



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

**Campagne 2012**

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## « INDUSTRIES PAPETIÈRES »

### ÉPREUVE E5

## Automatismes et Informatique Industrielle

SESSION 2012

Durée : 5h

Coefficient : 4

Tout document interdit

Calculatrice à fonctionnement autonome autorisée  
(circulaire 99-186 du 16/11/99)

Ce sujet comporte :

A- Présentation générale : p2 à p5

B- Sujet

Questionnaire : p6 à p10/21

Documents réponse : p11 à p17/21

Annexes : p18 à p21/21

Temps conseillés :

Lecture du sujet : 1 h

Partie 1 : 2 h

Partie 2 : 2 h

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet se compose de 21 pages, numérotées de 1/21 à 21/21.

**L'automatisme et la régulation sont indépendants et seront traités par le candidats sur 2 copies distinctes.**

**Tous les documents réponse sont à rendre avec les copies.**

BTS Industries papetières	Code : 12ITAI1	session 2012
Épreuve E5 - Automatismes et Informatique Industrielle		1/21

## Présentation générale.

La chimie papetière est un art subtil de part la multiplicité des produits intervenants dans le process de fabrication et par la variété des effets, parfois antagonistes de certains de ces produits. Tout l'art du papetier réside dans la maîtrise du dosage de chacun de ces produits, souvent coûteux, afin d'assurer la qualité du papier fabriqué.

Un moyen de la maîtrise des coûts et de la qualité est :

### La maîtrise de la demande ionique.

En effet la surabondance d'éléments anioniques va perturber, parasiter, la chimie du process papetier. On appelle ces éléments les 'anionic trash'.

Ce sont, par exemple, l'hémicellulose, la lignine modifiée, les anti-mousses, les dispersants, les agents de collage hydrolysés, et dans une certaine mesure, les cassés et les boues de station d'épuration réintroduits dans le process. L'anionic trash se caractérise par :

- une surface spécifique importante (d'où une capacité de nuisance élevée dans le process),
- une charge fortement négative.

Les anionic trash peuvent être hydrophiles ou hydrophobes, selon leur origine. Leur présence dans le process a pour effet de créer des liaisons hydrogène, des interactions (et donc une consommation) avec les additifs, d'augmenter l'encrassement des équipements et finalement de renforcer la variabilité du process. Il en résulte une baisse de la qualité du papier, d'où une dégradation de la marche machine, et enfin, une dégradation de la qualité des effluents dans l'environnement. Les coûts cumulés peuvent atteindre des niveaux remettant en cause la compétitivité, et donc la survie, des papeteries.

Il est donc vital de maîtriser la demande ionique tout au long du process papetier.

### La demande ionique.

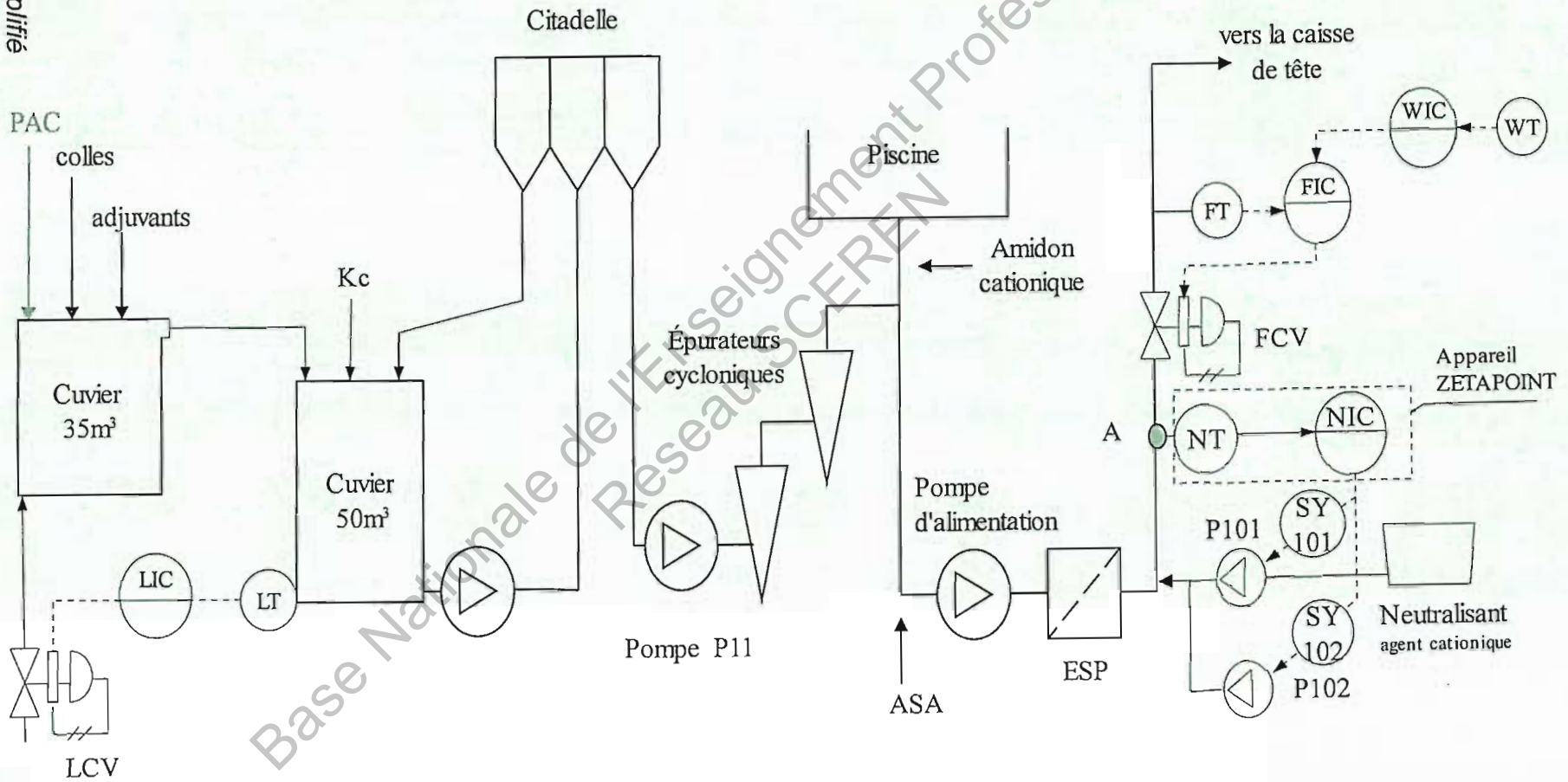
De façon simplifiée, la demande ionique consiste en la mesure de la charge électrique d'un milieu aqueux, la pâte épaisse ou diluée. En fonction de cette charge électrique, exprimée en millivolts, on dose un neutralisant, fortement cationique, afin d'annuler la charge électrique du milieu. On en déduit alors, la concentration de neutralisant à introduire dans le process.

Lors de la mise en place de la régulation en ligne de la demande ionique, la variété des matières premières utilisées, la variété des sortes de papier produites ayant des caractéristiques différentes, implique une optimisation des adjuvants afin de bénéficier au plus des gains possibles dus à la maîtrise de la demande ionique.

L'appareil ZETAPOINT 6000, appareil de mesure en ligne, permet d'atteindre, avec une bonne expertise du process, la maîtrise de la demande ionique et ainsi d'améliorer la compétitivité globale de l'usine.

BTS Industries papetières	Code : 12ITAI1	session 2012
Épreuve E5 - Automatismes et Informatique Industrielle		2/21

fig. 1 : PCF simplifié



A : point de prélèvement de la pâte pour la mesure de la demande ionique

WT : capteur transmetteur de grammage sec

L'appareil de mesure, l'analyseur ZETAPOINT, procède par prélèvements d'échantillons, titration de la demande ionique de l'échantillon, puis son régulateur en déduit la concentration d'agent cationique à introduire, en continu, dans le process, c'est-à-dire l'action, en fonction de la consigne donnée par le responsable de cette partie du process et de la mesure relevée.

### Schéma de principe de l'analyseur ZETAPOINT

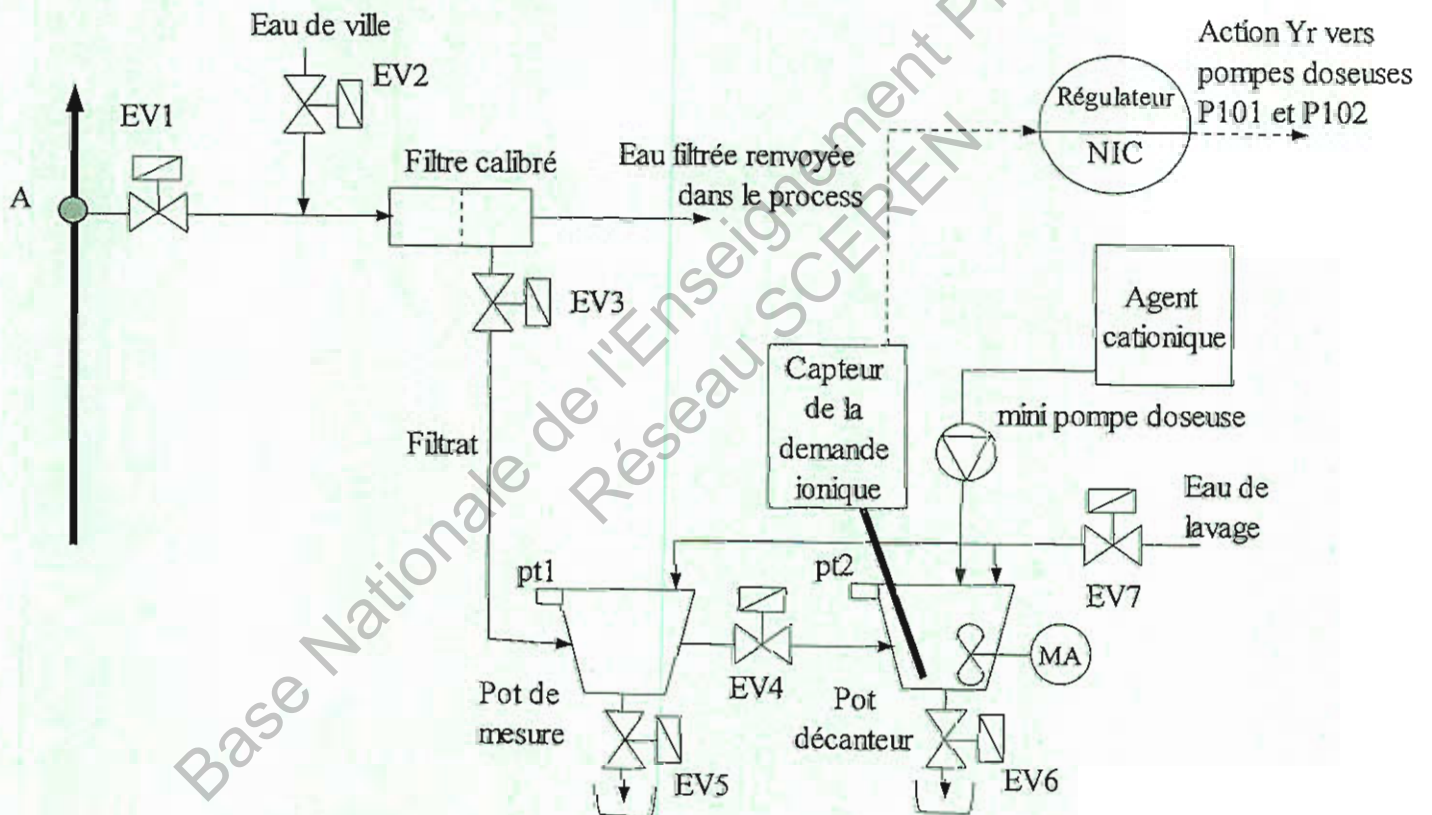


fig. 2 : Schéma de principe de l'analyseur ZETAPOINT 6000

### Descriptif du cycle de mesure :

Le sélecteur en position 'marche' autorise le démarrage du cycle de mesure :

tâche 1 : filtration de l'échantillon, puis,

tâche 2 : rinçage du filtre, et,

tâche 3 : calibrage de l'échantillon, puis,

tâche 4 : mesure de la demande ionique et titration de l'échantillon (tâche non détaillée), puis,

tâche 5 : lavage.

Le système est alors prêt à démarrer un nouveau cycle de mesure.

### Descriptif technologique.

Toutes les vannes EVi sont des vannes papillon NF mues par un vérin pneumatique D.E. piloté par des distributeurs 5/2 monostables à commande électrique 24VDC, notés KMEVi, commandant la sortie de tige.

Le moteur MA est un moteur 24VDC commandé par un contacteur KMA 24VDC. On dispose, pour chaque vanne EVi, d'un détecteur XSi0 rendant compte de l'ouverture des EVi.

Les détails du capteur de la demande ionique et du système de titration par la mini pompe doseuse et le régulateur ne sont pas étudiés ici. (tâche 4)

Table d'affectation des entrées / sorties de l'API.

<u>entrées</u>		<u>sorties</u>	
Mnémonique	Adresse API	Mnémonique	Adresse API
XS10	I0,1	KMEV1	O0,1
XS20	I0,2	KMEV2	O0,2
XS30	I0,3	KMEV3	O0,3
XS40	I0,4	KMEV4	O0,4
XS50	I0,5	KMEV5	O0,5
XS60	I0,6	KMEV6	O0,6
XS70	I0,7	KMEV7	O0,7
		KMA	O0,8

# SUJET

## Partie 1 Automatismes

**Les détecteurs XSi0 sont des détecteur ILS.**

Q1 Indiquer s'ils peuvent, ou non, détecter la présence :

- de pâte,
- de papier,
- d'aluminium,
- d'aimant.

Q2 Indiquer de quel type sont les vannes EVi. (manuelles, T.O.R., de régulation).

Q3 Décrire, par un schéma simple et en quelques mots, la forme de l'obturateur d'une vanne papillon.

Q4 Compléter, page 11, le schéma de câblage du vérin actionnant la vanne EV1.

Q5 Compléter, page 12, le chronogramme de la tâche de lavage. On s'aidera du grafcet de la tâche de lavage en page 14, même incomplet.

Il est à noter que le temps d'ouverture/fermeture des vannes EVi est négligeable au regard des autres temps.

### **Grafcet :**

Q6 Nommer, page 13, la structure grafcet située sous l'étape X1.

Q7 Compléter, page 13, le grafcet PC du grafcet de gestion de tâches.

Q8 Compléter, page 14, les grafcet PC des tâches de filtration, de rinçage, de calibrage et de lavage.

### **Câblage API :**

Q9 Relier, page 15, les détecteurs XSi0 aux entrées de l'automate.

Q10 Relier, page 15, les pré-actionneurs KMEVi et KMA aux sorties de l'automate.

Q11 Raccorder, page 15, les communs des sorties de l'automate.

BTS Industries papetières	Code : 12ITAI1	session 2012
Épreuve E5 - Automatismes et Informatique Industrielle		6/21

Le moteur MP11 de la pompe P11 est un moteur LEROY SOMER FLS 112M. La partie commande de la machine est en 24V~ (50/60Hz). On choisira les contacteurs comportant chacun un contact auxiliaire à ouverture. Sur la plaque de ce moteur on peut lire l'indication IP55.

Q12 Expliquer cette indication IP55.

Q13 Donner, page 16, le nom et la fonction principale de chacun des composants constituant le circuit de puissance du moteur MP11.

Q14 Lire et noter sur votre copie, la puissance nominale, l'intensité nominale et la fréquence de rotation nominale du moteur LEROY SOMER FLS 112M. (annexe1, page 18)

Q15 Choisir le disjoncteur magnétothermique pour le composant QP11.(annexe 2, page 19)

**La partie commande du moteur MP11 est en 24V~ (50/60Hz). On choisira les contacteurs comportant chacun un contact auxiliaire à ouverture. (le contact auxiliaire à fermeture étant obtenu par un bloc de contacts auxiliaires instantanés).**

Q16 Choisir KMP11. (annexe 3, page 20)

Q17 Compléter, page 16, le schéma du circuit de commande du moteur MP11 afin de signaler par un voyant lumineux la marche moteur.

Q18 Compléter, page 16, le schéma du circuit de commande du moteur MP11 afin de signaler par un voyant lumineux un défaut moteur dû à une surcharge.

Q19 Entourer, page 16, d'un cercle **vert**, le contact qui doit être actionné par l'opérateur, en mode manuel, pour mettre en marche la pompe P11.

Q20 Expliquer quel est le rôle du contact RTP11.

BTS Industries papetières	Code : 12ITAII1	session 2012
Épreuve E5 - Automatismes et Informatique Industrielle		7/21



## Partie 2 Régulation

Q21 Indiquer de quel type est la vanne LCV (manuelle, T.O.R., régulation) du P.C.F. page 3

Q22 Indiquer ce que signifient, dans ce cas, les lettres LCV, en français, et en anglais.

Q23 Indiquer si une vanne de régulation à actionneur pneumatique comme FCV, page 3, doit être équipée d'un positionneur.

Q24 Expliquer quel est le rôle d'un positionneur.

Q25 À l'aide du PCF page 3, expliquer ce que signifient les repères WIC, FIC et LIC.

**Sur la boucle de régulation de la demande ionique, la pompe P101 est commandée de [4 à 12] mA et la pompe P102 est commandée de [12 à 20] mA. P101 et P102 ont des caractéristiques de fonctionnement linéaires.**

Q26 Indiquer de quel type est la commande des pompes P101 et P102.

Q27 Compléter, page 17, le graphe exprimant le pourcentage de la fréquence de rotation des pompes P101 et P102 en fonction du signal Yr du régulateur (commande).

**Le signal Yr du régulateur NIC est de 75% de sa pleine échelle.**

Q28 Calculer le signal reçu par P101 et P102, en pourcentage, et en mA.

Q29 Indiquer de quel type est la boucle de régulation où apparaît le régulateur WIC.

Q30 Dessiner le schéma bloc de la boucle de régulation WIC et FIC.

**Le cuvier cylindrique CUV1 a une capacité de remplissage maxi de 35m<sup>3</sup>. Il a un diamètre de 3m.**

Q31 Calculer sa hauteur H.

**LT a une étendue de mesure de [0,5m ;4m]. LT émet un signal électrique normalisé 4-20mA.**

**En production normale, le conducteur veille à ce que CUV1 soit toujours à 60% de remplissage.**

Q32 En déduire le signal émis par LT et la hauteur réelle de pâte dans CUV1.

BTS Industries papetières	Code : 12ITAI1	session 2012
Épreuve E5 - Automatismes et Informatique Industrielle		8/21

Le ZETAPOINT permet la régulation de la demande ionique de la pâte.  
 La grandeur réglée est la concentration de neutralisant (demande ionique).  
 La grandeur réglante est le débit volumique  $Q_{v_{ac}}$  de neutralisant (agent cationique) à injecter dans la pâte.  
 La perturbation principale est le débit de pâte dans le circuit de tête.  
 La masse volumique de l'agent cationique est parfaitement connue :  $\rho_{ac} = 1237 \text{ kg/m}^3$ .  
 La consigne du régulateur est de  $2 \text{ mg/l}$ . En fonction de l'écart entre la consigne et la mesure de concentration délivrée par NT, le régulateur calcule alors le débit d'agent cationique à introduire, en continu, dans le process.

Q33a Calculer le débit massique d'agent cationique  $Q_{m_{ac}}$  à introduire dans le process si le débit mesuré en FT est de  $1400 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Q33b En déduire le débit volumique d'agent cationique  $Q_{v_{ac}}$  à introduire dans le process. Exprimer le résultat en  $\text{l/h}$  à  $10^{-2}$  près.

Q34 Pour la suite des calculs on prendra le débit  $Q_{v_{ac}}$ , constant et égal à  $2,30 \text{ l/h}$ . Calculer la consommation d'agent cationique à introduire par  $24 \text{ h}$ , exprimer le résultat en  $\text{l/h}$  à  $10^{-2}$  près.

Suite à un changement de production, la demande ionique a augmenté. Le débit massique de neutralisant est alors passée de  $2$  à  $2,1 \text{ mg/l}$ , et la vitesse machine a diminué, faisant passer le débit mesuré en FT de  $1400 \text{ m}^3/\text{h}$  à  $1300 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Q35 Calculer le nouveau débit d'agent cationique  $Q_{m_{2ac}}$  à introduire dans le process. Exprimer le résultat en  $\text{l/h}$  à  $10^{-2}$  près.

Suite d'un changement de production, la composition fibreuse passe de :

**100% FCR à 50% FCR + 50% pâte vierge.**

On observe une diminution du signal de commande  $Y_r$  du régulateur WIC.

Le débit massique de neutralisant passe alors de  $2 \text{ mg/l}$  à  $1 \text{ mg/l}$ .

Q36 Expliquer pourquoi la commande  $Y_r$ , de ce régulateur WIC, a diminué.

BTS Industries papetières	Code : 12ITAI1	session 2012
Épreuve E5 - Automatismes et Informatique Industrielle		9/21

La concentration en aval de NT s'étant stabilisée à 2mg/l, on passe le régulateur WIC en position manuelle et on réalise un échelon de -10% sur sa commande Yr. Les courbes ci-dessous illustrent le résultat de cet essai.

Mesure de la demande ionique

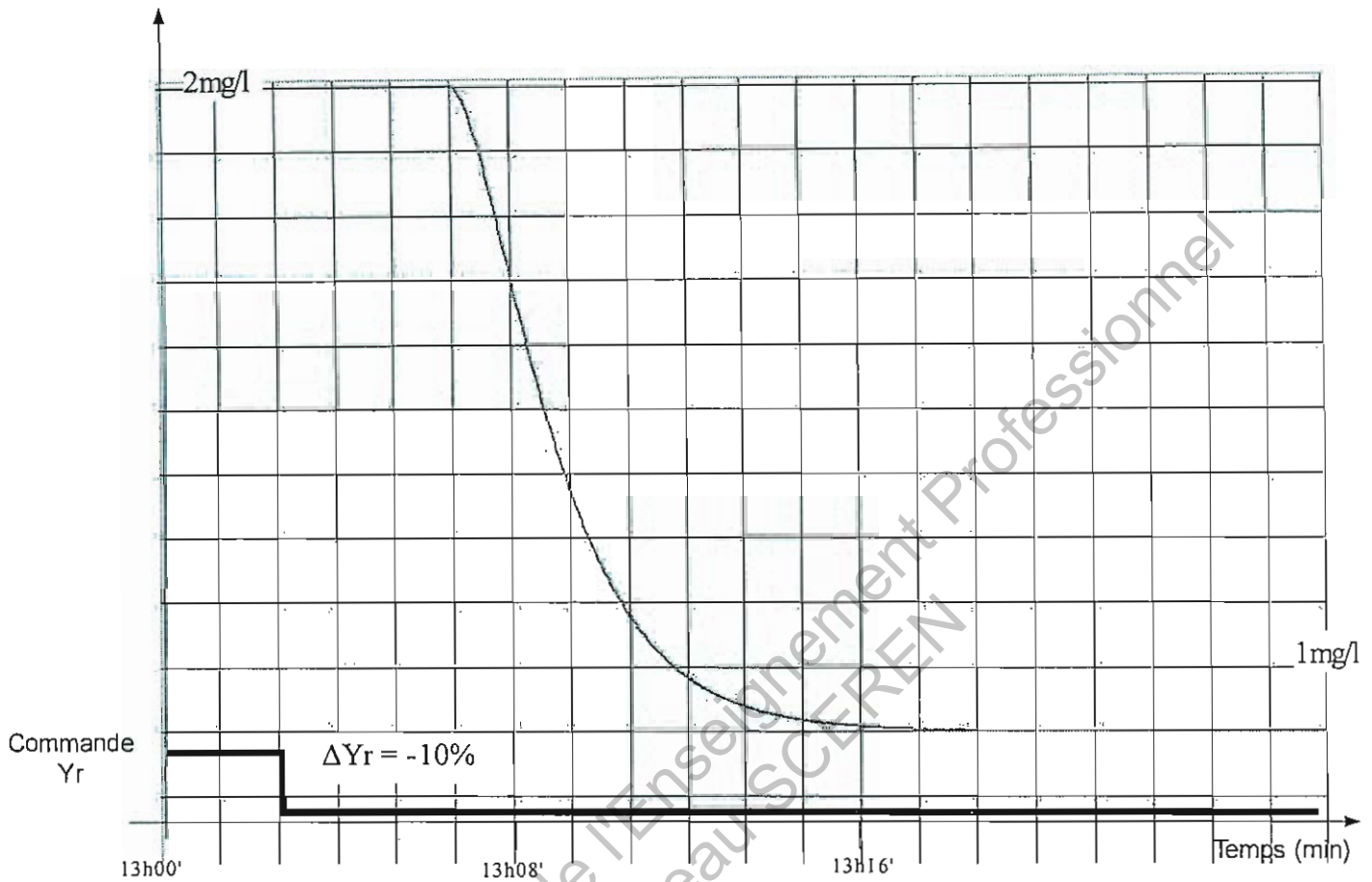


fig. 3 : courbe de régulation du débit d'agent cationique

Q37 Indiquer de quel ordre semble être la réponse en boucle ouverte de ce système.

Q38 l'étendue de mesure de la demande ionique est de [0mg/l – 10mg/l].

Identifier la fonction de transfert  $H(p)$  décrivant ce comportement à l'aide de l'annexe 4, page 21

Q39  $H(p)$  est de la forme : 
$$H(p) = \frac{G_s e^{-\tau_0 \cdot p}}{1 + \tau p}$$

Dire de quel ordre est  $H(p)$ . Nommer les paramètres caractéristiques de  $H(p)$

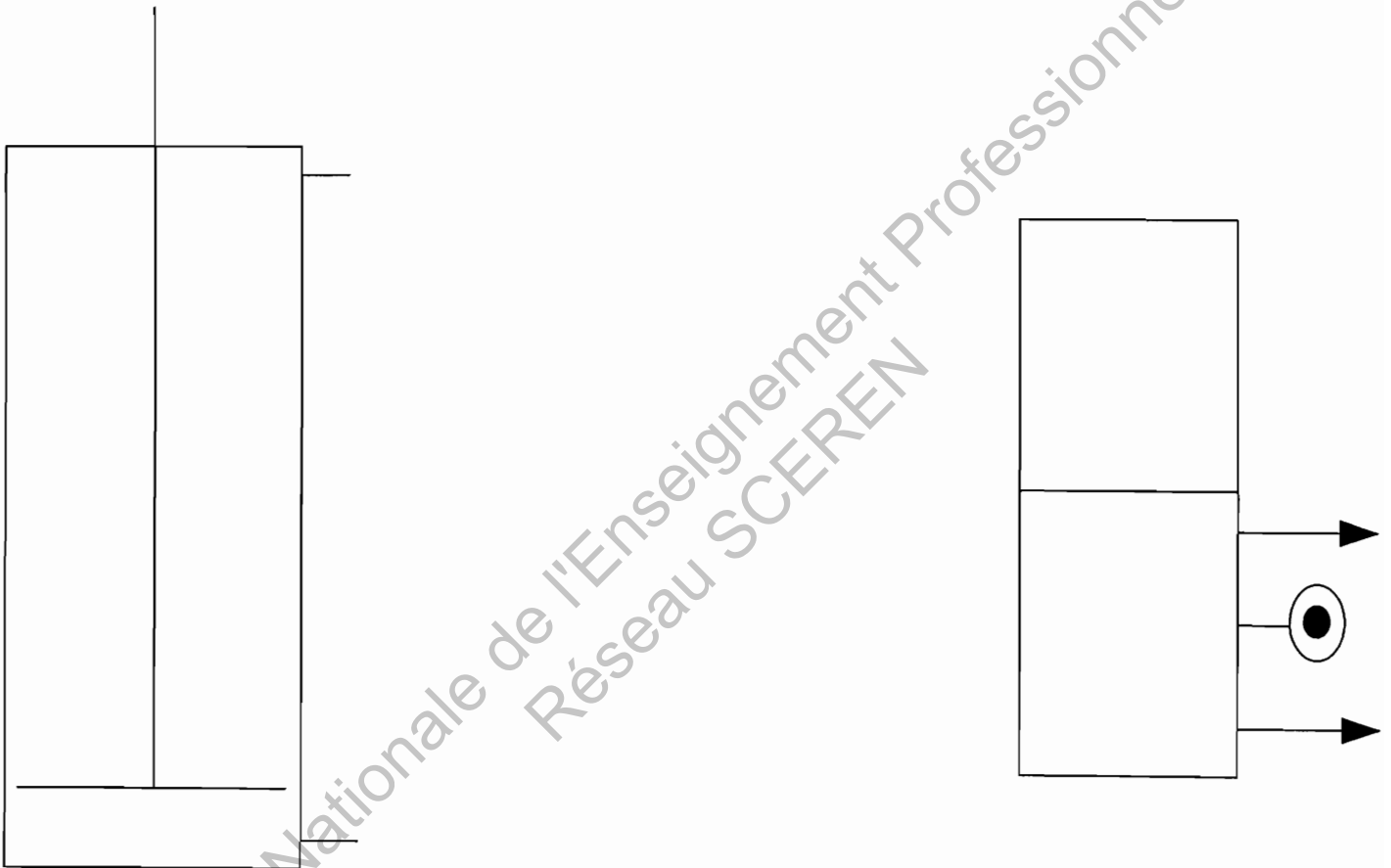
Q40 Expliquer la présence du retard pur dans cette équation au vu du PCF.

Q41 Compte-tenu du modèle de Broïda et du temps de cycle de mesure du ZETAPOINT, que pensez-vous de la régulation de ce système ?

BTS Industries papetières	Code : 12ITAI1	session 2012
Épreuve E5 - Automatismes et Informatique Industrielle		10/21

# DOCUMENTS RÉPONSE à rendre obligatoirement

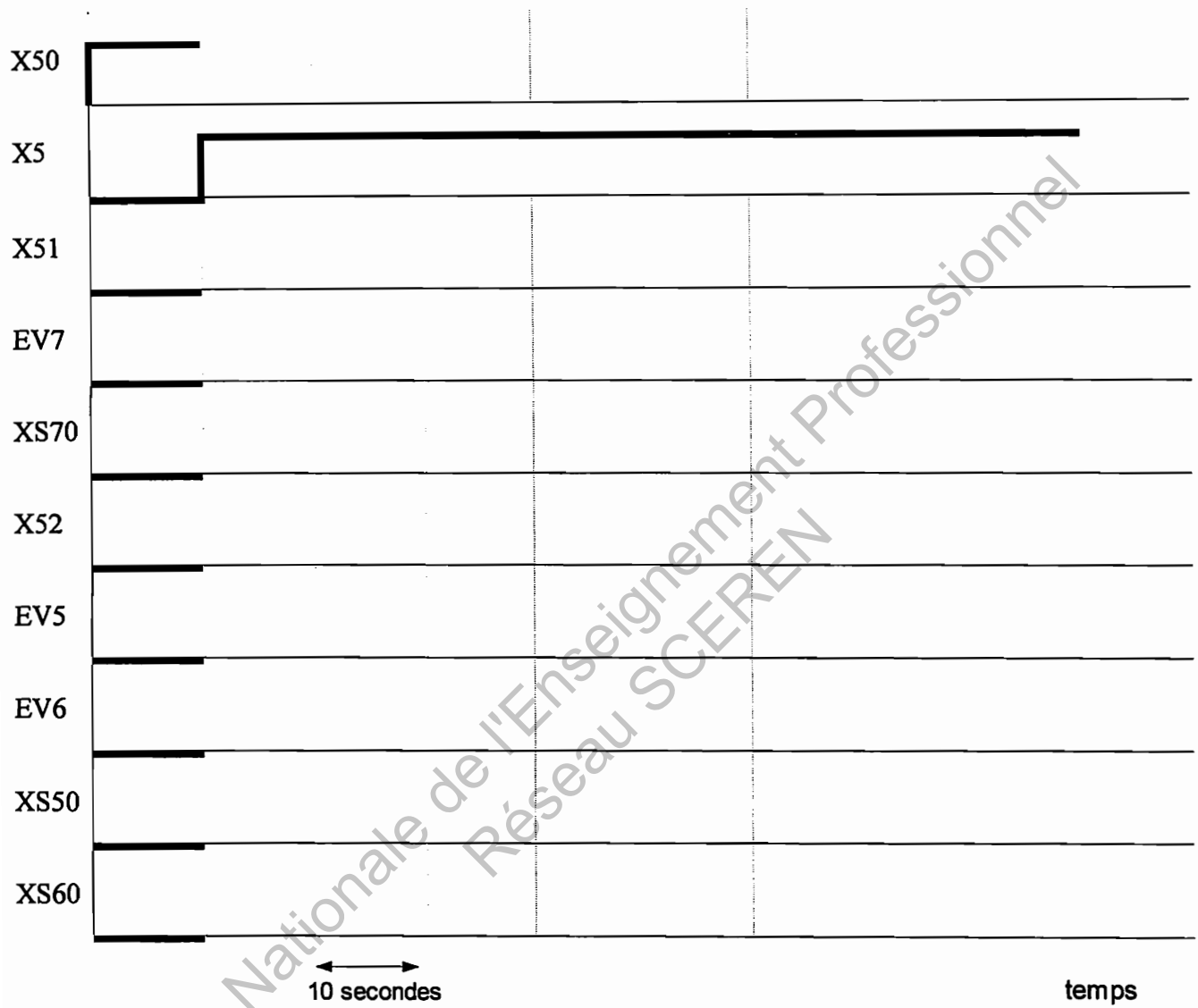
**Q4** Câblage du vérin actionnant la vanne EV1 à compléter



BTS Industries papetières	Code : 12ITAI1	session 2012
Épreuve E5 - Automatismes et Informatique Industrielle		11/21

# DOCUMENTS RÉPONSE à rendre obligatoirement

## Q5 Chronogramme de la tâche de lavage à compléter

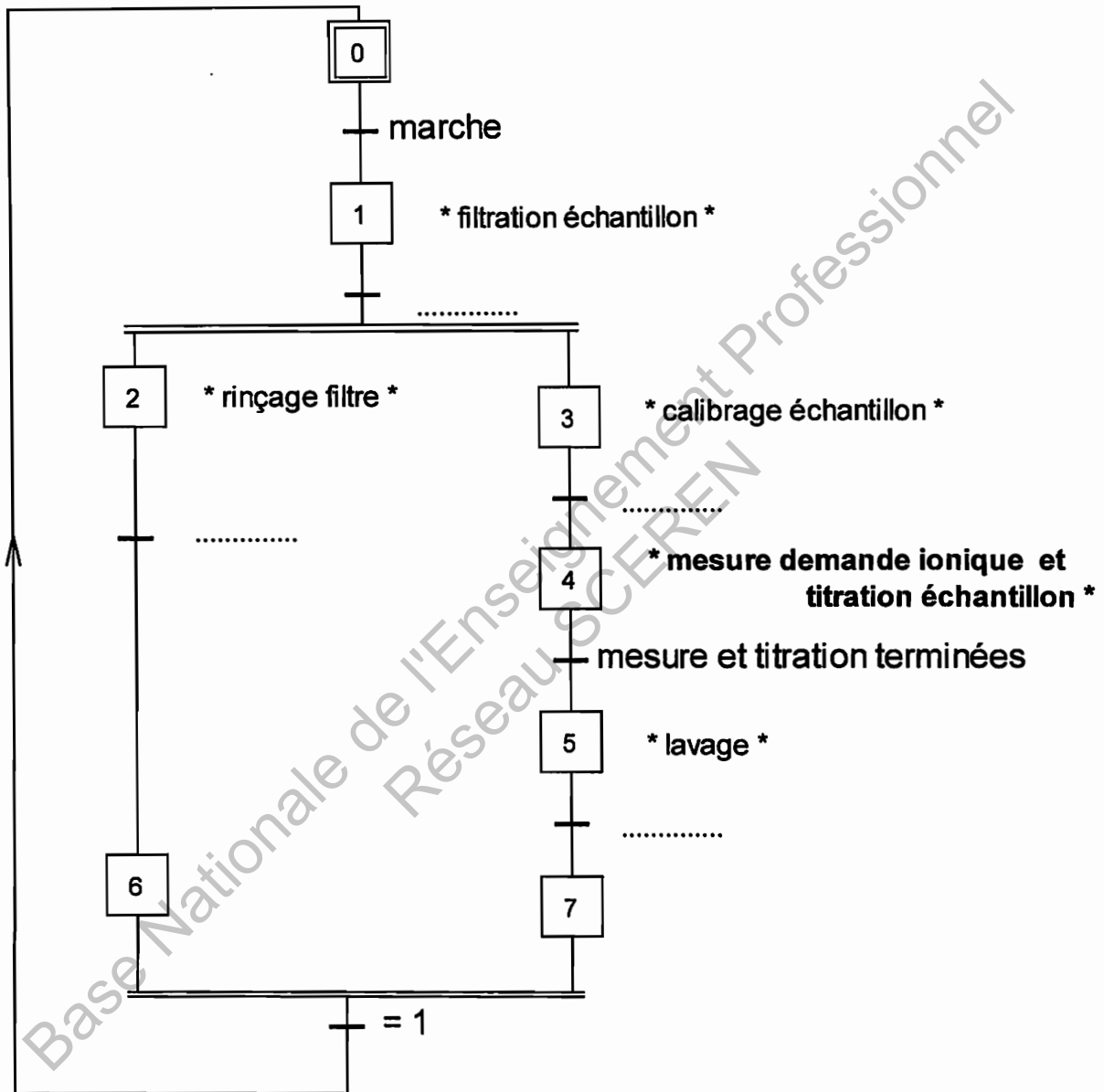


BTS Industries papetières	Code : 12ITAI1	session 2012
Épreuve E5 - Automatismes et Informatique Industrielle		12/21

# DOCUMENTS RÉPONSE à rendre obligatoirement

Q6 Structure

Q7 Grafcet à compléter



**À compléter**

fig. 4 : Grafcet de gestion des tâches point de vue partie commande

BTS Industries papetières	Code : 12ITAI1	session 2012
Épreuve E5 - Automatismes et Informatique Industrielle		13/21

# DOCUMENTS RÉPONSE à rendre obligatoirement

Q8 Grafcet à compléter :

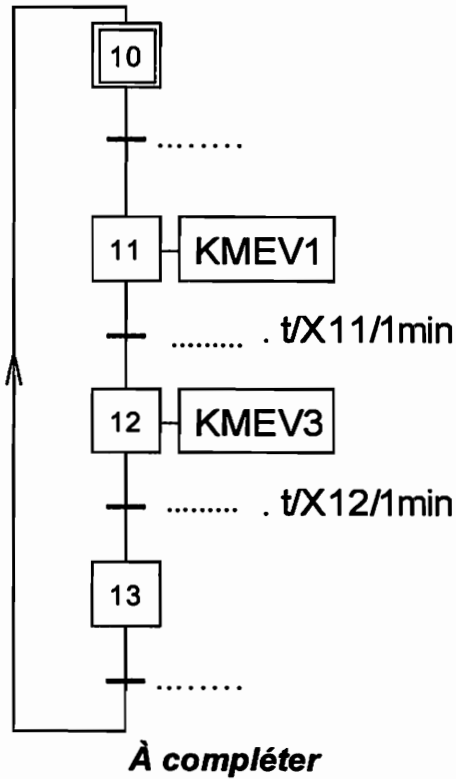


fig. 5: Grafcet de la tâche de filtration de l'échantillon

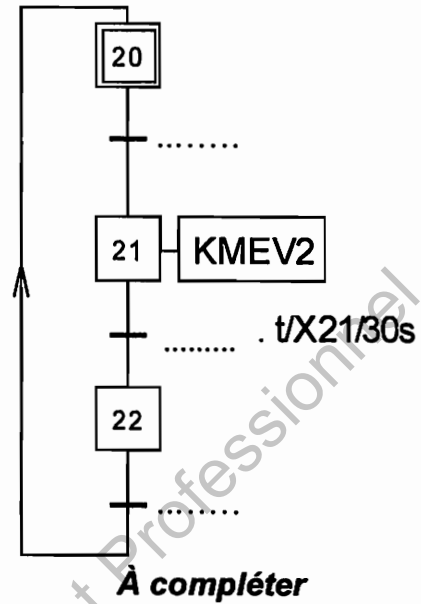


fig. 6: Grafcet de la tâche de rinçage du filtre

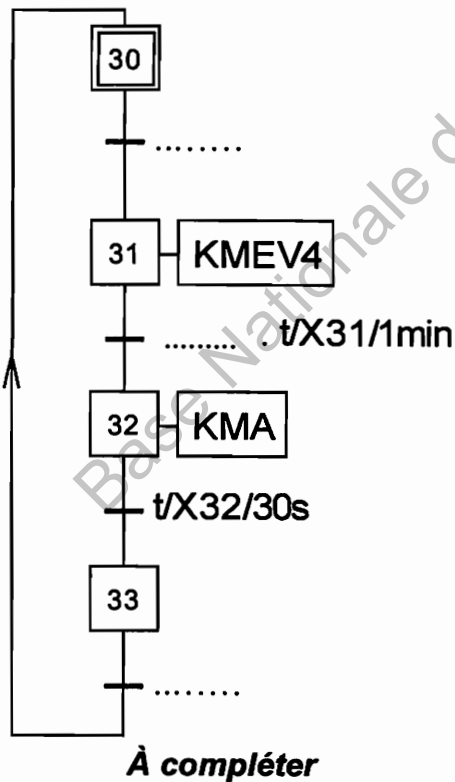


fig. 7: Grafcet de la tâche de calibrage de l'échantillon

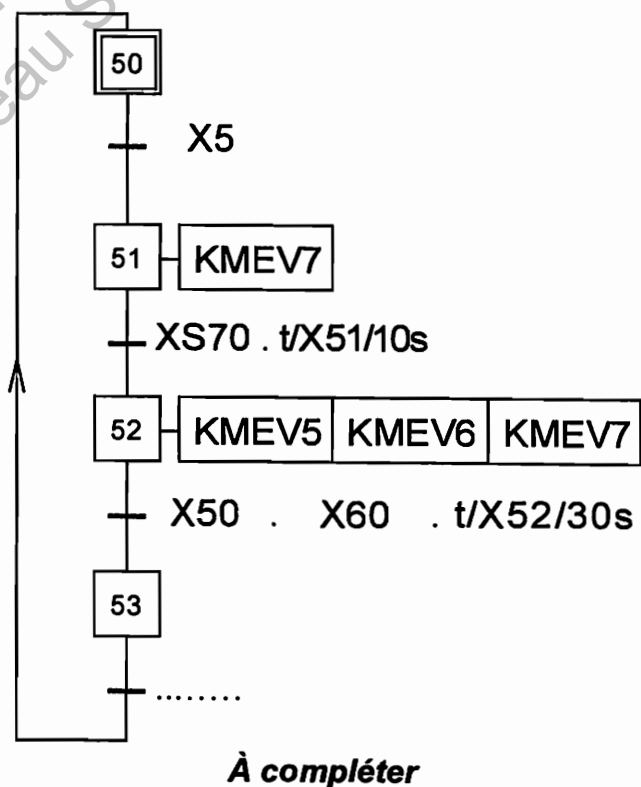


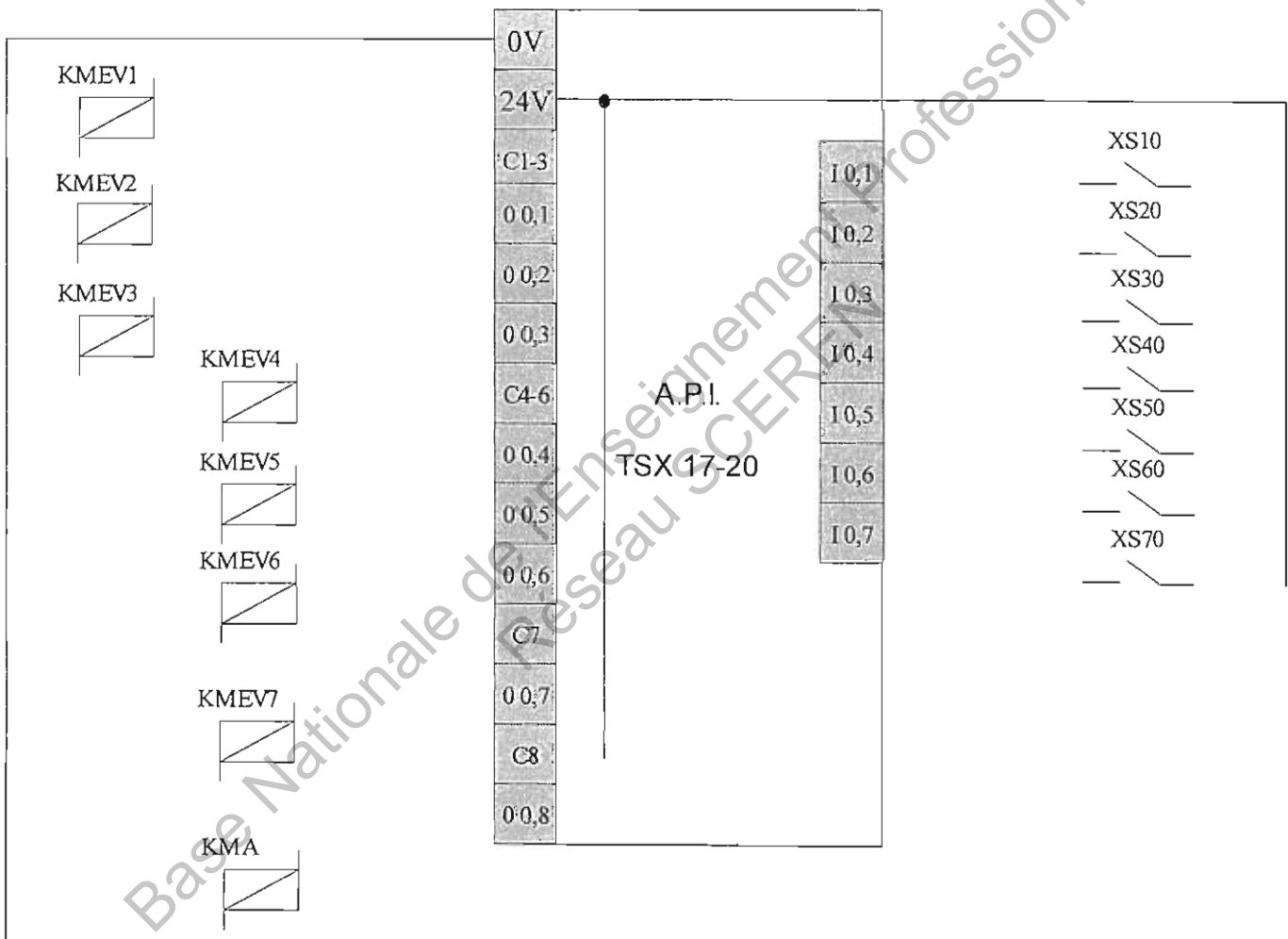
fig. 8: Grafcet de la tâche de lavage

**DOCUMENTS RÉPONSE à rendre obligatoirement**

**Q9** Câblage de l'automate à compléter

**Q10** Câblage de l'automate à compléter

**Q11** Câblage de l'automate à compléter



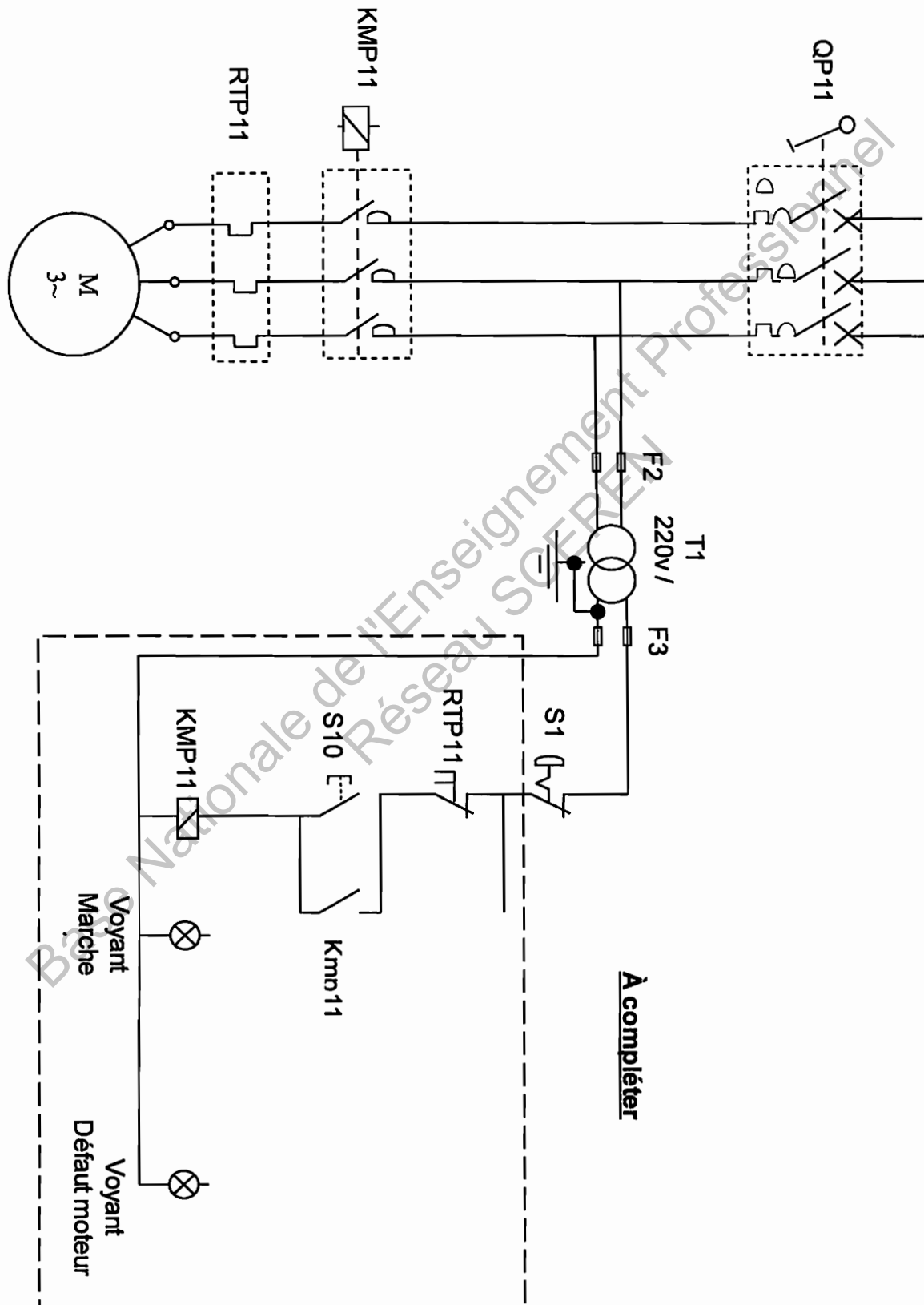


# DOCUMENTS RÉPONSE à rendre obligatoirement

Q17 Câblage moteur à compléter

Q18 Câblage moteur à compléter

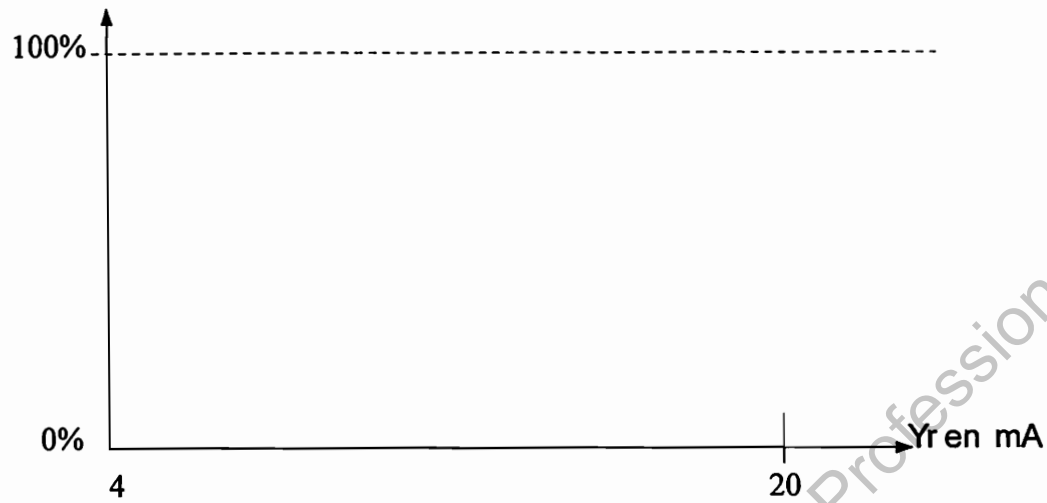
Q19 Câblage moteur à compléter



# DOCUMENTS RÉPONSE à rendre obligatoirement

Q27

% de fréquence de rotation



Q38 Identifier H(p) :

Mesure de la demande ionique

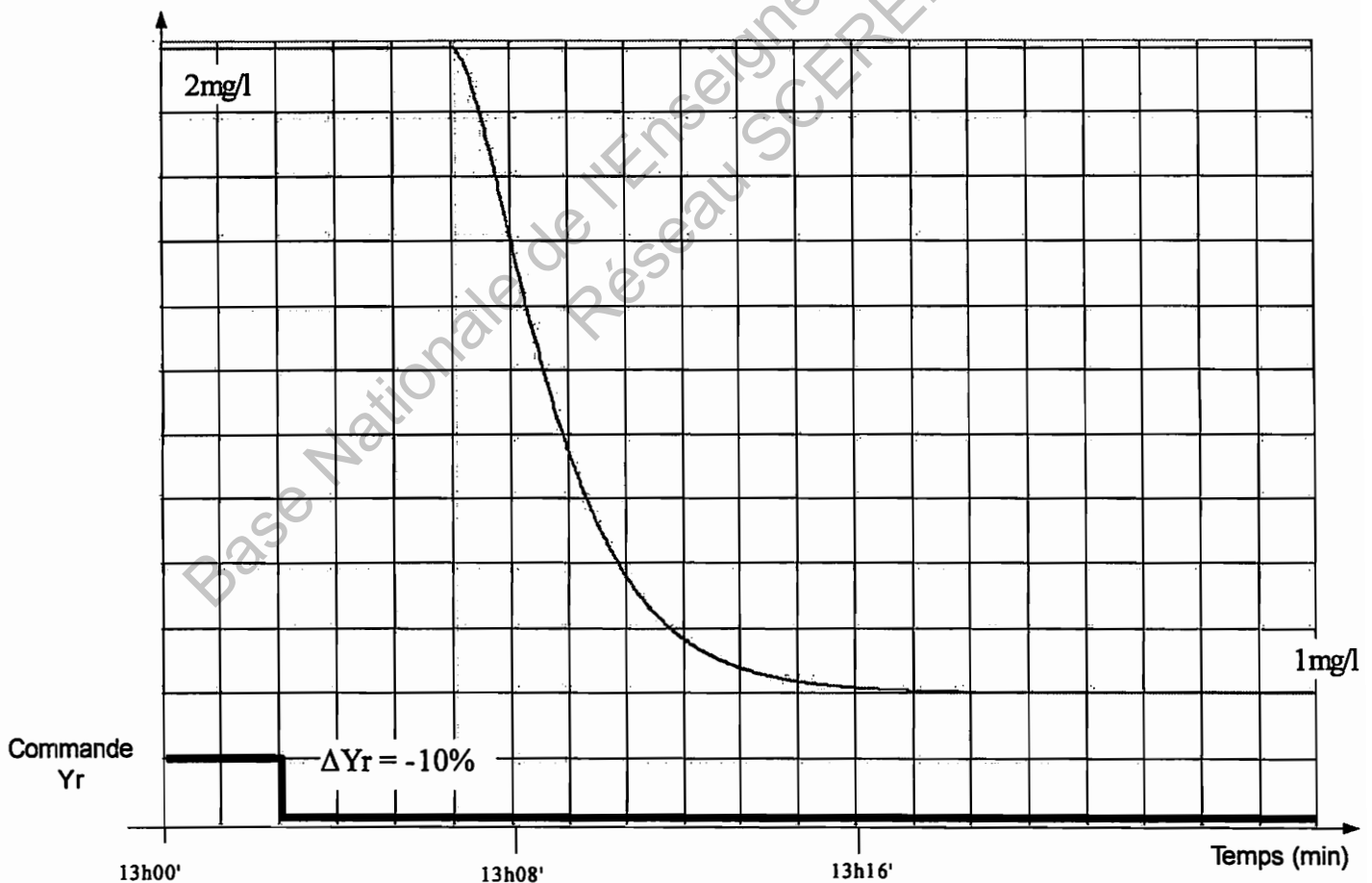


fig. 9 : courbe de régulation du débit d'agent cationique – DOCUMENT RÉPONSE

BTS Industries papetières	Code : 12ITAI1	session 2012
Épreuve E5 - Automatismes et Informatique Industrielle		17/21

# ANNEXES

## ANNEXE 1

Moteur pour pompe

1500 tr/min - 4 pôles  
tension 400V - triphasé - 50 Hz

### Moteurs asynchrones triphasés fermés FLS

#### Sélection

IP 55 - 50 Hz - Classe F - 230 V Δ / 400 V Y - S1

A

4  
pôles  
1500 min<sup>-1</sup>

Type	Puissance nominale à 50 Hz P <sub>n</sub> kW	Vitesse nominale n <sub>n</sub> min <sup>-1</sup>	Moment nominal M <sub>n</sub> Nm	Intensité nominale I <sub>n</sub> A	Facteur de puissance cos φ 100 %	Rendement η 100 %	Coef. de démarrage / Courant nominal k <sub>t</sub> /I <sub>n</sub>	Masse kg
FLS 60 L	0,55	1410	2,7	1,0	0,74	80,2	4,4	15
FLS 80 L	0,75	1425	3	1,2	0,75	72,5	5,7	17
FLS 90 S	1,1	1425	7,5	2,5	0,81	78	4,9	19
FLS 90 L	1,5	1425	10	3,3	0,82	79,5	6,3	21
FLS 90 L	1,8	1425	12,3	4	0,82	80,1	5,9	23
FLS 100 LK	2,2	1457	15	4,9	0,83	82,0	6,3	41
FLS 100 LK	3	1454	20	6,2	0,82	84,7	8,5	44
FLS 112 M	4	1482	27,5	8,4	0,81	85,1	7,4	40
FLS 132 S	5,5	1487	37	10,9	0,84	87	8	65
FLS 132 M	7,5	1480	50	14,3	0,87	87	7,3	70
FLS 132 M	9	1479	61	16,8	0,88	87,7	7,5	75
FLS 160 M	11	1485	72,2	20,9	0,86	85,5	7,9	103
FLS 160 L	15	1465	98,5	27,9	0,86	89,5	7,8	120
FLS 180 MR	18,5	1495	120	35	0,86	90	7,8	138
FLS 180 L	22	1485	143	40,8	0,86	87,4	7,4	184
FLS 200 L	30	1471	195	55,7	0,85	91,9	6,5	200
FLS 225 ST	37	1478	240	69,6	0,82	93,5	7	290
FLS 225 M*	45	1483	290	79,8	0,87	94,5	7	305
FLS 250 M*	55	1479	365	101	0,84	94,5	8,5	305
FLS 280 S*	75	1483	484	127	0,84	94,9	7,7	475
FLS 280 M*	90	1478	581	162	0,85	95	7,9	505
FLS 315 ST	110	1482	710	2,3	0,83	94,8	7,3	650
FLS 315 M	132	1489	850	249	0,81	95	8	1000

7. Moteurs

## ANNEXE 2

### Caractéristiques techniques du Disjoncteur Magnétothermique GV2-M



GV2-M

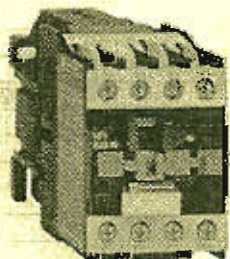
Commande par boutons-poussoirs					Plage de réglage des déclencheurs thermiques	Courant de déclenchement magnétique $I_d \pm 20\%$	Courant lixe en coffret GV2-M***	Référence	Masse
Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3									
220 V	415 V	440 V	500 V	690 V	A	A	A		kg
kW	kW	kW	kW	kW					
-	-	-	-	-	0,1...0,16	1,5	0,16	☆ GV2-M01	0,260
-	0,06	0,06	-	-	0,16...0,25	2,4	0,25	☆ GV2-M02	0,260
0,06	0,09	0,09 0,12	-	-	0,25...0,40	5	0,40	☆ GV2-M03	0,260
-	0,12 0,18	0,18	-	0,37	0,40...0,63	8	0,63	☆ GV2-M04	0,260
0,09 0,12	0,25 0,37	0,25 0,37	0,37	0,55	0,63...1	13	1	☆ GV2-M05	0,260
0,18 0,25	0,37 0,55	0,37 0,55	0,37 0,55 0,75	0,75 1,1	1...1,6	22,5	1,6	☆ GV2-M06	0,260
0,37	0,75	0,75 1,1	1,1	1,5	1,6...2,5	33,5	2,5	☆ GV2-M07	0,260
0,55 0,75	1,1 1,5	1,5	1,5 2,2	2,2 3	2,5...4	51	4	☆ GV2-M08	0,260
1,1	2,2	2,2 3	3	4	4...6,3	78	6,3	☆ GV2-M10	0,260
1,5 2,2	3 4	4	4 5,5	5,5 7,5	6...10	138	9	☆ GV2-M14	0,260
2,2 3	5,5	5,5 7,5	7,5	9 11	9...14	170	13	☆ GV2-M16	0,260
4	7,5	7,5 9	9	15	13...18	223	17	☆ GV2-M20	0,260
5,5	9 11	11	11	18,5	17...23	327	21	☆ GV2-M21	0,260
5,5	11	11	15	22	20...25	327	23	☆ GV2-M22	0,260

## ANNEXE 3

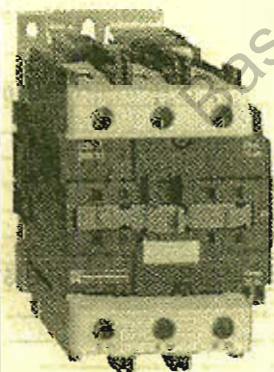
### Caractéristiques techniques des Contacteurs de type LC1-D



LC1-D0901



LC1-D2510



LC1-D9511

Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3							Courant assigné d'emploi en AC-3 440V jusqu'à A	Contacts auxiliaires instantanés	Référence de base à compléter par le repère de la tension (2) Fixation, raccordement (1)	Masse kg	
220V kW	380V kW	415V kW	440V kW	500V kW	660V kW	Tensions usuelles					
2,2	4	4	4	5,5	5,5	9	-	-	LC1-D0900 (3)	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
							1	-	LC1-D0910	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
							-	1	LC1-D0901	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
3	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5	12	-	-	LC1-D1200	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
							1	-	LC1-D1210	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
							-	1	LC1-D1201	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
4	7,5	9	9	10	10	18	-	-	LC1-D1800 (3)	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
							1	-	LC1-D1810	B7 E7 F7 M7 Q7	0,350
							-	1	LC1-D1801	B7 E7 F7 M7 Q7	0,350
5,5	11	11	11	15	15	25	-	-	LC1-D2500 (3)	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
							1	-	LC1-D2510	B7 E7 F7 M7 Q7	0,505
							-	1	LC1-D2501	B7 E7 F7 M7 Q7	0,505
7,5	15	15	15	18,5	18,5	32	-	-	LC1-D3200 (3)	B7 E7 F7 M7 Q7	0,320
							1	-	LC1-D3210	B7 E7 F7 M7 Q7	0,525
							-	1	LC1-D3201	B7 E7 F7 M7 Q7	0,525
11	18,5	22	22	22	30	40	1	1	LC1-D4011	B5 E5 F5 M5 Q5	1,150
15	22	25	30	30	33	50	1	1	LC1-D5011	B5 E5 F5 M5 Q5	1,150
18,5	30	37	37	37	37	65	1	1	LC1-D6511	B5 E5 F5 M5 Q5	1,150
22	37	45	45	55	45	80	1	1	LC1-D8011	B5 E5 F5 M5 Q5	1,500
25	45	45	45	55	45	95	1	1	LC1-D9511	B5 E5 F5 M5 Q5	1,500

Nota : blocs de contacts auxiliaires et modules : voir pages 1/46 à 1/57.

(1) Pour LC1-D09 à D32 : par encliquetage sur profilé  $\perp$  de 35 mm AM1-DP.

Pour LC1-D40 à D95 : par encliquetage sur profilé  $\perp$  de 35 mm ou 75 mm AM1-DL.

Bornes puissance : LC1-D09 à D95 protégées contre le toucher et vis maintenues desserrées.

(2) Tensions du circuit de commande existantes (délai variable, consulter notre agence régionale).

Volts	24	42	48	110	220/230	230	240	380/400	400	415	440	500	660
50 Hz	B5	D5	E5	F5	M5	P5	U5	Q5	V5	N5	R5	S5	Y5
60 Hz	B6	D6	E6	F6	M6	-	U6	Q6	-	-	R6	-	-
50/60 Hz	B7	D7	E7	F7	M7	-	U7	Q7	V7	N7	R7	-	-

Autres tensions entre 24 et 660 V, consulter notre agence régionale.

(3) Contacteurs tripolaires sans contact auxiliaire (norme EN 50012).

## ANNEXE 4

### Identification d'un système stable en boucle ouverte réglages du régulateur

soit  $\Delta m\%(t)$  la variation du signal de mesure consécutive à la variation en échelon  $\Delta u\%$  du signal de sortie du régulateur.

#### Identification de Broïda :

On appelle  $t_1, t_2$  les instants correspondant à 28 % et 40 % de la variation totale de la mesure

alors  $\tau = 5,5.(t_2 - t_1)$  ,  $\tau_0 = 2,8.t_1 - 1,8.t_2$  et  $g_s = \Delta m\%(t = \infty) / \Delta u\%$

#### actions de réglage du régulateur :

Choix du mode de régulation selon la valeur de  $\tau / \tau_0$

$\frac{\tau}{\tau_0} > 20$	Régulation en mode tout ou rien
$10 < \frac{\tau}{\tau_0} < 20$	Régulation P
$5 < \frac{\tau}{\tau_0} < 10$	Régulation PI
$2 < \frac{\tau}{\tau_0} < 5$	Régulation PID
$\frac{\tau}{\tau_0} < 2$	Régulation PIR

Expression des paramètres de réglage du régulateur PID mixte selon le mode de régulation choisi :

	P	PI	PID
$g_r$	$\frac{0,8.\tau}{g_s.\tau_0}$	$\frac{0,8.\tau}{g_s.\tau_0}$	$\frac{(\tau + 0,4.\tau_0)}{(1,2.g_s.\tau_0)}$
$T_i$	$\infty$	$\tau$	$\tau + 0,4.\tau_0$
$T_d$	0	0	$\frac{(\tau.\tau_0)}{(\tau_0 + 2,5.\tau)}$