

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2017

ÉPREUVE E4.2

### Station d'épuration MERS-LES-BAINS, EU, LE TRÉPORT

#### **CORRECTION**

Proposition de barème .....	1
Partie A. « Étude de l'alimentation normal-secours » .....	2
Partie B. « Raccordement du groupe électrogène » .....	4
Partie C. « Modification du mode de fonctionnement des surpresseurs » .....	6
Partie D. « Mise en œuvre d'un compteur d'énergie et des éléments communicants du secteur de traitement biologique » .....	9

**Partie A. « Étude de l'alimentation normal-secours »**

A.1. Analyse de la solution

A.1.1. Donner le repère des disjoncteurs correspondant aux départs devant être secourus.

**D'après le document ressource DTEC2, les départs prétraitement, onduleur et tertiaire tout bâtiment doivent être secourus.**

**Repère des disjoncteurs des départs à sauvegarder (voir DTEC1) :**

**disjoncteur Q3 (armoie prétraitement),  
disjoncteur Q6 (armoie onduleur),  
disjoncteur Q7 (armoie tertiaire tout secteur).**

A.1.2. Justifiez la présence de l'interrupteur sectionneur IT2.

**L'interrupteur sectionneur IT2 permet de séparer du reste de l'installation, les charges qui sont secourues par le groupe électrogène.**

A.1.3. Justifiez la nécessité d'employer un système d'interverrouillage entre Q0 et IT1.

**Deux sources de tension ne peuvent alimenter simultanément l'installation. L'interverrouillage entre Q0 et IT1 permet d'interdire la mise sous tension simultanée des deux sources de tension.**

A.2. Choix du Groupe électrogène

A.2.1. Calculer les puissances active et réactive nécessaires aux différentes pompes du secteur de prétraitement.

$$P_{\text{pompes}} = Nb \cdot \frac{P_u}{\eta} \cdot K_U = 4 \cdot \frac{10}{0,88} \cdot 0,75 = 34 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{pompes}} = P \cdot \text{tg} \varphi = 34 \cdot 0,59 = 20,1 \text{ kVar}$$

A.2.2. Calculer les puissances active et réactive nécessaires au fonctionnement de l'onduleur.

$$P_{\text{onduleur}} = S \cdot \cos \varphi = 10 \cdot 0,95 = 9,5 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{onduleur}} = S \cdot \sin \varphi = 10 \cdot 0,312 = 3,12 \text{ kVar}$$

A.2.3. Calculer la puissance apparente nécessaire au fonctionnement de la station d'épuration en mode « dégradé ».

$$P = P_{\text{pompes}} + P_{\text{onduleur}} + \sum P_t = 148 \text{ kW}$$

$$Q = Q_{\text{pompes}} + Q_{\text{onduleur}} + \sum Q_t = 79 \text{ kVar}$$

$$\text{Soit } S_t = \sqrt{P^2 + Q^2} = 168 \text{ kVA}$$

A.2.4. Choisir en la justifiant la référence (Modèle) du groupe électrogène.

**Majoration de la puissance apparente  $S_t = 168 \cdot 1,4 = 235,2$  kVA**

**D'après DRES1, référence du groupe électrogène : GEH 250-4 pouvant fournir une puissance à 250 kVA en mode secours.**

A.3. Choix des interrupteurs

A.3.1. Donner en la justifiant une référence pour l'interrupteur sectionneur IT1.

**Le calibre de l'interrupteur est choisi en fonction de l'intensité nominale du groupe électrogène  $I_n$  et de la tension d'utilisation égale à 400 V.**

$$I_n = \frac{S_{GE}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{250 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 361 \text{ A}$$

**Le choix de IT1 sur DRES2 conduit à deux solutions :**

<b>Type NT08 ou NW08</b>	<b>courant assigné = 800 A</b>
	<b>tension assignée d'emploi = 690 V</b>

**D'après DRES2, avec un interverrouillage par tringle le disjoncteur Q0 (NW20) peut être associé à un appareil de la gamme NT06 à NT16 ou NW08 à NW40.**

**Les deux solutions NT08 et NW08 conviennent.**

A.3.2. Peut-on envisager une référence identique pour l'interrupteur sectionneur IT2 ? Justifier votre réponse.

**La référence de l'interrupteur sectionneur IT2 peut être identique à celle de IT1.**

**En effet, le courant assigné de IT2 doit être supérieur à celui engendré par l'ensemble des équipements du mode dégradé, bien inférieur à 800 A.**

## Partie B. « Raccordement du groupe électrogène »

### B.1. Disjoncteur de protection du groupe électrogène

B.1.1. Justifier la référence du disjoncteur Q10. Donner le calibre de son déclencheur.

**D'après DRES3 le disjoncteur Q10 - NSX400F convient pour notre groupe électrogène :**

**Tension assignée de 400 V,  
3 pôles,  
Puissance du générateur = 250kVA, comprise entre 149 à 277 kVA**

**D'après DRES4, le calibre du déclencheur Micrologic 5.3 est égal à 400A.**

B.1.2. Proposer la position (cran de 1 à 9) du commutateur de réglage de la protection contre les surcharges « long retard ».

**Sur DRES3, il est précisé que le seuil de déclenchement long retard  $I_r$  est ajusté par un commutateur à 9 crans.**

**Sur le tableau de DRES3 (protection contre les surcharges), pour le calibre de 400 A, le courant  $I_r$  peut être réglé à 360 A .  
Ce réglage correspond au cran 8.**

B.1.3. Calculer le courant de court-circuit du groupe électrogène. Proposer la position (cran de 1 à 9) du commutateur de réglage de la protection contre les courts-circuits « court retard ».

**À partir de DRES3 on calcule le courant de court-circuit présumé au niveau du groupe électrogène :**

$$I_{cc} = \frac{I_n}{X'd} = \frac{360}{0,30} = 1200 \text{ A .}$$

**Sur DRES4 (protection contre les court-circuit), il est précisé que le seuil de déclenchement court retard  $I_{sd}$  est ajusté par un commutateur à 9 crans, avec  $I_{sd} = 1,5$  à  $10 \times I_r$ .**

**Le réglage de  $I_{sd}$  à adopter doit correspondre à la valeur immédiatement inférieure à 1200 A.**

**Si  $I_r$  réglé à 360 A,  $I_{sd} = 360 \times 3 = 1\ 080$  A soit le cran 3.**

B.2. Câble de liaison entre le groupe électrogène et le TGBT

B.2.1. Déterminer, pour la canalisation C1, la section minimale des conducteurs de phase.

D'après DRES5 (page1/2):

Lettre de sélection D (câbles enterrés),

Facteur de correction K4 = 0,8 (seul, dans un fourreau K4 = 1 x coef général),

Facteur de correction K5 = 1 (un seul circuit),

Facteur de correction K6 = 1,13 (sol humide),

Facteur de correction K7 = 1 (20°, polyéthylène réticulé)

D'après DRES7 :

$$I_z' = \frac{I_z}{K4 \cdot K5 \cdot K6 \cdot K7 \cdot K_n \cdot K_s} = \frac{360}{0,8 \cdot 1 \cdot 1,13 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 398 \text{ A}$$

D'après le DRES5 (page 2/2) :

3 conducteurs chargés, PR, en cuivre, choix 434 A > 398A, soit une section de conducteur S = 185 mm<sup>2</sup>.

B.2.2. Déterminer la chute de tension relative provoquée par la canalisation C1.

D'après DRES6 :

Pour 100 m de câble, en 400 V, cos  $\phi$  = 0,85, S = 185 mm<sup>2</sup> I<sub>n</sub> = 360 A (400 A dans le tableau) :  
chute de tension = 2,6 %.

Pour une longueur de 30 m : chute de tension = 2,6 . 0,3 = 0,78 %

B.2.3. La section envisagée précédemment peut-elle être conservée ? Justifier votre réponse.

D'après DRES6, la norme impose une chute de tension en ligne inférieure à 6 % car l'éclairage doit être pris en compte (voir contexte) pour un abonné propriétaire de son poste.

Sachant que  $\Delta U$  entre jdb1 et le récepteur le plus éloigné = 5 % :

$$\Delta U_{\text{totale}} = 5 + 0,78 = 5,78 \% < 6 \%$$

La section des conducteurs peut donc être conservée.

## Partie C. « Modification du mode de fonctionnement des surpresseurs »

### C.1 Étude technique

C.1.1 Choisir en vous justifiant la référence des variateurs de vitesse ATV (1) et ATV (2).

D'après DRES7 :

Tension d'alimentation triphasée 400 V

$P_n$  des moteurs = 132 kW

Référence ATV : ATV71HC13N4

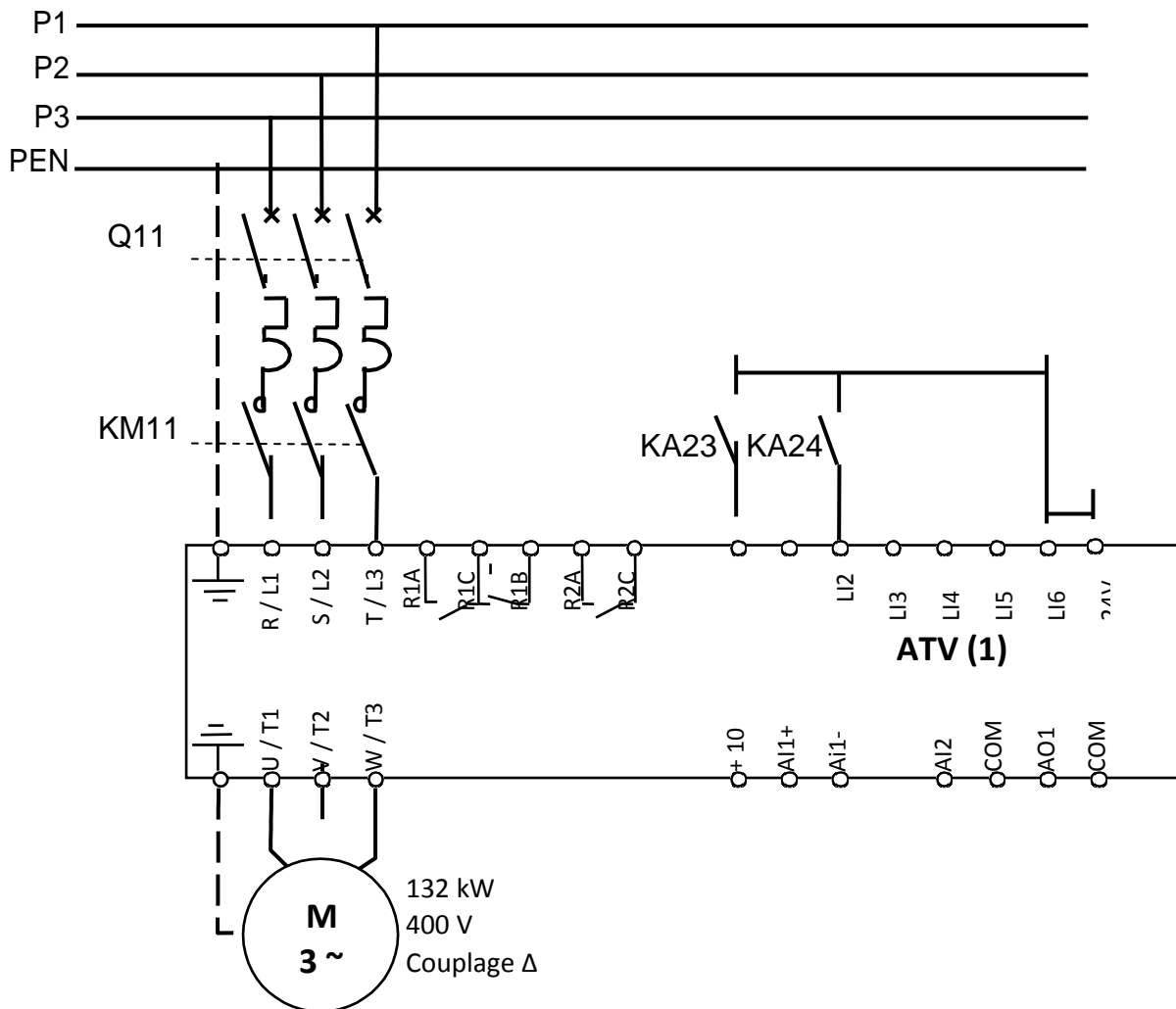
C.1.2 Choisir la référence des disjoncteurs de protection Q11 et Q12 et des contacteurs de ligne KM11 et KM12.

D'après DRES8 :

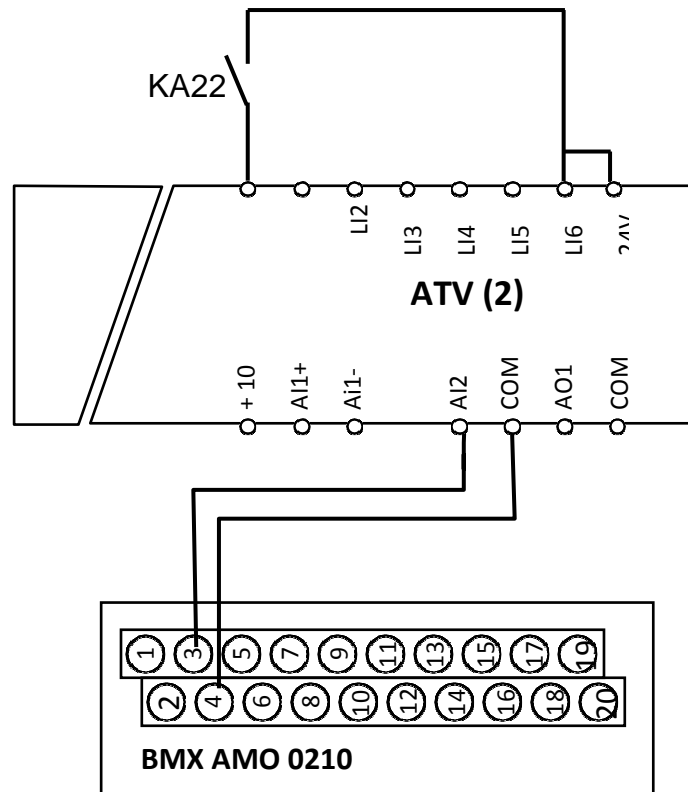
Disjoncteurs Q11 et Q12 : référence NSX400F Micrologic 1,3M,  
(F : pouvoir de coupure = 36 kA >  $I_{cc}$  présumé = 20 kA).

Contacteurs de lignes KM11 et KM12 : référence LC1F265B7,  
(B7 : circuit de commande 24 V~).

C.1.3 Représenter le schéma de câblage du variateur ATV (1) (partie puissance, ordre de marche et sélection de vitesse) sur le document réponse DREP1.



C.1.4 Représenter le schéma de câblage du variateur ATV (2) (partie puissance, consigne vitesse et validation de marche) sur le document réponse DREP2.



## C.2 Étude économique

C.2.1 Calculer la puissance active nominale absorbée par les deux moteurs entrainant les surpresseurs de la cuve 1.

$$\text{Puissance absorbée par les deux moteurs : } P_a = 2 \cdot \frac{P_n}{\eta} = 2 \cdot \frac{132}{0,94} = 281 \text{ kW}$$

C.2.2 Calculer l'énergie électrique annuelle consommée par les moteurs en mode tout ou rien en tenant compte de leur facteur de marche actuel.

$$\text{Énergie électrique annuelle : } W = 281 \cdot 0,25 \cdot (365 - 30) \cdot 24 = 564 \,810 \text{ kWh}$$

C.2.3 En déduire le gain financier annuel (en euro) dans le cas du nouveau mode de fonctionnement.

$$\begin{aligned} \text{Gain d'énergie électrique annuel pour le mode régulé :} \\ 564 \,810 \cdot 0,3 &= 169 \,443 \text{ kWh} \\ \text{Gain financier annuel} &= 169 \,443 \cdot 0,065 \cdot 1,2 = 13 \,216 \text{ € TTC} \end{aligned}$$

C.2.4 Calculer la durée d'amortissement de l'investissement.

$$\text{Durée d'amortissement : } TRI = \frac{68000}{13216} = 5,14 \text{ années}$$

C.2.5 Rédiger une note adressée à la direction, moins de 10 lignes, dans laquelle vous rappelez l'enjeu de cette étude, les données essentielles et votre proposition argumentée. Cette note doit aider le directeur à prendre la décision d'investir ou de ne pas investir.

**Monsieur,**

**La phase de traitement biologique entraîne une grande consommation d'énergie. Pour faire face à ce problème, Une étude théorique a été conduite qui fait apparaître qu'une meilleure régulation du niveau d'aération conduirait à une économie de 30 % d'énergie.**

**Cette économie représente un gain annuel de 13 216 €. La durée d'amortissement sur l'investissement est d'un peu plus de 5 années pour un investissement de 68 000 €. Compte tenu de la durée de vie du matériel, 12 ans, le changement du mode de fonctionnement des surpresseurs de la cuve n°1 est judicieux et pourrait être étendu à la cuve de traitement n° 2.**

Précision : le premier paragraphe reprend, en particulier les éléments de la présentation générale.

Éléments d'évaluation :

- le candidat introduit le sujet et afin que la direction comprenne l'objet de la note ;
- le candidat ne donne que les valeurs qui permettront une décision et ne se perd pas dans les détails en reprenant, par exemple, les calculs scientifiques ;
- la durée de vie par rapport à la durée de l'amortissement est l'argument principal qui plaide en faveur du changement ;
- la proposition de l'étendre à la seconde cuve est un plus.



**Partie D. « Mise en œuvre d'un compteur d'énergie et des éléments communicants du secteur de traitement biologique »**

D.1 Suivi des consommations

D.1.1 Donner en la justifiant la référence du compteur d'énergie.

**D'après DRES11, la série iEM31 ne peut pas convenir car les TI intégrés ont un calibre de 63 A max.**

**Le choix se porte sur la série iEM32 avec TI externes. Seul le compteur d'énergie iEM3255 de référence A9ME3255 convient :**

**Mesure énergie active et réactive,  
avec TI externe de calibre 40 à 6000 A,  
communication Modbus,  
3P+N, tension nominale 3 x 277/480 V ~.**

D.1.2 Donner en la justifiant la référence des transformateurs d'intensité (ainsi que celle des accessoires éventuels) à associer au compteur d'énergie.

**D'après DRES13 : profil type M à adopter (calibres entre 150 à 800 A, barre ou câble), calibre directement supérieure à la valeur à mesurer.**

**Sur DRES14 : référence METSECT5MC050**

**diamètre 32 mm,  
calibre 500 A,  
classe de précision 0,5**

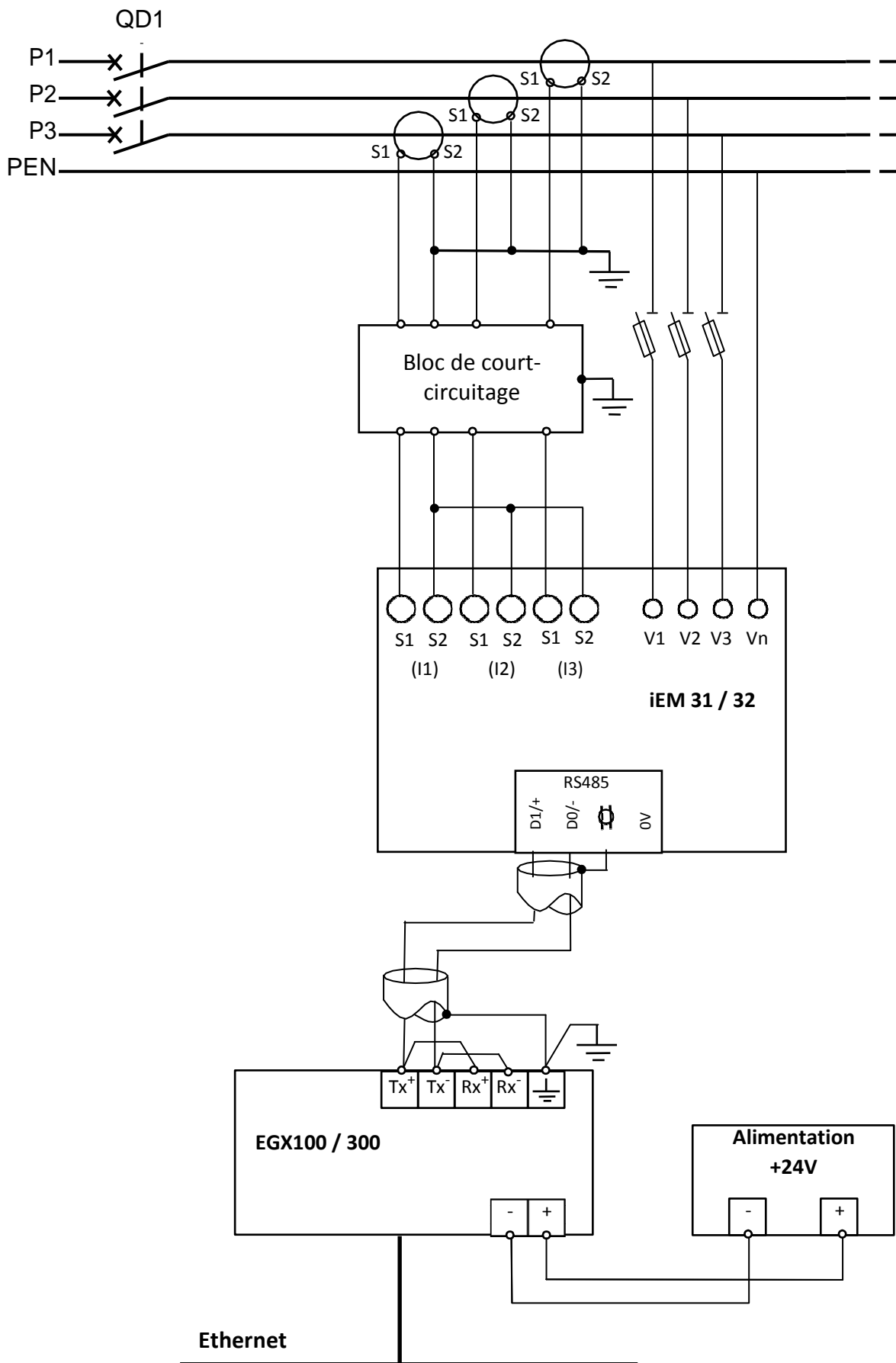
**Validation de la solution selon la classe de précision (voir DRES13) : la classe 0,5 est assurée si la puissance du circuit de mesure est inférieure à 10 VA (voir DRES14). Elle est de 9 VA dans notre cas, le choix est donc validé.**

D.1.3 Donner en la justifiant la référence de la passerelle Modbus / Ethernet.

**D'après DRES15, les passerelles de communication EGX100 et EGX300 sont toutes les deux adaptées. EGX300 dispose d'un serveur embarqué inutile pour l'application étudiée car la visualisation des mesures se fera sur le poste informatique équipé d'un logiciel de supervision.**

**Le choix se porte donc sur la passerelle EGX100 qui coûte la moins chère.**

D.1.4 Compléter le schéma du document réponse DREP3 par les différentes connexions nécessaires à la mise en œuvre de la passerelle de communication.



## D.2 Mise en réseau des équipements

D.2.1 Choisir la référence du switch qui vous parait le plus adapté à la modification demandée.

**D'après DRES16, référence du switch : 499 NMS 251 01  
4 ports 100BASE-TX pour connexion des 4 équipements du secteur,  
1 pour 100BASE-FX fibre optique pour connexion au réseau de la  
station.**

D.2.2 Donner en le justifiant, le nombre d'adresses IP disponibles pour le sous-réseau « secteur traitement biologique ». Donner l'adresse IP de la passerelle EGX.

**Adresse du sous-réseau = 192.168.22.128 AND 255.255.255.248 = 192.168.22.128 .  
Cette adresse n'est pas disponible.  
Adresse de broadcast du sous-réseau = 192.168.22.135. Cette adresse n'est pas  
disponible.  
On dispose de 6 adresses IP entre l'adresse de réseau et l'adresse de broadcast :  
de 192.168.22.129 à 192.168.22.134.**

**L'adresse IP de la passerelle EGX est la dernière adresse disponible :  
192.168.22.134.**