

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2019
ÉPREUVE E4.2

Alimentation d'un hôpital.



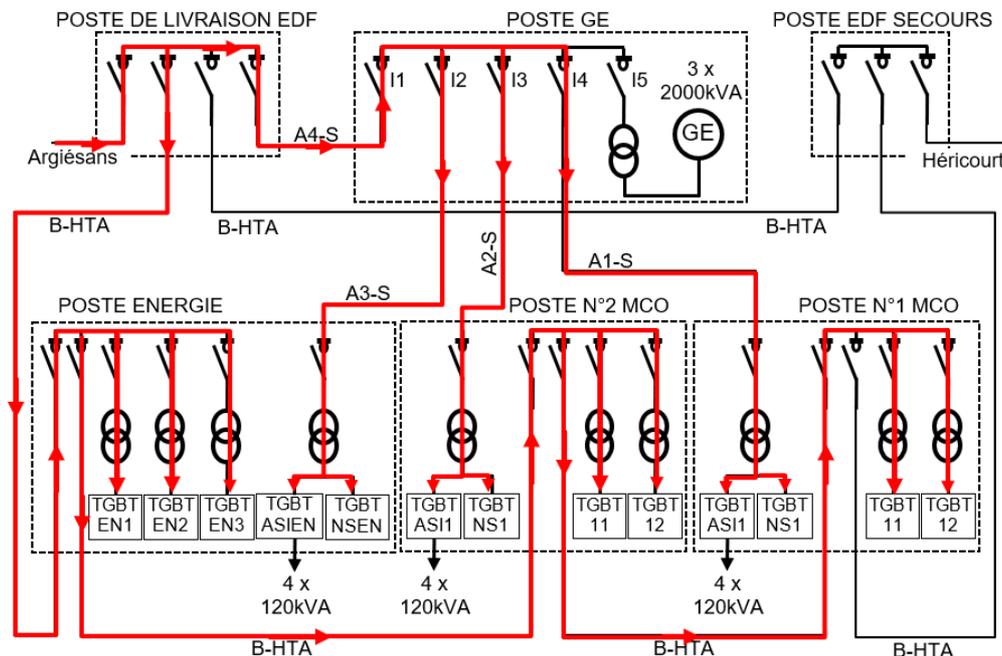
CORRECTION

PARTIE A	Continuité de l'alimentation électrique de l'hôpital.....	2
PARTIE B	Raccordement et surveillance des groupes électrogènes	5
PARTIE C	Motorisation du convoyeur à chaîne de la chaudière à bois.....	8
DREP 1	Document réponse relatif à la question A1	10
DREP 2	Document réponse relatif à la question B7	13
DREP 3	Document réponse relatif aux questions C8 et C9	14
DREP 4	Document réponse relatif aux questions C3, C8 et C9.....	15
DREP 5	Document réponse relatif à la question C10	16

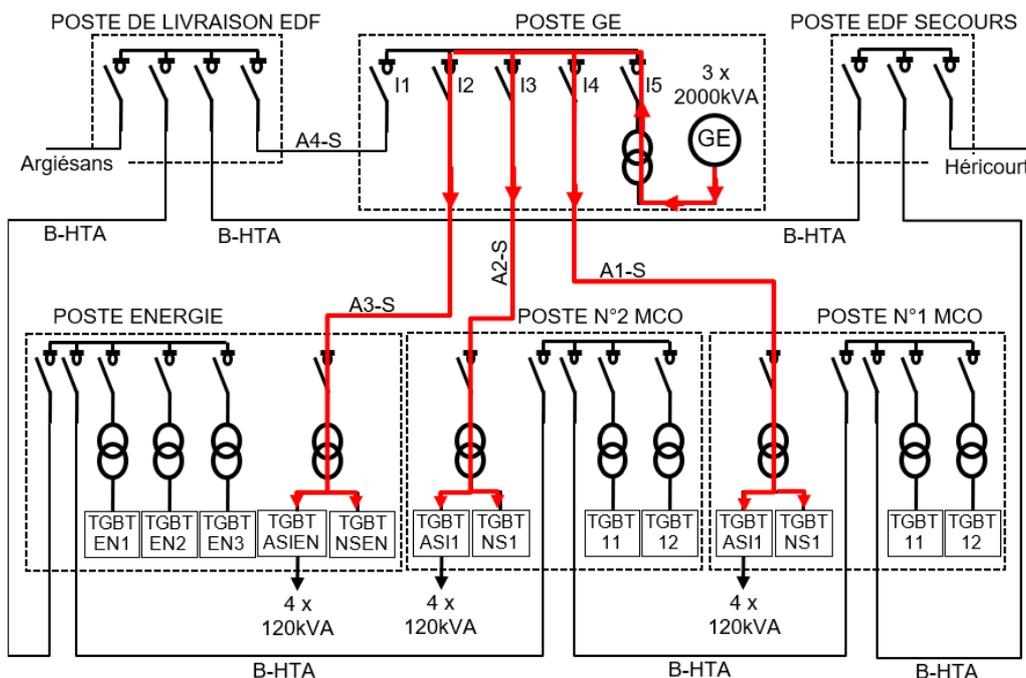
PARTIE A Continuité de l'alimentation électrique de l'hôpital

A 1. Afin d'apporter une réponse à votre responsable qui s'interroge sur les manœuvres à réaliser en cas de coupure de la ligne provenant d'Argièsans :

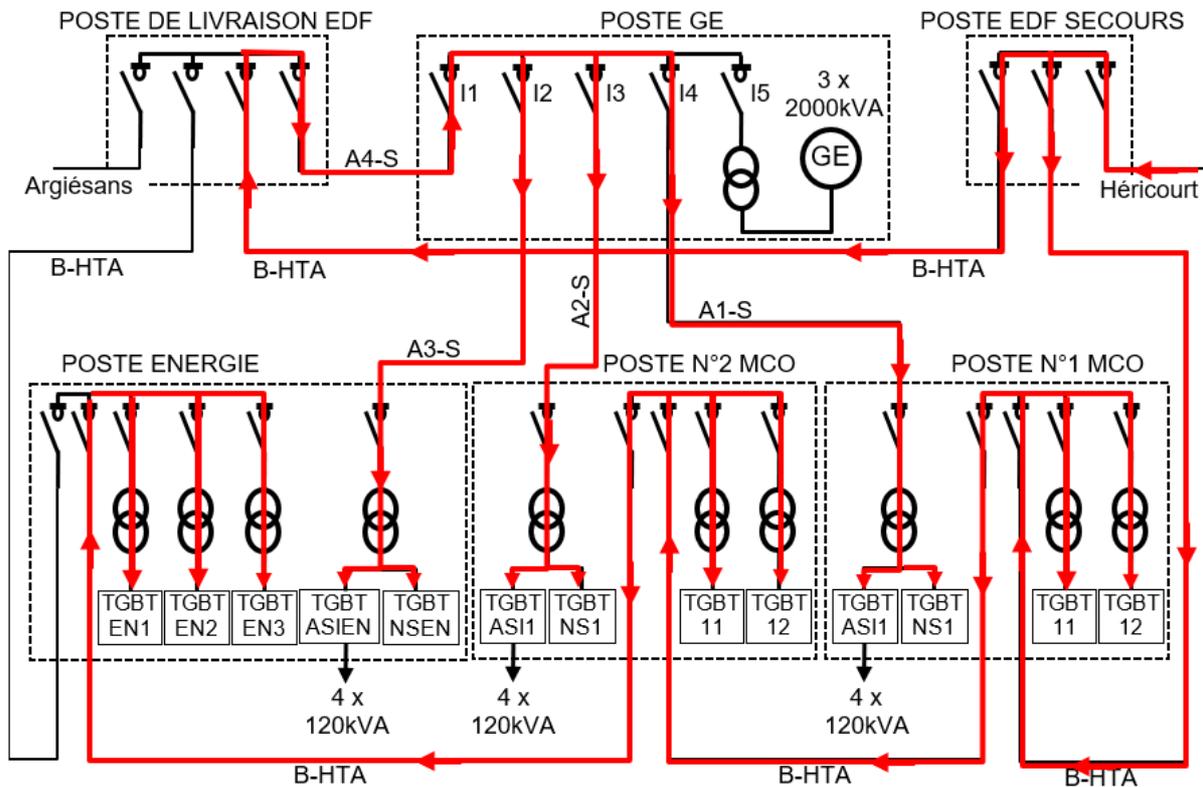
A.1.1. **Compléter** le document réponse **DREP1** en **traçant** et en **fléchant** la circulation de l'énergie lorsque l'alimentation est assurée par la ligne provenant d'Argièsans.



A.1.2. **Compléter** le document réponse **DREP1** en **traçant** et en **fléchant** la circulation de l'énergie lorsque l'alimentation est assurée par les groupes électrogènes (alimentations « Argièsans » et « Héricourt » hors services).



A.1.3. **Compléter** le document réponse **DREP1** en **traçant** et en **fléchant** la circulation de l'énergie lorsque l'alimentation est assurée par la ligne de secours (Héricourt).



A.1.4. **Compléter** le document réponse **DREP1** en indiquant l'état des interrupteurs I1 à I5 du poste « POSTE GE ». **Rédiger** une note à destination de votre responsable pour répondre à sa demande.

	Interrupteurs du poste « POSTE GE »									
	I1		I2		I3		I4		I5	
	O	F	O	F	O	F	O	F	O	F
L'hôpital est alimenté par la ligne provenant d'Argièsans		x		x		x		x	x	
L'hôpital est alimenté par les groupes électrogènes	x			x		x		x		x
L'hôpital est alimenté par la ligne provenant d'Héricourt		x		x		x		x	x	

Lorsque l'hôpital est alimenté par la ligne provenant d'Argièsans, les interrupteurs I1 à I4 du poste GE sont fermés, l'interrupteur I5 est ouvert et les groupes électrogènes sont à l'arrêt.

Dès la disparition de l'alimentation par la ligne provenant d'Argièsans, les groupes électrogènes sont démarrés et il faut manœuvrer l'interrupteur I1 pour l'ouvrir. Les autres interrupteurs ne sont pas manœuvrés, ils restent dans leur état.

Une fois les groupes électrogènes démarrés, au bout de 8s, il faut manœuvrer l'interrupteur I5 pour le fermer. Les autres interrupteurs ne sont pas manœuvrés, ils restent dans leur état.

Lorsque la ligne d'Héricourt alimente l'hôpital, au bout de 15 minutes, il faut manœuvrer l'interrupteur I5 pour l'ouvrir et l'interrupteur I1 pour le fermer. Les autres interrupteurs ne sont pas manœuvrés, ils restent dans leur état.

A 2. **Préciser**, en vous justifiant, si les équipements de niveaux 2 de criticité, pourront être alimentés par le tableau TGBT NSEN, non équipé d'onduleur et secouru par les groupes électrogènes.

Le TGBT NSEN n'est pas équipé d'onduleur et les équipements qui lui seront raccordés devront accepter une interruption de leur alimentation durant 8s pendant le démarrage des groupes électrogènes.

Le niveau 2 de criticité (DTEC1) précise que les équipements peuvent supporter des coupures d'une durée inférieure à 15s.

Ces équipements pourront être raccordés au TGBT NSEN.

A 3. Nous devons vérifier que les onduleurs pourront alimenter les équipements les plus critiques pendant le démarrage des groupes électrogènes.

A.3.1. **Justifier** que les équipements d'une salle d'opérations seront impérativement alimentés par l'un des trois tableaux TGBT ASIEN, TGBT ASI1 ou TGBT ASI2.

Les équipements d'une salle d'opérations sont d'un niveau de criticité 1, ils ne supportent pas de discontinuité de leur alimentation. Il est donc impératif d'utiliser une alimentation sans interruption : seuls les tableaux TGBT ASIEN, TGBT ASI1 et TGBT ASI2 possèdent des onduleurs qui assurent la continuité de l'alimentation en cas de coupure réseau.

La technologie On Ligne Double Conversion (VFI) n'a pas de commutation en sortie. Il n'y a donc absolument aucune interruption de l'alimentation, conformément aux exigences du niveau 1 de criticité.

A.3.2. **Calculer** la puissance totale des équipements à raccorder aux tableaux TGBT ASIEN, TGBT ASI1 ou TGBT ASI2.

Tous les équipements de niveau de criticité 1 de l'hôpital doivent être raccordés aux TGBT ASIEN, TGBT ASI1 et TGBT ASI2.

D'après le document DTEC 1 la puissance totale mise en jeu par ces équipements est égale à 1250 kVA :

$$S_{TOTALE} = 220 + 140 + 80 + 80 + 120 + 110 + 90 + 90 + 150 + 70 + 100 = 1250 \text{ kVA}$$

A.3.3. **Vérifier**, par le calcul, que la puissance totale des onduleurs est suffisante pour alimenter les équipements les plus critiques.

Les équipements de niveau de criticité 1 de l'hôpital mettent en jeu une puissance apparente de 1250kVA.

L'installation utilise 3 x 4 départs triphasés de 120 kVA. La puissance totale des onduleurs est donc de 3 x 4 x 120 kVA = 1440 kVA. Cette puissance convient car elle est supérieure à la puissance nécessaire, 1250kVA.

PARTIE B Raccordement et surveillance des groupes électrogènes

Raccordement des groupes électrogènes au réseau 20 kV

B.1. Donner en la justifiant, une référence pour les transformateurs T1 à T3.

Le réseau secouru est distribué en 20 kV, les groupes électrogènes fournissent du 400 V (DTEC 2), il est donc nécessaire d'élever la tension.

Deux valeurs sont données pour la puissance des groupes électrogènes :

- *La puissance principale disponible en continue, PRP, qui est égale à 1909kVA ;*
- *La puissance Stand-By pour une utilisation secours, ESP, qui est égale à 2100kVA.*

Un transformateur de 2 000 kVA pourra suffire si l'on tient compte de la surcharge qu'il peut supporter, 2200kVA (DRES2).

La référence MIN 2000 BT/HT convient donc.

B.2. Donner en la justifiant, la section des conducteurs des câbles à installer pour assurer les liaisons transformateurs-cellules.

La section du câble doit être choisie de façon à respecter la relation, $I_z = \frac{I_B}{f}$. Avec :

- *I_z : valeur maximale du courant qui peut parcourir en permanence un conducteur.*
- *I_N : courant d'emploi des conducteurs*
- *F : facteur de correction dépendant du mode de pose du câble*

Les spécifications présentées dans le contexte de l'étude imposent de prendre pour valeur du courant d'emploi I_B , la valeur du courant nominal du transformateur.

$$I_B = I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3} \times U} = \frac{2000 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \times 20000} = 57,7A$$

Les câbles sont posés sur un même chemin de câbles non perforé. D'après le tableau BA :

- *le facteur de correction f_1 relatif à la température, est à chercher dans le tableau D1 :*

- *température de l'air : 25°C*
- *isolant PR*
- *colonne 3 des tableaux 52C*

- *le facteur de correction f_2 relatif aux groupements de conducteurs, est à chercher dans le tableau E2 ligne F : 3 circuits sur le chemin de câbles*

On trouve $f_1 = 1,04$ et $f_2=0,8$. Le facteur global de correction est égal à $f = 1,04 \times 0,8 = 0,832$.

Il nous faut choisir des sections de conducteurs respectant $I_z = \frac{I_B}{f} = \frac{57,7}{0,832} = 69,35 A$

Pour un circuit 20 kV et un isolant PR, la section est à déterminer à l'aide du tableau 52 C25 :

- *âme cuivre*
- *colonne 3 (d'après tableau D1)*

On choisit une section de 16mm² qui présente un courant IZ = 130A. C'est la plus petite section disponible.

B.3. **Indiquer** en vous justifiant, si les cellules QM et DM1-A (DRES 4) remplissent les conditions données dans les spécifications.

Concernant le type de cellule à choisir :

- En termes de fonction, les cellules proposées par le document DRES4 sont identiques : protection contre les surintensités, sectionnement et mise à la terre.
- En termes d'équipement, la cellule QM est équipée de fusibles alors que la cellule DM1 est équipée d'un disjoncteur.

Les deux cellules répondent aux spécifications.

B.4. **Donner** en la justifiant, la référence des cellules CL1 à CL3 qui répond à la norme NFC 13-100.

Le courant d'emploi (57,7A) étant supérieur, la solution QM n'est pas possible, il faut donc obligatoirement utiliser une cellule DM1.

La référence des cellules est la suivante : DM1 – 400 – 24 – 16

- DM1 : fonction recherchée
- 400 : courant assignée en ampères, cette valeur est supérieure au courant d'emploi 57,7A
- 24 : tension assignée en kV, cette valeur est supérieure à la tension du réseau 20 kV
- 16 : valeur maximale du courant en kA, cette valeur est supérieure à l'intensité de court-circuit triphasé 13,4 kA

Surveillance du fonctionnement des groupes électrogènes

B.5. **Montrer** que le nombre d'adresses IPv4 attribué par l'administrateur du réseau informatique est suffisant. **Donner** en le justifiant, le nombre d'adresses restant pour de futures extensions.

L'adresse attribuée par le service informatique pour le sous réseau est 192.168.203.128/28. /28 correspond à 28 BIT pour identifier le réseau (NET ID), on dispose donc de 4 BIT pour la partie HOST ID.

Dans ce cas le nombre d'adresses du sous réseau (espace d'adressage) est égal à $2^4 = 16$. Comme la première correspond à l'adresse de sous réseau et la dernière (BROADCAST) sont réservées il reste $16 - 2 = 14$ adresses pour accueillir des hôtes. Le nombre d'adresses est suffisant, nous en avons besoin au minimum de 4 ; une pour le PC de supervision et 3 pour les groupes électrogènes. Il reste $14 - 4 = 10$ adresses pour de futures extensions.

B.6. **Donner** les adresses IPv4 et le masque du sous réseau à attribuer aux équipements assurant le pilotage et la surveillance des groupes électrogènes.

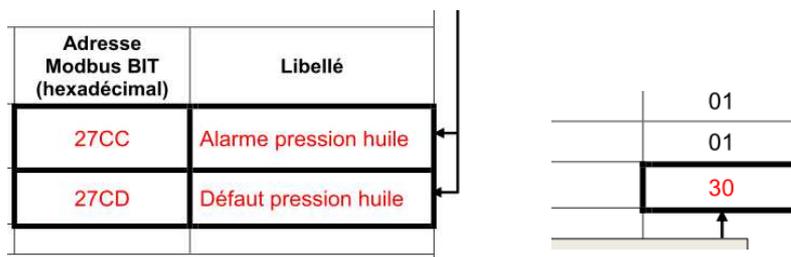
Les 4 (32-28) derniers BIT du masque de sous réseau sont à 0. Le masque de sous réseau est égal à 255.255.255.240 ($240 = (11110000)_2$), il est identique pour les trois groupes électrogènes.

La plage d'adresses utilisables du sous réseau va de 192.168.203.129 à 192.168.203.142 ($128+14=142$). Nous affectons donc les adresses 192.168.203.142, 192.168.203.141, 192.168.203.140.

Groupe électrogène	Adresse IP	Masque de sous réseau
1	192.9.203.140	255.255.255.240
2	192.9.203.141	255.255.255.240
3	192.9.203.142	255.255.255.240

B.7. **Compléter**, en vous justifiant, le document réponse DREP2 afin de préciser la surveillance, par le poste de supervision, de la pression d'huile moteur du groupe électrogène n°1 (GE1).

Les BIT de communication 27CC et 27CD concernent l'alarme et le défaut de pression d'huile. La signalisation d'un défaut signifie que les deux seuils sont dépassés. Dans ce cas ces deux BIT sont à 1, ce qui correspond à la valeur hexadécimale 30 (00110000 en binaire) pour l'octet qui regroupe les 8 BIT de surveillance des circuits de refroidissement et de lubrification du moteur du groupe électrogène.



Remarque1 : si seul le BIT rangé à l'adresse 27CD est positionné à 1, on obtient 20 pour la valeur de l'octet. Cette réponse est moins rigoureuse mais montre une bonne compréhension de ce qui est attendu.

Remarque2 : Le protocole MODBUS est encapsulé dans une trame Ethernet (hors étude).

Source retenue : http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf

PARTIE C Motorisation du convoyeur à chaîne de la chaudière à bois

C1. **Donner** en la justifiant, la désignation pour le variateur Powerdrive F300.

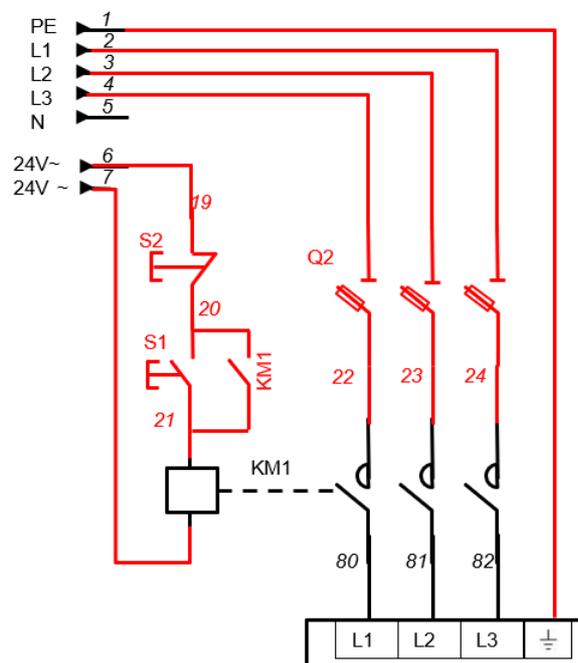
Pour un réseau triphasé 400V et une puissance moteur de 2,2 kW la référence retenue est F300-03400062A10.

C2. **Donner** la classe et le calibre des fusibles à placer en amont du variateur, et **justifier** leur emploi.

Selon le tableau 4-8 du document ressource DRES6, pour la référence variateur choisie et un réseau 400V triphasé, nous retenons la référence CEI, gG 10A pour les fusibles à placer en amont du variateur.

Les fusibles protègent le départ contre les courts-circuits.

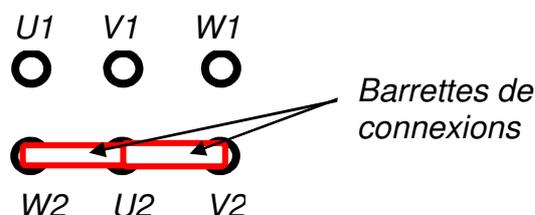
C3. **Compléter** le schéma du document réponse DREP4 en représentant les symboles des composants et les liaisons permettant la mise sous tension du circuit de puissance du variateur.



C4. **Donner** en le justifiant, le couplage des enroulements du moteur à réaliser. **Dessiner** la plaque à borne du moteur correspondant au couplage choisi.

Il s'agit d'un moteur 230/400V (triangle/étoile) alimenté par un réseau triphasé 400V, il faut le coupler en étoile.

Les connexions à réaliser au niveau de la plaque à bornes du moteur sont les suivantes :



C5. Afin de réaliser une mise en service rapide du variateur F300, **donner** sous forme d'un tableau à trois colonnes, la liste des paramètres à configurer, leurs

valeurs par défaut et les valeurs à modifier en fonction des spécifications (voir contexte).

Paramètre	Valeur par défaut	Nouvelle valeur
00.002	50 Hz	-
00.003	20,0s	10,0s
00.004	20,0s	10,0s
00.044	400V	-
00.045	1500 tr/min	905 tr/min
00.046	6,2 A (courant max permanent du variateur)	4,6 A
00.047	50 Hz	-

C6. **Donner** les trois critères qui conduisent à choisir la référence TM221CE16R pour le contrôleur logique.

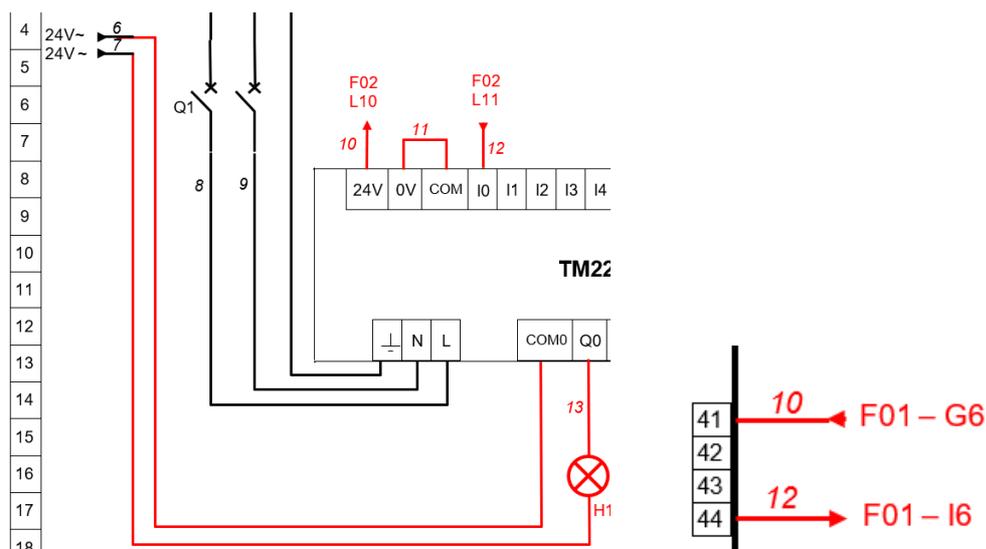
Pour répondre aux spécifications imposées, la référence retenue présente les caractéristiques suivantes :

- Une connexion Ethernet pour communiquer via l'intranet de l'hôpital ;
- Le nombre d'entrées T.O.R, 9, est suffisant car nous devons en disposer d'une au minimum pour acquérir l'état du variateur ;
- Le nombre de sorties T.O.R, 7, est suffisant car nous devons en disposer de deux au minimum
 - Une sortie T.O.R pour piloter le voyant communiquant l'état du variateur ;
 - Une sortie T.O.R pour piloter la marche du variateur ;

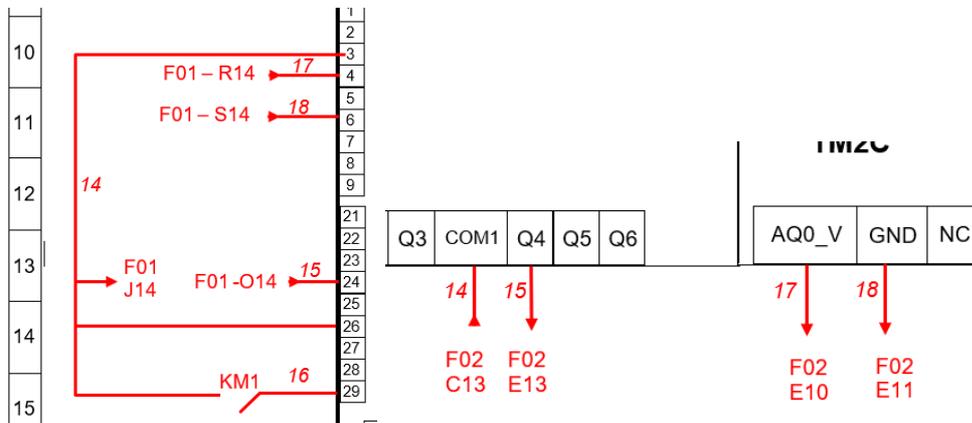
C7. **Justifier** l'ajout d'une cartouche TM2C2AQ2V.

Il est nécessaire d'ajouter une cartouche de référence TMC2AQ2V pour disposer d'une sortie analogique 0-10V afin de communiquer la consigne de vitesse au variateur.

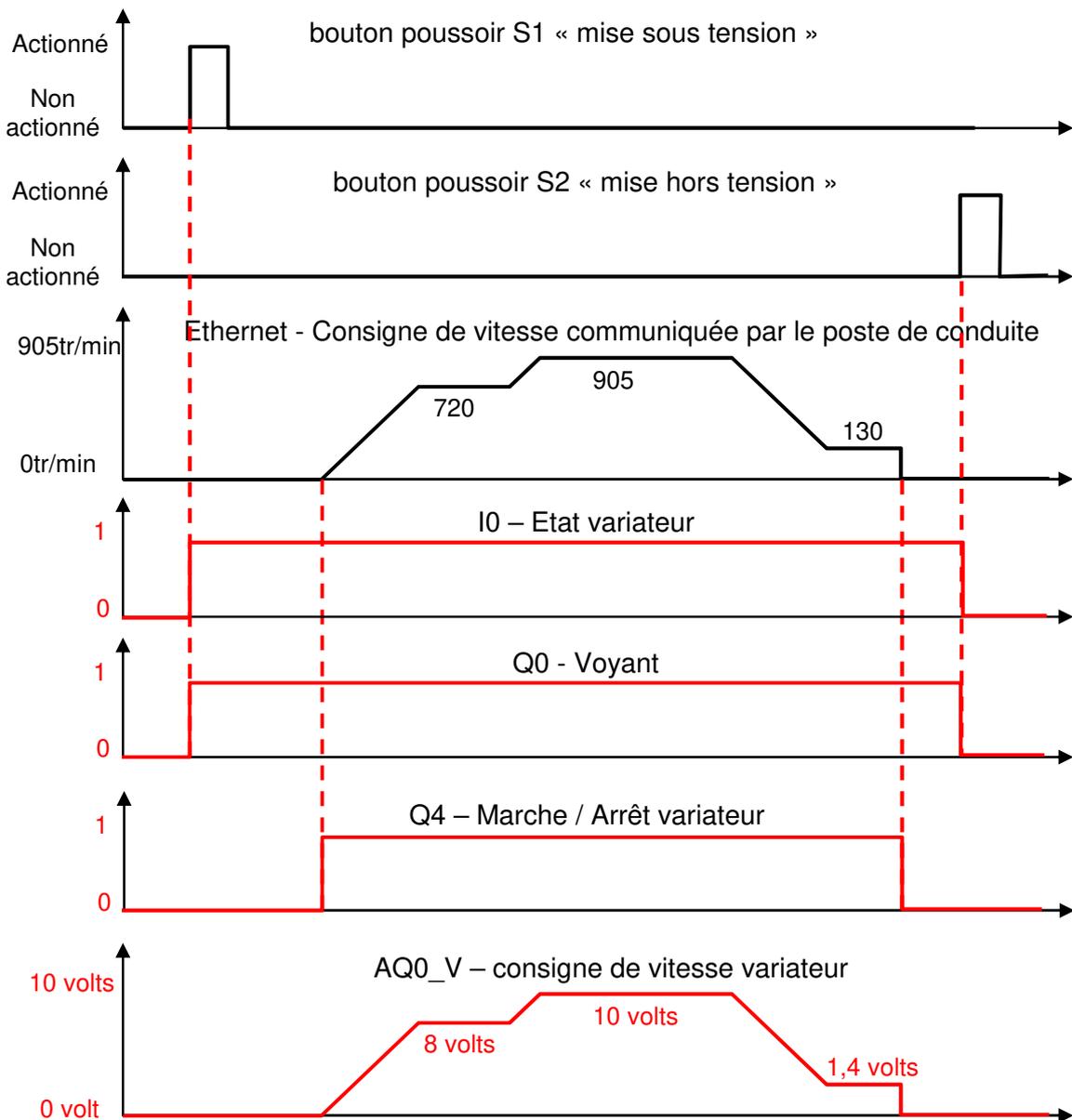
C8. **Compléter** les schémas des documents réponse DREP3 et DREP4 en représentant les symboles des composants et les liaisons permettant à l'opérateur d'être informé que le variateur est prêt.



C9. **Compléter** les schémas des documents réponse DREP3 et DREP4 en représentant les liaisons permettant au contrôleur de piloter l'entrée analogique du variateur.

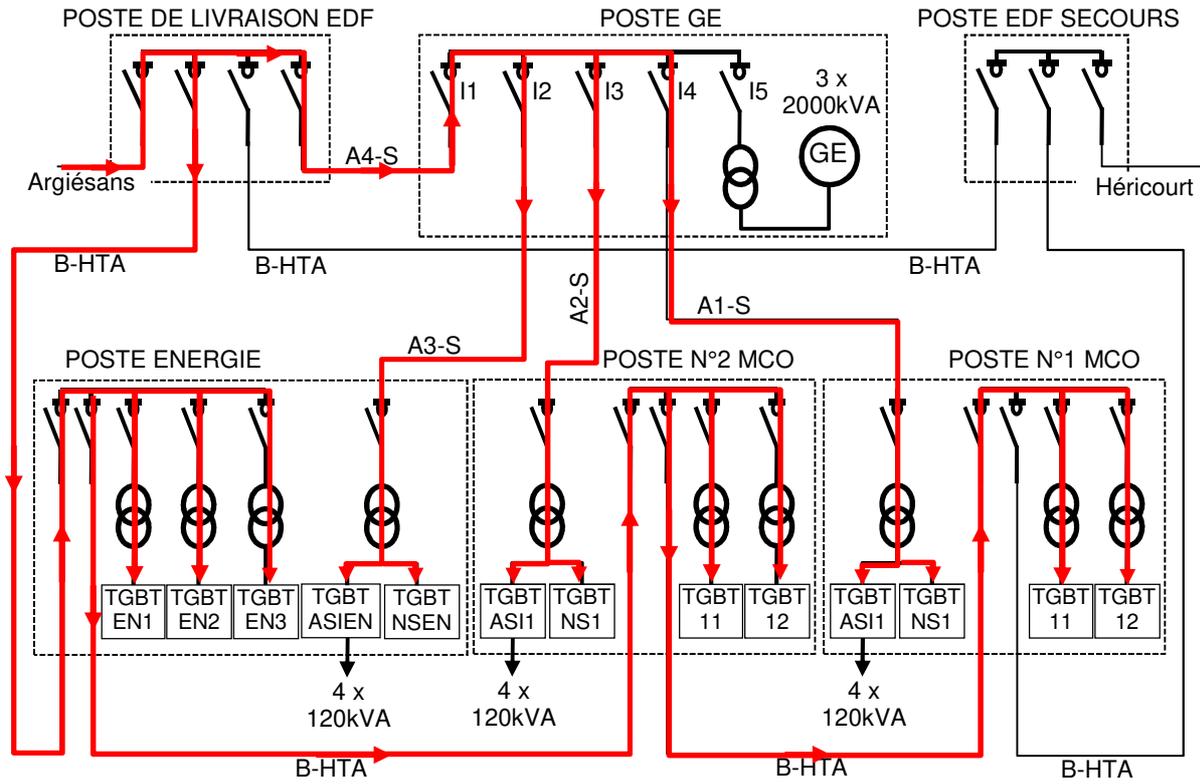


C10. **Décrire** le comportement du contrôleur TM221C en complétant les chronogrammes du document réponse DREP5.

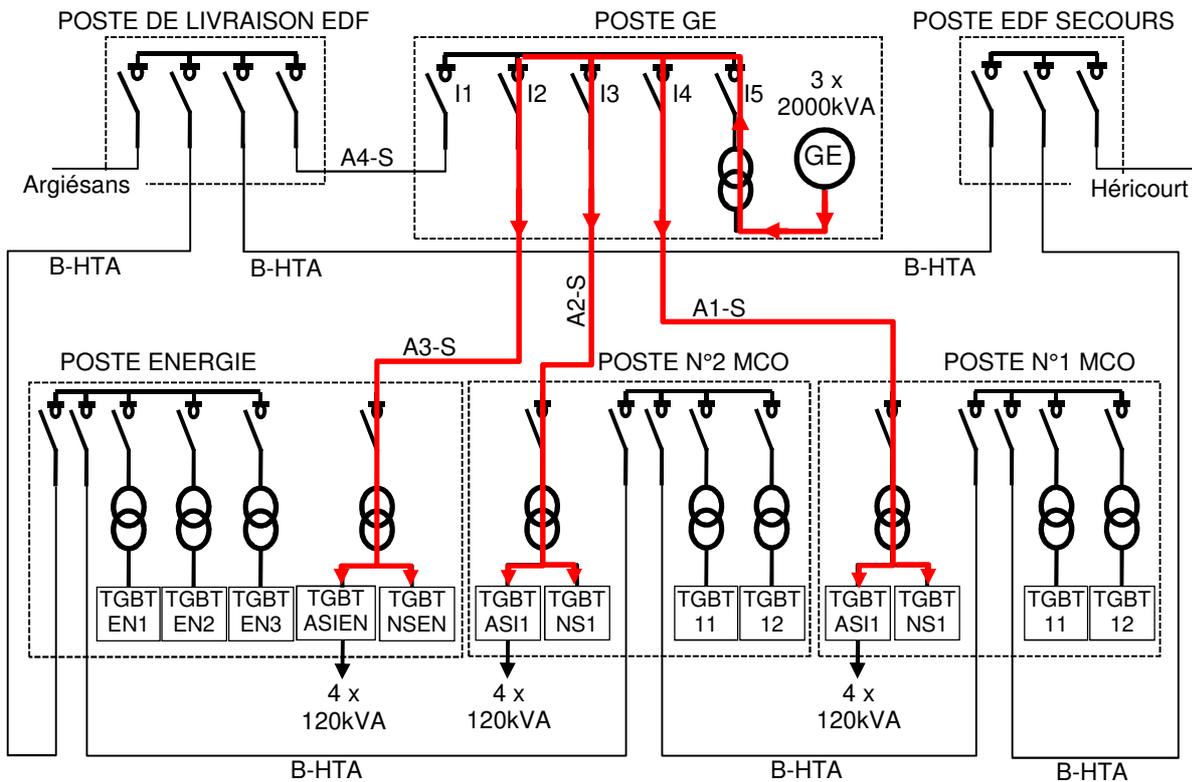


DREP 1 Document réponse relatif à la question A1

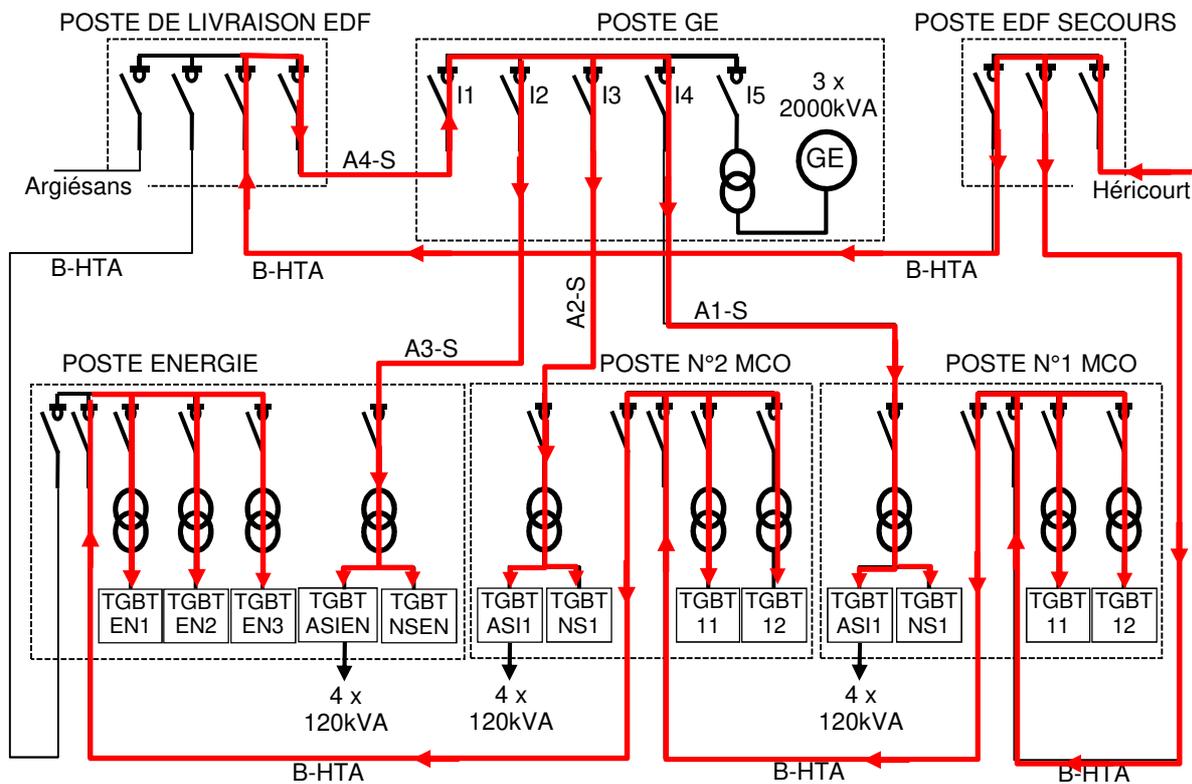
Question A1.1



Question A1.2



Question A1.3

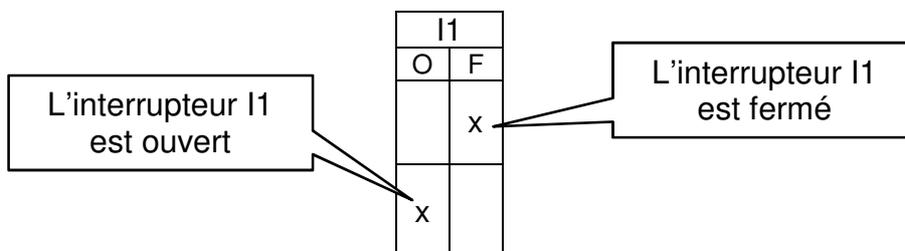


Question A1.4

	Interrupteurs du poste « POSTE GE »									
	I1		I2		I3		I4		I5	
	O	F	O	F	O	F	O	F	O	F
L'hôpital est alimenté par la ligne provenant d'Argièsans		X		X		X		X	X	
L'hôpital est alimenté par les groupes électrogènes	X			X		X		X		X
L'hôpital est alimenté par la ligne provenant d'Héricourt		X		X		X		X	X	

O : interrupteur ouvert F : Interrupteur fermé

- Pour indiquer qu'un interrupteur est ouvert, il faut placer une croix dans la colonne O.
- Pour indiquer qu'un interrupteur est fermé, il faut placer une croix dans la colonne F.



DREP 2 Document réponse relatif à la question B7

Surveillance de la pression d'huile moteur du groupe électrogène n°1 (GE1)

Scénario

- Le 15/05/2019 à 15 :28 :37, la pression d'huile dans le circuit de lubrification du moteur du groupe électrogène n°1 devient insuffisante, elle passe en dessous d'un premier seuil d'alerte.
- La pression d'huile continue à diminuer, le même jour à 15 :35 :12, elle passe en dessous d'un deuxième seuil de défaut.

Ecran de supervision

Cases à compléter

JOURNAL DES ALARMES ET DEFAUTS				
Date	Heure	Groupe électrogène	Adresse BIT (*) (hexadécimal)	Libellé
15/05/2019	15 :28 :37	1	27CC	Alarme pression huile
15/05/2019	15 :35 :12	1	27CD	Défaut pression huile
Date

(*) Adresse BIT : adresse du BIT (voir DTEC3) qui signale une alarme ou un défaut.

Détails de la transmission MODBUS du 15/05/2019 à 15 :28 :37

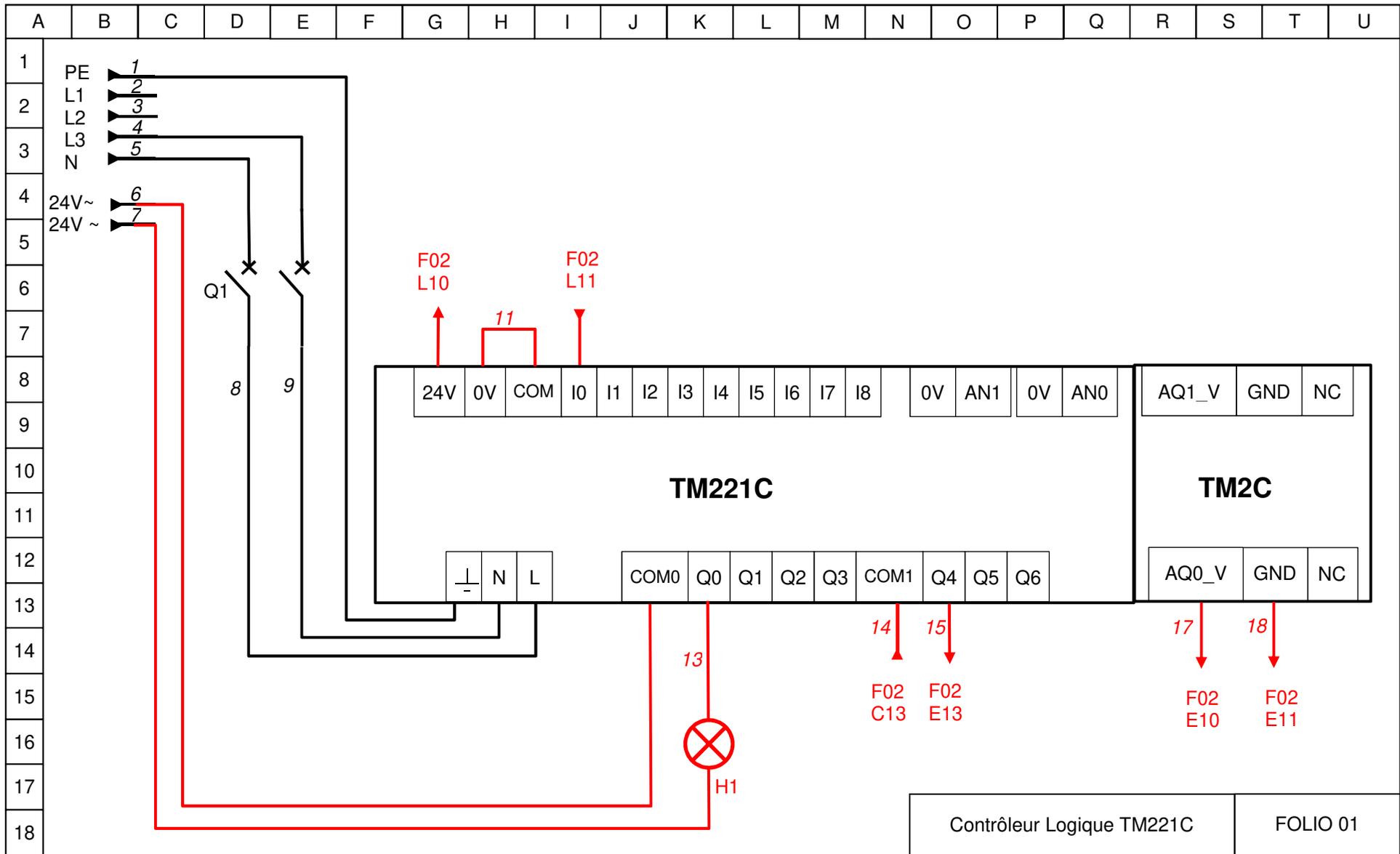
Requête PC supervision		Réponse groupe électrogène n°1	
Champ	Hexadécimal	Champ	Hexadécimal
Fonction	01	Fonction	01
Adresse	27C7	Nombre d'octets	01
Nombre de bits	0008	Valeur de l'octet	10

Détails de la transmission MODBUS du 15/05/2019 à 15 :35 :12

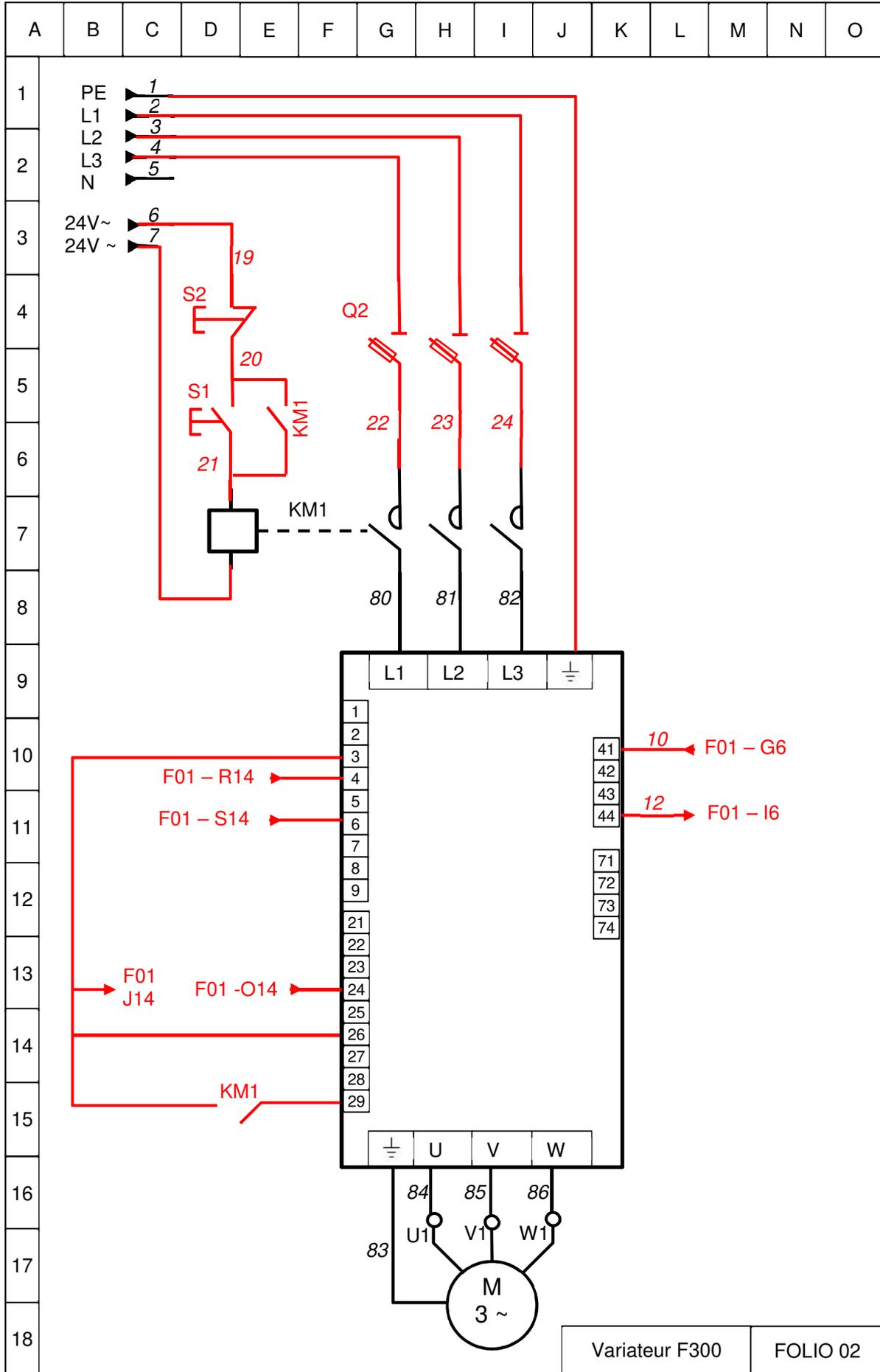
Requête PC supervision		Réponse groupe électrogène n°1	
Champ	Hexadécimal	Champ	Hexadécimal
Fonction	01	Fonction	01
Adresse	27C7	Nombre d'octets	01
Nombre de bits	0008	Valeur de l'octet	30

Case à compléter

DREP 3 Document réponse relatif aux questions C8 et C9



DREP 4 Document réponse relatif aux questions C3, C8 et C9



DREP 5 Document réponse relatif à la question C10

