

B . T . S . D E S M E T I E R S D E L ' E A U
S E S S I O N 2 0 0 3
E P R E U V E P R O F E S S I O N N E L L E D E S Y N T H E S E
E T U D E D E C A S

Durée : 4 heures

Coefficient : 4

**L'usage de la calculatrice est autorisé conformément
aux dispositions de la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999
L'usage des documents personnels est interdit**

• INSTRUCTIONS DESTINEES AUX CANDIDATS :

- Le sujet comprend trois parties :

1ère partie : **ETUDE DU PROCEDE DE TRAITEMENT**
(annexes 1, 2, 3, 4, 5, 6 + document-réponse 1)

Durée conseillée : 2 heures

2ème partie : **AUTOMATISME**
REGULATION
ELECTROTECHNIQUE (annexes 7 et 8)

Durée conseillée : 1h 15 min.

3ème partie : **HYDRAULIQUE (annexes 9 + document-réponse 2)**

Durée conseillée : 45 min.

- Chaque partie sera rédigée sur une copie différente.

A la fin de l'épreuve :

- Pour les parties 1 et 3, les documents-réponses sont à joindre avec la copie.

BTS METIERS DE L'EAU		SESSION 2003
CODE : MTE6EDC	Durée : 4 H	COEFF. : 4
EPREUVE : ETUDE DE CAS		Page 1 / 16

B. T. S. DES METIERS DE L'EAU

SESSION 2003

EPREUVE PROFESSIONNELLE DE SYNTHESE

ETUDE DE CAS

Durée : 4 heures

Coefficient : 4

**L'usage de la calculatrice est autorisé conformément
aux dispositions de la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999
L'usage des documents personnels est interdit**

**PRODUCTION D'EAU AU COURS D'UNE OPERATION MILITAIRE dans une ville dont
les principales infrastructures ont été détruites par les bombardements**

Lors d'opérations militaires, les services techniques de l'armée du pays A produisent deux types d'eaux :

- de l'eau de consommation, qui doit présenter toutes les caractéristiques d'une eau potable,*
- de l'eau à usage sanitaire (toilettes, douche, . . .).*

L'étude portera sur les différentes actions mises en place par l'armée du pays A lors d'une opération dans la ville B:

- pour produire de l'eau grâce à des stations de traitement mobiles, hélicoptables, à partir d'eau superficielle,*
- pour faciliter le redémarrage des installations de distribution locales.*

1^{ère} PARTIE : GENIE DES PROCEDES DE TRAITEMENT DES EAUX (40 points).

1. PRODUCTION D' EAUX GRISES OU EAUX A USAGE SANITAIRE

Les caractéristiques de l'eau brute disponible sont présentées en annexe 1. Seuls figurent les paramètres qui ont pu être analysés avec les méthodes de terrain.

1.1 Dans un contexte de crise, citer d'autres paramètres qu'il aurait été intéressant de mesurer afin de s'assurer de la potabilisation de l'eau brute.

Le schéma de principe de l'unité de production d'eau sanitaire est présenté en annexe 2. L'eau traitée est stockée dans un réservoir avant distribution dans les blocs sanitaires.

BTS METIERS DE L'EAU		SESSION 2003
CODE : MTE6EDC	Durée : 4 H	COEFF. : 4
EPREUVE : ETUDE DE CAS		Page 2 / 16

1.2 Citer les paramètres de l'eau brute (mesurés avec les méthodes de terrain ou non) qui pourront être améliorés par ces traitements. Expliquer.

La capacité de l'installation est de $5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$.

Le coagulant est du sulfate d'aluminium commercial ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) à $666 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Avant utilisation dans la filière, ce réactif est dilué au dixième.

1.3 Citer le nom de l'essai de traitement à mettre en œuvre pour déterminer le taux de sulfate d'aluminium optimal.

1.4 Expliquer les conditions de l'essai de traitement permettant de déterminer le taux de traitement optimum.

Le meilleur résultat est obtenu pour un taux de traitement de 60 ppm ou $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

1.5 Calculer le débit de la pompe doseuse de sulfate d'aluminium.

1.6 Déterminer la baisse d'alcalinité théorique du TAC, en degré français, au cours de la coagulation, d'après les données de l'annexe 3 :

Données : $M_{\text{Ca}} = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M_{\text{O}} = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M_{\text{H}} = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M_{\text{Cl}} = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,
 $M_{\text{Al}} = 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M_{\text{S}} = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1.7 Calculer le TAC théorique de l'eau coagulée.

La valeur obtenue impose l'injection d'un réactif basique pour l'optimisation de l'étape de coagulation-floculation.

1.8 Justifier l'emploi de ce réactif.

Le décanteur lamellaire est constitué de 30 plaques de $900 \text{ mm} \times 700 \text{ mm}$, inclinées de 60° par rapport à l'horizontale.

1.9 Calculer la vitesse ascensionnelle de l'eau dans le décanteur, et commenter la valeur obtenue.

Une désinfection de l'eau est effectuée avec un composé chloré.

*Le C^*t à respecter est de $2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}$. Le taux de traitement en désinfectant appliqué est de $0,5 \text{ mg Cl}_2 \cdot \text{L}^{-1}$.*

1.10 Calculer le temps de séjour minimum de l'eau dans le réservoir, assurant une désinfection efficace.

1.11 A l'aide de l'annexe 4 et en complétant le document-réponse 1, mettre à l'équilibre calcocarbonique l'eau traitée, en utilisant la chaux éteinte $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		SESSION 2003
CODE : MTE6EDC	Durée : 4 H	COEFF. : 4
EPREUVE : ETUDE DE CAS		Page 3 / 16

2. PRODUCTION D'EAU DESTINEE A LA CONSOMMATION HUMAINE

Deux procédés existent : la distillation-recondensation et l'osmose inverse. C'est le deuxième procédé qui a été retenu par l'armée du pays A.

Le schéma de principe de l'unité de potabilisation est présenté en annexe 5.

2.1 Expliquer l'intérêt des traitements de reminéralisation et de désinfection en aval des modules d'osmose inverse.

2.2 Proposer une solution permettant d'augmenter la durée d'utilisation de la membrane d'osmose inverse

Il s'agit pour le technicien chargé de la production d'eau potable de déterminer les conditions de fonctionnement optimales des modules d'osmose inverse.

Les besoins en eau potable sont de 5 m³ par jour.

2.3 Citer puis définir les paramètres permettant de caractériser les performances d'un procédé de filtration membranaire .

2.4 Le rendement en eau étant de 70 %, calculer le débit d'eau brute prélevée dans le cours d'eau.

L'unité de potabilisation comporte 5 modules d'osmose inverse en parallèle. Les courbes caractéristiques d'un module figurent en annexe 6.

2.5 Déterminer la pression de service minimale permettant d'assurer la fourniture en eau potable de la troupe.

2.6 Déterminer le taux de recirculation maximum permettant d'abattre la conductivité de l'eau brute de 98 %.

Après plusieurs heures de marche, un technicien contrôle le fonctionnement des modules. Le taux de recirculation est alors de 75 %.

2.7 Comparer cette valeur au taux de recirculation calculé précédemment. Conclure.

BTS METIERS DE L'EAU		SESSION 2003
CODE : MTE6EDC	Durée : 4 H	COEFF. : 4
EPREUVE : ETUDE DE CAS		Page 4 / 16

2^{ème} PARTIE : ELECTROTECHNIQUE – AUTOMATISME – REGULATION (25 points).

L'usine de dépollution comporte un module de prétraitement. L'étude concerne le fonctionnement du racleur de surface sur le décanteur lamellaire.

Fonctionnement du racleur :

On dispose de 4 capteurs de position :

- h : racleur en haut,
- g : racleur à gauche,
- b : racleur en bas,
- d : racleur à droite.

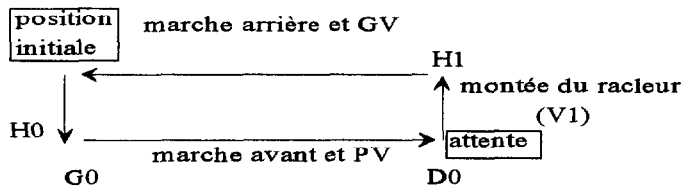
On dispose de 2 actionneurs :

- un vérin double effet,
- un moteur asynchrone triphasé,

commandés par les pré-actionneurs suivants :

- DB+ : montée vérin,
- DB- : descente vérin,
- KM1 : petite vitesse,
- KM2 : grande vitesse,
- KM3 : marche avant,
- KM4 : marche arrière.

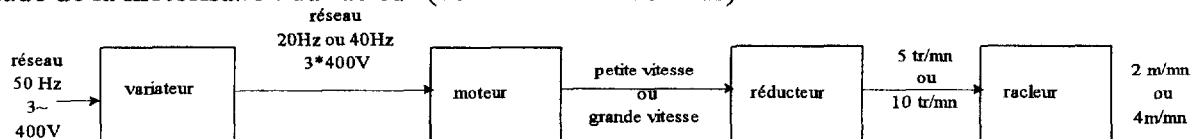
Un commutateur marche/arrêt. (MA : marche, MA : arrêt) détermine si le cycle recommence ou pas.



Le racleur démarre son cycle en descendant en position basse et racle la surface du décanteur à petite vitesse et en marche avant. Au bout du bassin, le racleur reste en position basse pendant 20 s, puis remonte en position haute, avant de revenir à sa position initiale en marche arrière et à grande vitesse.

1. ELECTROTECHNIQUE

Etude de la motorisation du racleur (voir schéma ci-dessous).



Le moteur est associé à un réducteur. La vitesse en sortie du réducteur est de $5 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ (petite vitesse) et de $10 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ (grande vitesse). Le variateur alimentera le moteur en petite vitesse à une fréquence de 20 Hz et en grande vitesse à une fréquence de 40 Hz.

1.1 Déterminer la petite vitesse et la grande vitesse en sortie du moteur sachant que celui-ci est un moteur asynchrone triphasé 4 pôles (on négligera le glissement).

1.2 Donner le rapport de transformation du réducteur.

BTS METIERS DE L'EAU		SESSION 2003
CODE : MTE6EDC	Durée : 4 H	COEFF. : 4
EPREUVE : ETUDE DE CAS		Page 5 / 16

1.3 Le moteur utilisé est le suivant : LS160MP (voir annexe 7). Sachant que le couple résistant en sortie du réducteur est de 6 kNm, justifier ce choix en calculant la puissance utile du moteur nécessaire. Le rendement du réducteur est de 0,8. Vérifier que le couple fourni par le moteur est suffisant, donner sa valeur.

1.4 Calculer la puissance nominale absorbée par le moteur.

1.5 Choisir le variateur à associer au moteur (voir annexe 7).

A partir du schéma du variateur (voir annexe 8), donner les bornes de raccordement pour :

- marche avant (KM3), marche arrière (KM4)
- sortie analogique (4-20mA) de l'automate pour la gestion des 2 vitesses.

2. AUTOMATISME

2.1 Déterminer le grafcet point de vue opérative du fonctionnement du racleur, sachant que la position initiale du racleur est en haut, à gauche.

2.2 Les deux vitesses de rotation (petite et grande vitesse) sont gérées par une sortie analogique de l'automate. Celle-ci commande le variateur en 4 – 20 mA.

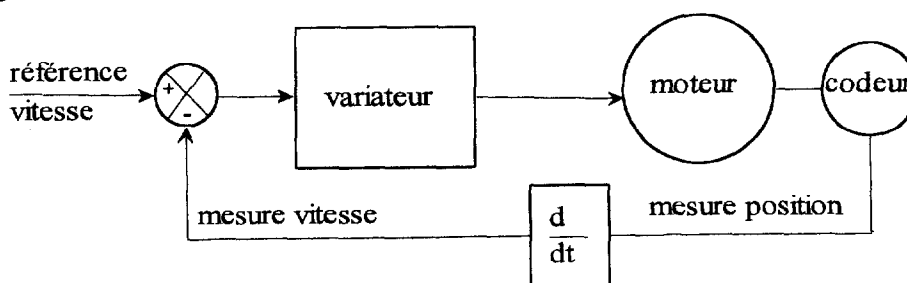
Le 4 mA correspond à l'arrêt du moteur, et le 20 mA à une fréquence de sortie du variateur de 50Hz.

2.2.1 Donner les correspondances en mA pour la petite et la grande vitesse (20 Hz et 40Hz).

2.2.2 L'automate gère cette sortie avec un mot appelé W0 (mot binaire va de 0 à 255 pour 0 à 50 Hz). Donner la correspondance de ce mot avec la petite et la grande vitesse.

3. REGULATION

3.1 La régulation de la vitesse se fait comme suit :



3.1.1 Donner les grandeurs réglantes, réglées et perturbatrices.

3.1.2 Donner la nature des liaisons représentées sur le schéma fonctionnel ci-dessus (électrique, pneumatique, mécanique, hydraulique) :

- comparateur → variateur
- variateur → moteur
- moteur → codeur

Quantifier ces liaisons.

BTS METIERS DE L'EAU		SESSION 2003
CODE : MTE6EDC	Durée : 4 H	COEFF. : 4
EPREUVE : ETUDE DE CAS		Page 6 / 16

3^{ème} PARTIE : HYDRAULIQUE (15 points).

On souhaite remettre en fonctionnement le système de pompage d'eau potable dont le schéma est représenté ci-dessous : le débit à assurer doit être de l'ordre de $1200 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$.

- altitude de la surface libre de la bache d'eau traitée :
233 m

- altitude de la surface libre du réservoir : 337 m

- volume du réservoir : 1950 m^3 .

- 4 électropompes (fonctionnement : 3 parmi 4)

Caractéristiques d'une pompe :

- voir document (document réponse 2)

- Conduite de refoulement :

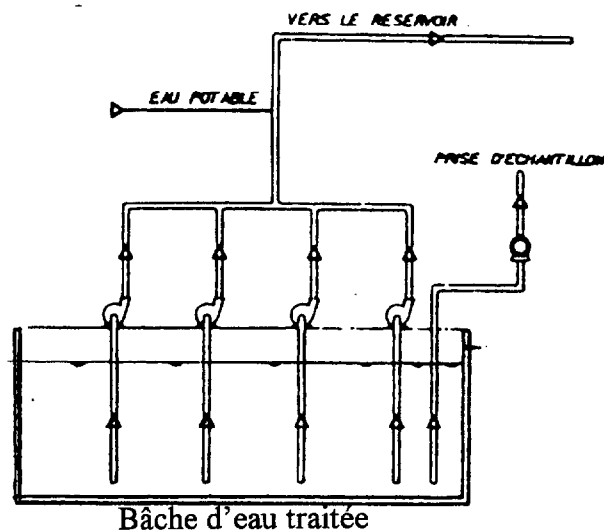
longueur : 645 m

diamètre : 450 mm

rugosité : 1 mm

les pertes de charge singulières sont équivalentes à
55 m de conduite

On prendra $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$, $\rho = 1000 \text{ kgm}^{-3}$ et la
viscosité cinématique $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$.



QUESTIONS

Les questions 1. et 2. sont indépendantes.

1. Calculer la vitesse dans la conduite de refoulement pour un débit de $1200 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$.
2. Calculer dans ces conditions les pertes de charge totales dans la conduite.
3. Donner l'expression de la perte de charge totale ΔH en fonction du débit Q de la conduite de refoulement.
4. Tracer, sur le document réponse 2, la courbe caractéristique de la conduite de refoulement de l'installation.
5. A l'aide du graphique précédent, déterminer le point de fonctionnement de l'installation.

BTS METIERS DE L'EAU		SESSION 2003
CODE : MTE6EDC	Durée : 4 H	COEFF. : 4
EPREUVE : ETUDE DE CAS		Page 7 / 16