. (sans unité)	U_{kr}	
Facteur de charge à vide	m	
Facteur de tension	c_{max}	
Tension nominale entre phase et neutre	U_0	
Tension nominale entre phases	U_n	

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

PARTIE 2 : Choix et installation de parafoudres sur le réseau BT d'une éolienne.

2.2. Choisir les références des parafoudres SPD-A et SPD-B, ainsi que leurs caractéristiques principales par rapport aux valeurs souhaitées (dossier questionnement page 3/6) :

Repère du parafoudre	Type de parafoudre	Références	Caractéristiques principales
SPD-A	**1**		
SPD-B	**2**		

2.3. 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 t_a du fusible ne devra pas excéder 200 ms. Reporter vos résultats ci-après :

Repère du déconnecteur	Calibre maximal des fusibles préconisé par le constructeur	Type de fusible
D-A		
D-B		

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

2.4. Choisir des fusibles à couteaux qui seront munis de percuteurs. Ils seront associés aux interrupteurs-sectionneurs choisis à la question suivante. Reporter vos résultats ci-après en indiquant plusieurs choix possibles si nécessaire.

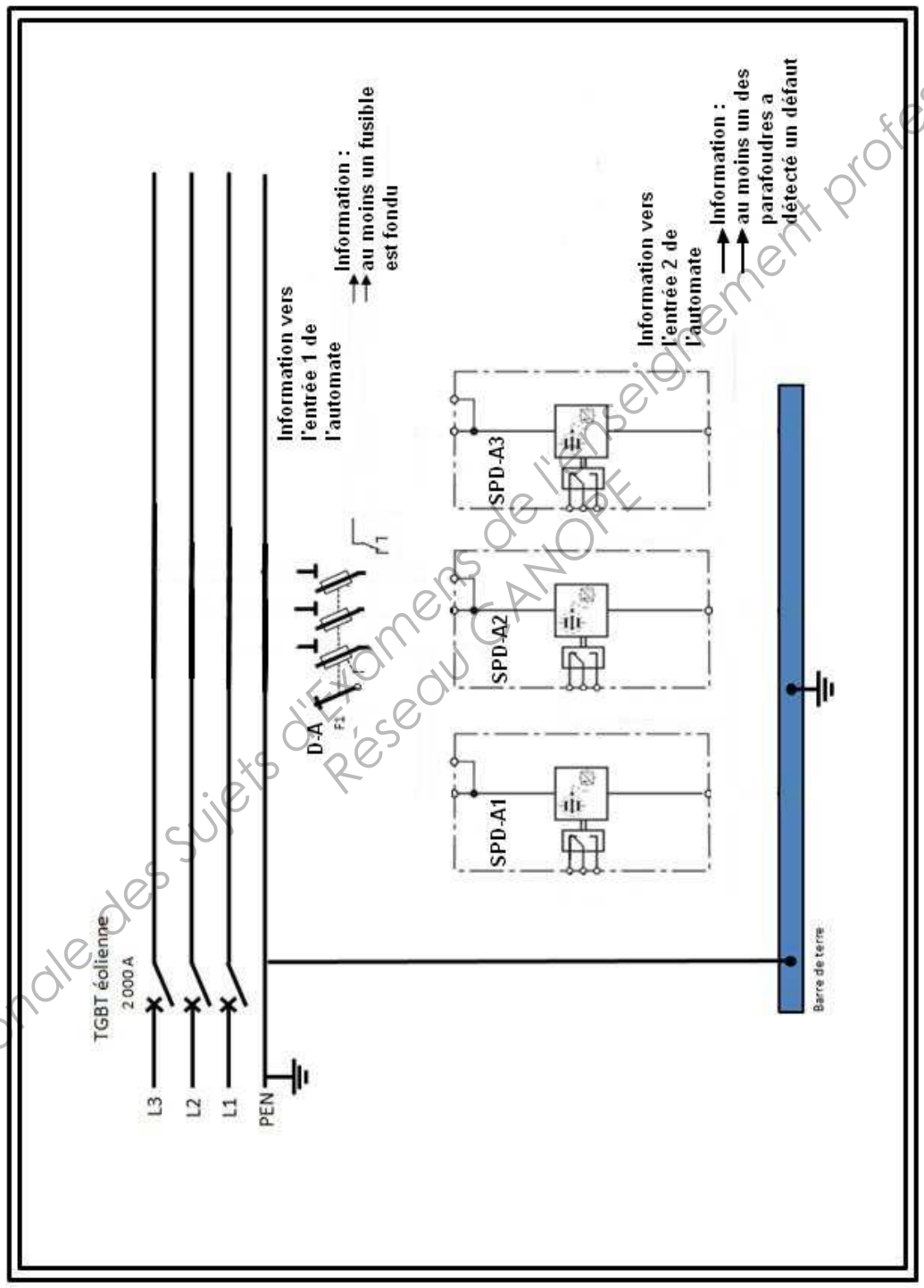
Repère du déconnecteur	Calibre et type	Taille		Références Fusibles à couteaux
D-A		**Choix 1 :**		
		Choix 2 :		
		Choix 3		
D-B		**Choix 1 :**		
		Choix 2 :		
		Choix 3 :		

2.5. Choisir les interrupteurs-sectionneurs à fusibles correspondant aux déconnecteurs D-A et D-B et les contacts auxiliaires de signalisation de fusion. Reporter vos résultats ci-après :

Repère du déconnecteur	Références Fusibles à couteaux	Calibre du bloc interrupteur-sectionneur	Références du bloc interrupteur-sectionneur pour fusibles	Références des contacts auxiliaires de signalisation de fusion des fusibles
D-A				
D-B				

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

2.6. Compléter le schéma ci-après de mise en œuvre du parafoudre SPD-A et de son déconnecteur D-A. Le choix des contacts qui seront envoyés vers les entrées de l'automate peut être « normalement ouvert (NO) » ou « normalement fermé (NF) ». Vous justifierez votre choix (celui indiqué sur le schéma ci-après) sur votre copie.



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

PARTIE 3 : Rédaction d'une fiche de consignation/déconsignation des cellules HTA du filtre passif.

3.1. Compléter la fiche de *consignation/déconsignation* des trois cellules PLD-1, PLD-2 et Départ éolienne. Indiquer très clairement par un verbe d'action la manœuvre à effectuer, le repère de l'organe manœuvré ainsi que le repère de la clé utilisée. Observer que chaque procédure est débuté sur la fiche. Voir le **dossier technique** page 5/7**. filtre bouchon = filtre passif**

PARC EOLIEN DE RAMPONT 1
PDL

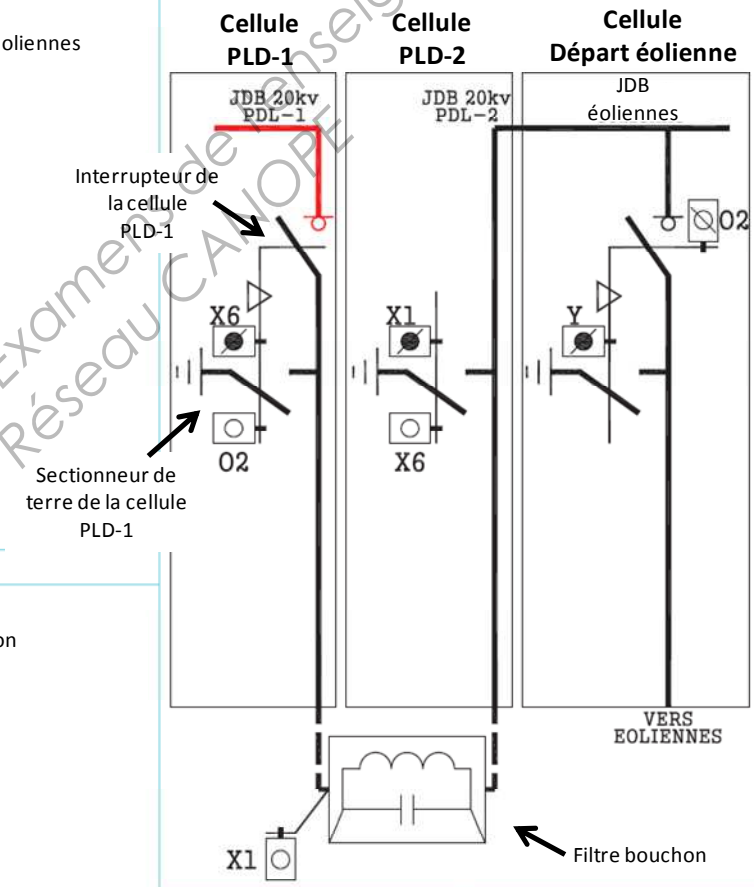
PROCEDURE DE CONSIGNATION DES CELLULES
FILTRE

Cegelec

Pour effectuer ces manoeuvres il faut se munir d'equipement de securite (casque, gants, tabouret isolantet écran facial)
Seul le personnel habilite peut intervenir sur les installations

CONSIGNATION ET ACCES A LA CELLULE

1 - Arrêter les éoliennes 1, 2, 3, 4, 5 et 6
2 - Ouvrir l'interrupteur de la Cellule Départ éoliennes
3 - Récupérer la clé 02
4 - Ouvrir l'interrupteur de la cellule PLD-1
5 - …



DECONSIGNATION

1 – Refermer la porte d'accès au filtre bouchon
2 – Récupérer la clé X1
3 - …

x – Remettre en marche les éoliennes 1, 2, 3, 4, 5 et 6

LEGENDE SERRURE :

- Cle absente
- Cle libre
- Cle prisionnière

N° de serie des cles

02: 1228722
Y: 1228713
X1: 1221234
X6: 1225710

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel Réseau CANOPE

PARTIE 4 : Estimer les bénéfices consécutifs au choix de l'exploitant du site.

4.1. Compléter le tableau ci-après afin de déterminer le manque à gagner sur une période de **12** mois à compter du 01 février 2011.

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		
Nombre d'arrêts suite à un défaut du disjoncteur général BT sur la période observée		
Nombre de jours d'arrêt de production de l'éolienne sur la période observée		
Nombre d'heures de non production de l'éolienne sur la période observée		h
Puissance nominale d'une éolienne G90 : P_n	**2**	MW
On suppose que l'éolienne fonctionne à 20% de la puissance nominale en moyenne sur une année		KW
Pertes de production sur la période observée		KWh
Coût de rachat de l'énergie éolienne produite		*c€ HT/KWh*

Manque à gagner sur la période du 01/09/2011 au 31/01/2012		*€ HT/an*

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

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	
Accès à la nacelle et « dépannage »	1		
Redémarrage de l'éolienne	0,5		
Coût d'une intervention (*€ HT*)			
Coût des interventions (*€ HT/an*) sur la période observée			

Intervention suite défaut relais de surveillance	Durée (h)	Taux horaire (*€ HT/h*)	Coût (*€ HT*)
Déplacement sur le site (aller/retour)	1,5	76	
Arrêt et consignation de l'éolienne	0,75		
Démontage et remplacement du relais	1		
Déconsignation de l'éolienne	0,5		
Redémarrage de l'éolienne	0,5		
Coût de l'intervention (*€ HT*)			
Forfait réparation d'un relais (*€ HT*)			646
Coût des interventions (*€ HT/an*) sur la période observée			

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ELECTROTECHNIQUE

SESSION 2014

ÉPREUVE E4.2

Implantation et exploitation d'un parc éolien

DOSSIER RESSOURCES

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

- **Partie 1** Analyse du problème en lien avec le disjoncteur
  - guide UTE C 15-500 page 2/10
  - Disjoncteur ABB Emax pages 3/10 et 4/10
- **Partie 2** Choix et installation de parafoudres sur le réseau BT d'une éolienne.
  - introduction aux parafoudres page 5/10
  - caractéristiques des parafoudres pages 6/10 et 7/10
  - caractéristiques des fusibles pages 8/10
  - caractéristiques des interrupteurs-sectionneurs page 9/10
  - caractéristiques des contacts auxiliaires page 10/10

INSTALLATIONS ELECTRIQUES A BASSE TENSION

GUIDE PRATIQUE

Détermination des sections des conducteurs et choix des dispositifs de protection

à l'aide de logiciels de calcul

9.1 Courant de court-circuit triphasé maximal

En général, le courant de court-circuit présumé est égal au courant de court-circuit présumé triphasé I_{k3}. Pour un court-circuit triphasé, le courant de court-circuit maximal présumé est celui apparaissant aux bornes du dispositif de protection.

Le courant de court-circuit triphasé I_{k3max} est égal à :

$$I_{k3\,max} = \frac{c_{max} \cdot m \cdot U_0}{Z_T} \quad \text{(kA)}$$

Impédance d'un transformateur

$$Z_T = \frac{(m \cdot U_n)^2}{S_{rT}} \cdot \frac{U_{kr}}{100} \quad (\text{m}\Omega)$$

S_{rT}	Puissance assignée du transformateur, (kVA)
U_0	Tension nominale de l'installation entre phase et neutre, [V]
U_{kr}	Tension de court-circuit (%) du transformateur,
U_n	Tension nominale de l'installation entre phases, [V]
c	Facteur de tension
m	Facteur de charge à vide

NOTE - *m* est pris égal à 1,05 quelle que soit la source (transformateur ou générateur).

Les indications ci-dessus sont rappelées pour une meilleure lisibilité :

S_{rT} **U_0** **U_{kr}** **U_n** **c** **m=1,05**

Tension

Le paramètre de référence est la tension nominale phase-neutre $U_0 = U_n / \sqrt{3}$, multipliée par le facteur c.

Le facteur c est introduit pour prendre en compte les variations de tension, lesquelles sont fonction du temps, de l'emplacement, des changements de réglage des transformateurs et d'autres considérations. Les valeurs de c correspondent aux conditions les plus sévères de l'installation à basse tension, telles que données dans le tableau 1.

Le facteur c n'est pas destiné à prendre en compte les défauts impédants, le présent guide traitant des défauts francs.

Tension nominale	Facteur de tension c	
	c_{max}	c_{min}
100 V à 1000 V	1,05	0,95

Tableau 1 – Facteur de tension (c)

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel Réseau CANOPE

ABB

Emax

Disjoncteurs à construction ouverte de basse tension

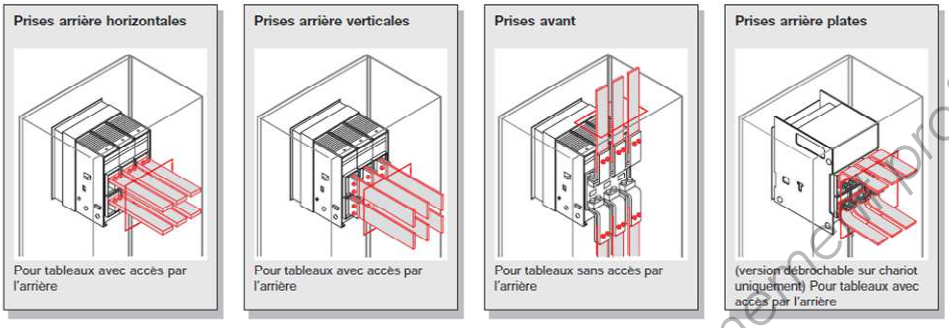
		E1		E2			E3					E4		
Niveaux de performance		B	N	B	N	S	L	N	S	H	V	L	S	H	V
Courants: courant ininterrompu assigné (à 40 °C) Iu	[A]	800	800	1600	1000	800	1250	2500	1000	800	800	2000	4000	3200	3200
	[A] (1)	1000	1000	2000	1250	1000	1600	3200	1250	1000	1250	2500		4000	4000
	[A]	1250	1250		1600	1250			1600	1250	1600				
	[A]	1600	1600		2000	1600			2000	1600	2000				
	[A]					2000			2500	2000	2500				
	[A]								3200	2500	3200				
	[A]									3200					
Courant admissible dans pole neutre pour disj. tétrapolaires [%Iu]		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	50	50	50
Pouvoir de coupure ultime assigné en court-circuit Icu															
220/230/380/400/415 V ~	[kA]	42	50	42	65	85	130	65	75	100	130	130	75	100	150
440 V ~	[kA]	42	50	42	65	85	110	65	75	100	130	110	75	100	150
500/525 V ~	[kA]	42	50	42	55	65	85	65	75	100	100	85	75	100	130
660/690 V ~	[kA]	42	50	42	55	65	85	65	75	85 (5)	100	85	75	85 (5)	100
Pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit Ics															
220/230/380/400/415 V ~	[kA]	42	50	42	65	85	130	65	75	85	100	130	75	100	150
440 V ~	[kA]	42	50	42	65	85	110	65	75	85	100	110	75	100	150
500/525 V ~	[kA]	42	50	42	55	65	85	65	75	85	85	65	75	100	130
660/690 V ~	[kA]	42	50	42	55	65	65	65	75	85	85	65	75	85	100
Courant de courte durée admissible assigné Icw (1s)	[kA]	42	50	42	55	65	10	65	75	75	85	15	75	100	100
(3s)	[kA]	36	36	42	42	50	–	65	65	65	65	–	75	75	75
Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit (valeur de crête) Icm															
220/230/380/400/415 V ~	[kA]	88.2	105	88.2	143	187	286	143	165	220	286	286	165	220	330
440 V ~	[kA]	88.2	105	88.2	143	187	242	143	165	220	286	242	165	220	330
500/525 V ~	[kA]	88.2	105	88.2	121	143	187	143	165	220	220	187	165	220	286
660/690 V ~	[kA]	88.2	105	88.2	121	143	187	143	165	187	220	187	165	187	220
Catégorie d'emploi (selon IEC 60947-2)		B	B	B	B	B	A	B	B	B	B	A	B	B	B
Aptitude au sectionnement (selon IEC 60947-2)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Protection à maximum de courant															
Déclencheurs électroniques pour applications en AC		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Temps de manœuvre															
Durée de fermeture (maxi)	[ms]	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Durée de coupure pour I<Icw (maxi) (1)	[ms]	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Durée de coupure pour I>Icw (maxi)	[ms]	30	30	30	30	30	12	30	30	30	30	12	30	30	30
Dimensions d'encombrement															
Fixe: H = 418 mm - P = 302 mm L (3/4 poles)	[mm]	296/386			296/386					404/530			566/656		
Débroch. s/ char.: H = 461 mm - P = 396,5 mm L (3/4 poles)	[mm]	324/414			324/414					432/558			594/684		
Poids (disjoncteur avec déclencheurs et capteurs de courant, accessoires exclus)															
Fixe 3/4 poles	[kg]	45/54	45/54	50/61	50/61	50/61	52/63	66/80	66/80	66/80	66/80	72/83	97/117	97/117	97/117
Débrochable sur chariot 3/4 poles (partie fixe incluse)	[kg]	70/82	70/82	78/93	78/93	78/93	80/95	104/125	104/125	104/125	104/125	110/127	147/165	147/165	147/165

Base Nationale de Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

1- Caractéristiques des disjoncteurs Emax

Raccordement des circuits principaux du disjoncteur

exemples de configurations sur le choix des prises de raccordement entre le disjoncteur et le jeu de barres d'arrivée et entre le disjoncteur et le jeu de barres de distribution.



Installation dans les tableaux

Courant admissible permanent des disjoncteurs installés dans un tableau ayant les dimensions suivantes 2300x800x900 (HxLxP). Ces valeurs se rapportent à des appareils en version débrochable sur chariot

Type	Iu [A]	Prises verticales: Courant permanent admissible [A] 35°C	45°C	55°C	Section barres [mm²]	Prises horizontales et avant: Courant permanent admissible [A] 35°C	45°C	55°C	Section barres [mm²]
E1B/N 08	800	800	800	800	1x(60x10)	800	800	800	1x(60x10)
E1B/N 10	1000	1000	1000	1000	1x(80x10)	1000	1000	1000	2x(60x8)
E1B/N 12	1250	1250	1250	1250	1x(80x10)	1250	1250	1200	2x(60x8)
E1B/N 16	1600	1600	1600	1500	2x(60x10)	1550	1450	1350	2x(60x10)
E2S 08	800	800	800	800	1x(60x10)	800	800	800	1x(60x10)
E2N/S 10	1000	1000	1000	1000	1x(60x10)	1000	1000	1000	1x(60x10)
E2N/S 12	1250	1250	1250	1250	1x(60x10)	1250	1250	1250	1x(60x10)
E2B/N/S 16	1600	1600	1600	1600	2x(60x10)	1600	1600	1530	2x(60x10)
E2B/N/S 20	2000	2000	2000	1800	3x(60x10)	2000	2000	1750	3x(60x10)
E2L 12	1250	1250	1250	1250	1x(60x10)	1250	1250	1250	1x(60x10)
E2L 16	1600	1600	1600	1500	2x(60x10)	1600	1500	1400	2x(60x10)
E3H/V 08	800	800	800	800	1x(60x10)	800	800	800	1x(60x10)
E3S/H 10	1000	1000	1000	1000	1x(60x10)	1000	1000	1000	1x(60x10)
E3S/H/V 12	1250	1250	1250	1250	1x(60x10)	1250	1250	1250	1x(60x10)
E3S/H/V 16	1600	1600	1600	1600	1x(100x10)	1600	1600	1600	1x(100x10)
E3S/H/V 20	2000	2000	2000	2000	2x(100x10)	2000	2000	2000	2x(100x10)
E3N/S/H/V 25	2500	2500	2500	2500	2x(100x10)	2500	2450	2400	2x(100x10)
E3N/S/H/V 32	3200	3200	3100	2800	3x(100x10)	3000	2880	2650	3x(100x10)
E3L 20	2000	2000	2000	2000	2x(100x10)	2000	2000	1970	2x(100x10)
E3L 25	2500	2500	2390	2250	2x(100x10)	2375	2270	2100	2x(100x10)
E4H/V 32	3200	3200	3200	3200	3x(100x10)	3200	3150	3000	3x(100x10)
E4S/H/V 40	4000	4000	3980	3500	4x(100x10)	3600	3510	3150	6x(60x10)
E6V 32	3200	3200	3200	3200	3x(100x10)	3200	3200	3200	3x(100x10)
E6H/V 40	4000	4000	4000	4000	4x(100x10)	4000	4000	4000	4x(100x10)
E6H/V 50	5000	5000	4850	4600	6x(100x10)	4850	4510	4250	6x(100x10)
E6H/V 63	6300	6000	5700	5250	7x(100x10)	-	-	-	-

2-Déclassement des disjoncteurs Emax en fonction de la température

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Définitions et caractéristiques principales d'un parafoudre

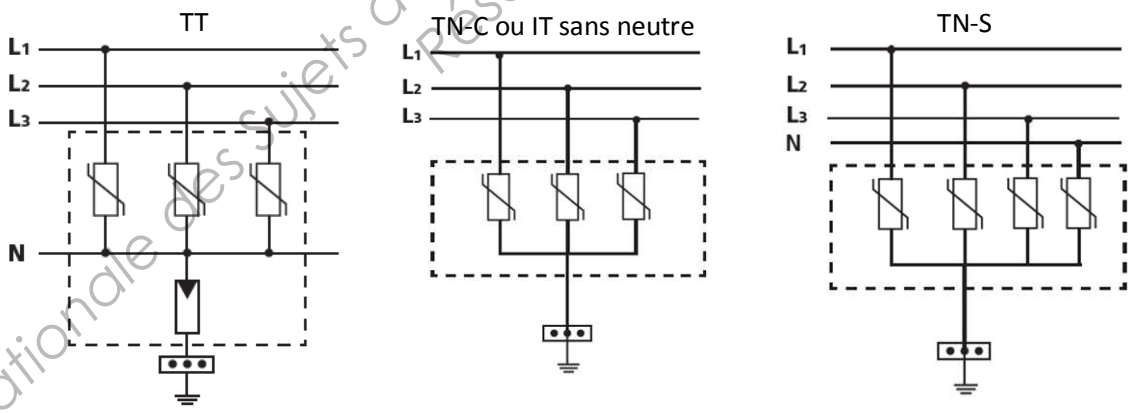
Définition :
Le sigle représentant un parafoudre est SPD (Surge Protection Device).
Les parafoudres sont destinés à limiter le niveau des surtensions à un niveau admissible par le matériel électrique.
Le niveau de tenue aux chocs est défini par la coordination de l'isolement, norme CEI 664-1.
Un parafoudre est conçu en fonction de :
- La configuration de l'installation (capacité à dissiper l'énergie).
- La tenue aux chocs des équipements à protéger (capacité à écrêter la surtension).

Caractéristiques d'un parafoudre
Le parafoudre se caractérise par sa tension admissible $\mathbf{U_c}$, son pouvoir de décharge $\mathbf{I_{imp}}$, $\mathbf{I_{max}}$ et $\mathbf{I_n}$, ainsi que son niveau de protection $\mathbf{U_p}$.

Pour un parafoudre de type 1 :
• $\mathbf{U_c}$: Tension d'utilisation maximale en régime permanent. Valeur efficace maximale qui peut être appliquée entre Phase et PE.
• $\mathbf{U_p}$: Niveau de protection. Plus haute valeur instantanée de tension aux bornes du parafoudre : c'est la tension maximale aux bornes du parafoudre lorsqu'il est passant (courant égale à $\mathbf{I_n}$).
Le niveau de protection $\mathbf{U_p}$ doit être choisi inférieur à la tenue en surtension des charges.
• $\mathbf{I_{imp}}$ (10/350 µs) : Courant de choc ou de foudre (décharge maximal en onde de type 10/350 µs)
• $\mathbf{t_A}$: Temps de réponse.

Caractéristiques supplémentaires pour un parafoudre de type 2 :
• $\mathbf{I_{max}}$ (8/20 µs) : Courant maximal de décharge, valeur crête du courant de choc que le parafoudre peut écouler sans dommage.
• $\mathbf{I_n}$ (8/20 µs) : Courant nominal de décharge, valeur crête du courant de choc pour lequel le parafoudre est dimensionné.

Structures internes des parafoudres



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

DEHNbloc Maxi 1 440 (FM)

Parafoudres coordonnés – Type 1



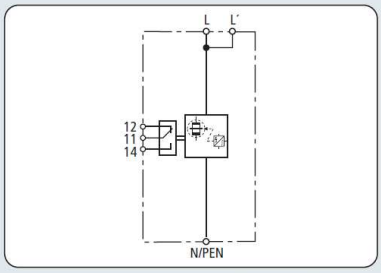
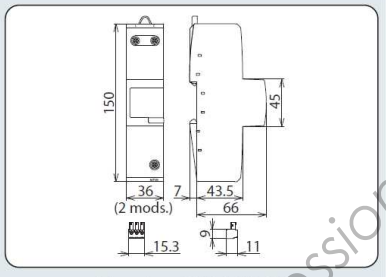


Schéma de principe du circuit DBM 1 440 FM



Dimensions DBM 1 440 FM

- **Éclateur à air encapsulé sans soufflage d'arc**
- **Continuité de service accrue des installations grâce à la technologie de limitation du courant de suite « RADAX-Flow »**
- **Directement coordonné avec les parafoudres DEHNguard sans nécessiter de longueur de câble ou d'inductance supplémentaire**

Parafoudre coordonné unipolaire avec forte limitation du courant de suite pour U_C = 440 V

Type	DBM 1 440	DBM 1 440 FM
Référence	961 140	961 145
SPD selon NF EN 61643-11	Type 1	Type 1
SPD selon CEI 61643-1/-11	Classe 1	Classe 1
Tension d'utilisation permanente max AC (U_C)	440 V	440 V
Courant de foudre (10/350) (I_{imp})	35 kA	35 kA
Énergie spécifique (W/R)	306,25 kJ/ohm	306,25 kJ/ohm
Courant nominal de décharge (8/20) (I_n)	35 kA	35 kA
Niveau de protection (U_P)	≤ 2,5 kV	≤ 2,5 kV
Capacité d'extinction du courant de suite AC (I_{fi})	50 kA_{eff}	50 kA_{eff}
Limitation du courant de suite/sélectivité	Non déclenchement d'un fusible 35 A gL/gG jusqu'à 50 kA_{eff} (présumé)	
Temps de réponse (t_A)	≤ 100 ns	≤ 100 ns
Fusible amont max. (L) jusqu'à I_K = 50 kA_{eff} (t_a ≤ 0,2 s)	500 A gL/gG	500 A gL/gG
Fusible amont max. (L) jusqu'à I_K = 50 kA_{eff} (t_a ≤ 5 s)	250 A gL/gG	250 A gL/gG
Fusible amont max. (L - L')	125 A gL/gG	125 A gL/gG
Surtension temporaire (U_T)	690 V/5 s	690 V/5 s
Caractéristique de la surtension temporaire	Résistance	Résistance
Température d'utilisation (câblage en parallèle) (T_{UP})	- 40° C... + 80° C	- 40° C... + 80° C
Température d'utilisation (câblage en V) (T_{US})	- 40° C... + 60° C	- 40° C... + 60° C
Indication de fonctionnement/de défaut	vert/rouge	vert/rouge
Nombre de ports	1	1
Section de raccordement (L, L', N/PEN) (min.)	10 mm^2 rigide/brins souples	10 mm^2 rigide/brins souples
Section de raccordement (L, N/PEN) (max.)	50 mm^2 multi-brins/35 mm^2 brins souples	50 mm^2 multi-brins/35 mm^2 brins souples
Section de raccordement (L') (max.)	35 mm^2 multi-brins/25 mm^2 brins souples	35 mm^2 multi-brins/25 mm^2 brins souples
Montage sur	Rail DIN 35 mm selon EN 60715	Rail DIN 35 mm selon EN 60715
Matériau de l'enveloppe	Thermoplastique, couleur rouge, UL 94 V-0	Thermoplastique, couleur rouge, UL 94 V-0
Prévu pour le montage	à l'intérieur	à l'intérieur
Indice de protection	IP 20	IP 20
Encombrement	2 modules, DIN 43880	2 modules, DIN 43880
Certifications	UL, CSA	UL, CSA
Contacts de télésignalisation/Type de contact	—	Inverseur
Capacité de commutation AC	—	250 V/0,5 A
Capacité de commutation DC	—	250 V/0,1 A ; 125 V/0,2 A ; 75 V/0,5 A
Section de raccordement pour bornes de télésignalisation	—	max. 1,5 mm^2 rigide/brins souples
Caractéristiques techniques supplémentaires :	**Utilisation dans des tableaux de distribution présentant des court-circuits présumés > 50 kA_{eff} (testé et controlé par VDE)**	
– Courant de court-circuit présumé max.	100 kA_{eff} (220 kA_{peak})	100 kA_{eff} (220 kA_{peak})
– Limitation/Extinction de courants de suite	jusqu'à 100 kA_{eff} (220 kA_{peak})	jusqu'à 100 kA_{eff} (220 kA_{peak})
– Fusible amont max. (L) jusqu'à I_K = 100 kA_{eff} (ta ≤ 0,2 s)	500 A gL/gG	500 A gL/gG
– Fusible amont max. (L) jusqu'à I_K = 100 kA_{eff} (ta ≤ 5 s)	250 A gL/gG	250 A gL/gG

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Extrait des caractéristiques de deux parafoudres :

DG M TNC FM

- Version multipolaire monobloc comprenant une embase et des modules de protection débrochables.
- Capacité d'écoulement élevée grâce à des varistances à oxyde de zinc/éclateurs à air performants.
- Fiabilité élevée grâce à la surveillance « Thermo-Dynamic-Control » du parafoudre.



Illustration sans engagement

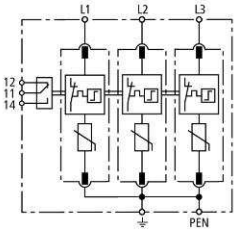
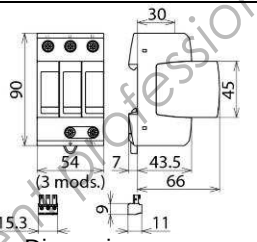


Schéma de principe du circuit DG M TNC FM



Dimensions

Parafoudre modulaire pour système TN-C ; avec contact sec de télésignalisation

Type **Référence**	**DG M TNC 385 FM** **952 319**
SPD selon EN, NF EN 61643-11	Type 2
SPD selon CEI, 61643-1/-11	Classe II
Tension nominale AC (Un)	230v/400v
Tension d'utilisation permanente max AC (Uc)	385 V
Courant nominal de décharge (8/20) (In)	20 kA
Courant maximal de décharge (8/20) (Imax)	40 kA
Niveau de protection (Up)	≤ 1,75 kV
Niveau de protection avec 5kA (Up)	≤ 1,35 kV
Temps de réponse (t_A)	≤ 25ns
Protection max contre les surintensités	125 A gL/gG
Tenue aux courts-circuits avec protection max	25kA $_{eff}$
Surtension temporaire (U_t)	385 V/ 5s

Type **Référence**	**DG M TNC 440 FM** **952 308**
SPD selon EN, NF EN 61643-11	Type 2
SPD selon CEI, 61643-1/-11	Classe II
Tension nominale AC (Un)	400v/690v
Tension d'utilisation permanente max AC (Uc)	440 V
Courant nominal de décharge (8/20) (In)	20 kA
Courant maximal de décharge (8/20) (Imax)	40 kA
Niveau de protection (Up)	≤ 2kV
Niveau de protection avec 5kA (Up)	≤ 1,7 kV
Temps de réponse (t_A)	≤ 25ns
Protection max contre les surintensités	125 A gL/gG
Tenue aux courts-circuits avec protection max	25kA $_{eff}$
Surtension temporaire (U_t)	680 V/ 5s

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Fusibles à couteaux de type gG

Taille	*000/00C* *Sans percuteur (par multiple de 3) **(1)***		*00* *Sans percuteur (par multiple de 3)*		*0* *Sans percuteur (par multiple de 3)*		*0* *Avec percuteur (par multiple de 3)*		1 Sans percuteur (par multiple de 3)		1 Avec percuteur (par multiple de 3)	
Calibre (A)	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence
6	500	6600 0006										
10	500	6600 0010										
16	500	6600 0016			500	6702 0016						
20	500	6600 0020			500	6702 0020						
25	500	6600 0025			500	6702 0025						
32	500	6600 0032			500	6702 0032	690	6852 0032				
40	500	6600 0040			500	6702 0040	690	6852 0040				
50	500	6600 0050			500	6702 0050	690	6852 0050				
63	500	6600 0063			500	6702 0063	690	6852 0063	500	6712 0063		
80	500	6600 0080			500	6702 0080	690	6852 0080	500	6712 0080	690	6862 0080
100	500	6600 0100			500	6702 0100	690	6852 0100	500	6712 0100	690	6862 0100
125			500	6692 0125	500	6702 0125	500	6852 0125	500	6712 0125	690	6862 0125
160			500	6692 0160	500	6702 0160	500	6852 0160	500	6712 0160	690	6862 0160
200					500	6702 0200	500	6852 0200	500	6712 0200	690	6862 0200
250									500	6712 0250	500	6862 0250
315									400	6712 0315	500	6862 0315

Fusibles à couteaux de type gG

Taille	*2* *Sans percuteur (par multiple de 3)*		*2* *Avec percuteur (par multiple de 3)*		*3* *Sans percuteur* (à l'unité) **(1)**		*3* *avec percuteur* (à l'unité)		4 Sans percuteur (à l'unité)		4 Avec percuteur (à l'unité)	
Calibre (A)	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence
100	500	6722 0100										
125	500	6722 0125	690	6872 0125								
160	500	6722 0160	690	6872 0160								
200	500	6722 0200	690	6872 0200								
250	500	6722 0250	690	6872 0250								
315	500	6722 0315	690	6872 0315	500	6732 0315	690	6882 0315	500	6746 0315	500	6896 0315
400	500	6722 0400	500	6872 0400	500	6732 0400	690	6882 0400	500	6746 0400	500	6896 0400
500	500	6722 0500	500	6872 0500	500	6732 0500	690	6882 0500	500	6746 0500	500	6896 0500
630					500	6732 0630	500	6882 0630	500	6746 0630	500	6896 0630
800					500	6732 0800			500	6746 0800	500	6896 0800
900									500	6746 0900	500	6896 0900
1000									500	6746 1000	500	6896 1000
1250									500	6746 1250	500	6896 1250

Précision, voir **(1)** : les fusibles sont vendus à l'unité ou par quantité de trois

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement Professionnel
Réseau CANOPE



GS1 DDB3



GS2 GB3

Blocs interrupteurs-sectionneurs pour fusibles BS

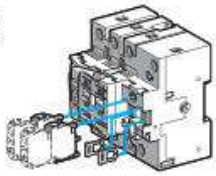
Calibre de l'interrupteur	Taille des fusibles	Nombre de pôles	Référence	Masse
A				kg
Pour commande extérieure frontale et latérale droite ou gauche				
Pour commande directe frontale				
32	A1	3	GS1 DDB3	0,500
		3 + Nc *(1)*	GS1 DDB4	0,540
Pour commande extérieure frontale et latérale droite *(2)*				
32	A1	3	GS2 DB3	0,800
		4	GS2 DB4	1,000
63	A2-A3	3	GS2 GB3	1,000
		4	GS2 GB4	1,300
100	A4 Ø ≤ 31 mm	3	GS2 JB3	1,500
		4	GS2 JB4	2,000
160	A4	3	GS2 LLB3	1,800
		4	GS2 LLB4	2,300
	B1-B2	3	GS2 LB3	1,800
		4	GS2 LB4	2,300
200	B1-B2	3	GS2 MMB3	3,200
		4	GS2 MMB4	4,500
250	B1...B3	3	GS2 NB3	3,200
		4	GS2 NB4	4,500
315	B1...B3	3	GS2 PPB3	4,800
		4	GS2 PPB4	6,100
400	B1...B4	3	GS2 QQB3	4,800
		4	GS2 QQB4	6,100
630	C1-C2	3	GS2 SB3 *(2)*	16,000
		4	GS2 SB4 *(2)*	20,000
800	C1...C3	3	GS2 TB3 *(2)*	17,000
		4	GS2 TB4 *(2)*	21,500
1250	D1	3	GS2 VB3 *(2)*	25,000
		4	GS2 VB4 *(2)*	30,000

(1) Nc : neutre coupé.
(2) Les interrupteurs-sectionneurs de calibre 630, 800 et 1250 A peuvent aussi être équipés d'une commande directe frontale.

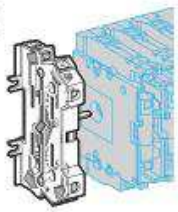
Les fusibles cylindriques sont repérés par diamètre x hauteur (exemple 10 x 38). Les fusibles à couteaux sont repérés par leur taille (Taille 0, par exemple).

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

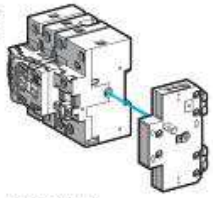
CONSTITUANTS DE PROTECTION
Interrupteurs-sectionneurs à fusibles NF C de 32 A à 1250 A, TeSys GS
Contacts auxiliaires



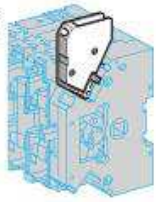
GS1 AM1●●



GS1 AN●●●



GS1 AM●11



GS1 AM●

Contacts auxiliaires de précoupure et/ou de signalisation des positions O, I et Test *(1) (2) (3)*

Calibre de l'interrupteur A	Type de contact	Type de commande	Référence	Masse kg
32…1250	1 "F"	Extérieure, frontale ou latérale *(4)*	GS1 AM110	0,200
	1 "O"	Extérieure, frontale ou latérale *(4)*	GS1 AM101	0,200

Contacts auxiliaires de signalisation des positions O, I et Test *(3) (5)*

Calibre de l'interrupteur A	Type de contact	Type de commande	Référence	Masse kg
Contacts de signalisation des positions O et I				
50…1250	1 "O" + 1 "F"	Extérieure, frontale ou latérale droite Directe	GS1 AN11	0,132
		Extérieure, latérale gauche	GS1 AN11G	0,131
	2 "O" + 2 "F"	Extérieure, frontale ou latérale droite Directe	GS1 AN22	0,238
		Extérieure, latérale gauche	GS1 AN22G	0,252
Contacts de signalisation des positions O, I et Test *(3)*				
50…400	1 "O" + 1 "F"	Extérieure frontale	GS1 ANT11	0,153
	2 "O" + 2 "F"	Extérieure frontale	GS1 ANT22	0,258

Contacts auxiliaires de précoupure et de signalisation des positions O et I

Calibre de l'interrupteur A	Type de contact	Type de commande	Référence	Masse kg
32	1 "OF"	Directe frontale	GS1 AM111	0,080
	2 "OF"	Directe frontale	GS1 AM211	0,080
50…400	1 "OF"	Directe latérale droite	GS1 AM1	0,023
	2 "OF"	Directe latérale droite	GS1 AM2	0,035

Contacts auxiliaires de signalisation de fusion des fusibles NF C et DIN *(6)*

Type de contact	Calibre de l'interrupteur A	Taille des fusibles	Nombre de pôles	Référence	Masse kg
1* "OF"	50	14 x 51	3 ou 4	GS1 AF1	0,025
	100 et 125	22 x 58	3	GS1 AF23	0,033
			4	GS1 AF24	0,037
	160	Taille 0	3	GS1 AF33	0,036
			4	GS1 AF34	0,030
	250 et 400	Taille 1 et taille 2	3	GS1 AF43	0,038
			4	GS1 AF44	0,032
	630	Taille 3	3	GS2 AF63	0,046
			4	GS2 AF64	0,100
	1250	Taille 4	3	GS2 AF73	0,080
			4	GS2 AF74	0,045
2* "OF"	50…1250	–	3 ou 4	GS1 AF	0,015

(1) Pour les interrupteurs-sectionneurs de calibre 32 A, ces contacts auxiliaires permettent la précoupure et la signalisation des positions O et I ; la signalisation des positions O et I ; la signalisation des positions O et I et Test ; la signalisation de la position Test.
Pour les interrupteurs-sectionneurs de calibres 50 à 400 A, ils permettent la précoupure ; la signalisation des positions O et I ; la signalisation des positions O et I et Test ; la signalisation de la position Test.
Pour les interrupteurs-sectionneurs de calibre 630 à 1250n A, ils permettent la précoupure et la signalisation des positions O et I.

(2) Nombre maximal de contacts auxiliaires : 4 jusqu'à 160 A puis 8 jusqu'à 1250 A.

(3) La position Test permet de tester les circuits de commande, sans enclencher la puissance.

(4) Ces contacts auxiliaires peuvent également être utilisés avec les interrupteurs-sectionneurs de calibre 630, 800 et 1250 A équipés d'une commande directe frontale.

(5) Additifs réversibles transformant 1 « O » en « F » et vice versa.

(6) Pour cartouches fusibles à percuteur (les fusibles BS n'existent pas avec percuteur).

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.