

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**

PRÉSENTATION - QUESTIONNEMENT

Présentation générale.....	2
Partie A : amélioration de la satisfaction client et optimisation énergétique du télésiège	4
Partie B : étude de l'alimentation HTA et BT du télésiège	7
Partie C : étude du mode de fonctionnement secours... ..	9
Partie D : étude du dispositif de régulation de la tension du câble d'entraînement... ..	11

Présentation générale

La station de ski de Peyragudes, située dans les Pyrénées, est née en 1988 de l'union du site de Peyresourde (situé sur le département des Hautes-Pyrénées) et du site des Agudes (situé en Haute-Garonne).

La station compte 18 remontées mécaniques équitablement réparties sur les 2 sites. Leur fréquentation de la station avoisine les 17 millions de passagers par saison hivernale pour environ 12 000 heures de fonctionnement des installations. On évalue le volume horaire de travail du service maintenance à environ 12 000 heures réparties sur des interventions (mécanique et/ou électrique) essentiellement curatives en haute saison et préventives en basse saison.

La réglementation très exigeante, qui régit le transport des personnes sur les remontées mécaniques, est placée sous la tutelle du ministère des Transports.

La Société d'Économie Mixte d'Aménagement de Peyragudes (SEMAP) a obtenu toutes les autorisations nécessaires pour installer un nouveau télésiège débrayable « SERRE DOUMENGE » qui sera fourni par la société POMAGALSKI avec un modèle décliné de sa gamme MULTIX (voir ci-dessous) :



Premier enjeu étudié :

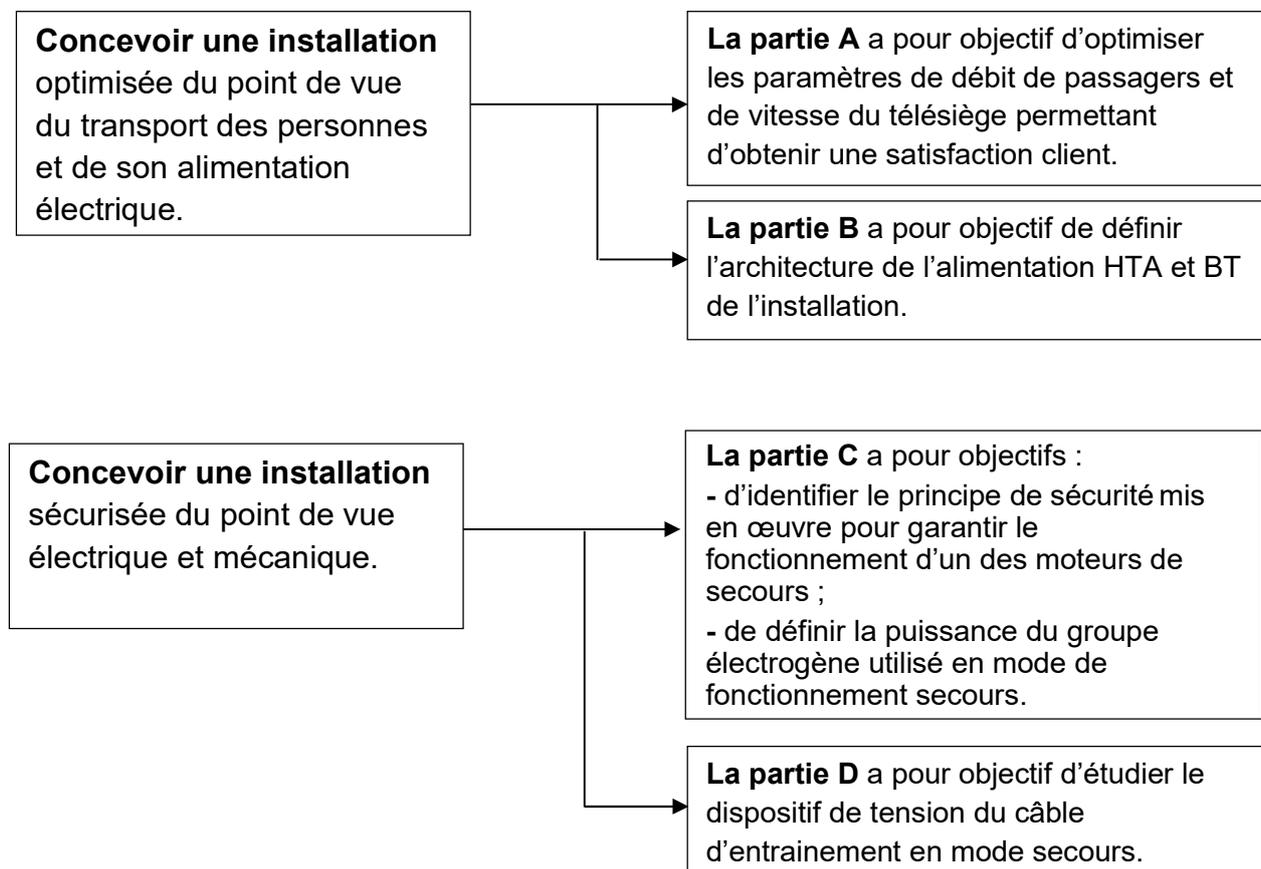
Déterminer les paramètres de transport (débit, vitesse) du télésiège qui permettent d'assurer une satisfaction client optimale et prédéterminer les architectures de l'alimentation HTA et du réseau d'alimentation BT de l'installation.

Deuxième enjeu étudié :

Valider la structure de la chaîne de puissance qui permet d'assurer l'évacuation des passagers en mode secouru et étudier le dispositif de tension du câble porteur « LORRY ».

Objectifs de l'étude préliminaire :

Le sujet a pour objectif de conduire une étude de conception préliminaire en relation avec les deux enjeux énoncés précédemment selon le plan présenté ci-dessous :



Partie A : amélioration de la satisfaction client et optimisation énergétique du télésiège.

D'après le cahier des charges, le télésiège SERRE DOUMENGE est conçu pour transporter au maximum 3 000 personnes par heure à la vitesse v_1 de $5,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ sur un dénivelé de 422 m. La longueur totale (aller et retour) du câble est de 3 050 m.

L'expérience montre que la vitesse v_2 , permettant d'obtenir la meilleure satisfaction client, sur les critères de temps d'attente et de confort d'utilisation, est de $4,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. La direction de Peyragudes envisage donc de réduire la capacité du télésiège à 2 600 personnes par heure transportées à la vitesse v_2 de $4,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

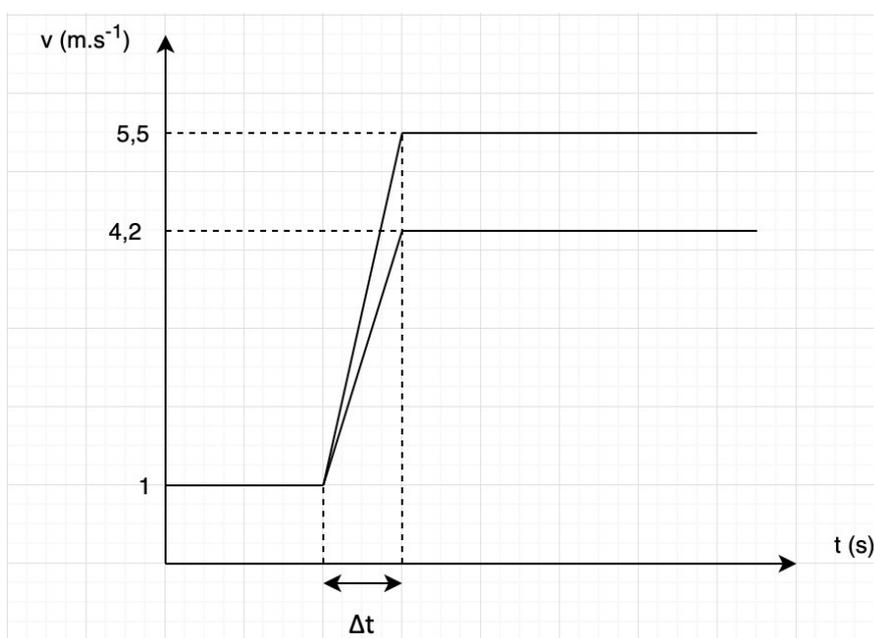
On désire vérifier si la plage de vitesse demandée permettra au variateur installé de fonctionner dans sa gamme de fréquence recommandée (30 à 50 Hz).

A1. Calculer la durée de montée Δt_2 (exprimées en secondes puis en minutes et secondes) d'un passager transporté depuis la station basse jusqu'à la station haute à la vitesse v_2 de $4,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Les véhicules du télésiège sont équipés de pinces débrayables. Ils sont désaccouplés puis ré-accouplés sur le câble dans les gares de départ et d'arrivée. Cela permet un embarquement et un débarquement à vitesse réduite, sans ralentissement de l'ensemble de l'appareil.

- La vitesse v_d du câble de la partie débrayable est de $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- La durée Δt des phases d'accouplement et de désaccouplement est estimée à 3 s.

Les profils de vitesse lors de l'accouplement (embrayage) sont donnés sur le graphe ci-dessous :



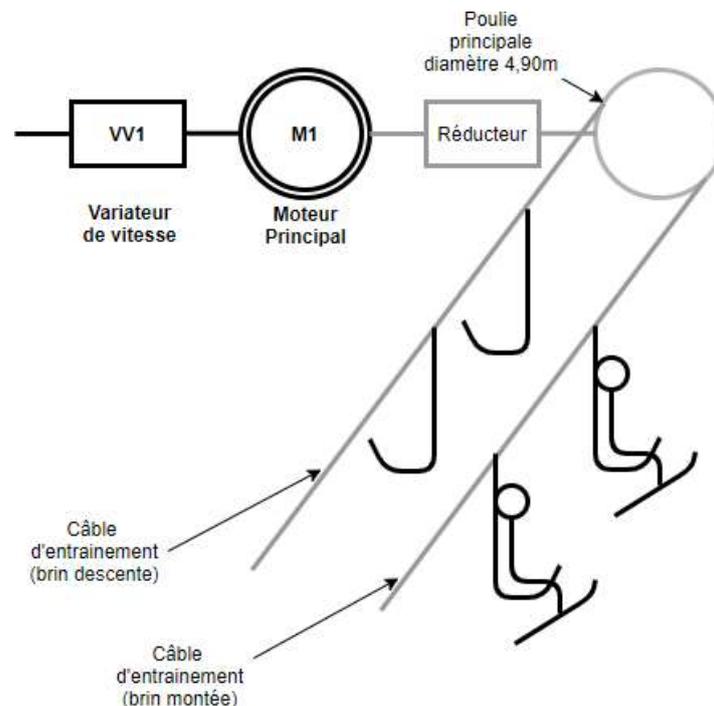
A2. Calculer les accélérations a_1 et a_2 subies par le passager durant la phase d'accouplement pour les vitesses respectives v_1 de $5,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ et v_2 de $4,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Des études ont montré que, pour un transport usuel (ascenseur, avion, voiture, train...), **les accélérations doivent être réduites, pour le confort des passagers, à environ $0,1 \cdot g$.**

- Donnée : accélération de pesanteur $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

A3. Montrer l'intérêt de la vitesse « confort » v_2 de $4,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ par rapport à la vitesse v_1 de $5,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

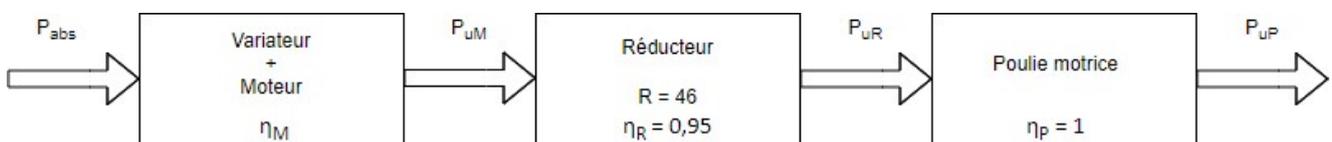
Dans la gare haute, un système de motorisation permet d'entraîner la poulie principale par l'intermédiaire d'un réducteur.



L'entreprise qui a répondu au CCTP a installé un moteur asynchrone alimenté par un variateur de vitesse.

On veut prédéterminer les points de fonctionnement du moteur (couple/fréquence) pour les deux situations de fonctionnement.

La chaîne cinématique simplifiée de la motorisation est fournie ci-après :



Le diamètre de la poulie est d'environ 4,90 m.

Nota : η représente le rendement en puissance et R représente le rapport de réduction du réducteur.

A4. Calculer la vitesse de rotation du moteur N_2 (en $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$) correspondant à la vitesse du câble $v_2 = 4,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

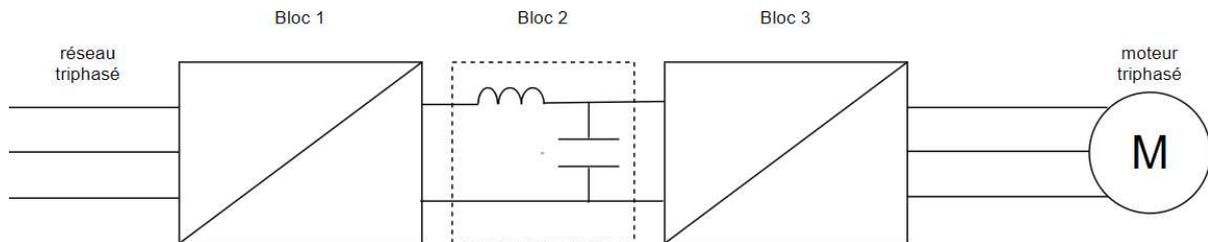
A5. À partir des caractéristiques du moteur **1PQ8455-6PM** (voir DTEC1), **relever** la vitesse nominale n_N et **déterminer** le moment du couple nominal du moteur.

La zone utile de la caractéristique mécanique du moteur à la fréquence nominale de 50 Hz peut être assimilée à une droite.

Cette caractéristique est donnée sur le document réponse DREP1.

A6. Sur le document réponse DREP1, **placer** le point de fonctionnement nominal P_n et le point de fonctionnement à vide (à la vitesse de synchronisme) P_v sur la caractéristique du moteur pour la fréquence de 50 Hz.

Le moteur est piloté par un variateur de vitesse, dont un schéma simplifié est donné ci-dessous :



A7. **Indiquer** le nom et la fonction réalisée par chacun des 3 blocs.

Dans la zone de fonctionnement considérée, la commande du variateur de vitesse est une commande à « U/f constant ».

A8. **Décrire** comment évolue la partie utile de la caractéristique du moteur.

Une régulation de la tension du câble permet de maintenir constant le moment du couple résistant $T_{Rpoulie}$ au niveau de la poulie. On donne $T_{Rpoulie} = 230 \text{ kN}\cdot\text{m}$.

A9. **Montrer** que le moment du couple résistant au niveau du moteur $T_{Rmoteur}$ vaut alors environ $5\,260 \text{ N}\cdot\text{m}$ et **tracer** la caractéristique du couple résistant sur le document réponse DREP1.

A10. Sur le document réponse DREP1, **placer** le point de fonctionnement P_2 correspondant à la vitesse $N_2 = 753 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$ et **tracer** la caractéristique mécanique du moteur permettant d'obtenir ce point de fonctionnement.

A11. **En déduire** la fréquence f_2 de réglage du variateur pour obtenir la vitesse du câble $v_2 = 4,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ correspondant au point de fonctionnement P_2 et **conclure** sur la possibilité d'utiliser le variateur dans sa gamme de fonctionnement recommandée (30 à 50 Hz).

Partie B : étude de l'alimentation HTA et BT du télésiège

L'alimentation électrique de la station de ski Peyragudes et des divers aménagements de la station est réalisée en HTA 20 kV souterrain en boucle.

Cette partie consiste à :

- Déterminer l'architecture du réseau HTA pour le raccordement du télésiège SERRE DOUMENGE (gare d'altitude) au réseau HTA existant ;
- Déterminer l'architecture et pré-dimensionner certains composants du réseau BT.

Prédétermination du raccordement HTA

Documents ressources à consulter :

- DRES1 Structure générique d'un réseau HTA à comptage HT
- DRES2 Structure générique d'un réseau HTA à comptage BT
- DRES3 Réseau HTA choix comptage
- DRES4 Choix Protection Transformateur HTA/BT

Document technique à consulter :

- DTEC 2 Données du CCTP

B1. Sur le document réponse DREP2, **justifier** le type de raccordement au réseau HTA (antenne, double dérivation, boucle) à mettre en place.

B2. Sur le document réponse DREP2, **justifier** le type de comptage (BT ou HT) à utiliser.

B3. Sur le document réponse DREP2, **justifier** les différents types de protection (électriques et/ou autres) à mettre en place pour le transformateur T1.

B4. Sur le document réponse DREP2, **schématiser** le raccordement HTA en représentation unifilaire depuis le réseau HTA existant jusqu'aux bornes en aval du sectionneur général BT.

Prédétermination de l'architecture du réseau d'alimentation BT

B5. Sur le document réponse DREP3, **schématiser** les raccordements électriques à effectuer entre les différents composants en mode de représentation unifilaire.

Prédimensionnement du disjoncteur DJ1

Données :

- Schéma de liaison à la terre TN-C
- L'impédance des câbles entre T1 et DJ1 sera négligée ;
- La valeur du courant de court-circuit triphasé aux bornes aval de T1 sera évaluée de façon approchée à l'aide de l'expression suivante :

$$I_{k3} = \frac{100 \cdot I_{2N}}{U_{cc\%}}$$

(avec I_{2N} le courant nominal au secondaire de T1, $U_{cc\%}$ la tension de court-circuit exprimée en %).

B6. Énoncer les conditions à respecter pour le prédimensionnement de DJ1 et **déterminer** les valeurs numériques correspondantes pour les critères de choix de DJ1 listés ci-après :

- La tension assignée (notée U_e) ;
- Le courant assigné d'emploi (noté I_n) ;
- Le pouvoir assigné de coupure en court-circuit (noté I_{cu}) ;
- Le nombre de pôles coupés/protégés de DJ1.

Prédimensionnement du câble d'alimentation du moteur

On désire effectuer une première approche technico-économique du choix des conducteurs de phase qui alimenteront le moteur M1.

Documents à consulter :

- DTEC1 Moteur de la Motrice ;
- DRES5 Courant admissible dans les canalisations enterrées ;
- DRES6 Proposition commerciale pour les câbles.

B7. Prédéterminer la section des conducteurs des fils de phase entre le variateur VV1 et le moteur principal M1 lorsque les conducteurs sont en cuivre **ou** en aluminium avec une isolation de type **XLPE**.

B8. En tenant compte des prix des câbles donnés sur le DRES6, **argumenter** le choix définitif des conducteurs (matériau et section).

Partie C : étude du mode de fonctionnement secours

Cette partie consiste à :

- Mettre en évidence le principe de sécurité mis en œuvre pour la motorisation du télésiège lors d'un fonctionnement en mode secours ;
- Pré-dimensionner la puissance du groupe électrogène qui devra pouvoir fonctionner une journée complète en saison hivernale (9 h à 17 h) ;
- Rédiger une note de synthèse.

Le mode secours permet d'évacuer tous les passagers du télésiège en cas de panne mécanique ou électrique.

Du point de vue mécanique, la force motrice est obtenue par un des deux motoréducteurs de secours M2 ou M3 accouplé manuellement sur une couronne dentée montée sur la poulie motrice (voir DTEC 3).

Du point de vue électrique, en cas de perte du réseau HTA, l'électricité est fournie par un groupe électrogène mis en service par l'intermédiaire d'un inverseur de source actionné par le conducteur du télésiège.

C1. En mode secours, un seul des deux moteurs électriques M2 ou M3 suffit à entraîner le câble porteur. Dans le contexte d'un télésiège, **expliquer** le principe qui conduit néanmoins à installer deux moteurs de secours.

C2. Dans le cas de cette installation, **citer et expliciter** une défaillance électrique et une défaillance mécanique qui rendraient le mode secours inopérant malgré la présence de ces deux moteurs.

On désire prédéterminer la puissance du groupe électrogène de secours.

C3. Sur le document réponse DREP4, on trouve les coefficients d'utilisation, K_u , et de simultanéité, K_s . **Expliquer** le rôle de ces coefficients.

C4. Sur le document réponse DREP4, **compléter** les formules qui ont été utilisées dans le tableur pour le calcul des cellules numérotées de 1 à 5, en fonction des grandeurs « Qte », « Puissance unitaire », « $\cos \varphi$ », « K_u » ou « K_s ».

Nota : à ce stade de la pré-étude, les variateurs de vitesse VV2 et VV3 n'ayant pas encore été définis, on considèrera que les moteurs de secours M2 et M3 sont alimentés en direct.

C5. Choisir la puissance apparente normalisée du groupe électrogène (compléter la case 6 du DREP4) sachant qu'une réserve de 30% est attendue.

Nota : au-delà de 90 kVA les puissances normalisées des groupes électrogènes augmentent par pas de 20 kVA.

Pour des raisons de sécurité incendie, le guide réglementaire concernant les remontées mécaniques limite la capacité des réservoirs de carburant du groupe électrogène à 150 litres.

La consommation moyenne d'un groupe électrogène de puissance standardisée $S_N = 110 \text{ kVA}$ (400 V, $\cos \varphi = 0,8$) est estimée à 0,2 litre par kilowattheure.

C6. Pour le télésiège SERREDOUMENGE, avec un groupe électrogène de 110 kVA fonctionnant au régime nominal, **calculer** l'autonomie avec un réservoir de carburant plein.

On demande de présenter les aspects pré-dimensionnels du groupe électrogène au technicien de niveau BTS Électrotechnique qui sera chargé ensuite d'effectuer les choix des matériels.

C7. Pour cela **rédigier** une note de synthèse qui présentera en 10 lignes maximum le principe de fonctionnement du mode secours avec perte de réseau électrique, les composants principaux impliqués, le mode d'obtention de l'autonomie énergétique attendue.

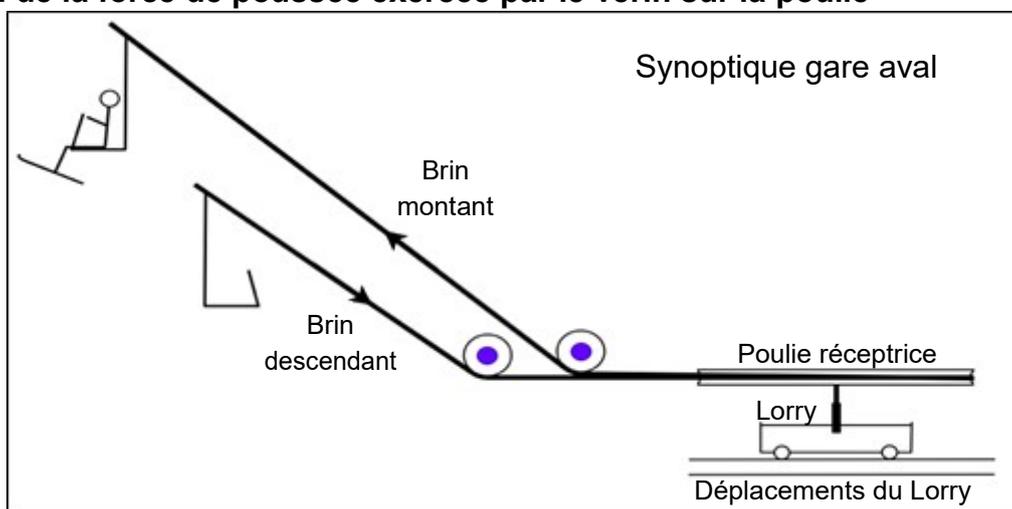
Partie D : étude du dispositif de régulation de la tension du câble d'entraînement

La longueur du câble varie en fonction de la température et du nombre de personnes transportées sur le télésiège (jusqu'à 3,5 m pour une variation de température de 30°).

Pour éviter un déraillement du câble, la poulie de la gare aval est montée sur un chariot, appelé « lorry ». Un vérin hydraulique permet de déplacer le lorry afin de maintenir une tension constante du câble quelle que soit sa longueur.

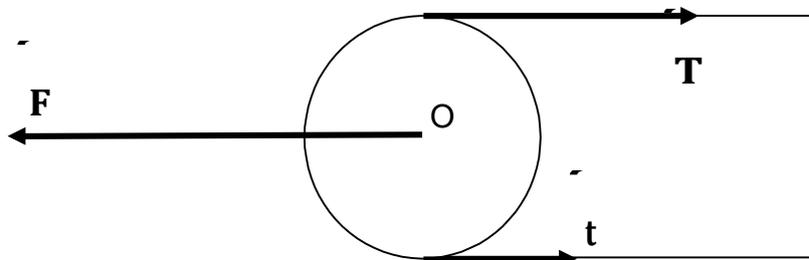
On veut valider qu'en mode secouru le contrôle de la tension du câble peut être réalisé par un simple régulateur de pression à hystérésis.

Calcul de la force de poussée exercée par le vérin sur la poulie



Une bonne adhérence est nécessaire entre le câble et la poulie pour qu'il n'y ait pas de glissement. Le vérin hydraulique permettant de déplacer le « lorry » doit exercer une force \vec{F} suffisante sur la poulie pour que le câble reste tendu.

Lorsque le télésiège est chargé, les forces \vec{T} et \vec{t} exercées par les 2 brins du câble ne sont pas égales :



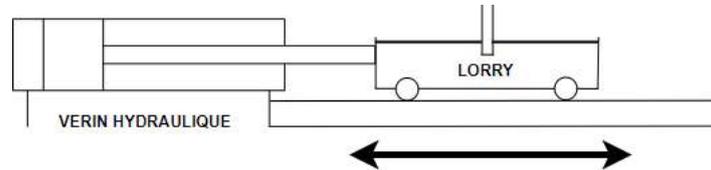
Les intensités \vec{T} et \vec{t} des forces de traction exercées par chacun des brins du câble sont respectivement estimées à 220 kN et 105 kN.

D1. Donner la relation vectorielle liant les trois forces de traction lorsque le centre d'inertie O reste immobile.

D2. En déduire l'intensité F de la force de poussée exercée par le vérin sur la poulie.

Dans la suite du problème, on prendra la force de poussée exercée par le vérin égale à 330 kN.

Pré-dimensionnement de la pression nominale délivrée par la centrale hydraulique



Le déplacement du lorry est assuré par un piston de diamètre d'environ 18 cm.

D3. Calculer la pression nominale P dans la chambre du vérin.

Mesure de la pression dans le circuit hydraulique

La pression hydraulique qui permet d'assurer la tension du câble sera mesurée par un capteur de pression (plage de 0 à 160 bar) qui délivre une grandeur analogique envoyée vers le régulateur de pression.

D4. Compte tenu de la recherche d'un fonctionnement sécurisé imposé par le CCTP et d'une distance de 35 m entre le capteur de pression et le régulateur, **mettre en évidence** les avantages d'utiliser une liaison de type 4-20 mA par rapport aux inconvénients liés à une liaison de type 0-10 V.

Régulation de pression

Documents à consulter :

- DTEC4 Synoptique de la régulation de tension du câble (mode secours)
- DTEC5 Régulation de tension du câble (mode secours)

D5. Sur le document réponse DREP5, **compléter** les chronogrammes de la commande des électrovannes EV1 et EV2 en concordance des temps avec le graphe de l'évolution de la pression hydraulique P en fonction du temps.

D6. Sur le document réponse DREP5, **compléter** l'état de la tige du vérin **en grisant** les intervalles de temps correspondantes à :

- la sortie de la tige du vérin ;
- le maintien en position de la tige de vérin ;
- la rentrée de la tige du vérin.

D7. Conclure sur la solution de régulation envisagée (régulateur de pression à hystérésis)

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**

DOSSIER TECHNIQUE

DTEC 1.	Moteur de la Motrice	2
DTEC 2.	Données extraites du CCTP	3
DTEC 3.	Mode Secours.....	4
DTEC 4.	Synoptique de la régulation de tension du câble (mode secours).....	5
DTEC 5.	Régulation de tension du câble (mode secours).....	6

Moteurs hors standard SIMOTICS N-compact
Moteurs spécialement adaptés au fonctionnement avec variateur

ed Sé e on e é éren e de mande su

Valeurs données pour la puissance assignée et l'alimentation sinusoïdale

P _N 50 Hz kW	P _N 60 Hz 1) kW	Hau- teur d'axe HA	η _N		M _N		COS φ _N	I _N	M _r /M _N	pA, 50 Hz, A, 20 Hz, romance blanche +3 dB(A) +3 dB(A)		Série fonte 1PQ8 - à isolation spéciale N° de référence	m _{IM B3} J	Classe de cou- pes	
			50 Hz	50 Hz	50 Hz, 4/4	50 Hz, 3/4				50 Hz, 4/4	50 Hz, 690 V				dB(A)
190	220	315	990	1833	95,0	95,2	0,85	196	2,7	80	94		1400	6,0	13
235	270	315	990	2267	95,2	95,4	0,86	240	2,7	80	94		1600	7,3	13
300	345	355	992	2888	95,7	95,7	0,86	305	2,8	82	97		2100	13	13
340	390	355	992	3273	95,6	95,7	0,86	345	3,1	82	97		2200	15	13
380	435	355	992	3658	95,9	96,0	0,86	385	2,9	82	97		2300	16	13
435	500	400	993	4184	95,9	96,0	0,85	445	2,8	84	99		2900	21	13
485	560	400	993	4664	96,0	96,1	0,86	490	2,8	84	99		3100	24	13
545	625	400	993	5241	96,1	96,2	0,86	550	2,7	84	99		3300	27	13
615	705	450	993	5915	96,3	96,4	0,84	630	2,7	87	102		4100	35	13
690	795	450	993	6636	96,3	96,4	0,85	700	2,5	87	102		4300	39	13
780	895	450	993	7502	96,4	96,6	0,85	790	2,6	87	102		4600	44	13
145	165	315	740	1871	94,1	94,2	0,79	162	2,5	79	93		1400	6,0	13
180	205	315	740	2323	94,4	94,5	0,80	198	2,5	79	93		1600	7,3	13
230	265	355	743	2956	95,0	95,1	0,80	250	2,4	81	96		2100	13	13
290	335	355	743	3727	95,2	95,3	0,81	315	2,4	81	96		2300	16	13
335	385	400	743	4306	95,5	95,6	0,80	365	2,6	83	98		2900	21	13
375	430	400	743	4820	95,6	95,7	0,80	410	2,7	83	98		3100	24	13
425	490	400	743	5463	95,7	95,8	0,79	470	2,7	83	98		3300	27	13
485	560	450	745	6217	96,0	96,1	0,78	540	2,5	86	101		4100	35	13
545	625	450	745	6986	96,1	96,2	0,78	610	2,5	86	101		4300	39	13
600	690	450	745	7691	96,2	96,3	0,79	660	2,5	86	101		4600	44	13

50 Hz	400VA/690VY	6	1PQ8315 ... 453	Normale	9	-	
		8	1PQ8315 ... 457	Normale	9	-	
	690VA	6	1PQ8455 ... 457	Normale	9	-	
Autres tensions ¹⁾ sous Extensions de référence et exécutions spéciales						9	...
Formes de construction ss Ex.réf. et ex.sp. Type de moteur Exécution						0	Option(s)
Sans bride	IM B3		1PQ8315 ... 457	Normale	0	-	
Avec bride	IM V5 IM V6		1PQ8315 ... 457	Avec supplément de prix		-	
	capot		1PQ8315 ... 457	Avec supplément de prix		-	
	M loace		1PQ8315 ... 457	Avec supplément de prix		-	
	IM B35		1PQ8315 ... 457	Avec supplément de prix	6	-	
Exécutions spéciales							
Options sous Extensions de référence et exécutions spéciales						1PQ8 **

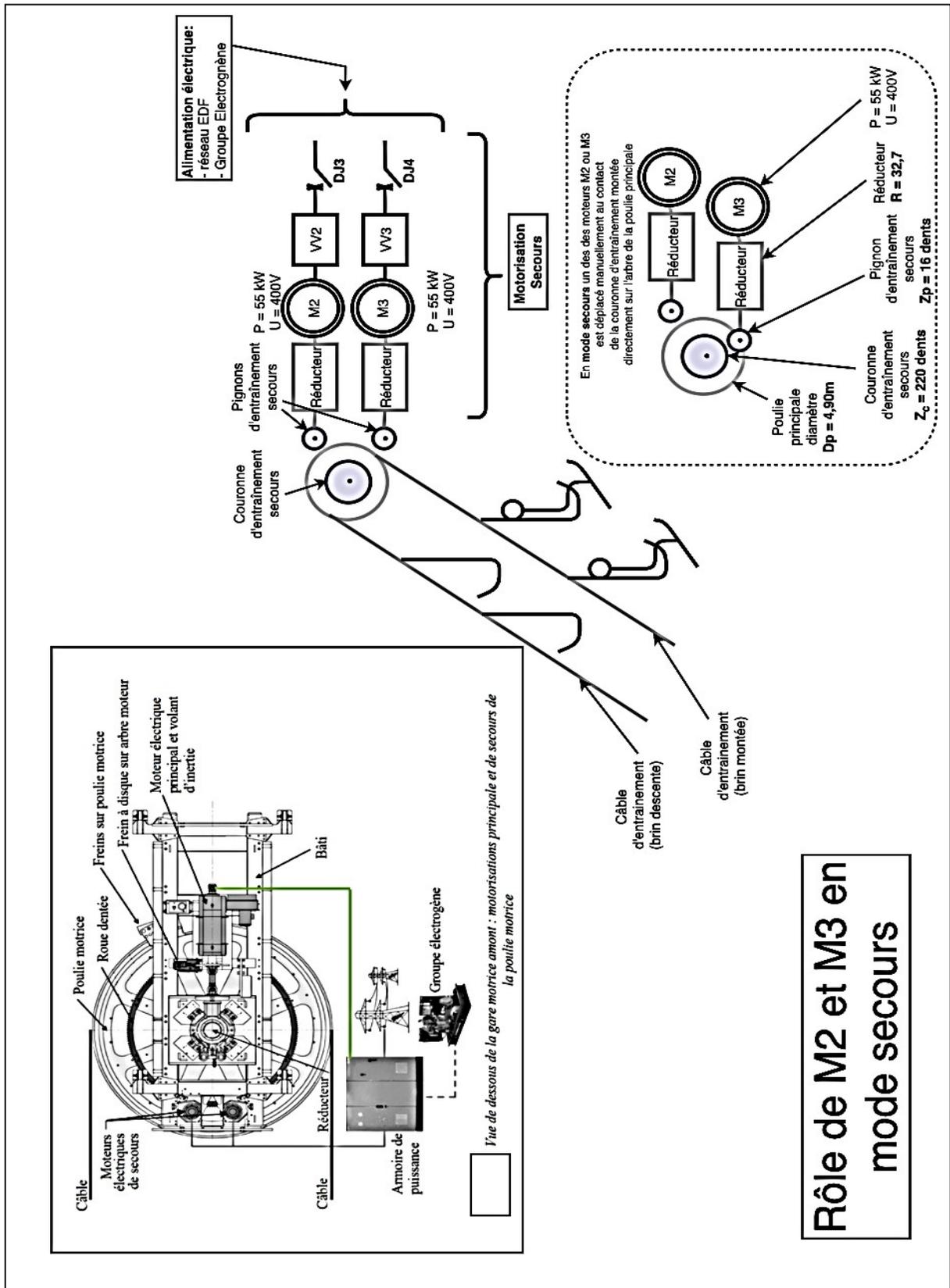
¹⁾ Tensions à 60 Hz avec code de tension 9 et option correspondante disponibles.

Réseau HTA :

- Norme appliquée : NFC 13-100
- L'alimentation de la gare haute du télésiège SERRE DOUMENGE s'intercalera dans la boucle HTA (20 kV) entre les postes existants des télésièges « CAP de PALES » et « TUQUET ».
- Mode d'alimentation : coupure d'artère
- Protection du transformateur HTA/BT par cellule Interrupteur-Sectionneur fusibles combiné

Réseau BT :

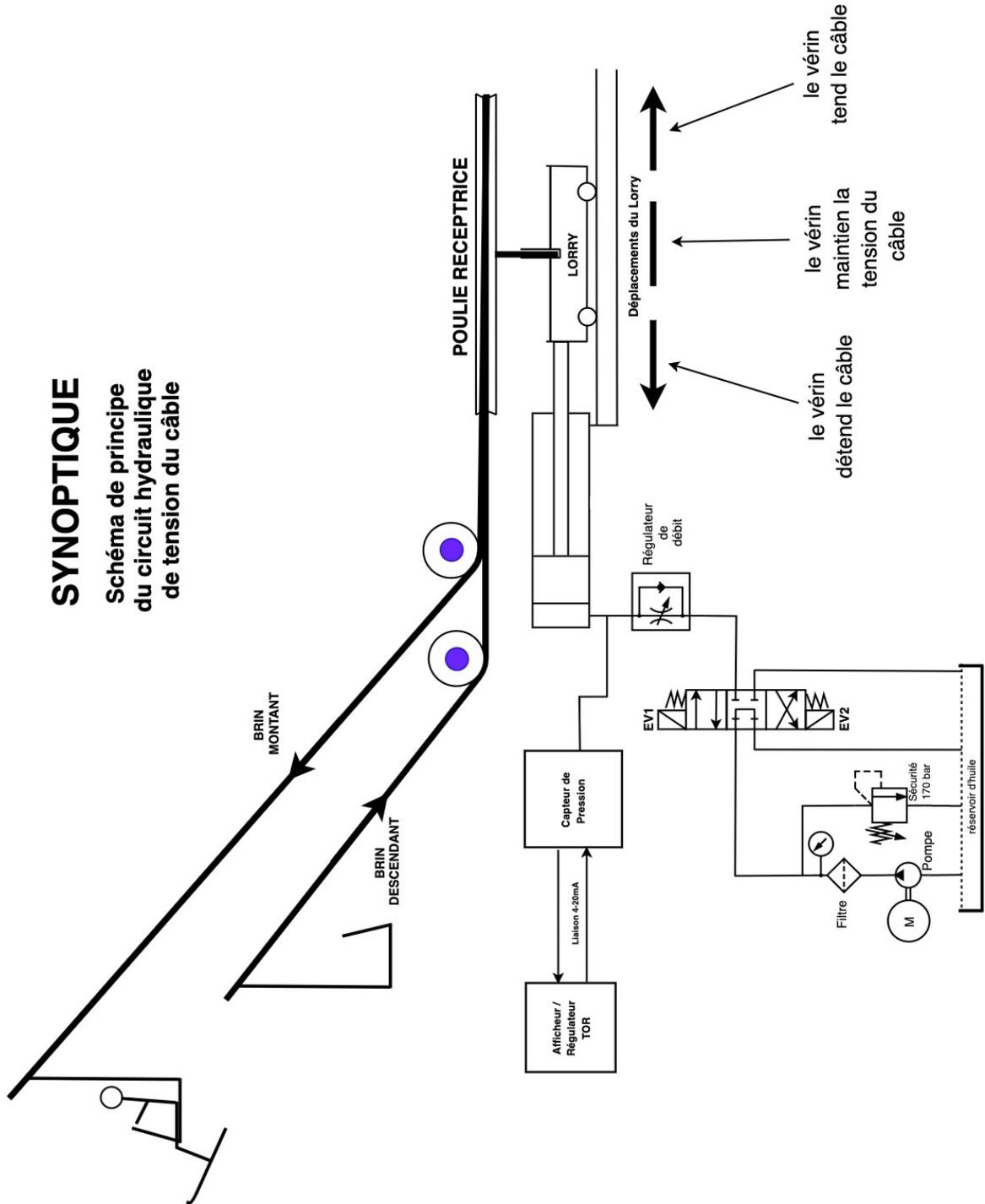
- Schéma de liaison à la terre : TN-C-S
- Transformateur HTA/BT (T1, 1000 kVA, 20 kV / 690 V, immergé sans prévision d'extension à venir)
- Protection départ BT : protection par un disjoncteur repéré DJ1
- Alimentation de puissance du moteur principal M1 (*Référence 1PQ8455-6PM*) en 690 V par le variateur de fréquence VV1 mis sous tension par un contacteur KM1 et protégé par un disjoncteur DJ2
- Entre le variateur VV1 (installé dans le local technique du conducteur du télésiège) et le moteur M1 (installé dans la gare) les câbles seront enterrés et la distance entre le variateur et le moteur est de 35 m.
- Les moto-variateurs de secours M2 et M3 (de puissance unitaire 55 kW sous 400 V) seront alimentés sous 400 V (protégés respectivement par des disjoncteurs DJ3 et Dj4) :
 - soit depuis le transformateur T2 (mode secours S₁)
 - soit par le groupe électrogène GE (mode secours S₂)
- Les dispositifs électriques nécessaires au contrôle du mode secours (automates, pompes...) sont alimentés en 400 V selon les mêmes modalités que M2 et M3.
- Le passage en mode secours S₁/secours S₂ s'effectuera par l'intermédiaire des interrupteurs repérés S₁ et S₂ (*S₁ est un mode secouru sans perte du réseau qui résulte d'une panne mécanique sur la chaîne de puissance principale, S₂ est un mode secouru avec perte de réseau*)
- Le transformateur T2 (690 V/400 V) protégé en amont et en aval par des disjoncteurs repérés respectivement DJ5 et DJ6 alimente les autres dispositifs électriques du mode normal (automates, pompes, ventilateurs...chauffage, éclairage...). La désactivation de ces auxiliaires est automatique lors du passage en mode secouru (S₁ ou S₂), elle n'est pas représentée sur ce synoptique.



DTEC 4. Synoptique de la régulation de tension du câble (mode secours)

SYNOPTIQUE

Schéma de principe du circuit hydraulique de tension du câble



DTEC 5. Régulation de tension du câble (mode secours)

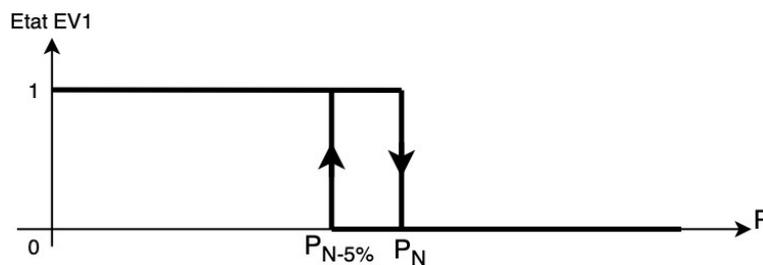
En mode de fonctionnement secours, la régulation de la tension du câble est réalisée en régulant la pression hydraulique dans la chambre haute pression du vérin entre les seuils $P_{N+5\%}$ et $P_{N-5\%}$ avec $P_N = 130$ bar à l'aide des 2 électrovannes EV1 et EV2 selon les cycles de fonctionnement décrits ci-après.

Notation :

- P_N : pression nominale
- $P_{N+5\%}$: pression nominale x 1,05
- $P_{N-5\%}$: pression nominale x 0,95
- **Exemple** : pour $P_N = 80$ bar, $P_{N+5\%} = 84$ bar, $P_{N-5\%} = 76$ bar

Cycle de fonctionnement EV1

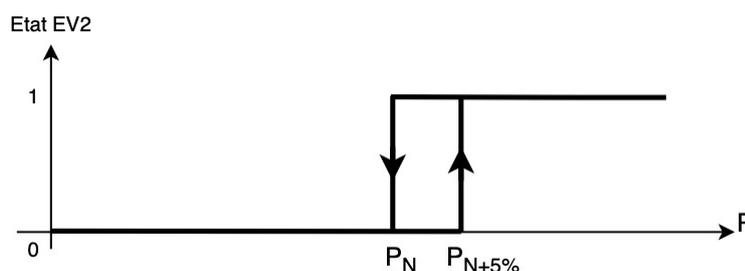
Lorsque le câble s'allonge (action de la charge due aux passagers et/ou à l'augmentation de la température), la pression mesurée dans le circuit hydraulique diminue. Lorsque la pression mesurée est inférieure au seuil $P_{N-5\%}$, il est nécessaire de tendre le câble en sortant la tige du vérin hydraulique pour déplacer le lorry. L'électrovanne EV1 est activée (EV2 non commandée) jusqu'à ce que la pression remonte jusqu'à P_N selon le cycle ci-après :



Cycle de fonctionnement EV2

Lorsque le câble se raccourcit (moins de passagers transportés et/ou diminution de la température), la pression mesurée dans le circuit hydraulique augmente. Lorsque la pression mesurée dans le circuit hydraulique est supérieure au seuil $P_{N+5\%}$, il est nécessaire de détendre le câble en rentrant la tige du vérin hydraulique qui va permettre de déplacer le lorry.

L'électrovanne EV2 est activée (EV1 non commandée) jusqu'à ce que la pression diminue jusqu'à P_N selon le cycle suivant :



BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉLECTROTECHNIQUE

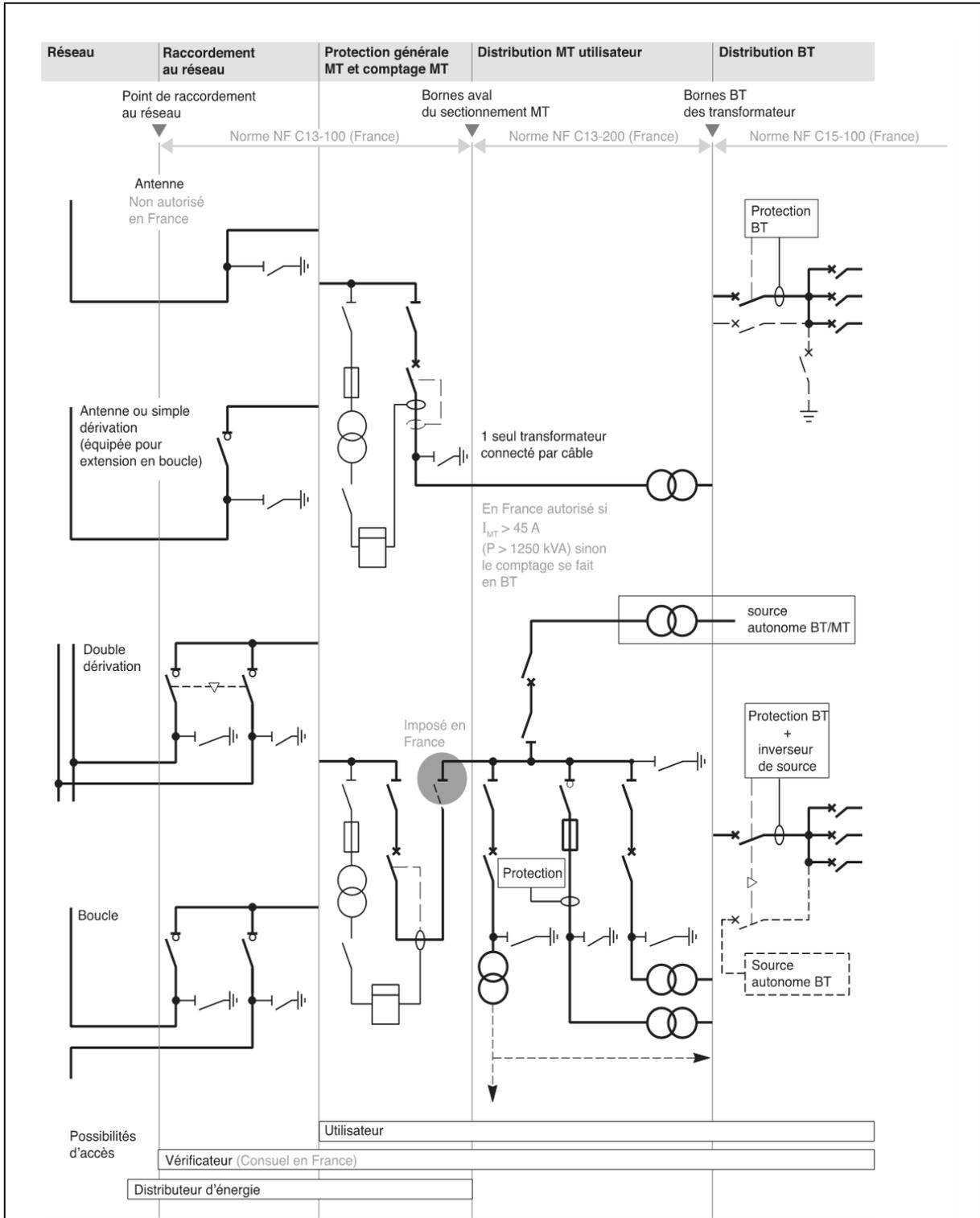
SESSION 2022
ÉPREUVE E4

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

DOSSIER RESSOURCES

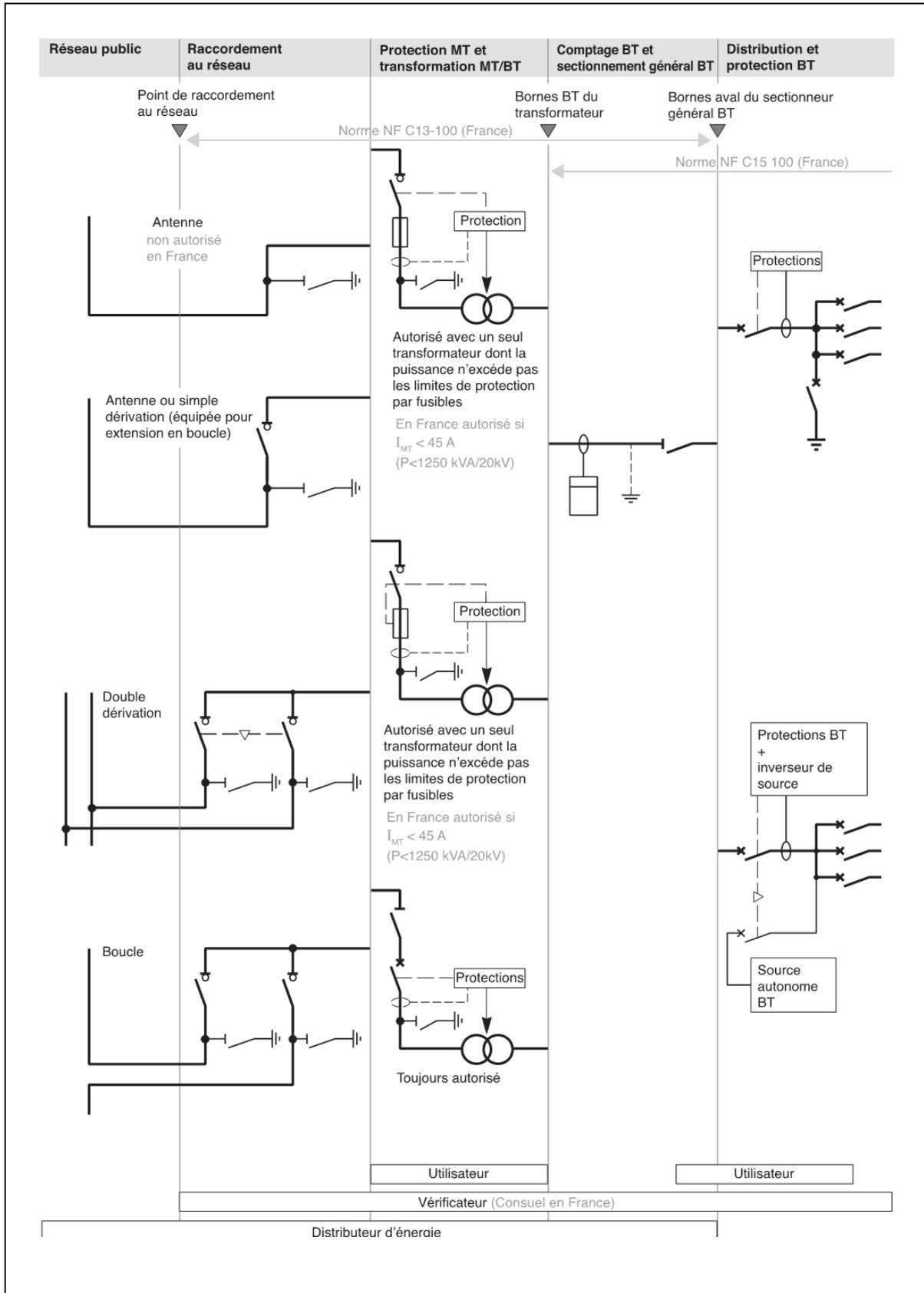
DRES 1.	Structure Générique d'un réseau HTA à comptage HT	2
DRES 2.	Structure Générique d'un réseau HTA à comptage BT.....	3
DRES 3.	Réseau HTA choix comptage	4
DRES 4.	Choix Protection Transformateur HTA/BT	5
DRES 5.	Courant admissible dans les canalisations enterrées	6
DRES 6.	Proposition commerciale pour les câbles	7

DRES 1. Structure Générique d'un réseau HTA à comptage HT



Source documentaire : Wiki Schneider Electric

DRES 2. Structure Générique d'un réseau HTA à comptage BT



Source documentaire : Wiki Schneider Electric

DRES 3. Réseau HTA choix comptage

Le poste de livraison à comptage HT

Un poste de livraison à comptage MT est une installation électrique raccordée à un réseau de distribution publique sous une tension nominale de 1 à 35 kV comprenant généralement un seul transformateur MT/BT de puissance supérieure 1250 kVA ou plusieurs transformateurs.

En France la norme NF C 13-100 définit le poste HTA à comptage HTA par :

- une tension 1 à 33 kV (valeur usuelle 20 kV),
- soit un seul transformateur de courant secondaire assigné supérieur à 2000 A (soit en pratique une puissance $P > 1250$ kVA),
- soit plusieurs transformateurs.

Le courant de appareillage MT est en général inférieur à 400 A.

Dans le cas d'un transformateur unique, la valeur minimale 2000 A impose, selon les tensions, une puissance minimale normalisée du transformateur de :

- 1600 kVA en 20 kV,
- 1250 kVA en 15 kV,
- 1000 kVA en 10 kV,
- 630 kVA en 5,5 kV.

Source documentaire : *Wiki Schneider Electric*

Le poste de livraison à comptage BT

Un poste de livraison à comptage BT est une installation électrique raccordée à un réseau de distribution publique sous une tension nominale de 1 à 35 kV comprenant un seul transformateur MT/BT dont la puissance est en général inférieure ou égale à 1250 kVA.

En France la norme NF C 13-100 définit le poste HTA à comptage BT par :

- une tension 1 à 33 kV (valeur usuelle 20 kV),
- un seul transformateur,
- courant secondaire assigné est au plus égal à 2000 A (soit en pratique une puissance maximale $P_{max} \leq 1250$ kVA).

La valeur maximale 2000 A impose en pratique, selon les tensions, de se limiter à une puissance maximale normalisée du transformateur de :

- 1250 kVA en 20 kV,
- 1000 kVA en 15 kV,
- 630 kVA en 10 kV,
- 400 kVA en 5,5 kV.

Source documentaire : *Wiki Schneider Electric*

DRES 4. Choix Protection Transformateur HTA/BT



Trois types de cellules HTA peuvent être utilisés pour protéger le transformateur du poste :

- Interrupteur et fusibles associés, la fusion d'un fusible n'agissant pas sur l'interrupteur
- Combiné interrupteur-fusibles¹, la fusion d'un fusible déclenchant l'interrupteur
- Disjoncteur

Des paramètres vont influencer sur le choix optimal

- La valeur du courant primaire,
- Le type d'isolant du transformateur,
- L'installation du poste par rapport au local principal,
- La position du poste par rapport aux charges,
- La puissance en kVA du transformateur,
- La distance des cellules au transformateur.

Choix de la cellule de protection du transformateur en comptage BT en France

Le dispositif de protection HTA est défini par la norme NF C 13-100.

Un poste HTA à comptage BT comporte un seul transformateur de courant secondaire < 2000 A

La norme NF C 13-100 impose d'autre part en comptage BT

- Une protection du transformateur contre les défauts internes provoquant l'ouverture du dispositif de protection HTA:
 - Pour les transformateurs immergés, un dispositif de détection gaz, pression, température de type **DMCR**² ou **DGPT2**³
 - Pour les transformateurs secs, un dispositif thermique

Notes

1. Les combinés interrupteur-fusibles sont équipés d'un percuteur qui provoque le déclenchement tripolaire de l'interrupteur en cas de fusion d'un ou plusieurs fusibles.
2. Le **DMCR**[®] contrôle simultanément les paramètres suivants du liquide diélectrique dans la cuve des transformateurs : la pression, la température et le niveau.
3. Un **DGPT2** est un relais de protection de transformateur immergé, similaire au relais Buchholz. Son nom signifie **D**étection **G**az **P**ression **T**empérature **2** seuils. Il est équipé de divers détecteurs qui lui permettent de signaler un défaut de présence gaz, de pression ou de température anormales. Le détecteur de température a deux seuils de détections.

Source documentaire : d'après Wiki Schneider Electric

DRES 5. Courant admissible dans les canalisations enterrées

(NOTA XLPE est une désignation équivalente à PR)

Câbles enterrés

Fig. G22 – Courants admissibles, en ampères (à partir du tableau B.52-1 de la norme CEI 60364-5-52) pour des câbles enterrés (mode de pose D)

Méthode d'installation	Section mm ²	Nombre de conducteurs chargés et type d'isolation			
		PVC 2	PVC 3	XLPE 2	XLPE 3
D1/D2	Cuivre				
	1,5	22	18	26	22
	2,5	29	24	34	29
	4	38	31	44	37
	6	47	39	56	46
	10	63	52	73	61
	16	81	67	95	79
	25	104	86	121	101
	35	125	103	146	122
	50	148	122	173	144
	70	183	151	213	178
	95	216	179	252	211
	120	246	203	287	240
	150	278	230	324	271
	185	312	258	363	304
240	361	297	419	351	
300	408	336	474	396	
D1/D2	Aluminium				
	2,5	22	18,5	26	22
	4	29	24	34	29
	6	36	30	42	36
	10	48	40	56	47
	16	62	52	73	61
	25	80	66	93	78
	35	96	80	112	94
	50	113	94	132	112
	70	140	117	163	138
	95	166	138	193	164
	120	189	157	220	186
	150	213	178	249	210
	185	240	200	279	236
	240	277	230	322	272
300	313	260	364	308	

Source documentaire : Wiki Schneider Electric

DRES 6. Proposition commerciale pour les câbles

U1000 R2V

R2V 1x240mm²

1x240mm²

Câble électrique U1000 R2V (RO2V ou R02V) cuivre | 1.5mm² à 300mm²

Ref. : U1000R2V-1x240

Vente au mètre de câble électrique U1000 R2V cuivre (ancienne dénomination : RO2V ou R02V)

Toute section disponible (1.5mm² à 300mm²), de 1 à 37 conducteurs.

Version aluminium moins chère ici : câble aluminium AR2V

Vente et livraison dans toute la France.

[+ d'infos]

Disponible rapidement (sous 1-2 jours habituellement)

Nombre de conducteurs

1x

Section

240mm²

Couleur

Unité de vente

Au mètre

37,95 € TTC
tarif unitaire

Quantité

- 10 +

Minimum 10

379,50 €
TTC

AJOUTER AU PANIER

U1000 AR2V

AR2V 1x185mm²

1 x 185mm²

Câble électrique aluminium U1000 AR2V | 16mm² à 300mm²

Ref. : AR2V-1x185

Vente au mètre de câble électrique aluminium U1000 AR2V

Toutes sections disponibles (16mm² à 300mm²), de 1 à 5 conducteurs.

Vente et livraison dans toute la France.

Réducteur de section recommandé si utilisation de câble alu

Autres déclinaisons spécifiques disponibles sur demande

[+ d'infos]

Disponible sous 2-4 jours habituellement

Nombre de conducteurs

1x

Section

185mm²

Couleur

Unité de vente

Au mètre

4,75 € TTC
tarif unitaire

Quantité

- 10 +

Minimum 10

47,50 €
TTC

AJOUTER AU PANIER

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

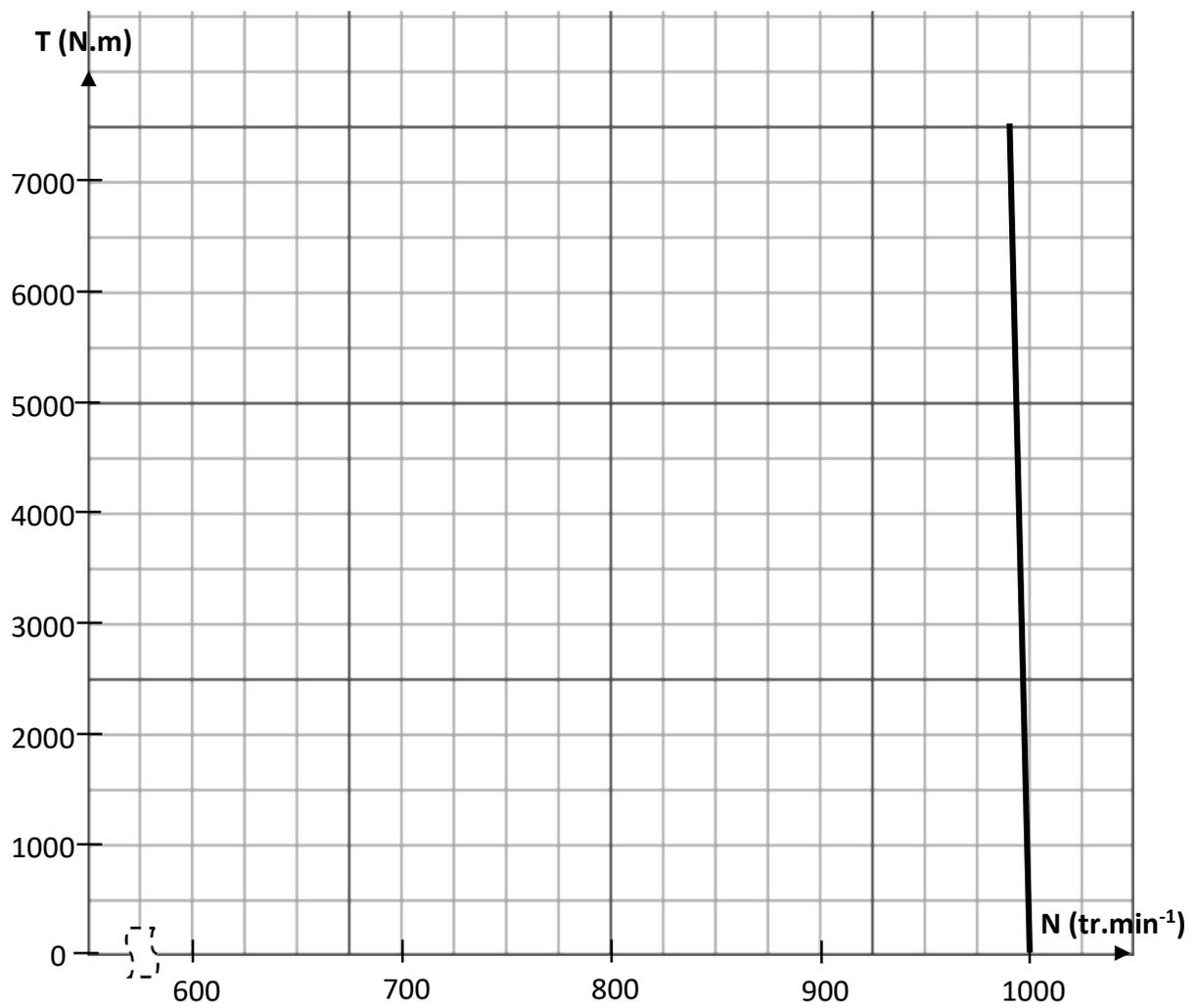
DOSSIER REPONSES

Ce dossier est à rendre agrafé avec une copie

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

DREP 1.	Caractéristique mécanique	2
DREP 2.	Architecture HTA	3
DREP 3.	Architecture BT	4
DREP 4.	Bilan de puissance Groupe Électrogène.....	5
DREP 5.	Chronogramme Régulation.....	6

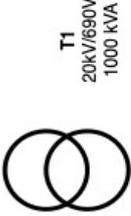
DREP 1. Caractéristique mécanique



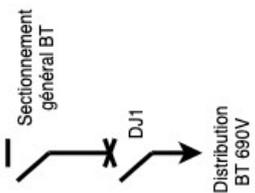
B1 ↑	Choix : Justification :
B2 ↑	Choix : Justification :
B3 ↑	Choix : Justification :

B4

Pour dessiner les cellules HTA, utiliser autant de cases en pointillés que nécessaire



T1
20KV/690V
1000 KVA



Sectionnement
général BT

DJ1

Distribution
BT 690V

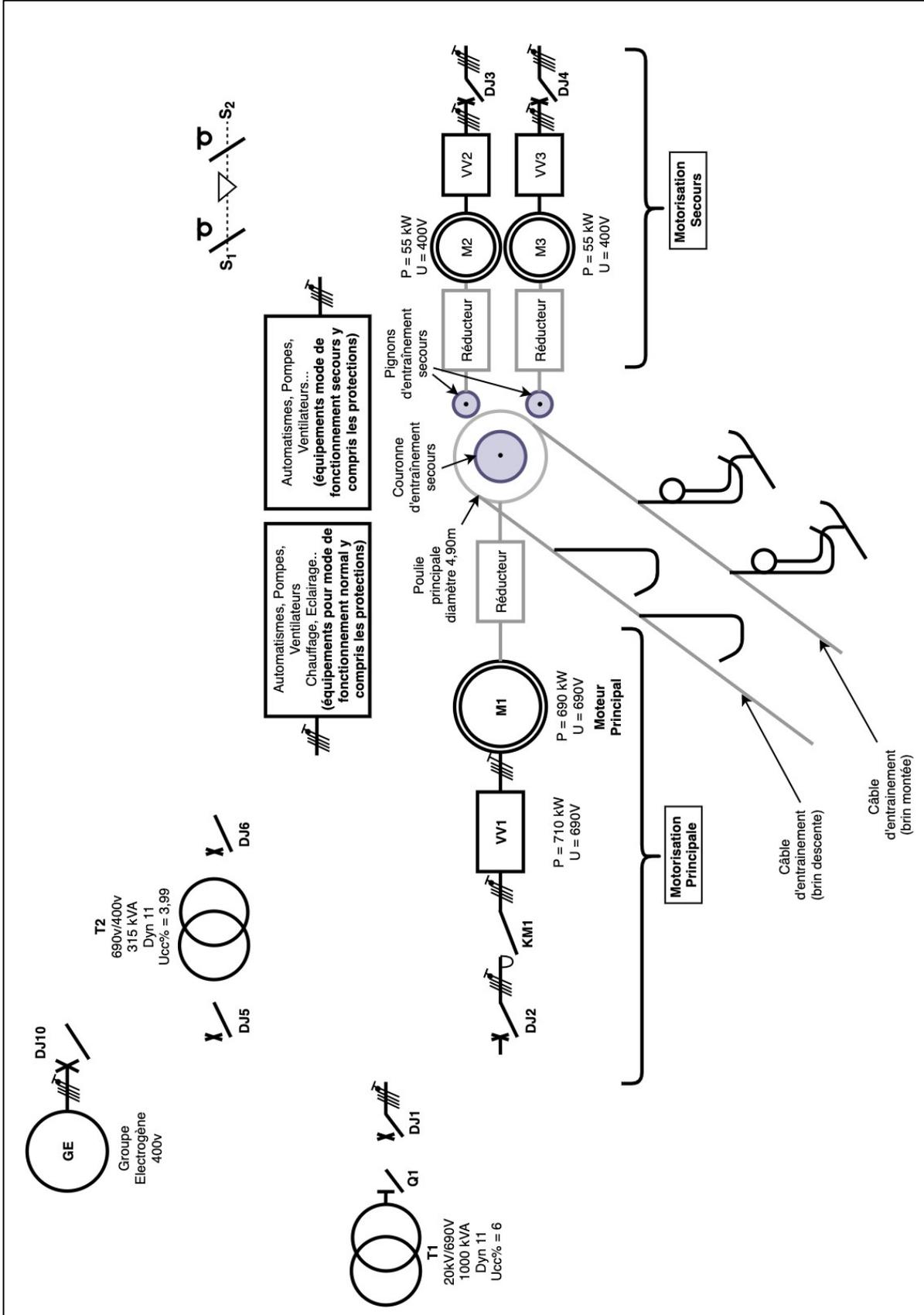


Arrivée 20 KV vers T1

Arrivée Source 31 Cap de PALES

Boucle 20 KV

Arrivée Source 32 TUQUET



BILAN DE PUISSANCE GENERATEUR DE SECOURS

Réserve = 30% Puissance Totale Calculée : 81 840 VA
 Puissance du Groupe Electrogène ≥ 106 KVA

Désignation	Qte	Puissance Unitaire Pu (W)	Cos φ	Ku	Ks	Puissance active P (W)	Puissance réactive Q (var)	Puissance de dimensionnement S (VA)
FORCES MOTRICES								
Moteurs de secours M1 & M2	2	58511	0,84	0,90	0,50	52660	34 015	X
Ventilation	1	8242	0,85	0,90	5192	3 218		
Voie d'arrivée 1 & 2	2	1000	0,71	0,90	1800	1 785		
Pompe à huile réducteur	1	1744	0,75	0,90	785	692		
Frein de sécurité	1	1000	0,71	0,90	90	89		
Cadenceur	1	1294	0,75	0,90	1165	1 027		
Diverses charges	1	10000	0,80	0,70	6300	4 725		
					3 → 67991	4 → 45 552	5 → 81 840	
				TOTAL				

1 P =

2 Q =

3 Total P =

4 Total Q =

5 Total S =

Question C5:

6

DREP 5. Chronogramme Régulation

