

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2022
ÉPREUVE E4

**Pré-étude de l'installation électrique
du télésiège SERRE DOUMENGE
à la station de ski de PEYRAGUDES**

Éléments de correction

Avertissement : la correction sur Santorin est une correction partagée.

Chaque enseignant doit corriger uniquement les questions qui concernent sa matière.

Vous trouverez sur ce corrigé, un code couleur pour distinguer les matières des questions :

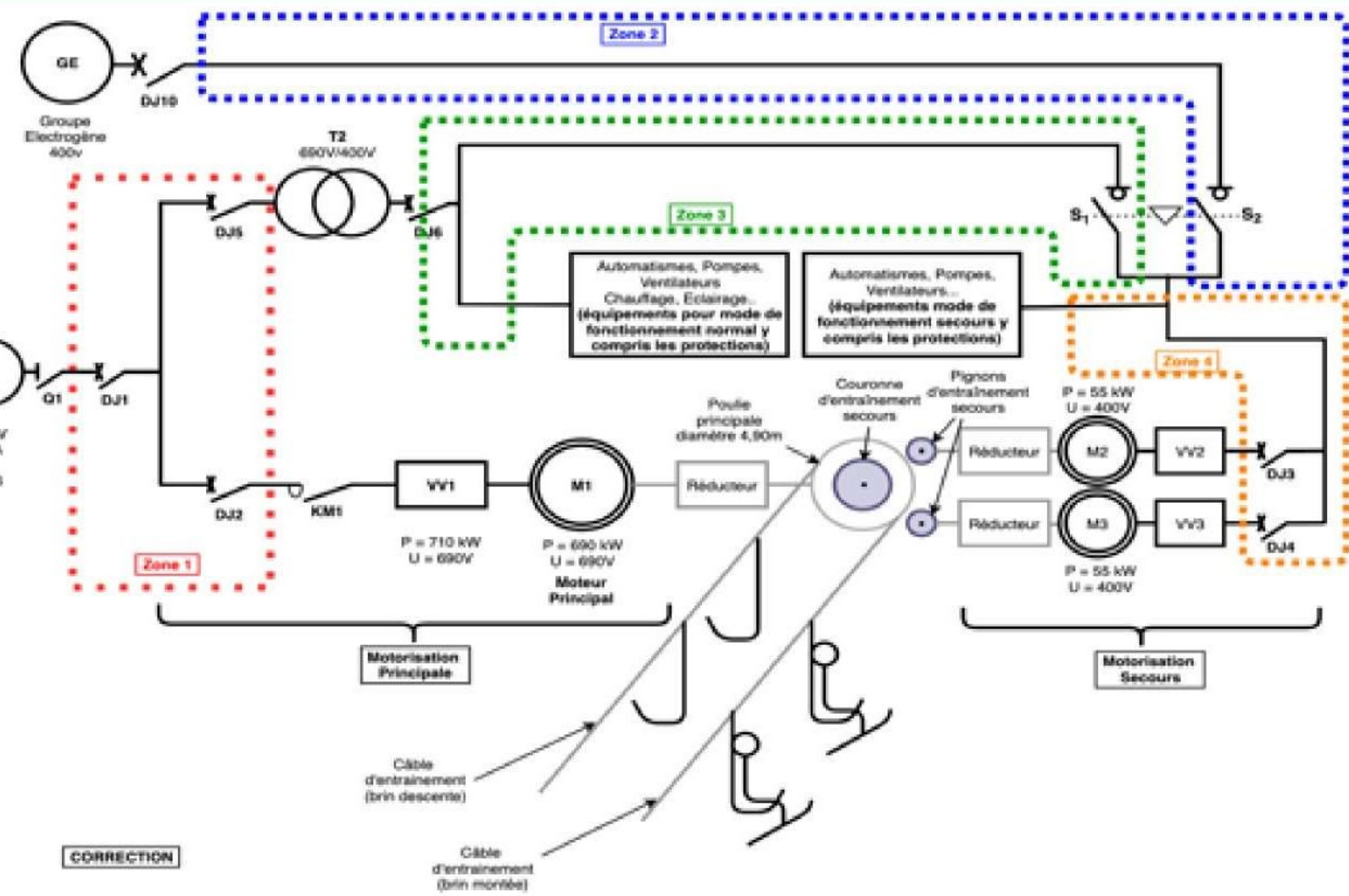
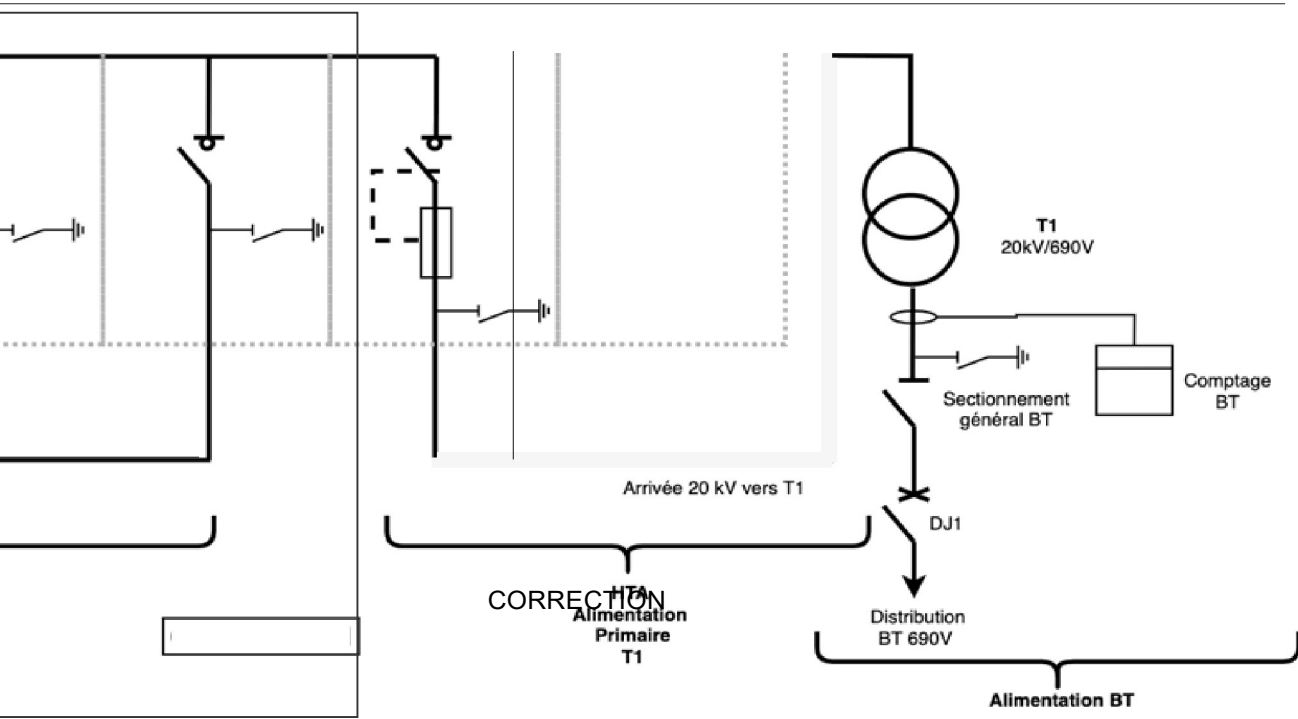
- Vert : Sciences industrielles de l'ingénieur
- Bleu : Physique-Chimie

Question	Connaissance ou capacité exigible	Éléments de correction / Indicateurs	Compétence non acquise	0%	Compétence en cours d'acquisition non stabilisée	40%	Compétence partiellement acquise	75%	Compétence totalement acquise et transférable
A1	Définir une grandeur cinématique (vitesse) pour un mouvement de translation (p84)	Connaître l'expression de la vitesse moyenne En déduire l'expression de la durée Faire le calcul numérique de Δt $\Delta t = d/v = (3050/2)/4,2 = 363$ s soit 6 min 3 s Exprimer le résultat dans l'unité demandée			L'expression de la durée en fonction de la vitesse et la longueur est donnée		1 des 2 calculs de durée est effectué (juste)		Les calculs sont posés, les résultats sont justes avec la bonne unité
A2	Définir une grandeur cinématique (accélération) pour un mouvement de translation (p84)	Connaître l'expression de l'accélération Calculer les 2 accélérations $a_1 = \Delta v / \Delta t = (5,5 - 1) / 3 = 1,5 \text{ m.s}^{-2}$ $a_2 = \Delta v / \Delta t = (4,2 - 1) / 3 = 1,1 \text{ m.s}^{-2}$ Exprimer le résultat dans l'unité demandée			L'expression de l'accélération est donnée		1 des 2 calculs d'accélération est effectué (juste)		Les calculs sont posés, les résultats sont justes avec la bonne unité
A3	Définir une grandeur cinématique (accélération) pour un mouvement de translation (p84)	$0,1 \times g = 0,1 \times 9,81 = 0,981 \text{ m.s}^{-2}$ Effectivement la vitesse de confort permet d'avoir une accélération proche de l'accélération réduite de 0,1g			Le calcul de l'accélération "de confort" est calculée mais le candidat n'a pas comparé les accélérations				Le calcul de l'accélération "de confort" est juste; le candidat a comparé les accélérations et a conclu
A4	Dimensionner les éléments de conversion entre un mouvement de translation rectiligne et un mouvement de rotation autour d'un axe (p84)	$v = R\Omega$ $\Omega_{p2} = v / R_{poulie} = 4,2 / (4,90/2) = 1,71 \text{ rad.s}^{-1}$ $\Omega_{M2} = \Omega_{p2} \times R = 1,71 \times 46 = 78,9 \text{ rad.s}^{-1}$ $N_2 = (\Omega_{M2} \times 60) / 2\pi = (78,9 \times 60) / 2\pi = 753 \text{ tr.min}^{-1}$			La relation entre la vitesse angulaire et la vitesse linéaire est donnée		La vitesse est calculée mais l'unité n'est pas indiquée ou elle est erronée		Le calcul de la vitesse angulaire du moteur est effectué juste avec la bonne unité
A5	Extraire des informations d'une plaque signalétique (p88)	vitesse nominale: $n_N = 993 \text{ tr.min}^{-1}$ expression du couple: $T_{un} = P_{un} / \Omega$ $T_{un} = P_{un} / \Omega = (690 \cdot 10^3) / ((993 \times 2\pi) / 60) = 6635 \text{ N.m}$ Le candidat peut consulter le DTEC1 pour obtenir la valeur du couple			La vitesse nominale est indiquée ou l'expression littérale du couple est donnée		La vitesse nominale est indiquée et l'expression littérale du couple est donnée		La vitesse nominale est indiquée, l'expression littérale du couple (ou obtenue par lecture sur DTEC1) est donnée et la valeur numérique du couple est donnée avec la bonne unité
A6	Utiliser la caractéristique mécanique donnée d'une machine asynchrone (p88)	Point de fonctionnement à vide (à la vitesse de synchronisme) PV: $T_{UV} = 0$ $N_V = N_S = 1000 \text{ tr.min}^{-1}$ Point de fonctionnement nominal P_n : $N_n = 993 \text{ tr.min}^{-1}$ $T_{un} = 6635 \text{ N.m}$			1 des 2 points est correctement placés sur la caractéristique				Les 2 points sont correctement placés sur la caractéristique
A7	Décrire une association de convertisseurs statiques dans une chaîne de transformation de l'énergie électrique (p83)	Bloc 1 : redresseur > convertisseur alternatif/continu Bloc 2 : filtre > lissage de la tension redressée Bloc 3 : onduleur > convertisseur continu/alternatif			Le nom et la fonction d'1 des blocs sont donnés		Le nom et la fonction de 2 des blocs sont donnés		Le nom et la fonction des 3 blocs sont donnés
A8	Savoir qu'il existe une commande à U/f pour piloter un moteur asynchrone (p89)	La caractéristique mécanique du moteur se déplace parallèle à elle-même.			La réponse est partielle.		La réponse est correcte mais mal formulée.		La réponse est juste et correctement exprimée.
A9	Dimensionner les éléments de conversion entre un mouvement de translation rectiligne et un mouvement de rotation autour d'un axe (p84)	$T_{R\text{moteur}} = T_{R\text{poulie}} / (R_1 / R_2)$ $T_{R\text{moteur}} = (230 \cdot 10^3) / (46 \times 0,95) = 5263 \text{ N.m}$ la caractéristique du couple résistant + C16t est tracée (le couple résistant est constant, donc horizontale).			Le calcul du couple résistant est effectué ou la caractéristique du couple résistant est correctement tracée		Le calcul du couple résistant est incomplet ou faux mais la caractéristique du couple résistant est correctement tracée		Le calcul du couple résistant est détaillé et effectué et la caractéristique du couple résistant est correctement tracée
A10	Déterminer le point de fonctionnement d'un ensemble moteur/charge dans le cas d'une commande à U/f constant (p88)	Indication du point de fonctionnement P2 correspondant à la vitesse $N_2 = 753 \text{ tr.min}^{-1}$ Tracé de la parallèle de la caractéristique moteur passant par le point P2			Le point est correctement placé sur la caractéristique du couple résistant mais la caractéristique moteur n'est pas correctement tracée.				Le point est correctement placé sur la caractéristique du couple résistant et la parallèle passant par P2 de la caractéristique du moteur est correctement tracée
A11	Utiliser la caractéristique mécanique donnée d'une machine asynchrone (p88)	On trouve graphiquement la vitesse de synchronisme $N_{s2} = 760 \text{ tr.min}^{-1}$ $f_2 = (N_{s2} \times p) / 60 = (760 \times 3) / 60 = 38 \text{ Hz}$ La fréquence est bien comprise dans la plage recommandée (30 à 50 Hz)			1 des 3 éléments de correction attendus est valide.		2 des 3 éléments de correction attendus sont valides.		La vitesse de synchronisme est correctement identifiée; le calcul de la fréquence est effectué et la conclusion sur la validation de la plage de fréquence est donnée.
B1	Chaîne de puissance Distribution du point de livraison à la sortie du TGBT : - distribution HTA Argumenter une solution de distribution	Choix : boucle -> justification : imposé par le CCTP			Coupure d'artère (boucle) sans justification ou justification erronée				Structure en boucle avec justification
B2	Chaîne de puissance Distribution du point de livraison à la sortie du TGBT : - distribution HTA	Choix : comptage BT -> justifications : - un seul transformateur HTA/BT et $I_{2N} = 836A < 2000 A$			Comptage BT sans aucun élément de justification		Comptage BT avec au moins 1 élément de justification est fourni		Comptage BT avec 2 éléments de justification fournis

B3	<p>Chaîne de puissance Distribution du point de livraison à la sortie du TGBT : - distribution HTA Choisir des matériels de distribution et de protection</p>	<p>Protections électriques: Choix : Protection du primaire : interrupteur-sectionneur porte fusibles combiné ->justification : - imposé par le CCTP Protection du secondaire : disjoncteur BT -> justification : - imposé par le CCTP Autre Protection : Choix : Relais DMCR ou DGPT2 -> justification : - transformateur immergé</p>		Des éléments de protection sont cités	Au moins 2 éléments de protection sont cités et correctement justifiés	Les 3 éléments de protection sont cités et correctement justifiés
B4	<p>Chaîne de puissance Distribution du point de livraison à la sortie du TGBT : - distribution HTA Réaliser des schémas, plans électriques et autres documents du projet/chantier</p>	<p>Voir l'onglet "B4-B5": 3 zones doivent être complétées (les différents sectionneurs de MALT ne sont pas exigés): zone HTA arrivée/Départ Boucle (raccordements HTA corrects et représentations des cellules interrupteurs correctes), zone HTA Alimentation Primaire de T1 (raccordement HTA correct et représentation cellule interrupteur sectionneur fusibles combiné correcte) , Alimentation BT (raccordements corrects et représentation Compteur BT effectuée)</p>		1 zone représentée correctement selon exigences attendues	2 zones représentées correctement selon exigences attendues	3 zones représentées correctement selon exigences attendues
B5	<p>Chaîne de puissance Distribution du point de livraison à la sortie du TGBT : - distribution BT Réaliser des schémas, plans électriques et autres documents du projet/chantier</p>	<p>Voir l'onglet "B4-B5": 4 zones doivent être complétées (la représentation du nombre et du type de de fils n'est pas exigé).</p>		La schématisations des raccordements est correctement réalisée sur 1 zone au moins	La schématisations des raccordements est correctement réalisée sur 2 ou 3 zones	La schématisations des raccordements est correctement réalisée sur les 4 zones
B6	<p>Chaîne de puissance Distribution du point de livraison à la sortie du TGBT : - distribution BT Argumenter une solution de distribution</p>	<p>-La tension assignée de DJ1 > tension réseau soit $U_n \geq 690V$ -Le calibre du disjoncteur doit être supérieur ou égale au courant nominal secondaire du transformateur : $I2N = S_{TR} / (U2 \times \sqrt{3}) = 10^6 / (690 \times \sqrt{3}) = 836,8 A$, Soit le calibre INDJ1 $\geq 837A$ -L'ICU du disjoncteur doit-être supérieur au courant de court-circuit triphasé I_{k3max} aux bornes aval du transformateur puisque l'impédance des câbles entre T1 et DJ1 est négligée, et donc de façon approchée : $I_{k3} = 100.I2N/U2cc\% = (100 \cdot 836,8) / 6 = 13 950 A$ Soit l'ICU de DJ1 $\geq I_{k3max} \approx 14 kA$ -Le nombre de pôles coupés / protégés : SLT TN-C -> PE et N confondus -> DJ1-> 3 pôles coupés et 3 pôles protégés</p>		Au moins 2 critères sur les 4 attendus sont énoncés	Au moins 2 critères sur les 4 attendus sont énoncés et les valeurs numériques correspondantes sont fournies et elles sont correctes	Les 4 critères attendus sont énoncés et les valeurs numériques correspondantes d'au moins 3 sont fournies et elles sont correctes
B7	<p>Chaîne de puissance Distribution du point de livraison à la sortie du TGBT : - distribution BT Argumenter une solution de distribution</p>	<p>-les câbles sont enterrés (mode de pose D) -le courant nominal moteur est $I_n = 700A$ -3 conducteurs chargés Cuivre : par une approche itérative Il faudra 2 conducteurs par phase soit 350 A par conducteur sur chaque phase et d'après le tableau fig22, le pré-dimensionnement impose : 2 x 240 mm² par phase en cuivre Alu : par une approche itérative Il faudra 3 conducteurs par phase soit 234 A par conducteur sur chaque phase et d'après le tableau fig22, le pré-dimensionnement impose : 3 x 185 mm² par phase en aluminium</p>		La démarche est correctement conduite même si les choix des sections sont éronées	La démarche est correctement conduite et au moins la section est correcte pour 1 des matériaux	La démarche est correctement conduite et la section est correcte pour les 2 matériaux
B8	<p>Chaîne de puissance Distribution du point de livraison à la sortie du TGBT : - distribution BT Argumenter une solution de distribution</p>	<p>-Conducteurs en cuivre : 2 x 240 mm² par phase -> 6 conducteurs de 35m unitaire soit 210m à 37,95€/m soit un coût de 7969€ TTC -Conducteurs en aluminium : 3 x 185 mm² par phase -> 9 conducteurs de 35m unitaire soit 315m à 4,75€/m soit un coût de 1 497€ TTC Le choix définitif des conducteurs en aluminium s'impose et le coût de la main d'œuvre supplémentaire pour tirer un 3ème câble supplémentaire par phase serait largement amorti par la différence du coût des câbles.</p>		Une argumentation est conduite mais les calculs sont éronés	Une argumentation est conduite et les calculs sont corrects pour 1 solution	Une argumentation est conduite et les calculs sont corrects pour les 2 solutions
C1	<p>Sûreté/Sécurité : -Sûreté de foncionnement: Déterminer le contexte réglementaire d'une installation, d'un équipement électrique</p>	<p>Réponse attendue : il s'agit du principe de redondance. Si le mode secours est mis en service, c'est qu'il faut évacuer les personnes du télésiège à l'aide de M2 ou de M3. Si un des moteurs de secours tombait en panne l'autre serait mis en service.</p>		Le principe de redondance est cité sans explication contextualisée au télésiège	Le principe de redondance n'est pas cité mais l'explication contextualisée au télésiège est cohérente	Le principe de redondance est cité et l'explication contextualisée au télésiège est cohérente

C2	Sûreté/Sécurité : -Sûreté de fonctionnement: Déterminer le contexte réglementaire d'une installation, d'un équipement électrique	Réponses attendues : Les 2 moteurs de secours M2 et M3 : -> utilisent tous les 2 la même source d'alimentation électrique (réseau normal / réseau secouru) -> utilisent la même chaîne cinématique => réducteur => roue dentée => poulie motrice. Un problème sur la roue dentée bloquerait les 2 entraînements de secours		au moins une défaillance cohérente est citée	au moins une défaillance cohérente est citée et expliquée	2 propositions de défaillances cohérentes sont citées et expliquées
C3	Chaîne de puissance Sources : - Moyens de production locaux Déterminer les grandeurs physiques mises en œuvre par un moyen de production local	Réponses attendues : -Ku : coefficient d'utilisation, permet de prendre en compte le taux de charge effectif d'une charge -Ks : coefficient de simultanéité, permet de prendre en compte la quantité de charges du même type susceptible d'être en fonctionnement simultanément -Ku et Ks permettent de pondérer les consommations des charges de l'installation pour se rapprocher d'un niveau de consommation effectif proche de la réalité		au moins une des définitions de Ku ou de Ks est fournie, même avec les "mots des étudiants-es"	Les définitions de Ku et de Ks sont fournies, même avec les "mots des étudiants-es"	Les définitions de Ku et de Ks sont fournies, même avec les "mots des étudiants-es" et l'explication de l'utilisation de Ku et Ks est cohérente
C4	Puissances électriques / -Connaître et utiliser les différentes expressions des puissances actives, réactives, apparentes - Savoir faire un bilan de puissance.(p80)	Voir document réponse onglet "C4-C5"		Au moins 2/5 rubriques correctement complétées	Au moins 3/5 rubriques correctement complétées	5/5 rubriques correctement complétées
C5	Chaîne de puissance Sources : Chaîne de puissance Sources : Choisir les matériels nécessaires à la mise en œuvre d'un moyen de production local Grandeurs électriques Mettre en œuvre des lois pour calculer des grandeurs physiques	Voir document réponse onglet "C4-C5"			La puissance du GE est correctement déterminée en prenant en compte le facteur de réserve mais la puissance normalisée de 110kVA n'est pas donnée	La puissance du GE est correctement déterminée en prenant en compte le facteur de réserve et la puissance normalisée de 110kVA est donnée
C6	Grandeur Mettre en œuvre des lois pour calculer des grandeurs physiques	$P=S \cdot \cos\varphi$ soit $P=110,0,8=88 \text{ kW}$ donc l'autonomie= $150/(0,2 \cdot 88)=8,52 \text{ h}$ soit 8h 31min		La puissance du GE est calculée	La puissance du GE est calculée et le calcul de l'autonomie est amorcé ou Le calcul de l'autonomie est mené à bien à partir de S	La puissance du GE est calculée et le calcul de l'autonomie est conduit à bien
C7	Chaîne de puissance Argumenter une solution de production locale	En mode secours, un seul des 2 moteurs (M2 ou M3) sera mis en service pour entraîner le câble afin d'évacuer les passagers à vitesse réduite. En cas de perte du réseau électrique, l'alimentation du moteur de secours utilisé et de toutes les autres charges électriques nécessaires (ventilateurs...) sera obtenue par la mise en service d'un groupe électrogène de secours dont la puissance de dimensionnement est de 106 kVA. Pour une puissance installée de 110 kVA avec un réservoir de 150 litres de carburant et pour un fonctionnement nominal, ce groupe électrogène permettrait de fonctionner en autonomie totale pendant 8h31min, conformément au cahier des charges.		L'expression peut être hésitante et au moins 1 des items définis ci-dessous sont évoqués: - le rôle des moteurs de secours est évoqué clairement. -le rôle du GE est évoqué clairement. -le respect de l'autonomie est atteinte.	L'expression est satisfaisante et au moins 2 items définis ci-dessous sont évoqués: - le rôle des moteurs de secours est évoqué clairement. -le rôle du GE est évoqué clairement. -le respect de l'autonomie est atteint.	L'expression est satisfaisante et les 3 items définis ci-dessous sont évoqués: - le rôle des moteurs de secours est évoqué clairement. -le rôle du GE est évoqué clairement. -le respect de l'autonomie est atteint.
D1	Ecrire le PFD (p85)	$\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow$ $F + T + t = 0$		Le PFD est énoncé sans écriture vectorielle	Le PFD est énoncé en écriture vectorielle incomplète	Le PFD est énoncé correctement en écriture vectorielle
D2	Ecrire le PFD (p85)	$F=T+t$ $F=220000+105000=325 \text{ kN}$		La relation entre F, T et t est donnée	La relation entre F, T et t est donnée mais le calcul est faux ou l'unité fautive	La relation entre F, T et t est donnée et le calcul est juste avec l'unité correcte
D3	Définir la pression au sein d'un fluide et l'exprimer dans les unités usuelles (p85)	$P= F/S$ $P= 330000/(\pi \cdot 0,18^2/4)$ $P=129,7 \cdot 10^5 \text{ Pa}=130 \text{ bar}$		La relation reliant la force et la pression est donnée	Le calcul est posé mais il est faux ou l'unité est fautive	L'expression littérale est donnée; le calcul est juste et l'unité est correcte

D4	Chaîne de mesure / Nature des signaux en Instrumentation	<p>2 avantages de la liaison 4/20mA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - a)fonctionnement sécurisé : la mesure d'un courant de 0mA permet de détecter un dysfonctionnement du capteur ou une rupture du câble entre le capteur et le régulateur. - b)liaison en courant : pas de chute de tension, peu sensible aux perturbations radio-électriques <p>2 Inconvénients de la liaison 0,10v:</p> <ul style="list-style-type: none"> - c)distance > 10m donc les chutes de tension en ligne peuvent être importantes - d)sensibilité aux perturbations radio-électriques 		Au moins l'avantage a) est cité	Au moins l'avantage a) est cité ET l'inconvénient c)	Les points a), b), c) et d) sont cités
D5	Traitement de l'information : -régulation, asservissement Adapter les paramétrages des applications métiers (notamment de régulation); ici il s'agit de vérifier qu'un régulateur à hystérésis avec 2 contacts NO convient	Voir document réponse onglet "D5-D6"		Les tracés de EV1 et EV2 sont partiellement justes	Au moins le tracé de l'évolution d'une grandeur est correcte	Les tracés de l'évolution de EV1 et EV2 sont corrects
D6	Traitement de l'information : -régulation, asservissement Adapter les paramétrages des applications métiers (notamment de régulation); ici il s'agit de vérifier qu'un régulateur à hystérésis avec 2 contacts NO convient	Voir document réponse onglet "D5-D6"		Au moins un des état est correct	Deux états sont correctement tracés	Trois états sont tracés correctement
D7	Traitement de l'information : -régulation, asservissement Adapter les paramétrages des applications métiers (notamment de régulation)	<p>Pour tendre le câble, il faut sortir la tige du vérin par la commande d'EV1 par la fermeture d'un contact NO du régulateur.</p> <p>Pour détendre le câble, il faut rentrer la tige du vérin par la commande d'EV2 par la fermeture d'un contact NO du régulateur.</p> <p>Pour maintenir la tension du câble, le vérin doit être bloqué, EV1 et EV2 ne sont pas activés, les contacts NO du régulateur restent ouverts.</p> <p>Un simple régulateur de pression à hystérésis peut-être employé.</p>		Une amorce de raisonnement est fournie	Le raisonnement est partiellement conduit	Le raisonnement est correetement conduit



$I_e \cdot P_u \cdot K_u \cdot K_s$

$I \cdot \tan(\arccos(\cos \phi))$

$P = \text{Somme (P)}$

$Q = \text{Somme (Q)}$

$S = \text{SQRT}((\text{Total P})^2 + (\text{Total Q})^2)$

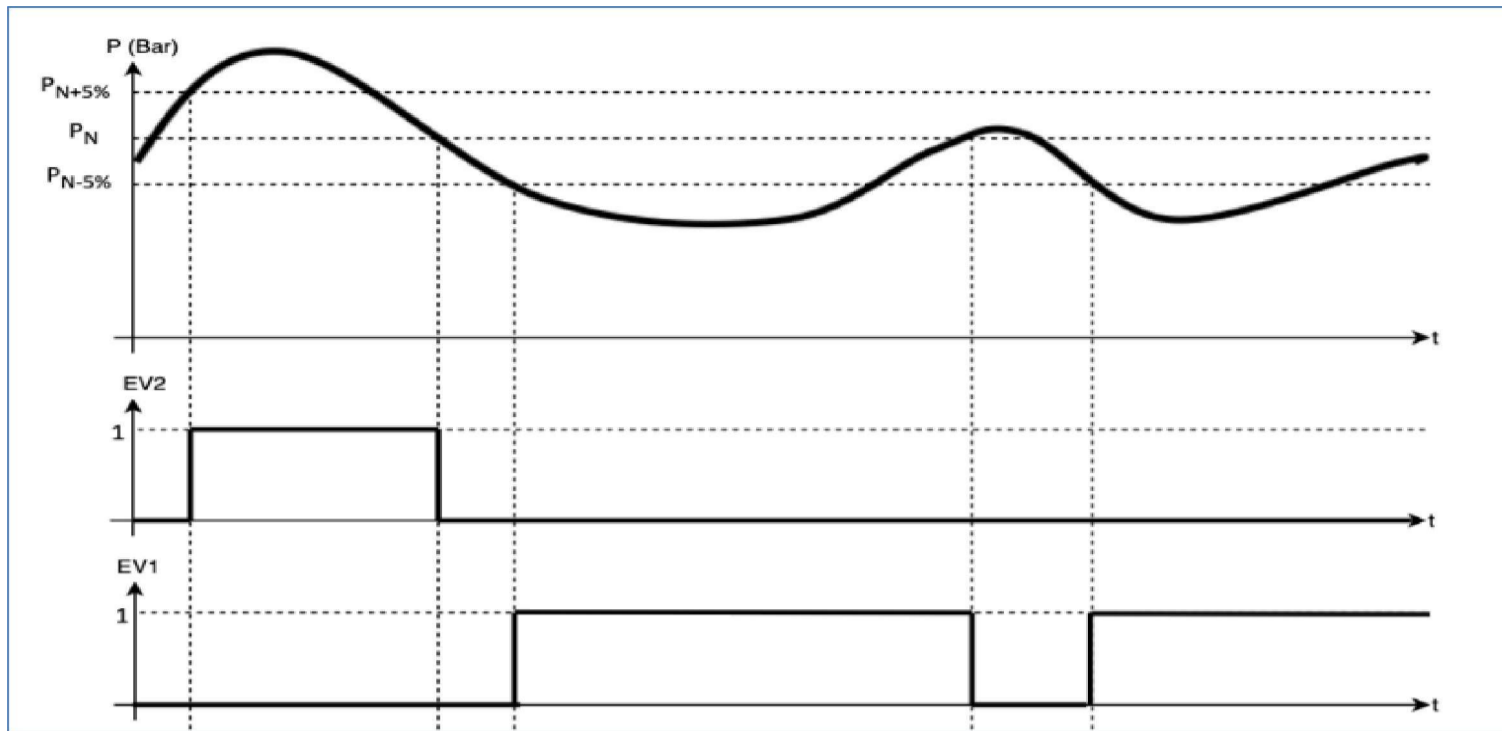
6

Question C5:

Puissance GE \geq (Total Sd2) . (1 + Réserve/100)

Soit Puissance GE \geq 106 kVA

Et le choix définitif doit tenir compte des puissances normalisées, donc $S_{GE} = 110$ kVA



Etat de la
tige du vérin

Sortie tige vérin					
Vlaintien tige vérin					
Rentree tige vérin					