

I.5.- Préciser, puis justifier les conditions physico-chimiques optimales nécessaires à la réduction du CrVI en CrIII.

I.6.- Calculer le flux journalier de CrVI (en mg.j^{-1}) sortant de la station de détoxification.

I.7.- Conclure sur la conformité du rejet.

I.8.- En utilisant la réaction chimique de réduction du chrome, calculer le taux de traitement en bisulfite de sodium (NaHSO_3) en g.L^{-1} pour la transformation du CrVI en CrIII.

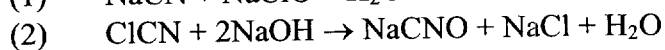
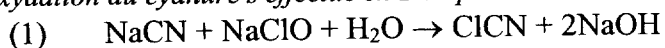
I.9.- Calculer le débit de la pompe doseuse de NaHSO_3 en L.h^{-1} pendant le temps de fonctionnement de la station.

I.10.- Calculer le volume annuel de bisulfite de sodium (NaHSO_3) consommé, en m^3 , par la station de détoxification et en déduire la fréquence annuelle de remplissage de la bache de bisulfite de sodium.

Décyanuration

La décyanuration consiste en une oxydation des cyanures (CN^-) très toxiques en cyanates (CNO^-) qui le sont beaucoup moins, par l'hypochlorite de sodium (eau de Javel NaClO) en milieu basique.

L'oxydation du cyanure s'effectue en 2 étapes :



Paramètre à respecter : $\text{pH} > 12$.

I.11.- Ecrire l'équation bilan de la réaction d'oxydation du cyanure.

I.12.- Calculer le volume, en mL d'eau de Javel, nécessaire à l'oxydation de 1 gramme de cyanure.

II.- Etude des traitements ultérieurs (5 points).

A l'issue du prétraitement, les précipités chromiques constituent une suspension stable.

Le traitement suivant va permettre de les sédimenter.

Dans le réacteur de coagulation, différents réactifs sont injectés.

II.1.- Indiquer le rôle du coagulant injecté.

II.2.- Justifier l'injection d'acide chlorhydrique et/ou de lessive de soude au cours du traitement.

II.3.-Préciser le rôle du flocculant dans la chaîne de traitement.

III.- Etude de la filière de traitement des boues (10 points)

Les boues issues de la décantation sont déshydratées par filtre-pressé et envoyées en centre de stabilisation et de stockage de résidus ultimes de classe I. La quantité annuelle de boues produites est de 43 tonnes.

III.1.- Définir "centre de stockage de classe I".

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Etude de cas – U. 61		MTE6EDC
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 3/22

III.2.- Expliquer les principales étapes de fonctionnement d'un filtre presse.

III.3.- Sachant que le traitement d'1 kg de chrome génère 4 kg de boues, calculer la masse annuelle de boues chromiques produites dans la station de détoxification (en tonnes.an⁻¹).

III.4.- Calculer le pourcentage des boues chromiques par rapport aux boues totales produites par la station de détoxification.

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Etude de cas – U. 61		MTE6EDC
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 4/22

Durée conseillée : 1 heure 15 min.

I.- REGULATION (6 points)

*Pour décyanurer le contenu de la bâche, on procède à une injection de soude.
Le pH de la bâche est mesuré par la sonde PH202 01, voir l'ANNEXE N°2 (page 16/22).
Cette sonde mesure des pH allant de 2 à 13 pour un courant de 4 – 20 mA.*

I.1.- Déterminer, par la méthode de votre choix :

- La valeur en mA du seuil fixe de mesure du pH : S1 PH 202 01 qui est de 10,5.
- Indiquer pour une valeur image du pH de 9,2 mA, l'action à faire pour que le pH soit égal à la valeur fixe S1 PH 202 01.

I.2.- Indiquer, pour cette régulation de type TOR, la nature des grandeurs en présence (grandeur réglée, grandeur réglante et une des grandeurs perturbatrices).

*L'ANNEXE N°2 (page 16/22) donne des informations visuelles sur le traitement en cours. La lecture du grafctet de décyanuration indique, quand l'étape 83 est active, qu'une régulation de type TOR agit.
Elle régule le pH par le pilotage de l'ouverture ou la fermeture de la vanne EV102 01.
La régulation de RH n'est pas étudiée ici.*

I.3.- Sur le **DOCUMENT REPONSE AR1 (page 7/22)**, tracer le chronogramme de commande de la vanne de régulation EV102 01, en fonction de l'évolution du pH proposé.

II.- AUTOMATISME (10 points)

II.1.- Etude du comportement en cas de dysfonctionnement :

Lorsque le traitement de décyanuration se déroule normalement, la supervision et les programmes qui gèrent le cycle, évoluent de manière prévue par l'exécution des grafctets. Si un dysfonctionnement se produit, l'ensemble des programmes de décyanuration suit la procédure décrite ci-dessous :

- *Ordre 1 : forçage du grafctet de décyanuration GPN 80 à la situation vide.*
- *Réceptivité 1 : cet ordre est maintenu jusqu'à l'appui sur validation – sur front montant (seul le personnel habilité à traiter les problèmes de situations d'urgence commande cette entrée).*
- *Ordre 2 : pilotage manuel des vannes EV104 01 (si le bouton poussoir associé à cette commande est sur Manu4) et EV102 01 (si le bouton poussoir associé à cette commande est sur Manu2).*
- *Réceptivité 2 : ce fonctionnement dure tant que les boutons poussoirs Départ Cycle et Validation ne sont pas tous les deux enfoncés.*
- *Ordre 3 : forçage du grafctet GPN 80 de décyanuration à la situation initiale.*
- *Réceptivité 3 : décyanuration = Auto.*

Travail demandé : sur le **DOCUMENT REPONSE AR1 (page 7/22)**, compléter l'ébauche du grafctet de sûreté, en respectant la description précédente et la syntaxe précise des ordres de forçage.

II.2.- Câblage et raccordement :

A la lecture de l'ANNEXE 2 (page 16/22), on constate que la vanne qui commande l'injection de soude dans la bâche est ouverte ou fermée par le pilotage en TOR de l'électrovanne EV102 01.

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Etude de cas – U. 61		MTE6EDC
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 5/22

Ce repère EV102 01 est physiquement câblé à l'adresse S4 de la carte de sortie de l'automate gérant le cycle de décyanuration et déchromatation.

Sur le **DOCUMENT REPONSE AR2 (page 8/22)** :

◆ Proposer le schéma de câblage de l'électrovanne EV102 01 d'injection de lessive de soude, commandé par la sortie S4 de l'automate.

- L'électrovanne est alimentée en 24 V ~.

- Ajouter un bouton poussoir MF qui permet d'alimenter l'électrovanne en marche forcée.

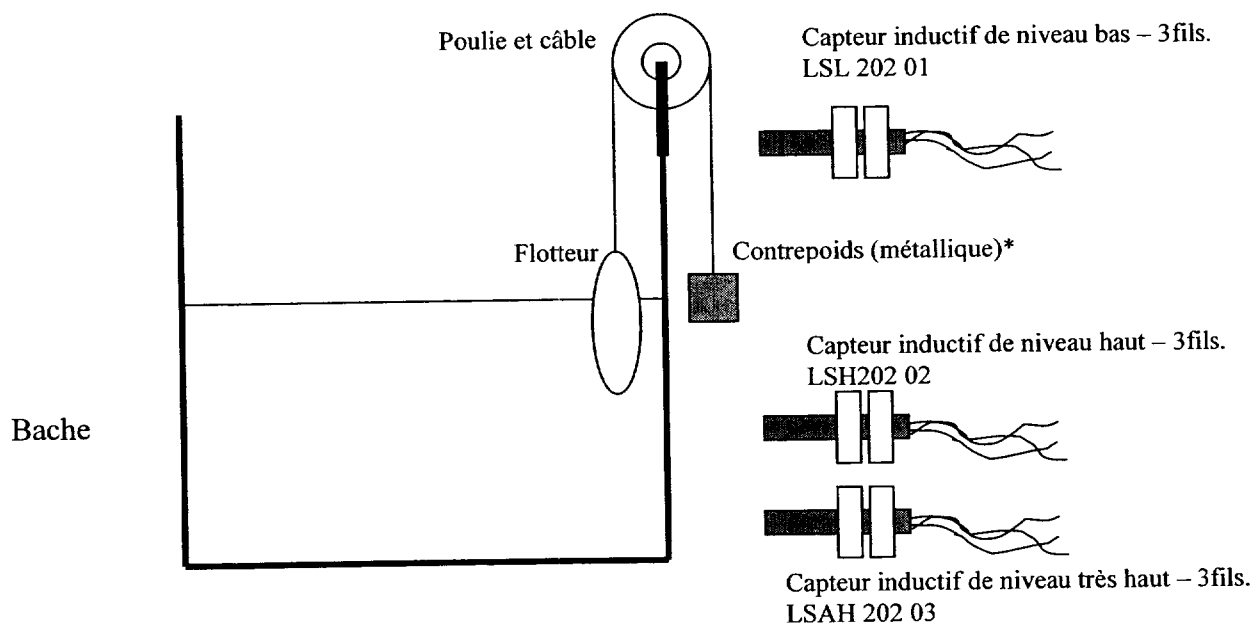
- Représenter, en langage à contacts (Ladder), la sortie S4 commandant la vanne EV102 01 en respectant l'équation ci-dessous, sachant que le repère de l'entrée Auto est M11 et le repère de l'entrée Manu est M12 :

$$S4 = (X83 \cdot \text{Auto}) + \text{Manu}$$

La hauteur, dans la bache, est obtenue par un capteur de niveau avec flotteur et contrepoids liés entre eux par un câble et une poulie (voir figure ci-dessous). Le contrepoids est métallique, guidé en translation dans un tube en plexiglas, à l'extérieur de la bache. En se déplaçant, ce contrepoids passe devant des capteurs inductifs et donne les indications de niveau. LSH202 02 est un capteur, il délivre un signal TOR. Ce capteur est câblé sur l'entrée E3 de l'automate.

Sachant que les entrées de l'automate sont câblées en logique positive :

◆ Réaliser sur le **DOCUMENT REPONSE AR2 (page 8/22)**, le câblage des entrées LSH202 02 (ébauché) et de l'entrée Validation (sur E0), conformément aux affectations proposées.

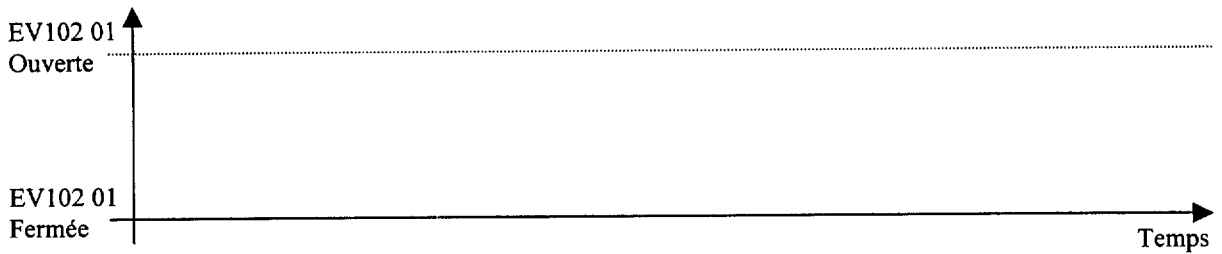
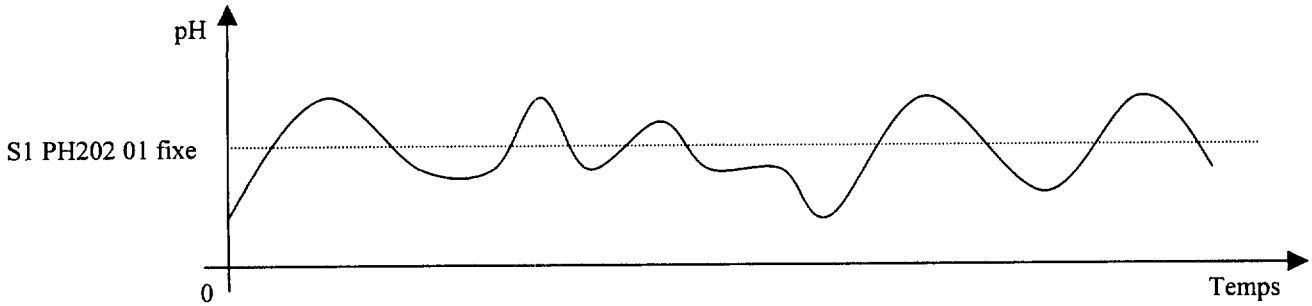


* Le tube en plexiglas n'est pas représenté ici.

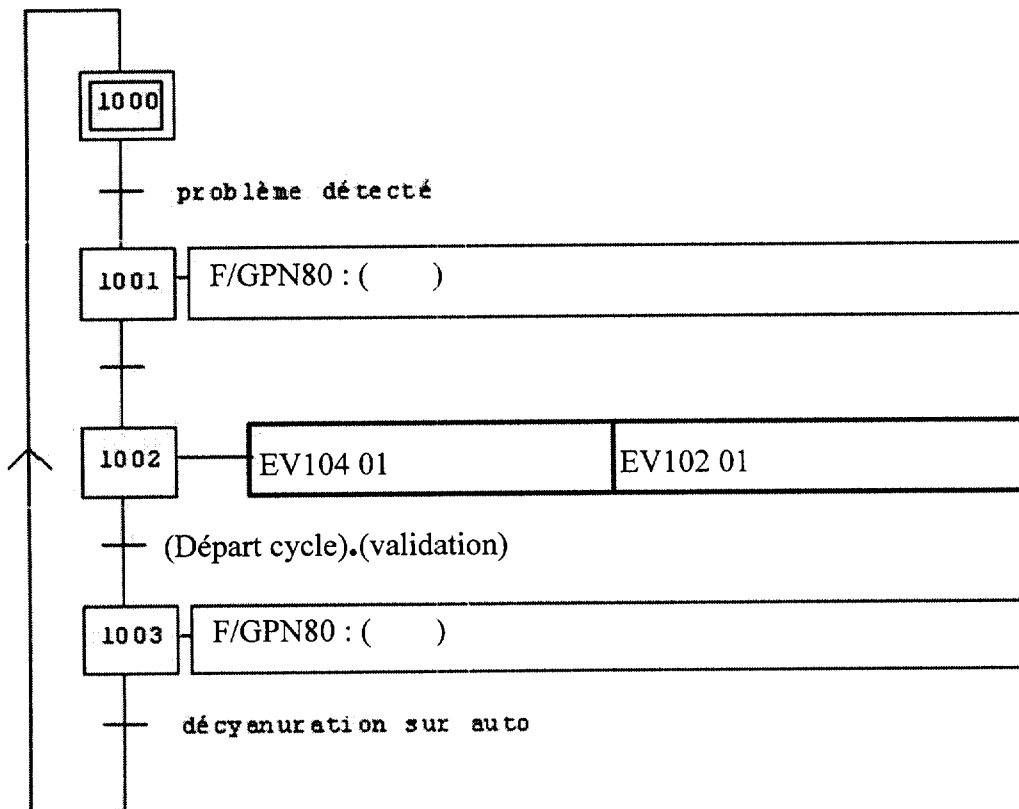
BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Etude de cas – U. 61		MTE6EDC
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 6/22

DOCUMENT REPONSE ARI

Question I.3.- Tracé de la commande de vanne lorsque X83 = 1

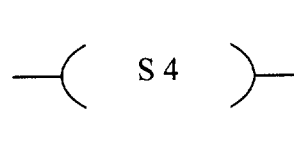


Question II.1.- Compléter le grafcet de sûreté :

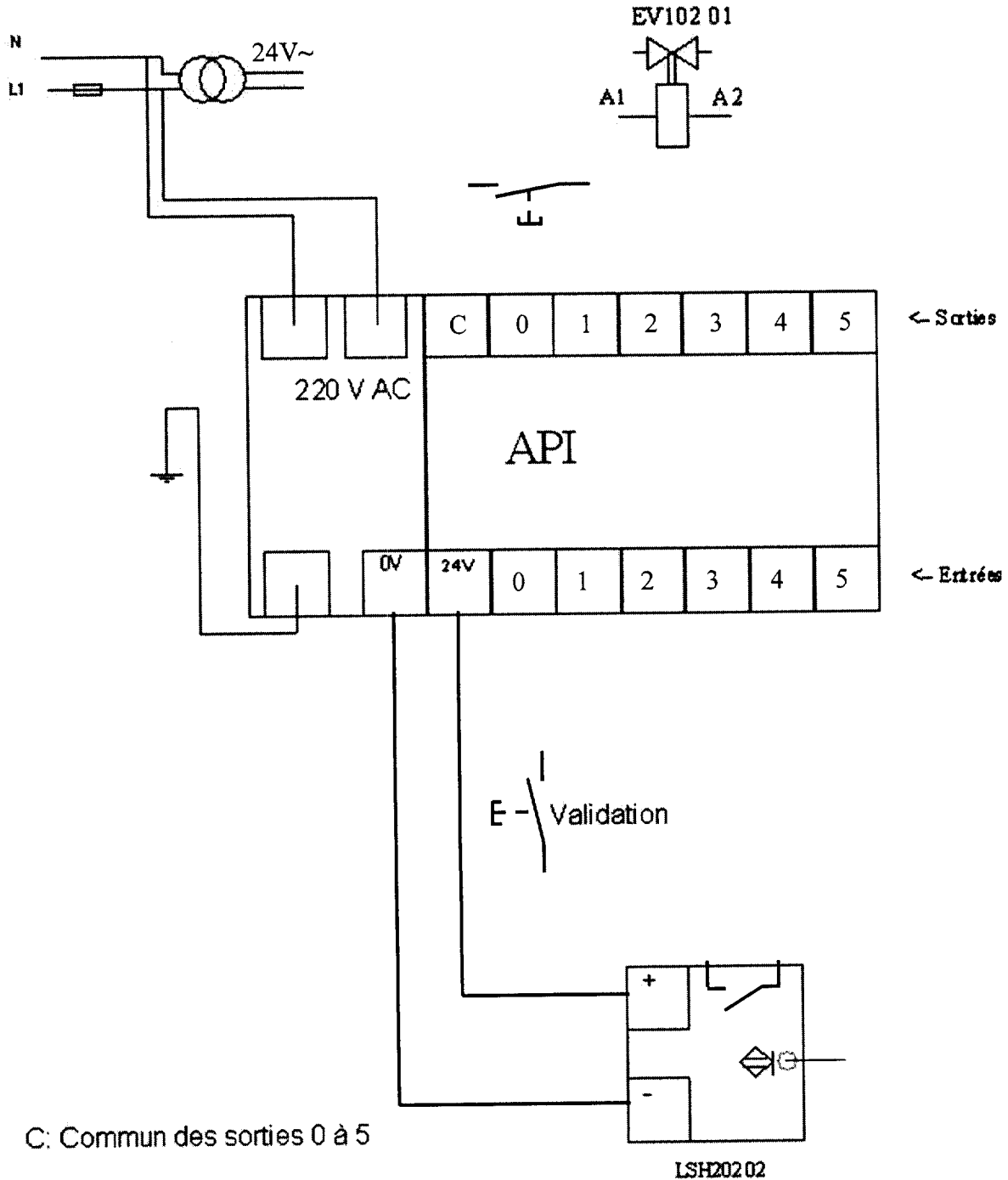


DOCUMENT REPOSE AR2

Langage à contacts :



Câblage Entrées Sorties



C: Commun des sorties 0 à 5

LSH202 02

III.- ELECTROTECHNIQUE (9 points)

L'extraction du cyanure du bassin, LSA 202 04, est réalisée grâce à un groupe moto-pompe repéré PM 202 01 sur le document en ANNEXE N°2 (page 16/22).

La pompe est en PVDF (polyfluorure de vinidylène) qui est un thermoplastique de la famille des polymères très résistants. Il se caractérise par une excellente résistance aux agents chimiques les plus corrosifs.

Données : Le débit maxi de la pompe est $Q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$,
la différence de pression aux bornes de la pompe est $\Delta P = 8,3 \text{ bar}$
et son rendement est $\eta_R = 0,5$.

III.1.- Calculer la puissance utile du moteur d'entraînement.

Pour la suite du problème, on donne les caractéristiques du moteur asynchrone triphasé :

9000 W – 230/400 V – 1450 tr/min – rendement $\eta = 86 \%$ - $\cos \varphi = 0,85$

Le réseau d'alimentation est triphasé 3 x 400 V – 50 Hz.

III.2.- Déterminer le couplage du moteur en justifiant votre réponse.

III.3.- Calculer le courant nominal du moteur.

III.4.- Choisir, à l'aide du document joint en ANNEXE N°6 (page 19/22), le démarreur «TESYS U», modèle sans connectique et l'unité de contrôle associée. Donner leurs références.

III.5.- Le constructeur donne la valeur du rapport $I_D/I_N = 7$.
Préciser quelle est la signification de cette donnée.

III.6.- Préciser si, d'un point de vue électrique, on a intérêt à avoir ce rapport le plus grand ou le plus petit possible et justifier votre réponse.

III.7.- On a relevé les courbes du courant moteur au démarrage et de la vitesse en fonction du temps, préciser à l'aide de cette courbe :

- ⇒ le temps de démarrage t_D ,
- ⇒ la valeur efficace du courant au démarrage I_D ,
- ⇒ la valeur efficace du courant nominal en régime permanent I_N ,
- ⇒ le rapport I_D/I_N .

Base de temps : 50 ms - calibre en courant : 50 A/div – calibre vitesse : 1000 tr/min/div

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Etude de cas – U. 61		MTE6EDC
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 9/22

3^{ème} PARTIE : HYDRAULIQUE (15 Points)

Durée conseillée : 45 min.

Les parties I , II et III sont indépendantes.

Cette partie traite l'unité de "FINITION ET REJET".

(Voir ANNEXE N°1, page 15/22 et ANNEXE N°7, page 20/22).

Description : La surverse du décanteur alimente, par gravité, le bassin de reprise de l'eau décantée à l'aide de la conduite 1. La pompe P envoie cette eau au filtre à sable puis au bassin de neutralisation où la surverse s'écoule vers le canal à déversoir triangulaire pour la mesure du débit. L'eau traitée est ensuite rejetée dans le réseau d'eaux pluviales ou celui d'eaux usées.

But de l'étude : on vérifiera d'abord que la conduite 1 alimentant le bassin de reprise peut supporter le débit maximum. Dans un deuxième temps, on choisira la pompe alimentant le filtre à sable puis le bassin de neutralisation. Enfin, on déterminera la hauteur d'eau dans le déversoir et on graduera la règle en $m^3.h^{-1}$.

I.- Vérification de la conduite I dans le cas le plus défavorable (de A à B)

Le débit maximum peut atteindre $10 m^3.h^{-1}$: $Q = 10 m^3.h^{-1}$.

I.1.- Exprimer ce débit en $m^3.s^{-1}$.

I.2.- Déterminer le débit dans la conduite à écoulement gravitaire et vérifier qu'elle peut accepter le débit maximum dans le cas le plus défavorable. (Utiliser les tables de Dubin – ANNEXE N°8, page 21/22).

II.- Choix de la pompe

On choisira le cas le plus défavorable (pertes de charge maximum et hauteur d'élévation maximum).

II.1.- Donner les conditions les plus défavorables :

- niveau haut ou niveau bas du bassin de reprise,
- filtre encrassé ou filtre propre.

II.2.- Calculer alors la HMT nécessaire à la pompe P.

II.3.- La HMT doit être fournie pour le débit maximum. Choisir la pompe la mieux adaptée.

(FEUILLE REPONSE HR1, page 12/22) Commenter votre choix.

II.4.- Sur la caractéristique de la pompe choisie (FEUILLE REPONSE HR2, page 13/22), tracer (sans calcul) l'allure de la courbe caractéristique de la conduite (courbe de réseau) puis placer approximativement le point de fonctionnement.

Déterminer alors le rendement de la pompe .

III.- Graduation du déversoir

III.1.- Déterminer la hauteur de la lame d'eau au-dessus du déversoir pour le débit de $10 m^3.h^{-1}$ (ANNEXE N°9, page 22/22).

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Etude de cas – U. 61		MTE6EDC
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 10/22

III.2.- Pour lire directement sur le déversoir la valeur du débit, on colle une règle graduée en $\text{m}^3.\text{h}^{-1}$. Tracer les graduations correspondantes à des débits de $1 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$, $5 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ et $10 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ sur le dessin à l'échelle 1 de la règle (**FEUILLE REPONSE HR3, page 14/22**).

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Etude de cas – U. 61		MTE6EDC
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 11/22

Examen ou concours : Série* :

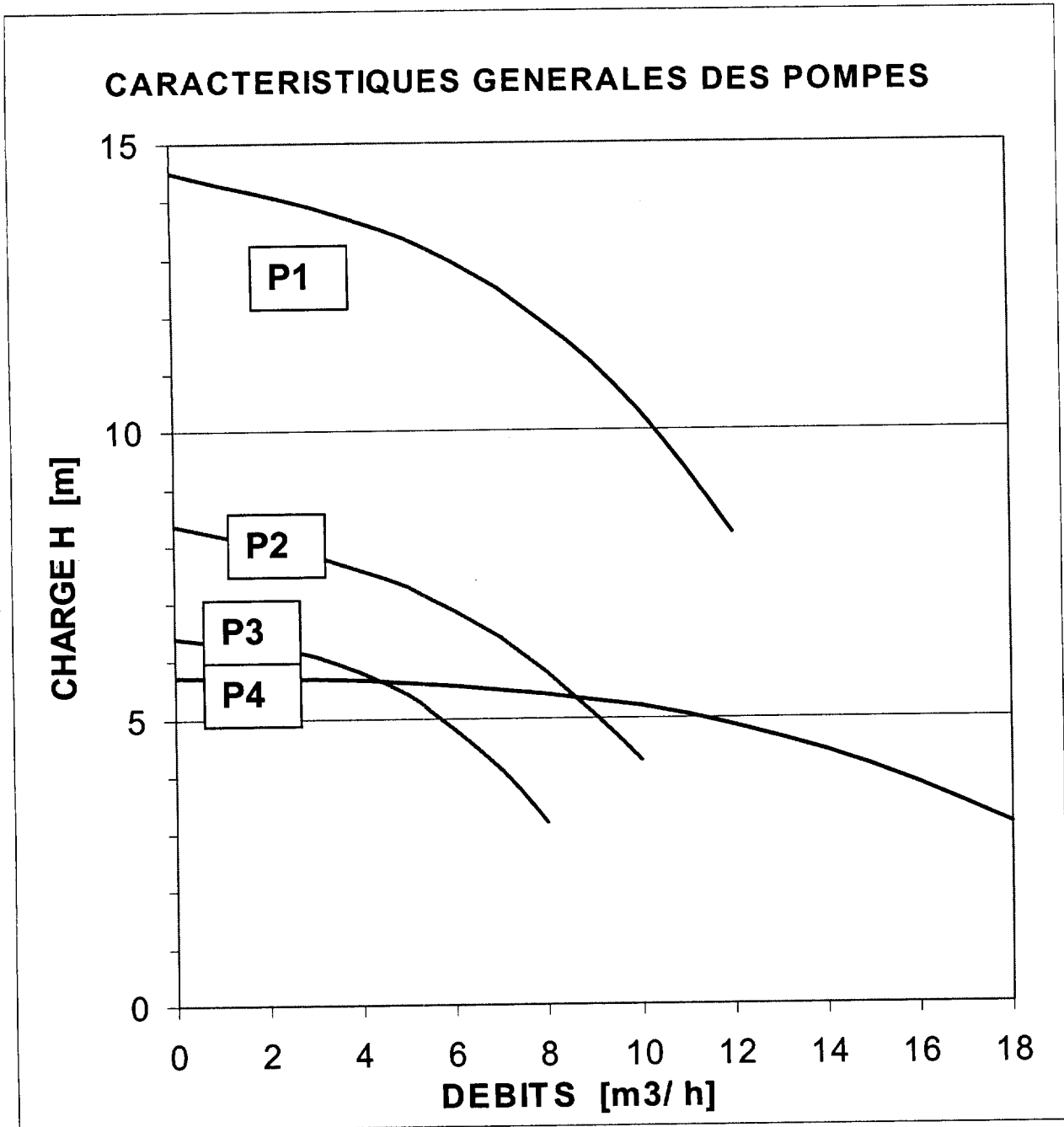
Spécialité/Option :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :
 (Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

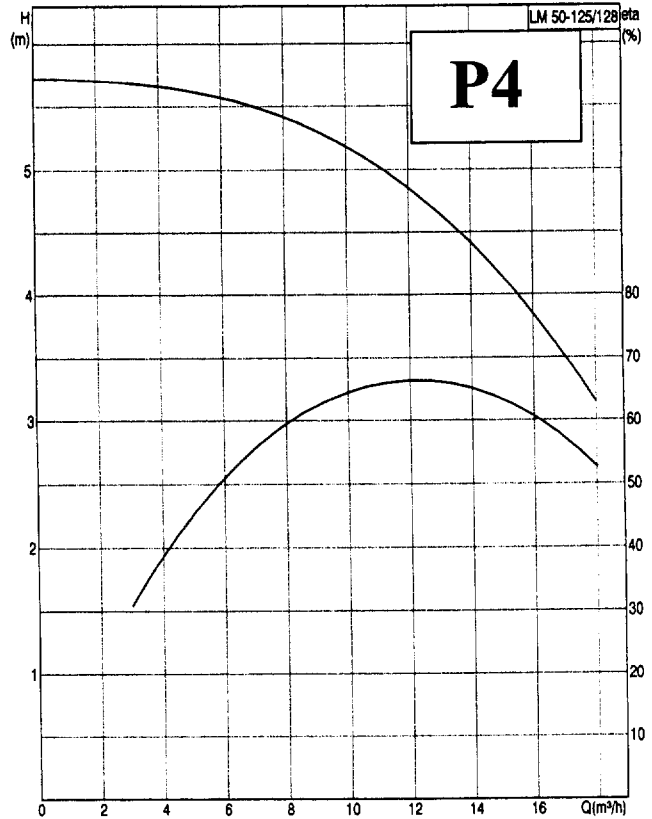
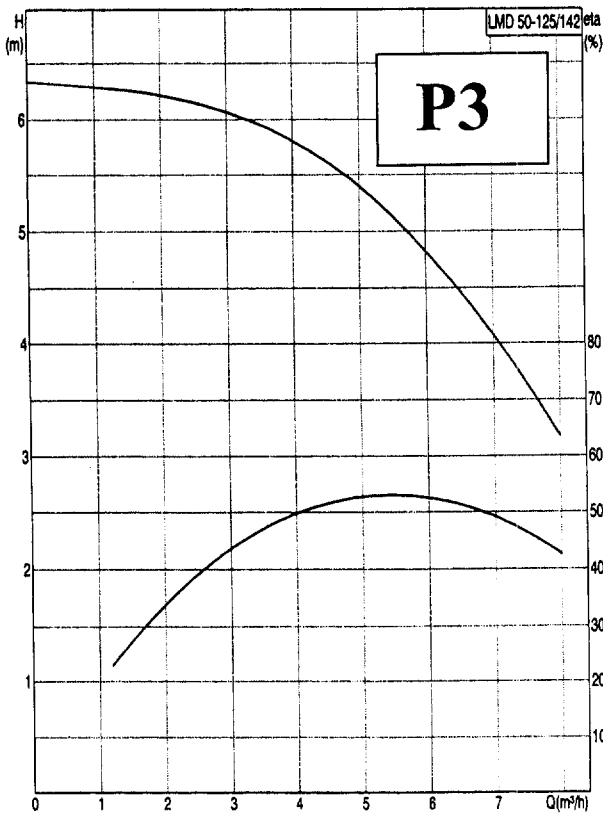
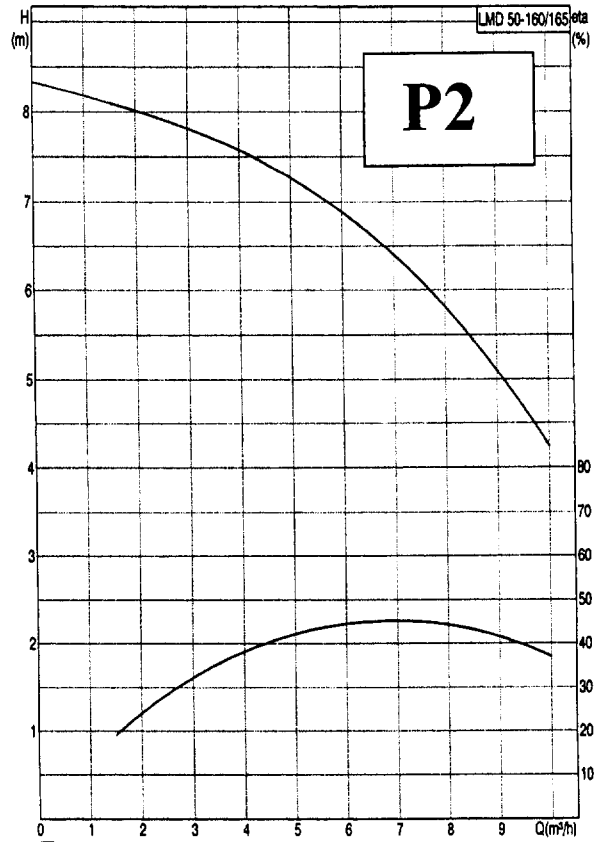
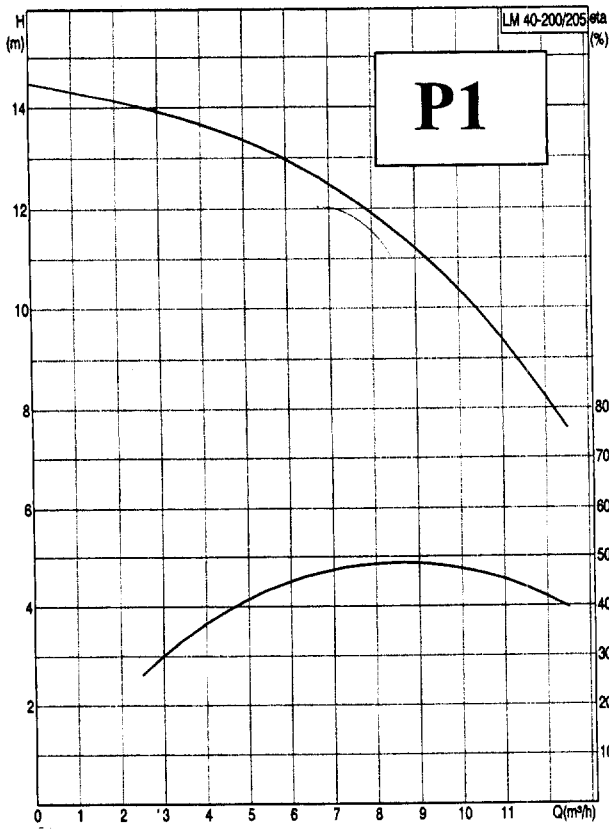
Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

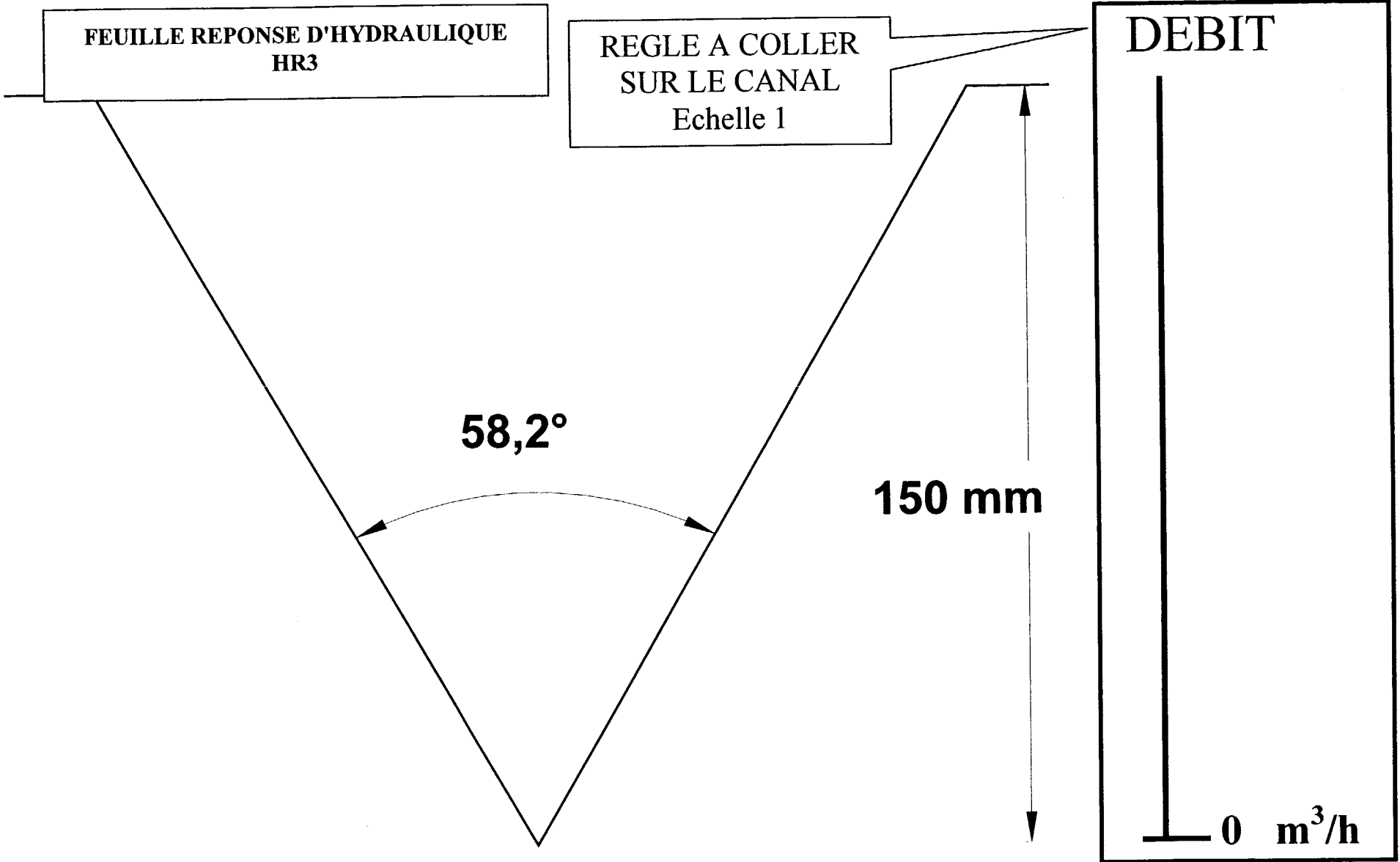
FEUILLE REPONSE D'HYDRAULIQUE HR1



BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Étude de cas – U. 61		MTE6EDC
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 12/22

FEUILLE REPONSE D'HYDRAULIQUE HR2





Examen ou concours : Série* :
 Spécialité/Option :
 Répère de l'épreuve :
 Épreuve/sous-épreuve :
 (Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Etude de cas – U. 61		MTE6EDC
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 14/22