

**Brevet de Technicien Supérieur**  
**MAINTENANCE INDUSTRIELLE**

**Session 2001**

**EPREUVE E5**  
**Automatique et Génie électrique**

**Analyse et conception des solutions possibles  
de la gestion et/ou de la distribution  
d'énergie électrique d'un moyen de production  
(Sous-épreuve E 5-2)**

**Durée : 3 heures**

**Coefficient : 2,5**

***Aucun document n'est autorisé***

**Ce sujet comporte 4 dossiers :**

- Présentation
- Questionnaire.
- Documents réponses.
- Dossier technique.

**Matériel autorisé :** Calculatrice de poche alpha-numérique ou à écran graphique à fonctionnement autonome sans imprimante (Cirulaire 99-186 du 16-11-99 )

**Brevet de Technicien Supérieur**

**MAINTENANCE INDUSTRIELLE**

**Session 2001**

**Analyse et conception des solutions possibles  
de la gestion et/ou de la distribution  
d'énergie électrique d'un moyen de production  
(Sous-épreuve E 5-2)**

## **Présentation**

**Ce dossier contient les documents PR 1 à PR 3.**

# STATION D'EPURATION DE MONTECHEROUX

## MISE EN SITUATION

Il s'agit de la station d'épuration d'une commune du haut Doubs qui a été mise en service en 1974. Un projet de rénovation, d'amélioration et de mise en conformité est en cours.

## PROCESSUS

On peut distinguer deux filières dans ce processus. La "filière eau" qui est le trajet suivi par les eaux à traiter et la "filière boues" qui est celui suivi par les matières extraites de l'eau.

**Pour la "filière eau" (voir PR 2) :**

- **relevage** : les eaux usées parvenant par gravité, il est nécessaire d'effectuer un pompage pour remonter celles-ci à la surface du sol, le relevage est ici de 5 m,
- **dessablage** : rétention des sables, puisqu'ils ne sont pas dégradables,
- **activation par aération** : brassage vigoureux des eaux afin de les oxygéner et activer ainsi la dégradation des matières organiques par des bactéries aérobies,
- **clarification** : séparation de l'eau et des boues par décantation,
- **évacuation des eaux traitées** : l'eau en surface est "propre", elle est alors dirigée vers un cours d'eau.

**Pour la "filière boues" (voir PR 3) :**

- **recirculation** : les boues accumulées au fond du clarificateur sont périodiquement aspirées et refoulées dans le chenal d'activation (voir PR2) pour parfaire leur dégradation,
- **extraction** : les boues suffisamment traitées sont dirigées vers un silo concentrateur, (non dessiné)
- **décantation** : élimination de l'eau contenue dans les boues extraites,
- **évacuation des boues** : extraction des boues pour épandage.

## FONCTIONNEMENT ACTUEL

La commande actuelle est en technologie électromécanique :

- **relevage** : fonctionnement TOR (Tout Ou Rien), niveaux haut et bas détectés par flotteurs à interrupteur à mercure.
- **activation** : fonctionnement TOR, 1 h de marche suivie de 2 h d'arrêt.
- **recirculation** : fonctionnement TOR, 5 min de marche suivies de 10 min d'arrêt.
- **extraction** : après 12h d'arrêt de la recirculation, commande manuelle (1 min de marche suivie de 20 min d'arrêt).

## OBJET DE L'ETUDE

Le projet de rénovation fait appel à un API (Automate Programmable Industriel).

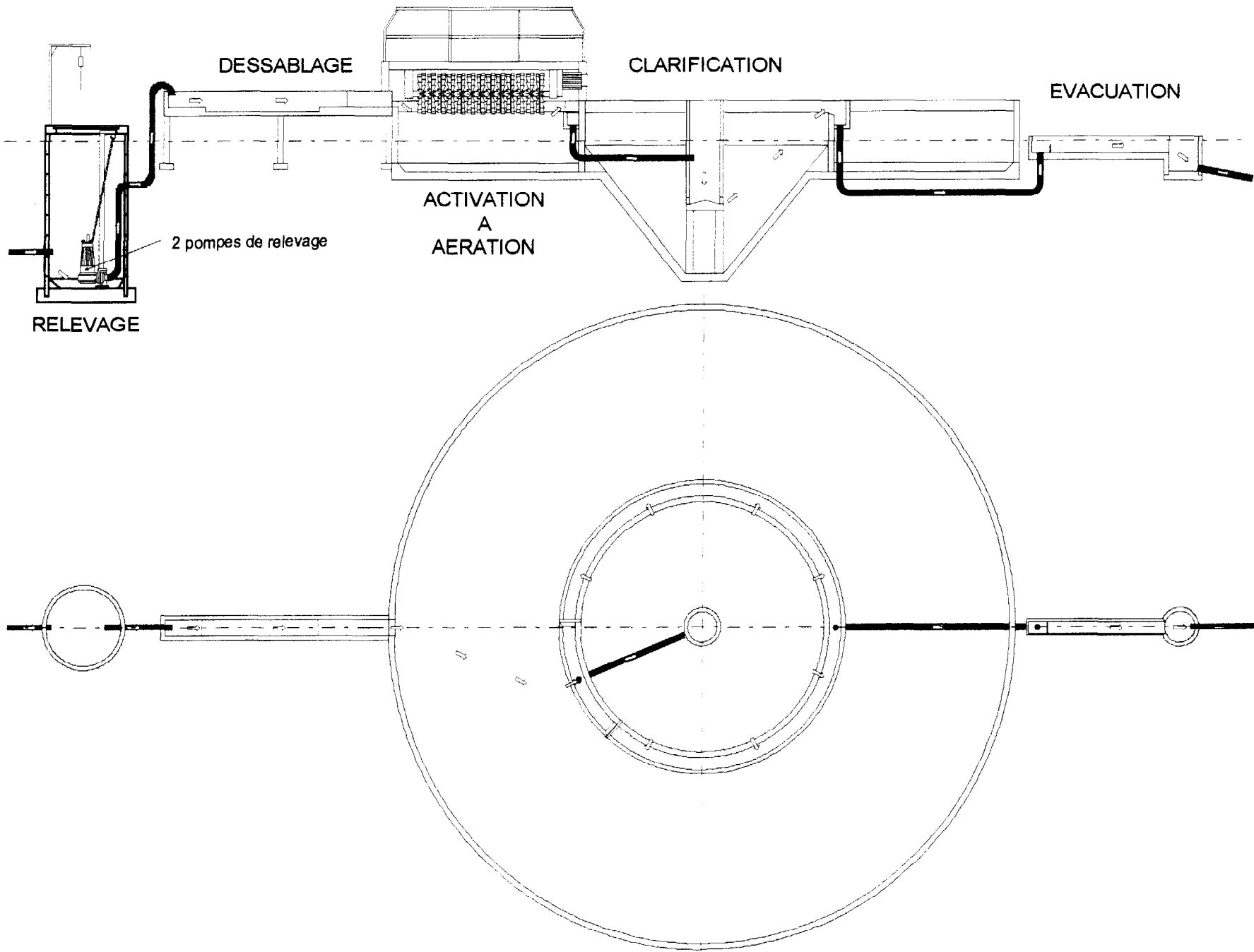
L'avant projet fourni (Documents Techniques DT2 à DT6) soulève quelques critiques concernant l'équipement prévu. Il semble souhaitable de :

- **contrôler la ligne d'alimentation,**
- **modifier les schémas de commande des pompes et de l'aérateur,**
- **améliorer la sûreté de fonctionnement.**

Station d'épuration de Montécheroux

PR1

# FILIERE EAU (Schéma développé)

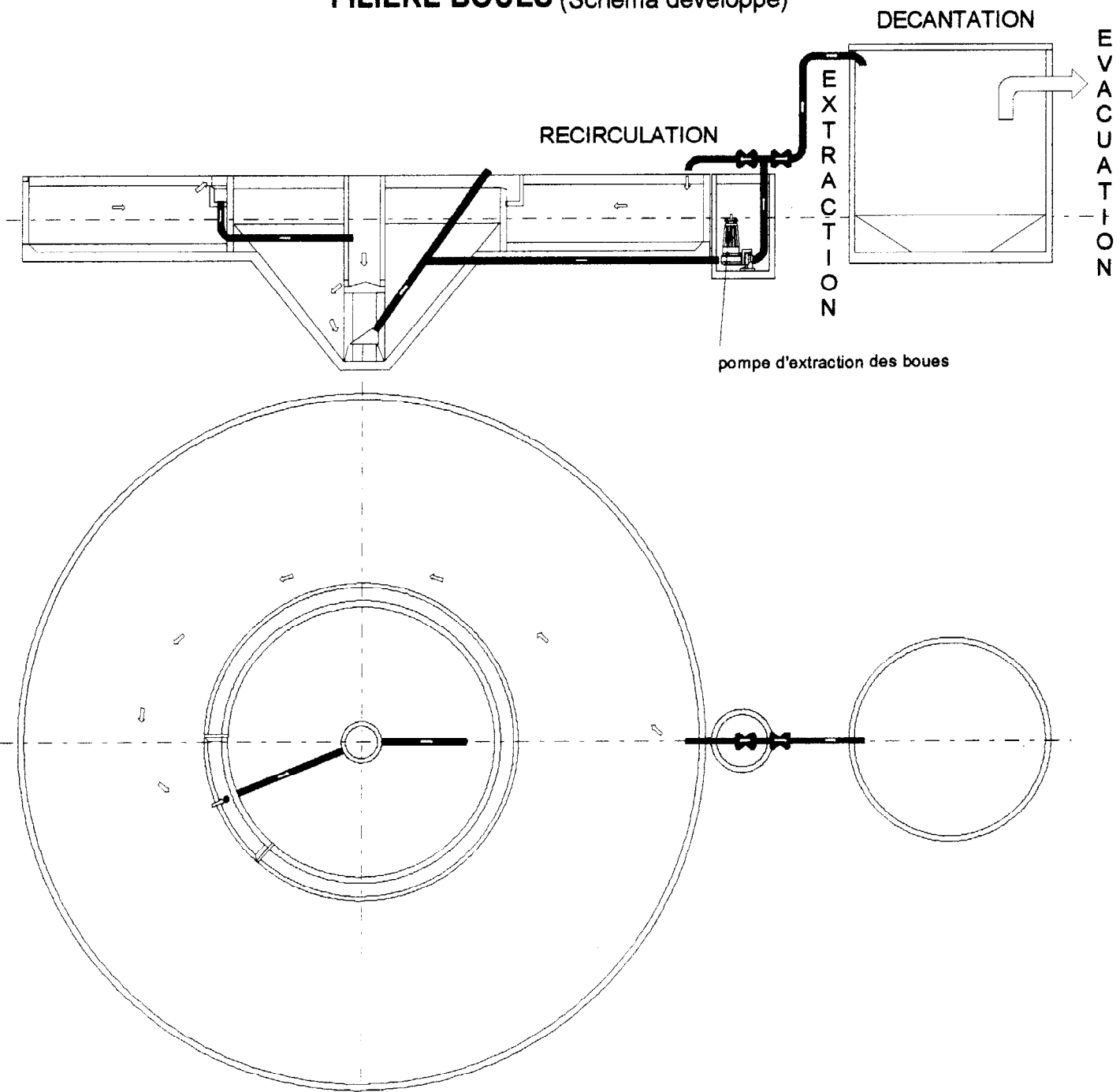


Station d'épuration de Montécheroux

MIESACG1

PR2

# FILIERE BOUES (Schéma développé)



**Brevet de Technicien Supérieur**

**MAINTENANCE INDUSTRIELLE**

**Session 2001**

**Analyse et conception des solutions possibles  
de la gestion et/ou de la distribution  
d'énergie électrique d'un moyen de production  
(Sous-épreuve E 5-2)**

**Durée : 3 heures**

**Coefficient : 2,5**

## **Questionnaire**

**Ce dossier contient les documents Q 1 à Q 5.**

### **BAREME**

<b>Questions</b>	<b>Barème sur 50</b>	<b>Questions</b>	<b>Barème sur 50</b>	<b>Questions</b>	<b>Barème sur 50</b>
Question 1-1	3	Question 1-6	3	Question 3-1	3
Question 1-2	2	Question 1-7	3	Question 3-2	3
Question 1-3	3	Question 1-8	3	Question 4-1	3
Question 1-4	3	Question 2-1	9	Question 4-2	2
Question 1-5	3	Question 2-2	3	Question 4-3	4

# RENOVATION DE LA STATION D'EPURATION DE MONTECHEROUX

**Les questions 1 à 4 sont indépendantes**

Toutes les réponses seront rédigées sur les Documents Réponses  
DR1 à DR9

## **Etude 1 : Contrôle de la ligne d'alimentation et de la protection des personnes.**

### **1.1 - Contrôle de la ligne d'alimentation (voir DR1, NT1 à NT4, DT1).**

L'augmentation de la puissance installée (une pompe supplémentaire et chauffage du local technique) nécessite un contrôle :

- du calibre des protections de la ligne
- de la section des conducteurs
- de la chute de tension au point de livraison

Le schéma partiel de la distribution en énergie électrique est donné sur le document DT1. Le câble C1 est un câble multi-conducteurs de 250 m de longueur, âme cuivre 25 mm<sup>2</sup>, isolant PVC; il circule en caniveau avec deux autres circuits et la température ambiante ne dépasse pas 20°C. La valeur actuelle du courant  $I_b$  circulant dans le câble est de 47A avec un  $\cos\phi$  de 0,8.

La rénovation de la station d'épuration verra ajouter à l'équipement existant:

- une pompe de relevage entraînée par un moteur asynchrone triphasé:

230V/400V - 50Hz - 2,2kW

$N = 2950\text{min}^{-1}$

$\eta = 0,79$

$\cos\phi = 0,80$

- un chauffage par convecteur électrique

3x400V - 3kW

**Q1-1** Calculer le courant qui circulera dans le câble après l'installation des nouveaux équipements.

Utiliser le document DR1

**Q1-2** Vérifier le calibre  $I_n$  des protections du câble C1 et donner si besoin la nouvelle valeur.

Utiliser les documents NT1 à NT4 et DR1

**Q1-3** Vérifier la section du câble C1 et donner si besoin la nouvelle valeur.

Utiliser les documents NT1 à NT4 et DR1

**Q1-4** Contrôler la nouvelle chute de tension au point de livraison B (chute de tension en  $\Lambda = 0.6\%$ )

Utiliser les documents NT1 à NT4 et DR1

**1.2 - Contrôle de la protection des personnes contre les défauts d'isolements** (voir DR2 et NT5).

Le schéma des liaisons à la terre est TNC.

**Q1-5** Quelle est la signification de TNC ?

Utiliser le document DR2

**Q1-6** En schéma TNC, quel appareil protège les personnes contre les défauts d'isolement ?

Utiliser le document DR2

**Q1-7** Vérifier que la protection des personnes est assurée contre les défauts d'isolements (contacts indirects).

Utiliser les documents NT5 et DR2

**Q1-8** En schéma TNC, dans quel(s) cas doit-on placer des Dispositifs Différentiels à courant Résiduel (DDR) sur les départs ?

Utiliser le document DR2



## **Etude 2 : Modification du schéma de démarrage des pompes (voir DT2 à DT6).**

Le projet prévoit d'équiper les trois pompes (deux pompes de relevage et une pompe d'extraction des boues) de démarreurs électroniques. L'examen du cycle de fonctionnement (GRAFCET, non fourni) permet de constater que les deux pompes de relevage P1 et P2 ne démarrent jamais en même temps. On se propose d'étudier une solution permettant d'utiliser un seul démarreur pour les deux pompes P1 et P2 qui sont identiques.

**Q2-1** Proposer une modification du schéma électrique en utilisant un seul démarreur pour les deux pompes. Prévoir un dispositif permettant de condamner séparément les pompes de relevage P1 et P2 afin de pouvoir intervenir sur l'une ou l'autre des pompes.

- |                                                 |                                       |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------|
| - compléter le schéma de puissance              | Utiliser les documents NT6-NT7 et DR3 |
| - compléter le schéma des entrées de l'automate | Utiliser les documents NT6-NT7 et DR4 |
| - compléter le schéma des sorties de l'automate | Utiliser les documents NT6-NT7 et DR5 |

On notera:    KM1            le contacteur général  
                  KM10, KM11 les contacteurs pompe P1  
                  KM20, KM21 les contacteurs pompe P2

**Q2-2** Expliquer le fonctionnement de la modification proposée sous forme de chronogramme.

Utiliser le document DR6

### Etude 3 : Mise hors gel du bassin de décantation (voir DR7, DT2, NT8 à NT10).

En période normale de fonctionnement, l'aérateur tourne de façon cyclique (1 heure toutes les 3 heures) à  $1450 \text{ tr.min}^{-1}$ . Pour éviter l'arrêt de la station en cas de gel ( $-18^\circ\text{C}$  en février 1998), on souhaite entraîner l'aérateur pendant les périodes de grand froid. Des essais ont permis de déterminer deux gammes de vitesses d'entraînement en fonction de la température extérieure :

- température extérieure de  $-3^\circ\text{C}$  à  $-8^\circ\text{C}$  entraînement à la fréquence de rotation  $N1 = 500 \text{ tr.min}^{-1}$
- température extérieure  $< -8^\circ\text{C}$  entraînement à la fréquence de rotation  $N2 = 800 \text{ tr.min}^{-1}$

La température extérieure est mesurée par une sonde de température à deux seuils. Cette sonde dispose de deux contacts de sortie KS1 et KS2 fonctionnant de la façon suivante:

- température extérieure  $> -3^\circ\text{C}$  KS1 et KS2 fermés
- température extérieure de  $-3^\circ\text{C}$  à  $-8^\circ\text{C}$  KS1 fermé et KS2 ouvert
- température extérieure  $< -8^\circ\text{C}$  KS1 et KS2 ouverts Voir DT2

L'aérateur est entraîné par un moteur asynchrone triphasé:  $230\text{V}/400\text{V} - 50\text{Hz} - 11\text{kW}$   
 $N = 1450\text{min}^{-1}$   
 $\eta = 0,87$   
 $\cos\varphi = 0,86$

Le fonctionnement à vitesse variable sera assuré par un variateur de fréquence.

**Q3-1** Donner la référence du variateur correspondant à l'application.

Utiliser les documents NT8 à NT10 et DR7

**Q3-2** Compléter le schéma électrique de raccordement du variateur.

- raccordement réseau et moteur
- sélection des vitesses

Utiliser les documents NT8 à NT10 et DR7

#### **Etude 4 : Amélioration de la sûreté de fonctionnement (voir DR8 à DR9, NT11).**

Pour améliorer la sûreté de fonctionnement, on installera un relais de contrôle du réseau sur l'équipement de la station de pompage.

**Q4-1** Donner la référence du relais correspondant à l'application

Utiliser les documents NT11 et DR8

**Q4-2** Pourquoi doit-on protéger l'équipement contre l'inversion de l'ordre des phases ?

Utiliser les documents NT11 et DR8

**Q4-3** Modifier les schémas électriques de puissance et de commande.

Utiliser les documents NT11 et DR8-DR9

---