

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
INDUSTRIES PAPETIERES  
Option Production des pâtes, papiers et cartons  
Option Transformation des papiers et cartons**

SESSION 2000

EPREUVE D'AUTOMATISME ET D'INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

Durée de l'épreuve : 5 h  
Coefficient : 4

**Aucun document autorisé**

Les documents n° 4 – 5 et le document réponse ( page 7 ) devront être joints impérativement aux feuilles d'examen que le candidat rendra en fin d'épreuve.

Temps conseillé :

lecture complète du sujet : 0,5 h	
partie 1..... 0,75 h	notée sur 4 points
partie 2..... 1,75 h	notée sur 7,5 points
partie 3..... 2 h	notée sur 8,5 points

*ce sujet comporte 14 pages.*

## **Présentation générale**

L'étude porte sur l'épuration finale d'une machine à papier qui fabrique du PPO (papier pour ondulé). La pâte est constituée à 100% de vieux papiers. Le schéma d'implantation de cette épuration finale est représenté sur le document 1 (page 8).

L'étude se limite, pour le circuit pâte, au chemin parcouru entre le château de pâte et l'entrée du répartiteur de la caisse de tête. La commande de la vanne de grammage (FV1) est indirectement fonction du signal de mesure issu de la jauge de grammage (QT) placée à l'enrouleuse de la machine. L'épuration s'effectue en trois étapes, et l'étude proposée ne prendra en compte que le premier étage d'épuration.

Sur ce premier étage sont disposés 6 épurateurs cycloniques pour séparer les impuretés lourdes puis trois sélectifieurs pour éliminer les impuretés légères.

Les rejets collectés par chaque épurateur cyclonique sont évacués vers les égouts par un sas d'évacuation illustré par le document 2 (page 9) lorsque se ferme la vanne (V11) commandée par le signal de commande OY11 et que s'ouvre la vanne d'évacuation (V12) commandée par le signal OY12.

Les rejets des sélectifieurs sont en partie évacués vers l'extérieur et pour la majeure partie, sont dirigés vers le deuxième puis le troisième étage d'épuration.

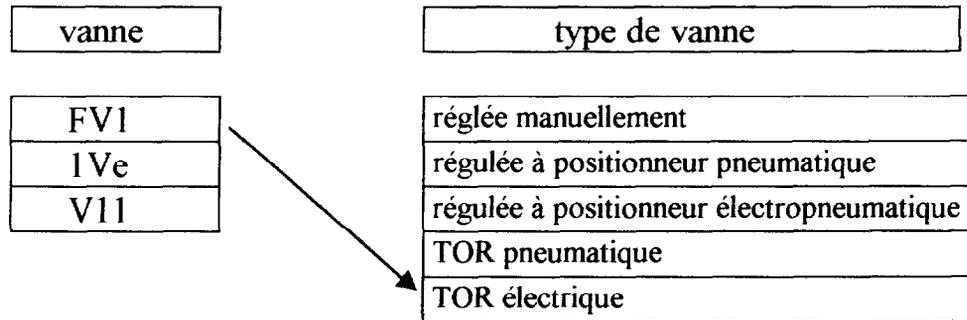
Toutes les commandes automatisées sont centralisées sur un poste de conduite à partir duquel le conducteur peut suivre ou agir sur l'état du procédé.

Les éléments essentiels de la régulation et l'état des capteurs ZSL de fermeture des vannes sont visualisés sur le poste de conduite.

**1<sup>ère</sup> partie :**

1.1 En vous appuyant sur les documents 1 et 2 (pages 8-9) identifier le type des vannes { FV1 , IVe , V11 } et complétez le tableau du document réponse (page 7).

Mettez en relation par une flèche les éléments du tableau des vannes avec les éléments du tableau des types de vanne : exemple



nota : TOR contraction de tout ou rien.

1.2 Identifiez les grandeurs physiques mesurées par les capteurs définis, ainsi que la nature des signaux transmis ( TOR, analogique, numérique ) compléter le tableau du document réponse (page 7).

symbole	signal	grandeur physique mesurée
FT1		
QT3		
FT2		
ZSL11		

1.3 Le fonctionnement de chaque épurateur centrifuge est assuré par un ensemble de vannes représentées sur le document 2 (pour l'épurateur n° 1). Indiquez l'état logique des capteurs ZSL11- ZSL12- ZSL13 de l'épurateur n°1 lorsqu'il y a épuration et accumulation des impuretés dans le sas en complétant le tableau du document réponse (page 7).

Les vannes repérées V12 et V13 sont de type NF et la vanne V11 de type NO. Elles sont commandées par des vérins pneumatiques simple effet.

En phase d'épuration normale ( accumulation des impuretés lourdes dans le sas ) la vanne V11 est ouverte, la vanne V12 est fermée et le sas est rempli d'eau claire.

**2<sup>ème</sup> partie :**

L'ensemble de l'installation est supervisé par un automate programmable industriel qui en assure le démarrage, le fonctionnement normal ou l'arrêt, voir le document 3 (page 10). Nous allons analyser le fonctionnement automatisé des sas d'évacuation des six épurateurs cycloniques.

En phase d'évacuation la vanne V11 est fermée, la vanne V12 ouverte.

Une élution d'eau claire permanente aide à la séparation fibres-impuretés

- 2.1 Donnez la position ( ouverte / fermée ) de la vanne V13 dans les deux phases précédentes. Justifiez votre réponse en expliquant son rôle.
- 2.2 Le chronogramme représenté sur le document 3 (page 10) précise le fonctionnement des vannes V11 et V12 de l'épurateur n°1. Chaque épurateur est équipé de vannes identiques. On note V11[1-3-5] les vannes V11 des épurateurs n°1, n°3 et n°5, elles sont commandées simultanément. On précise que :
- l'écart entre les débuts de cycle de purge de [1-3-5] et de [2-4-6] est de 4 minutes
  - la vanne V12 s'ouvre 3 s après la fermeture de V11 et qu'elle reste ouverte 20 s pour l'évacuation des déchets
  - le temps de remplissage du sas par l'eau claire après fermeture de la vanne est de 40s
  - compte tenu du temps de mise en action des vannes le cycle a duré 70 s
- 2.2.1 réaliser sur le document 4 (page 11) le grafcet point de vue partie commande de la séquence de purge [1-3-5] en précisant la mise en action des vannes V11, V12 et V13. Ce grafcet est à définir entre l'étape initiale 20 et l'étape finale 27. Parmi les étapes esquissées, n'utilisez que celles qui vous sont utiles.
- Nota : l'étape finale 37 figurant sur le grafcet épuration est l'étape finale du grafcet de la séquence de purge [2-4-6] . *Vous n'en avez pas besoin.*
- 2.2.2 un cycle total de purge est lancé toutes les 30 minutes, définissez les réceptivités associées aux transitions X11→ X12 et X13→ X14.
- 2.3 la mise en œuvre des vannes V11, V12, V13 s'effectue par des vérins simple effet représentés sur le document 2. A partir des documents 6 et 7 (pages 13-14) définir le type de distributeur adapté à la commande de chaque vanne en notant le repère de sélection choisi et en l'expliquant.
- Exemple : vanne V11 ..... distributeur de type P2

**3<sup>ème</sup> partie :**

Etudions la régulation du débit de recirculation de la pâte en sortie du répartiteur - voir document 1. Pour connaître la nature du système on effectue une identification en boucle ouverte en plaçant le régulateur FIC2 en mode de fonctionnement manuel. La réponse du système à une variation de type échelon du signal ( $u\%$ ) de la vanne FV2 est représentée sur le document 5 (page 12).

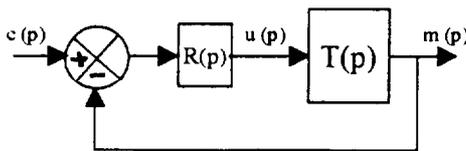
à  $t = 0^-$       signal vanne  $u = 32.26\%$       mesure =  $40\%$   
à  $t = 0^+$       signal vanne  $u = 40\%$        $\rightarrow$  mesure =  $m\%$  (t)

3.1 Déterminer la fonction de transfert approchée du système considéré comme du 1<sup>er</sup> ordre, par une méthode graphique que vous expliquerez.

3.2 Une méthode plus fine d'identification donne pour résultat :

$$F(p) = \frac{1,2.e^{-6.p}}{(1+13.p)(1+75.p)} \quad (\text{Ctes de temps en s})$$

On se propose d'adopter une régulation à action proportionnelle avec  $B_p = 40\%$  - dans la suite du problème et pour faciliter les calculs la valeur du retard pur est considérée nulle.



A partir de l'état initial mesure = consigne =  $40\%$  et le régulateur FIC2 en mode de fonctionnement automatique, on crée une variation de consigne de type échelon  $\Delta C = +10\%$ .

3.2.1 écrire l'expression de  $F(p)$  avec retard pur nul.

3.2.2 calculer l'expression de la fonction de transfert de la boucle fermée.

3.2.3 définir la valeur finale du signal de mesure  $m\%$  et du signal vanne  $u\%$

3.2.4 la variation de la mesure sera de type stable aperiodique ou pulsatoire amortie ? expliquez.

3.3 Le régulateur à action proportionnelle n'ayant pas donné satisfaction, son action devient proportionnelle et intégrale de type série.

les coefficients de réglage sont :  $B_p = 40\%$      $I = 0.8 \text{ rep.min}^{-1}$

3.3.1 calculez l'expression de la fonction de transfert de la boucle fermée

3.3.2 Que devient la valeur finale du signal de mesure  $m\%$  calculée en 3.2.2 consécutive à une variation de consigne de type échelon  $\Delta C = +10\%$ .

3.3.3 Quelle sera la nature de la variation de la mesure : stable aperiodique ou pulsatoire amortie.

Etude de la régulation du débit de pâte venant du château de pâte.

3.4 Expliquez la fonction du régulateur FIC1.

De quelle grandeur dépend le point de consigne de FIC1.

Représenter par un schéma bloc l'interaction des boucles de régulation FIC1 et QIC3.

3.5 Le conducteur de la machine observe que la production est stable et que :

- la valeur du grammage sec à l'enrouleuse est de  $128 \text{ g.m}^{-2}$
- le débit de pâte épaisse est de  $495 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$
- le signal de commande de FV1 est de 68 %.

Son cahier de conduite lui indique que le débit de pâte serait de  $425 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$  si le signal de commande de FV1 était de 65 %.

A quelle valeur devrait-il ajuster, en boucle ouverte, le signal de commande de la vanne pour que le grammage sec soit de  $120 \text{ g.m}^{-2}$  si la pâte et les conditions de fonctionnement de la machine restent constantes.

Document réponse à remettre en fin d'épreuveQuestion 1.1

Mettez en relation par une flèche les éléments du tableau des vannes avec les éléments du tableau des types de vanne

vanne	type de vanne
FV1	réglée manuellement
1Ve	régulée à positionneur pneumatique
V11	régulée à positionneur électropneumatique
	TOR pneumatique
	TOR électrique

Question 1.2

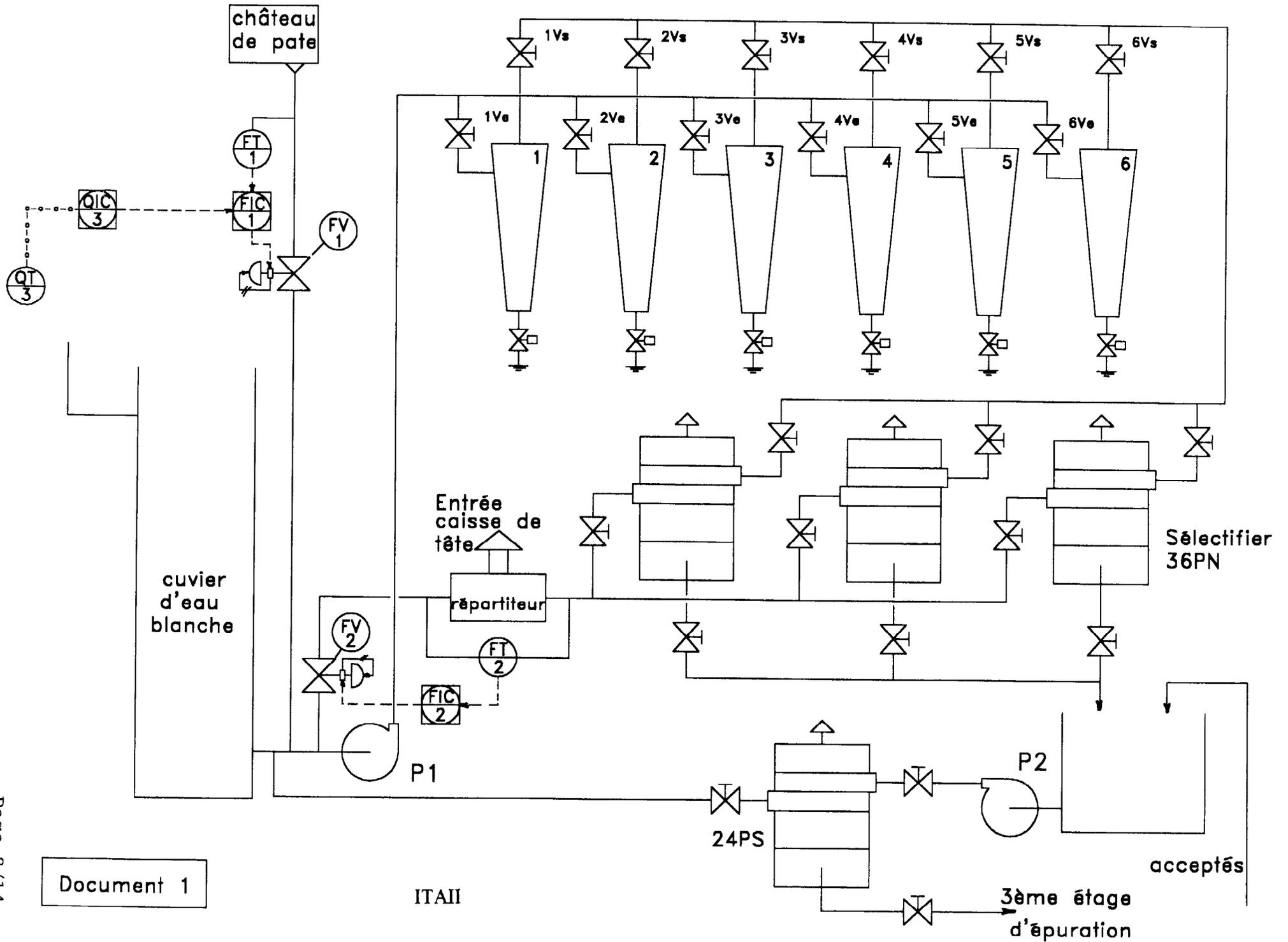
Identifiez les différents types de capteurs représentés en complétant le tableau

symbole	signal	grandeur physique mesurée
FT1		
QT3		
FT2		
ZSL11		

Question 1.3

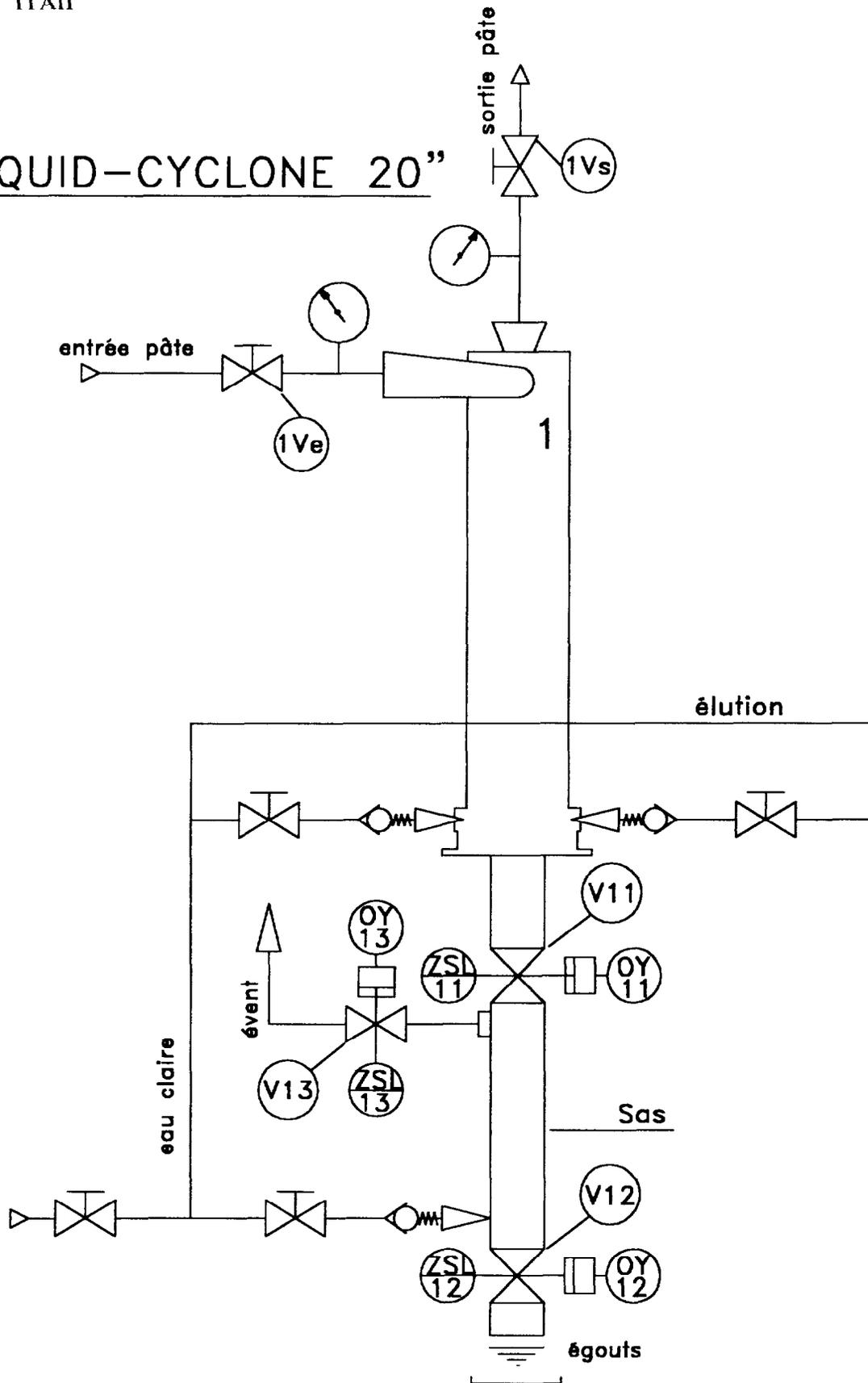
Indiquez par une croix l'état des capteurs ZSL11- ZSL12- ZSL13 de l'épurateur n°1 lorsqu'il y a épuration et accumulation des impuretés dans le sas

capteurs	état 0	état 1
ZSL11		
ZSL12		
ZSL13		



ITAH

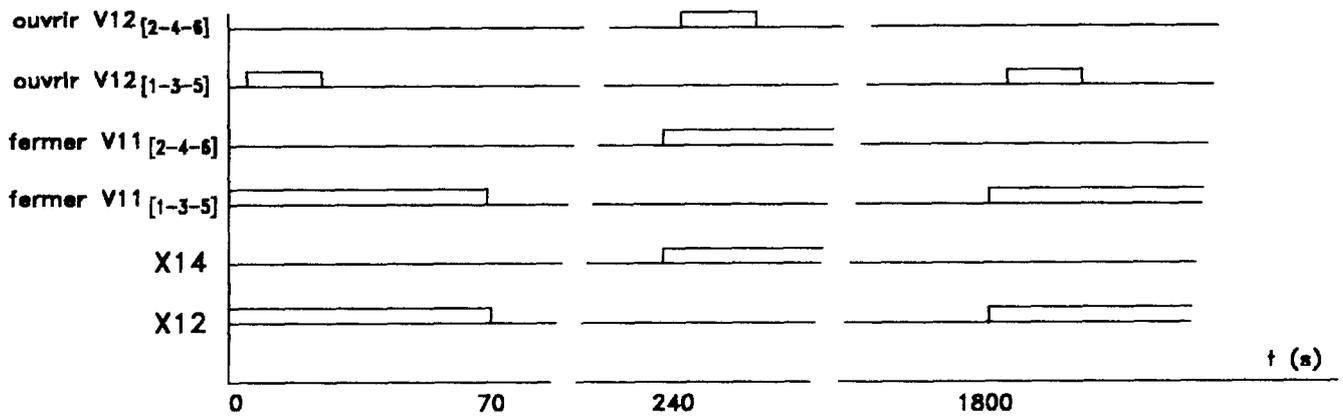
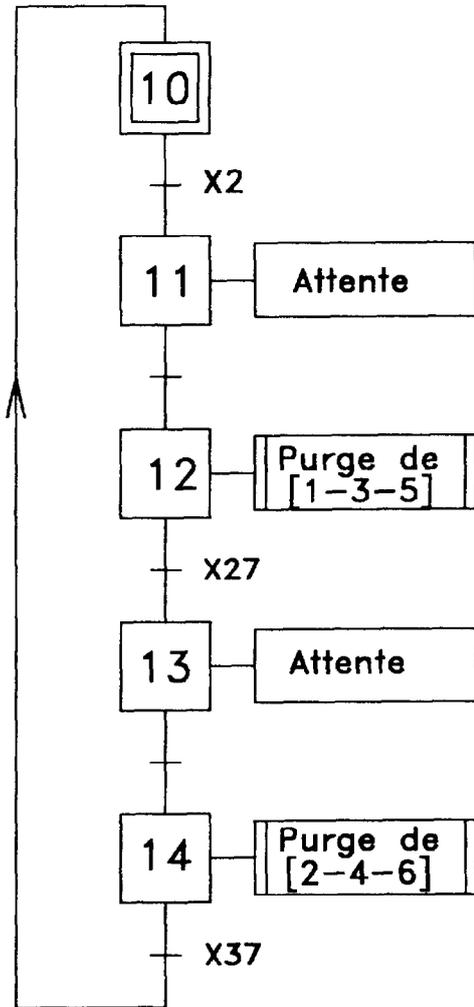
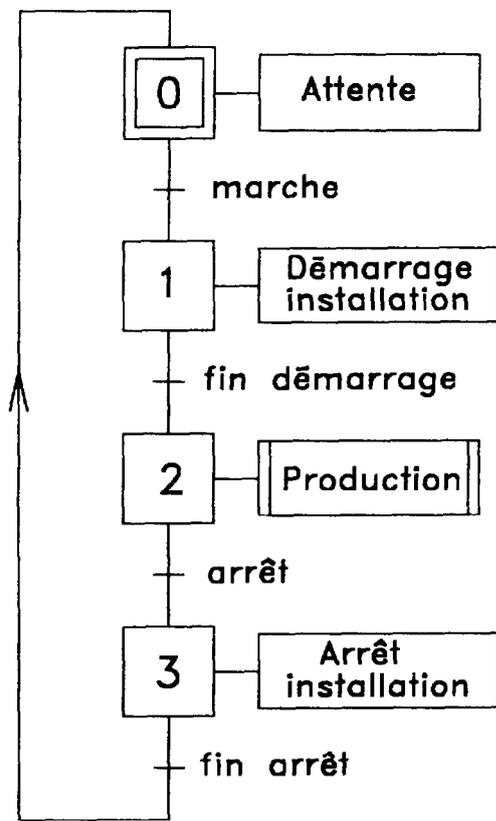
# LIQUID-CYCLONE 20"



Document 2

ITAI

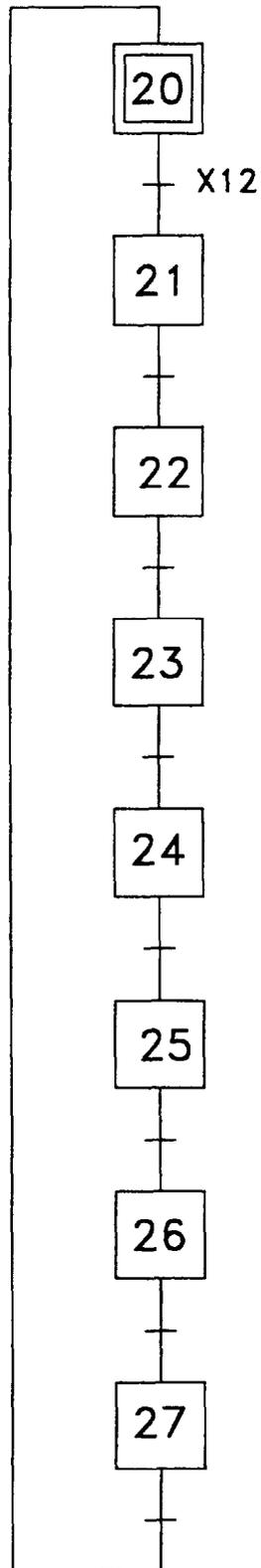
Grafset épuration



Document 3

Grafcet de purge [1-3-5]

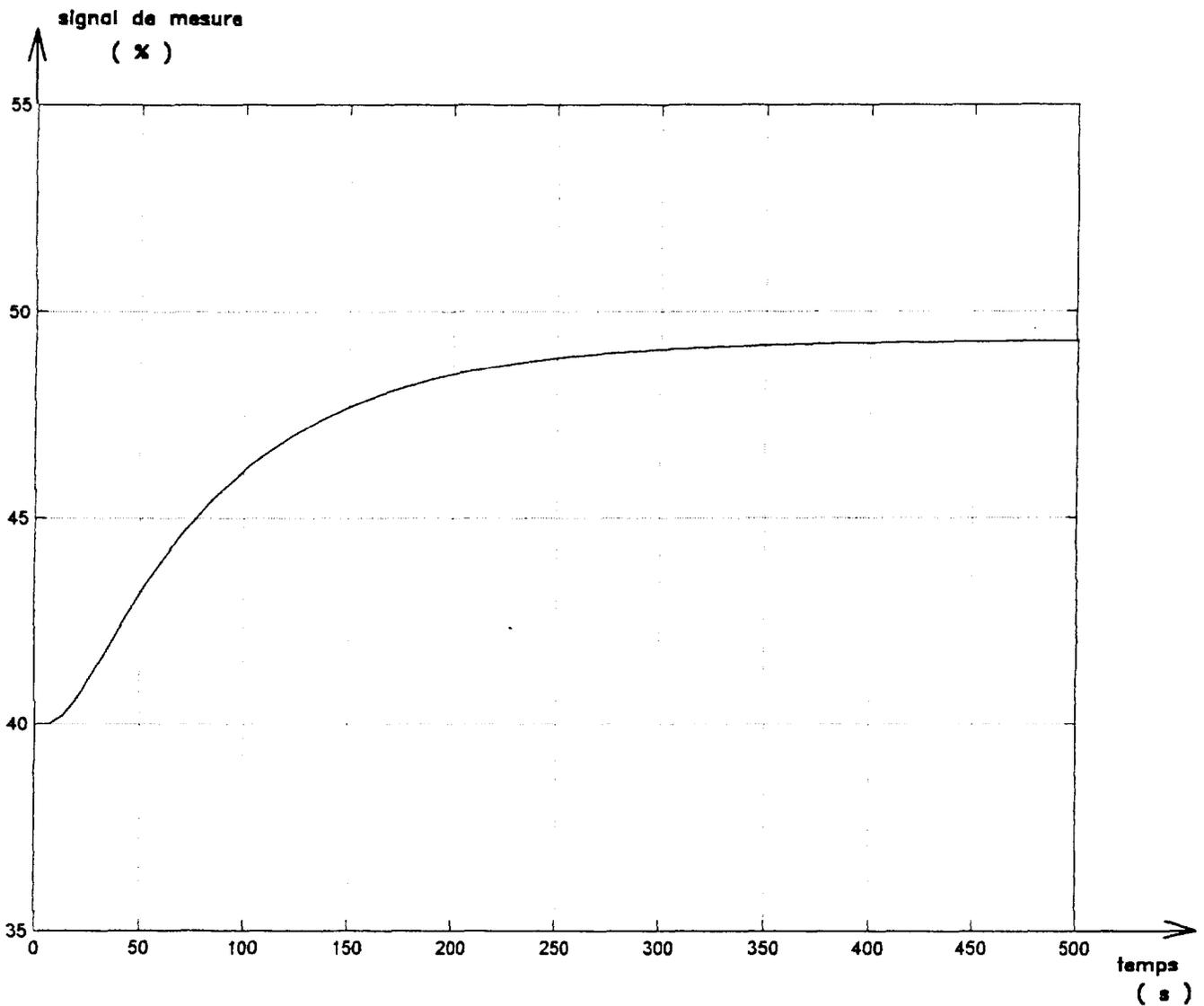
à compléter et à rendre



Document 4

Document à rendre

Détermination graphique de la fonction  
de transfert du système



Document 5

## Distributeurs à commande électromagnétique

### Construction

Corps et couvercle en zamak  
 Joints d'étanchéité en nitrile  
 Pièces internes : résine acétate, alliage léger, zamac

Document 6

### Caractéristiques électriques

Tensions		Consommation	Classe d'isolation	Degré de protection	Raccordement électrique
~	48V, 110V - 50/60 Hz	6VA	F	IP65	Connecteur orientable à 180°
=	48V, 110V	2,5W			

### Sélection du matériel

1 = pression	14 = commande	12 = rappel
2 - 4 = utilisations	3 - 5 = échappements	

Symboles Fonctions	Organes de Pilotage commande (14)      rappel		Repères de sélection
	Electro-pneumatique	ressort	E1
	Electro-pneumatique	Electro-pneumatique	E2
	Electro-pneumatique	ressort	E3
	Electro-pneumatique	ressort	E4
	Electro-pneumatique	ressort	E5

## Distributeurs à commande pneumatique

Document 7

**Construction**

Corps et couvercle en zamak  
 Joints d'étanchéité en nitrile  
 Pièces internes : résine acétate, alliage léger, zamac

**Spécifications**

Fluide distribué : air filtré lubrifié ou non  
 Pression d'utilisation : 2 à 10 bar  
 Température admissible : -10 °C à +40 °C

**Sélection du matériel**

1 = pression	14 = commande	12 = rappel
2 - 4 = utilisations	3 - 5 = échappements	

Symboles Fonctions	Organes de Pilotage		Repères de sélection
	commande (14)	rappel	
	Pneumatique	ressort	P1
	Pneumatique	pneumatique	P2
	Pneumatique	ressort	P3
	Pneumatique	ressort	P4
	Pneumatique	ressort	P5