

Groupement EST		Session 2000	Code
SPECIALITE B.E.P. M.E.C.S.I.			
<i>EPI : EPREUVE DE TECHNOLOGIE</i>			
COEFFICIENT : 6	Temps alloué : 5 heures	IDENT :	Tirage

*B.E.P. Maintenance des  
Equipements des Systèmes  
Industriels*

**Session 2000**

*Etude d'une colonne à distiller*

**Sommaire :**

Page 1 à 16 : Dossier réponse

Page 17 à 26 : Dossier Annexe

L'ensemble du dossier est à rendre dans son intégralité

## **ETUDE DE LA COLONNE A DISTILLER DU H.D.I.**

### **Principe général de l'installation :**

L'étude portera sur la distillation (séparation) d'un produit, le H.D.I. (Hexaméthylène Di-Isocyanate) brut et de ses Impuretés.

Le H.D.I. est un produit de base pour les peintures haut de gamme.

### **Principe de la colonne de distillation A :**

Le H.D.I. brut régulé en débit arrive dans la colonne A par la vanne **FCV 4**.

Il est soutiré en pied de colonne pour être chauffé par un échangeur à résistances.

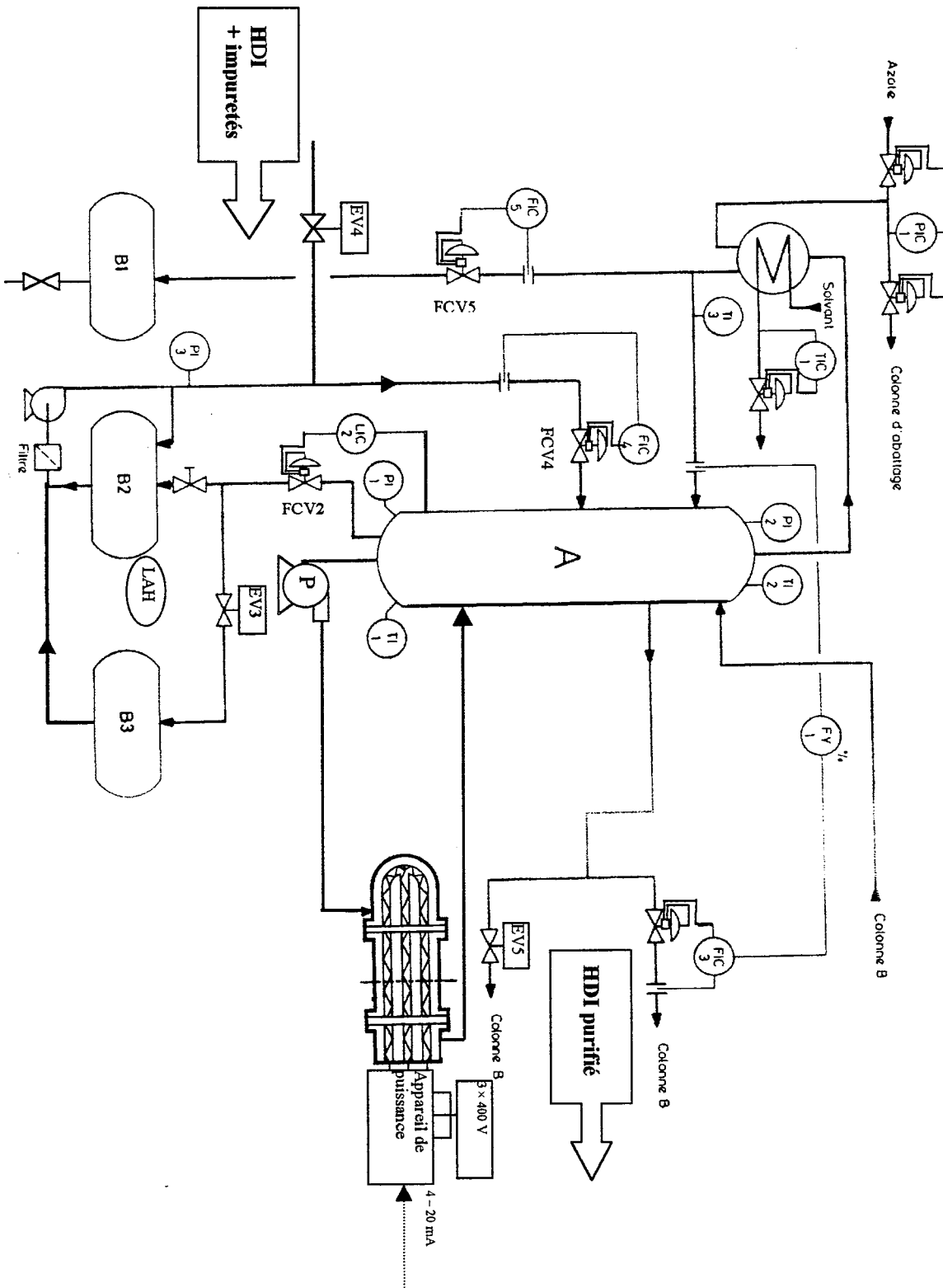
Renvoyé dans la colonne, une séparation de produits s'opère. D'une part le H.D.I. purifié qui est envoyé vers une deuxième colonne B, d'autre part, les vapeurs qui sont évacuées en tête de colonne pour être condensées par l'intermédiaire d'un échangeur à solvant. Les condensats obtenus sont dirigés vers le bac B1 et les vapeurs restantes sont envoyées vers la colonne d'abattage.

Le bac B2 est utilisé comme bac tampon pour la régulation de niveau de la colonne.

Le bac B3 fait effet de bac de sécurité du niveau du bac tampon B2.

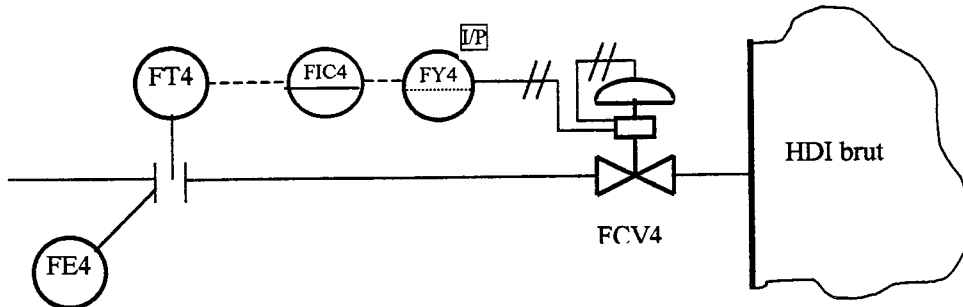
Le schéma de cette installation est donné à la page suivante.

**SCHEMA DE L'INSTALLATION DE DISTILLATION DU H.D.I.**



## Régulation de débit

Afin d'améliorer les performances de la régulation de débit de H.D.I. brut, on se propose de vérifier par le calcul tous les paramètres de configuration de la régulation actuelle.



1. Donnez la signification de chacun des éléments de la boucle de régulation de débit et son implantation respective (exemple: tel qu'il est représenté, où se trouve FIC4 ?....sur le procédé ou ... ailleurs ?).

/10 POINTS

REPERE	SIGNIFICATION	IMPLANTATION
FE4:		
FT4:		
FIC4:		
FY4:		
FCV4:		

2. Précisez la nature et l'échelle normalisée des différents signaux de cette boucle de régulation de débit.

/6 POINTS

- Entre FT4 et FIC4:
- Entre FIC4 et FY4:
- Entre FY4 et FCV4:

3. Quelle est la grandeur physique mesurée?

**/2 POINTS**

4. Citez 5 principes de mesures de débit différents.

**/5 POINTS**

-

-

-

-

-

5. Le HDI circule dans une conduite de 2" de diamètre à une vitesse moyenne de 2 m/s.  
Calculez le débit volumique de HDI en L/s.

**/4 POINTS**

1"(pouce)=25,4mm

$Q_v =$                       L/s

6. En admettant que le débit volumique de HDI calculé précédemment est égal à la consigne, calculez le réglage de la consigne à afficher sur le régulateur en %. L'échelle du transmetteur est 0 → 15 L/s.

**/4 POINTS**

$C =$                       %

## Régulation de niveau

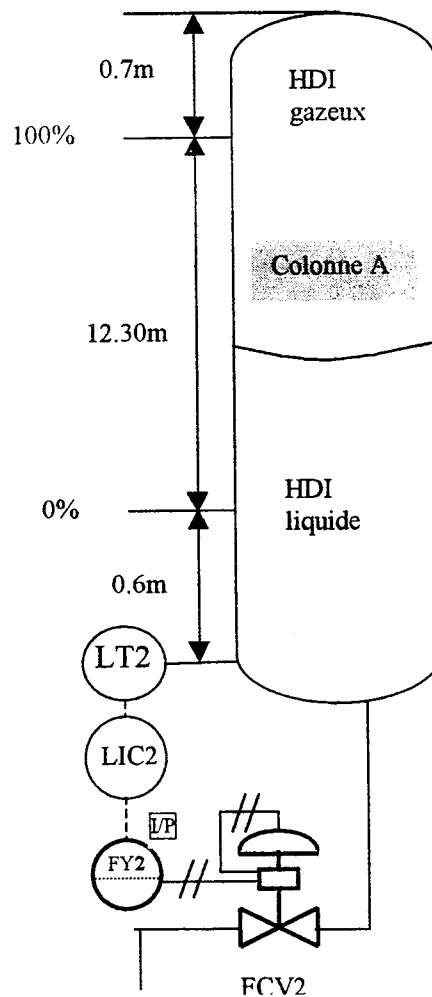
7. Pour vérifier la courbe théorique du transmetteur de niveau LT2 (schématisé ci-dessous) qui compose la boucle LIC2 au pied de la colonne à distiller A, on vous demande de compléter le tableau suivant en admettant que sa courbe est linéaire.

/10 POINTS

P en %	P en mbar	S en %	S en mA
0	0	0	4
25			
	630		
		45	
50	900	50	
62			
			14
	1440		
100		100	20

### Remplacement du capteur de Niveau LT2.

La colonne à distiller A a été modifiée en hauteur pour améliorer son rendement, afin de commander un autre capteur de niveau on vous demande d'en calculer les nouveaux paramètres.



8. Quel est la difference entre pression relative et pression absolue?

**/5 POINTS**

9. Quels sont les deux réglages possibles que l'on peut réaliser sur un transmetteur de niveau ?

**/3 POINTS**

10. Calculer la pression de fonctionnement à 0% puis à 100% de HDI liquide appliqué au pied de la colonne A sachant que la densité du HDI liquide est de 1,35, alors que la densité du HDI gazeux est de 0,42.

(On suppose que le sommet de la colonne est à la pression atmosphérique)

**/6 POINTS**

P à 0%=  
mbar  
P à 100%=  
mbar

11. En déduire l'Etendue d'Echelle du capteur

**/4 POINTS**

EE =            mbar

12. A l'aide des calculs réalisés précédemment, rechercher dans la grille de codification (voir annexe page 18) le code de commande du nouveau capteur de marque "BOURDON SEDEME". On précise que son type est TB304 avec un signal de mesure en 4-20mA. Le transmetteur est raccordé à la conduite par un filetage d'un demi pouce au pas NPT avec un joint de cellule en viton.

/5 POINTS

E									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

### Modification des Actions du régulateur LIC2

Pour améliorer la régulation de niveau (LIC2) sur la colonne à distiller A, on décide de modifier les actions du régulateur. L'identification est réalisée avec le régulateur en position manuelle, à l'aide de la courbe suivante et du tableau d'identification par la méthode de Broïda (voir annexe page 20), calculez les nouvelles actions à entrer dans le régulateur sachant que nous avons effectué un échelon sur la vanne FCV2 de 15 à 30%.

13. Quel est le sens d'action de la vanne FCV2 ? (En cas d'incident, on désire remplir la cuve)

/4 POINTS

--

14. Calculez  $\Delta S$ ,  $\Delta M$  et en déduire le gain statique.

/6 POINTS

$G_s =$
---------

15. Calculez  $t_1$  et  $t_2$  en secondes (justifiez vos résultats en écrivant tous vos calculs).

/5 POINTS

$t_1 =$ $t_2 =$
--------------------



16. Calculez la constante de temps  $\theta$ .

**/3 POINTS**

$\theta =$

17. Calculez le temps mort  $\tau$ .

**/3 POINTS**

$\tau =$

18. Calculez le rapport  $\theta/\tau$ .

**/2 POINTS**

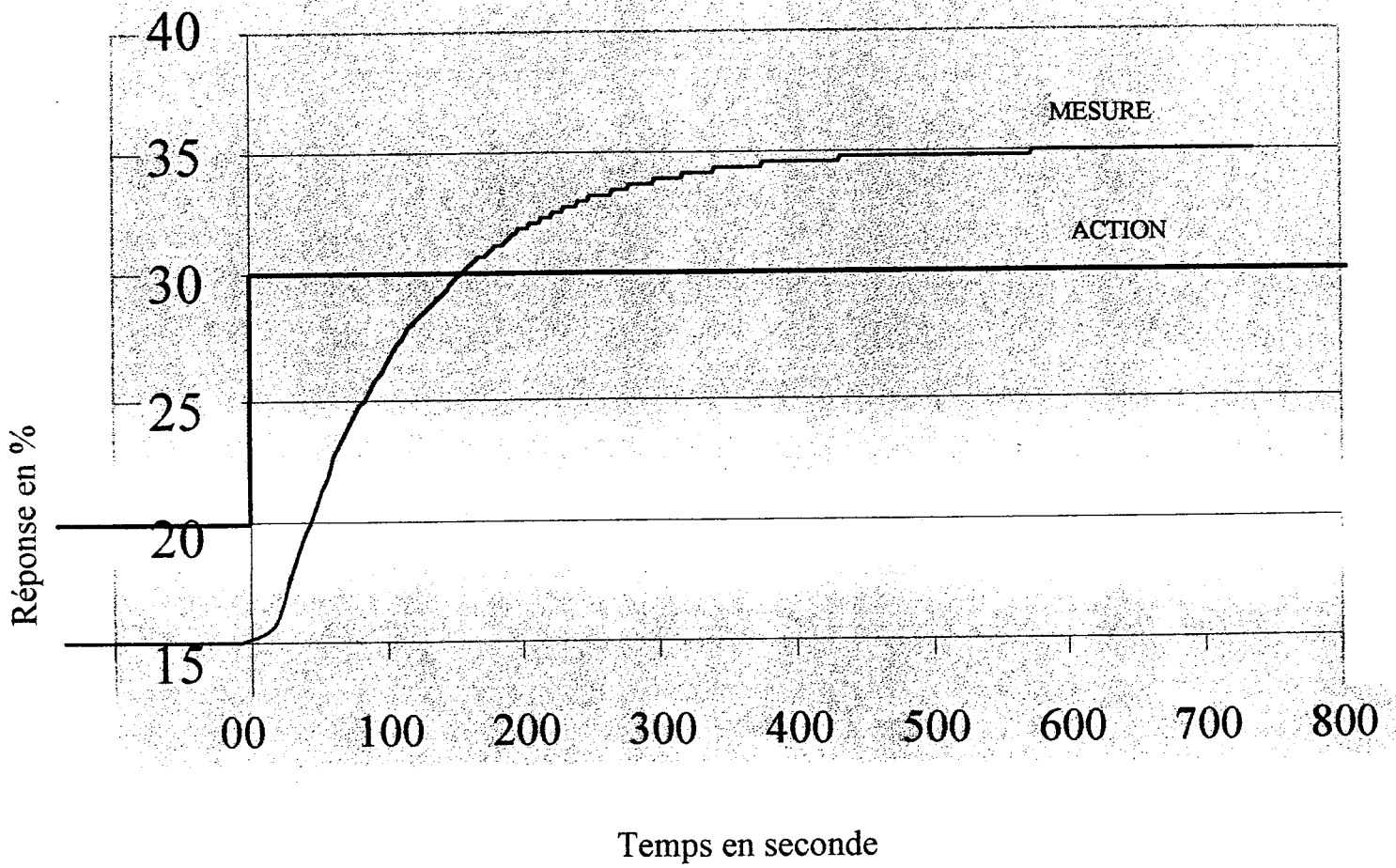
$\theta/\tau =$

19. A l'aide du tableau de Broïda, calculez les valeurs à afficher dans le régulateur de type mixte.

**/6 POINTS**

P =  
I =  
D =

## COURBE D'IDENTIFICATION DU NIVEAU LIC2



Echelle : 19 mm → 100 secondes

### Régulation de Température

L'étude a pour but la vérification du capteur de température TI2 qui se situe en tête de la colonne à distiller de H.D.I. On constate des écarts de  $T^\circ$  très importants entre la valeur affichée par le convertisseur du signal du capteur TI2 et la valeur relevée avec un autre appareil sur le site.

On décide de vérifier les FEM produites par le thermocouple TI2 en laboratoire. Ce thermocouple est de type J, sans compensation de soudure froide sur une échelle s'étendant de  $80^\circ\text{C}$  à  $120^\circ\text{C}$  sur la soudure chaude (température du produit). La vérification est réalisée dans un laboratoire à une température de  $18^\circ\text{C}$ .

20. A l'aide du tableau sur les thermocouples J (Annexe page 21), complétez le tableau suivant.

**Vous devez détailler les calculs pour la première valeur trouvée et préciser les unités.**

**/7 POINTS**

Température simulée en $^\circ\text{C}$	Valeur qui doit s'afficher sur le Voltmètre
80	
85	
90	
95	
100	
105	
110	
115	
120	

**Etude de l'échangeur thermique à résistances**

L'échangeur thermique comporte trois résistances alimentées par un gradateur à thyristors de type GRADIPAK (TELEMECANIQUE). Ce gradateur est alimenté par système triphasé  $3 \times 400 \text{ V} \sim 50 \text{ Hz}$ .

La puissance maximale de ce gradateur est de 100 kW.

La documentation technique et le schéma de câblage de ce gradateur sont donnés en annexe page 22.

A l'aide de la documentation technique,

21. Quel est le rôle général du Gradipak ?

**/4 POINTS**

22. D'après le schéma de l'installation, quelles sont la nature et la valeur du signal de commande du gradateur installé sur l'échangeur thermique de la colonne A ?

**/4 POINTS**

23. Quel est le type de montage retenu pour les thyristors et pourquoi ?

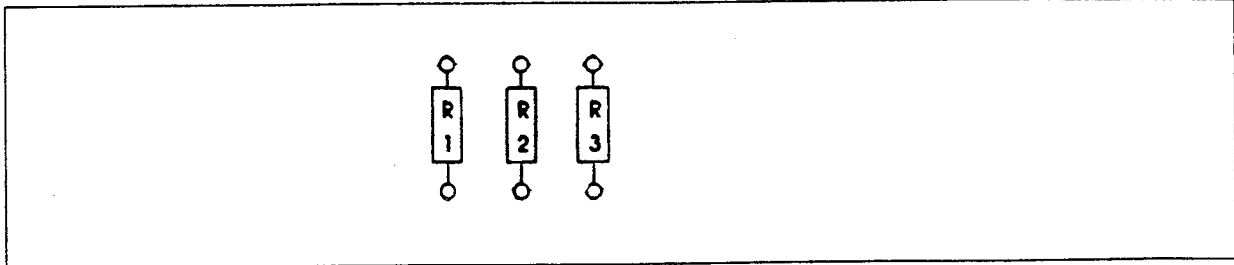
**/4 POINTS**

24. D'après les caractéristiques de l'installation, déterminez la référence du gradipak.

**/4 POINTS**

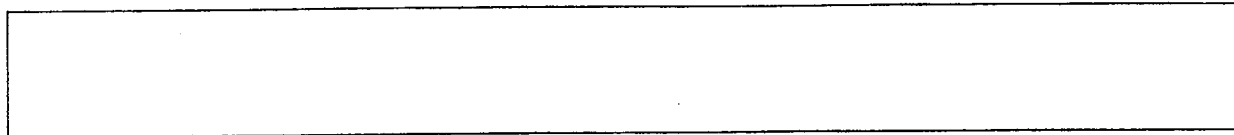
25. Sur le schéma suivant, couplez les résistances en Triangle.

/4 POINTS



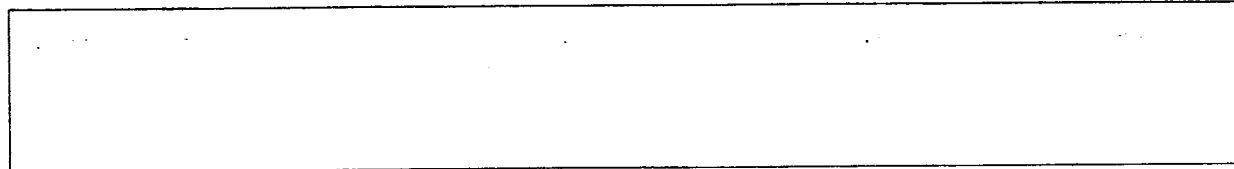
26. Indiquez les bornes à utiliser sur le Gradipak, pour une commande en 4-20 mA.

/4 POINTS



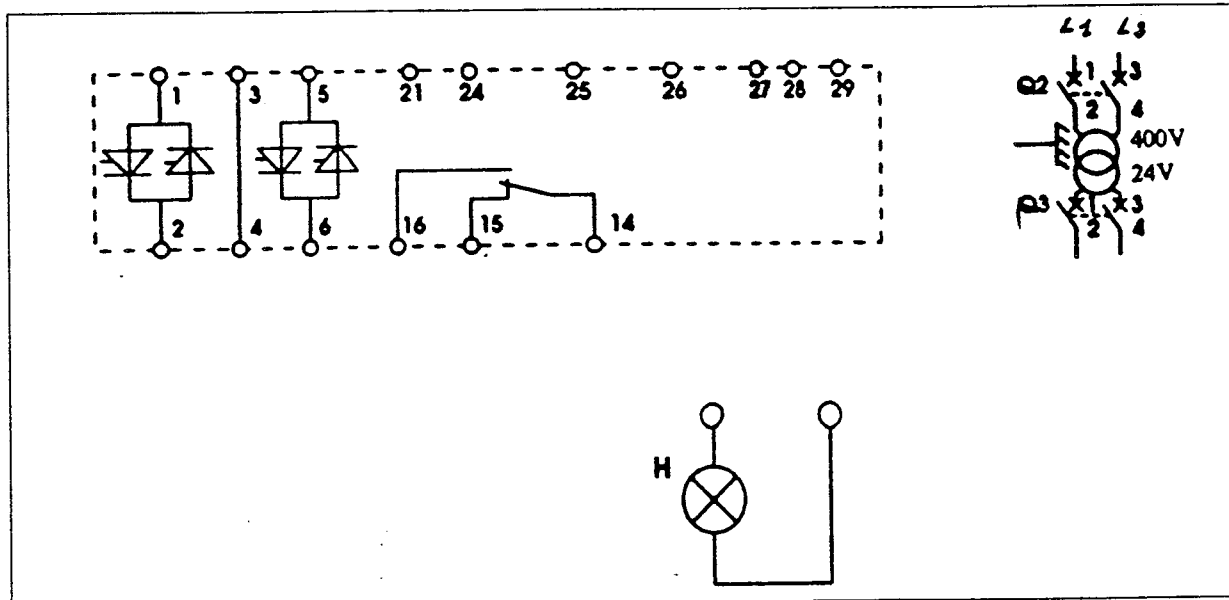
27. Donnez le type de déclencheur des protections F11 et F21.

/4 POINTS



28. Un voyant H sert à signaler le défaut d'alimentation du gradateur, complétez le schéma suivant.

/6 POINTS

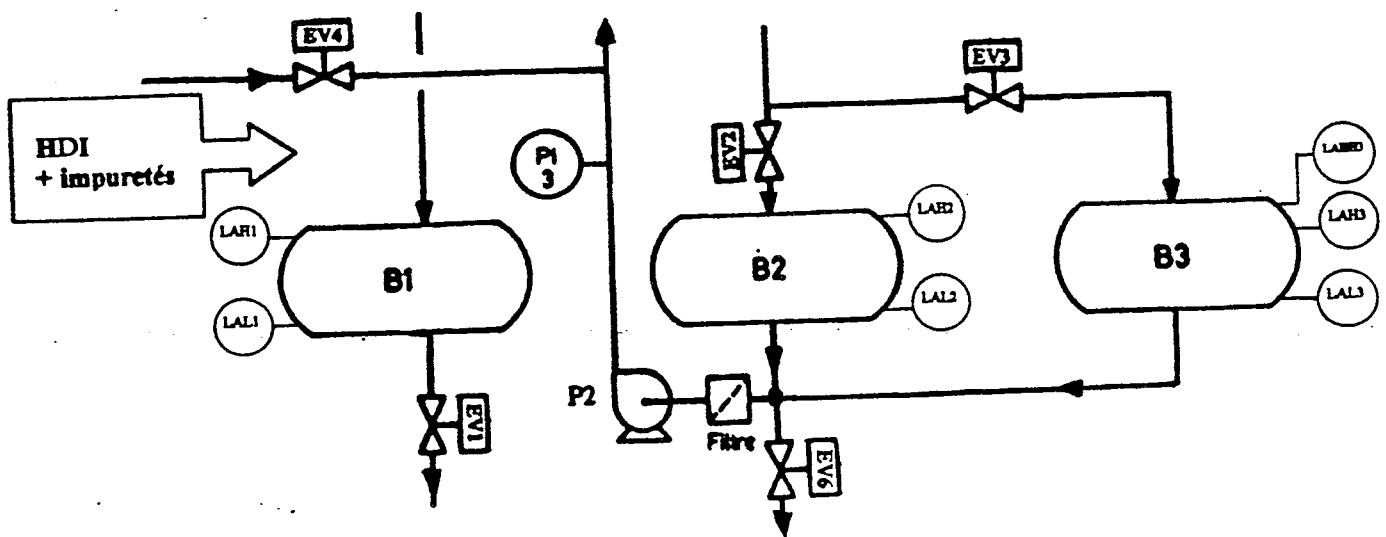


## Etude des sécurités des niveaux des bacs B1, B2 et B3

Afin d'améliorer la gestion des niveaux dans les bacs B1, B2 et B3, On vous demande d'étudier l'automatisation des sécurités des niveaux des bacs B1, B2 et B3.

L'ensemble sera géré par un automate industriel programmable de type TSX 17 (TELEMECANIQUE) dont les attributions entrées / sorties sont données en annexe page 26.

**Schéma modifié de l'installation de distillation du H.D.I. concernant l'automatisation des sécurités des bacs B1, B2 et B3**



### Etude du niveau des condensats dans le bac B1.

Lors d'une procédure de distillation, les condensats venant de l'échangeur thermique à solvant arrivent dans le bac B1.

Lorsque le niveau Haut LAH1 est atteint dans le bac, l'électrovanne EV1 est commandée à l'ouverture pour évacuer les condensats.

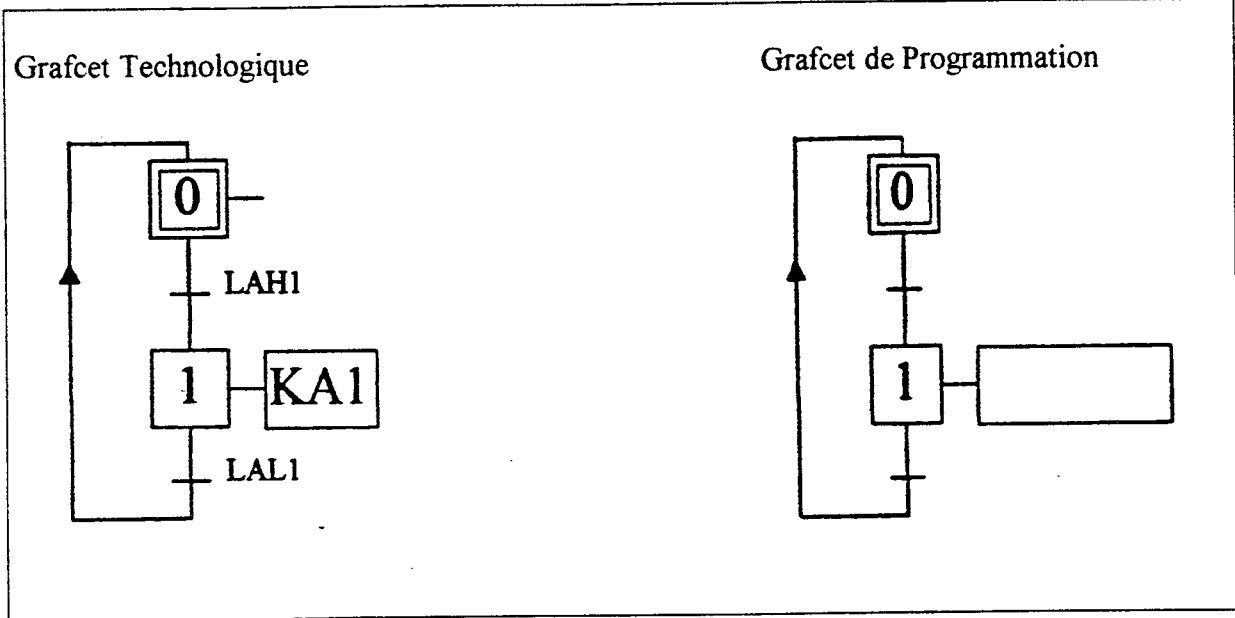
Le niveau bas atteint (LAL1), l'électrovanne EV1 n'est plus commandée.

29. Quel est le type de commande de l'électrovanne EV1 ?

**/4 POINTS**

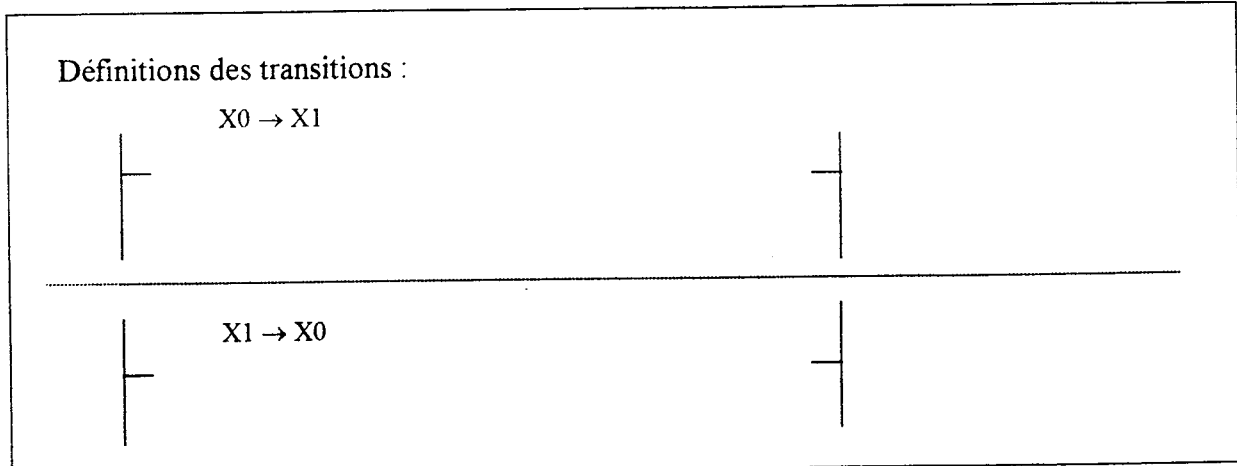
30. D'après le grafcet technologique de fonctionnement de la sécurité du niveau dans le bac B1 donné ci-dessous et en vous aidant des attributions des entrées / sorties données en annexe page 26, complétez le grafcet de programmation ci-dessous.

**/6 POINTS**

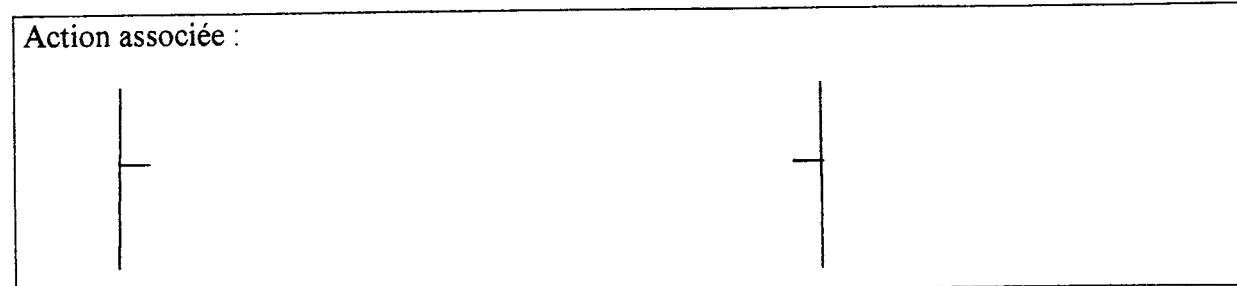


31. Complétez les définitions des transitions et l'action associée de l'automate.

**/6 POINTS**



**/4 POINTS**



**Etude des sécurités installées sur les bacs B2 et B3.**

Le Bac B2 est utilisé comme bac tampon pour la régulation de niveau de la colonne à distiller A.

Le bac B3 fait effet de bac de sécurité du niveau du bac tampon B2.

L'ensemble des capteurs de niveau des bacs B2 et B3 ainsi que les électrovannes EV2, EV3, EV4, EV6 et la commande de la pompe P2 sont gérés par un automate de type TSX 17 (TELEMECANIQUE).

Description du fonctionnement :

- Conditions Initiales :

Les bacs B2 et B3 sont respectivement à leur niveau bas.

- Fonctionnement normal :

Un opérateur utilise la gestion automatique des sécurités en appuyant sur le bouton poussoir Sécu, les électrovannes EV4 et EV2 sont alors commandées à l'ouverture et la pompe P2 est mise en service.

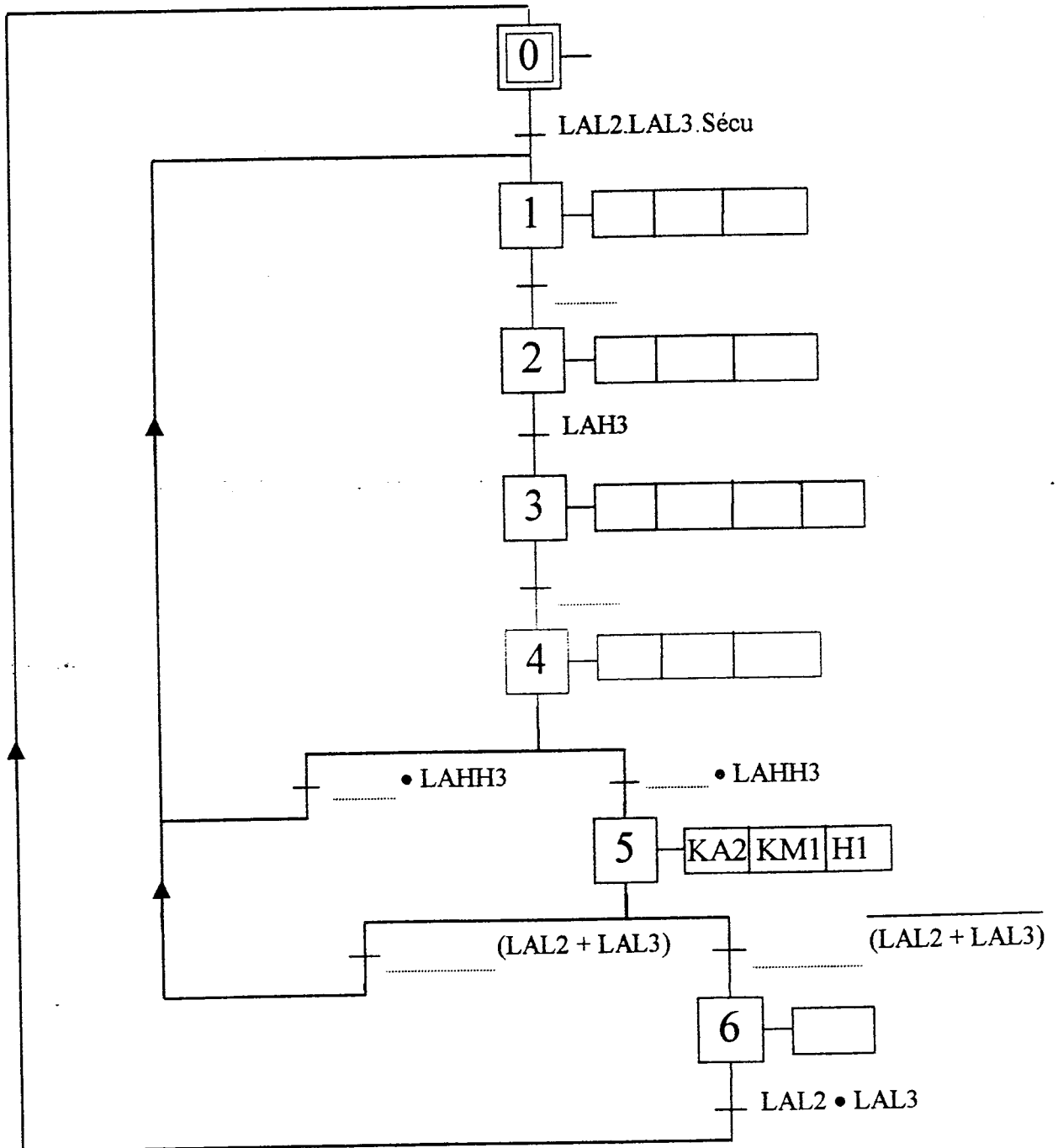
- Description des sécurités :

- Lorsque le niveau haut du bac B2 est atteint, le produit est dirigé vers le bac B3.
- Si l'on atteint le niveau intermédiaire du bac B3 alors une alarme sonore K2 se déclenche tout en conservant le fonctionnement précédent. L'appui par un opérateur sur le bouton poussoir ATAL permet de supprimer l'alarme sonore tout en conservant la pompe P2 en fonctionnement et la commande de l'électrovanne EV3.
- Suite au fonctionnement précédent, si l'on atteint le niveau haut du bac B3 et que l'on a plus le niveau haut du bac B2 alors on revient au fonctionnement normal, **par contre** si l'on atteint le niveau haut du bac B3 et que l'on a aussi le niveau haut du bac B2, on supprime l'arrivée du HDI + impuretés, on conserve la pompe P2 en fonctionnement, on utilise le bac tampon B2 pour la régulation de niveau de la colonne à distiller A, on met en service un gyrophare et on lance une temporisation de 20 secondes.
- **Si au bout de ces 20 secondes**, le niveau bas du bac B2 ou du bac B3 n'est pas atteint, alors on évacue le produit par l'intermédiaire de l'électrovanne EV6 de manière à obtenir le niveau bas dans les deux bacs afin de revenir à l'état initial de l'automatisme de sécurité.
- **Si par contre, au bout de ces 20 secondes**, l'un des deux niveaux bas est atteint alors on revient au fonctionnement normal.



31. Complétez le grafcet technologique suivant en vous aidant de la description de fonctionnement et de la page des attributions des entrées / sorties données en annexe page 26.

/40 POINTS



# ANNEXE



### E 302 - E 303 - E304

Ces transmetteurs sont dotés d'un élément sensible **TRANSBAR®**: membrane en céramique sur laquelle sont sérigraphiées des jauges de contraintes, en "couches épaisses".

Cette technologie confère à ces transmetteurs de pression une excellente stabilité à long terme.

Cette gamme de transmetteurs de pression est destinée à une large étendue d'applications industrielles :

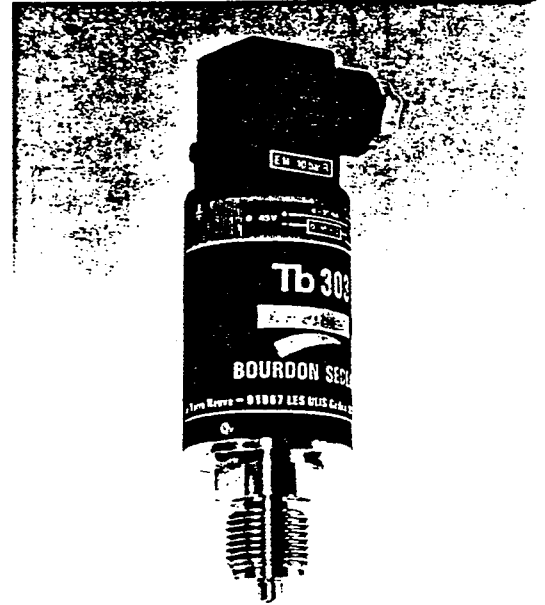
- pneumatique,
- hydraulique,
- contrôle/mesure,
- surveillance de process,
- automation.

Agrément Bureau Veritas certificat n° 3891/3981/AO/O  
(modèles E 303 et 304).

### EY 33 - EY 34

Ces transmetteurs disposent d'une homologation en sécurité intrinsèque EEx ia II C T6 (ou T5) - Certificat de conformité CENELEC LCIE 87 B 6024.

Applications : Industries chimiques, pétrochimiques, atmosphères explosibles.



## Caractéristiques (20°C)

#### Étendue de mesure

De 0 + 0,5 à 0 + 400 bar.

#### Signal de sortie

E 302 : 0 - 10 Vcc.  
E 303 - EY 33 : 4 - 20 mA  
E 304 - EY 34 : 1 - 5 Vcc

#### Tension d'alimentation

E 302 : 15 à 45 Vcc.  
E 303 - E 304 : 9 à 45 Vcc.  
EY 33 - EY 34 : 12 à 28 Vcc

#### Consommation maximale

E 304 : 4 mA  
E 302 : 6 mA  
EY 34 : 3 mA

#### Erreur globale (linéarité, hystérésis et répétabilité)

≤ ± 0,2 % E. M.  
± 0,5 % E.M. (pour 0,5 bar A et 400 bar).  
(par rapport à la meilleure droite).

#### Température ambiante d'utilisation (Ta)

De - 25 à + 70°C.

#### Dérive thermique du zéro

≤ ± 1 % E.M. (de - 10 à + 55°C).

#### Variation thermique de sensibilité

≤ ± 0,01 %/°C.

#### Matériaux en contact avec le fluide

Alumine + acier inox 316 L + joint viton.

#### Joint de cellule

Viton.

#### Raccordement :

- électrique : Connecteur DIN 43 650.
- hydraulique : G1/2 A acier inox suivant norme DIN 16 288.

#### Température :

- de stockage : De - 40 à + 85°C.
- de fluide : De - 25 à + 100°C pour Ta ≤ 50°C

#### Indice de protection

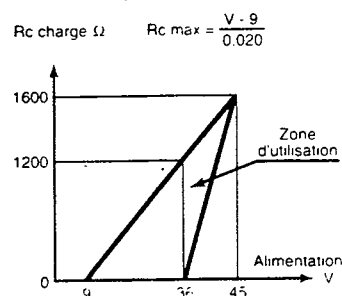
IP 65

#### Masse

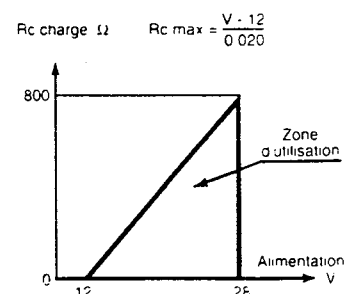
350 g

## Diagramme de charge

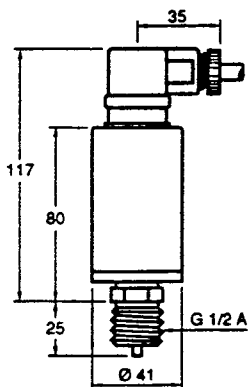
### E 303



### EY 33



# Encombrements (en mm), options, étendues de mesure



## Versions standards

E 302, sortie 0-10 V, 3 fils, G 1/2 A - E 303 / EY 33, sortie 4-20 mA, 2 fils, G 1/2 A

E 304 / EY 34, sortie 1-5 V, 3 fils, G 1/2 A

Raccordement électrique : inscrit sur boîtier

## Options sur demande

- Joint de cellule :
  - néoprène
  - éthylène propylène
- Raccord 1/2 NPT mâle ANSI acier inox
- Version pression absolue

Etendue de mesure en bar	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	400
Domaine de mesure en bar	0,55	1,1	2,2	5,5	11	22	55	110	220	440
Pression max. admissible en bar	1	2	4	10	20	40	100	200	250	500
Pression d'éclatement en bar	2	4	8	20	40	80	200	400	400	600

## Grille de Codification

<p><b>Famille :</b> Électronique</p> <p><b>Type :</b> Ancien sigle commercial</p> <p>TB302 _____ <b>30</b>                  TB303 _____ <b>30</b>                  TB304 _____ <b>30</b>                  IS33 _____ <b>Y3</b>                  IS34 _____ <b>Y3</b></p> <p><b>Signal de sortie :</b></p> <p>0 - 10V, 3 fils _____ <b>2</b>                  (E 302)                  4 - 20 mA, 2 fils _____ <b>3</b>                  (E 303 - EY 33)                  1 - 5V, 3 fils _____ <b>4</b>                  (E 304 - EY 34)</p> <p><b>Raccord hydraulique :</b></p> <p>G 1/2 A DIN _____ <b>3</b>                  1/2 NPT ANSI mâle _____ <b>6</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><b>E</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Mode de pression :</b></p> <p>A Absolue R Relative.</p> <p><b>Unité de mesure et étendue de mesure :</b> B = bar</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>code</th> <th>étendue de mesure en bar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>B09</td><td>0 + 0,5</td></tr> <tr><td>B15</td><td>0 + 1</td></tr> <tr><td>B17</td><td>0 + 2</td></tr> <tr><td>B08</td><td>0 + 5</td></tr> <tr><td>B22</td><td>0 + 10</td></tr> <tr><td>B25</td><td>0 + 20</td></tr> <tr><td>B28</td><td>0 + 50</td></tr> <tr><td>B31</td><td>0 + 100</td></tr> <tr><td>B34</td><td>0 + 200</td></tr> <tr><td>B38</td><td>0 + 400</td></tr> </tbody> </table> <p><b>Nature du joint de cellule :</b></p> <p>9 Viton (standard) 4 Néoprène 5 Ethylène - propylène</p>	<b>E</b>										code	étendue de mesure en bar	B09	0 + 0,5	B15	0 + 1	B17	0 + 2	B08	0 + 5	B22	0 + 10	B25	0 + 20	B28	0 + 50	B31	0 + 100	B34	0 + 200	B38	0 + 400	
<b>E</b>																																		
code	étendue de mesure en bar																																	
B09	0 + 0,5																																	
B15	0 + 1																																	
B17	0 + 2																																	
B08	0 + 5																																	
B22	0 + 10																																	
B25	0 + 20																																	
B28	0 + 50																																	
B31	0 + 100																																	
B34	0 + 200																																	
B38	0 + 400																																	

**BOURDON SEDEME**



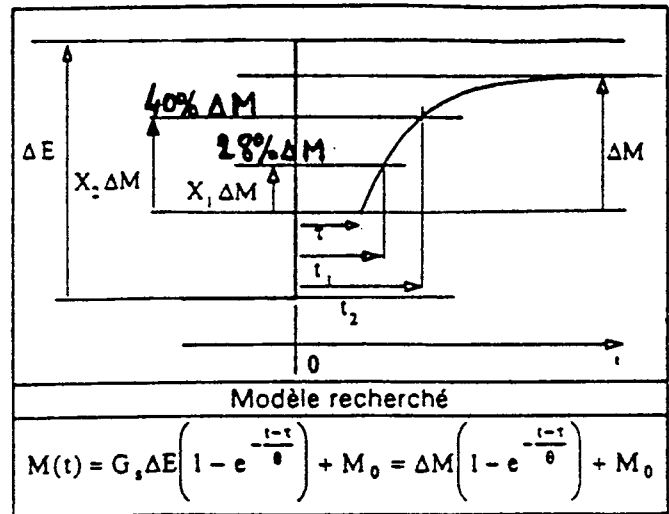
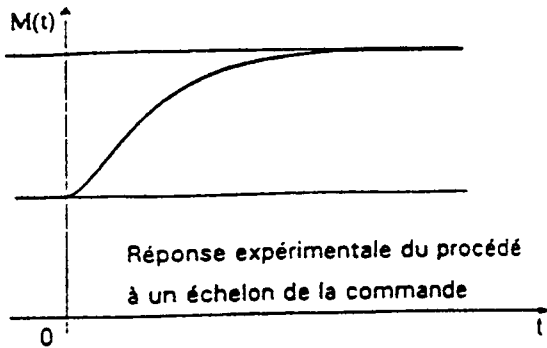
ASSOCIATION  
FRANÇAISE POUR  
L'ASSURANCE DE  
LA QUALITÉ  
ISO 9001

Le matériel défini par cette documentation est susceptible de modifications sans préavis compte-tenu des progrès techniques de nos fabrications

125, rue de la Marre - B.P. 214  
41103 Vendôme Cedex France  
Tél. : 54.73.74.75  
Télex : 752 355 F  
Téléfax : 54.73.74.74

# Identification par la méthode de Broïda pour un système stable en BO

Le système est approximé à un modèle du premier ordre avec retard pur:



E signal d'entrée du procédé  
M signal de mesure en sortie du procédé

### Procédure expérimentale:

- La mesure est stabilisée au point de fonctionnement.
- Le signal de mesure en sortie  $\Delta M$  est enregistré.
- Un échelon  $\Delta E$  est appliqué en entrée sur l'organe de commande.
- Il faut que la valeur de l'échelon  $\Delta E$  soit limitée pour que le système reste en fonctionnement linéaire. Il faut aussi qu'il soit suffisant pour que l'enregistrement du signal de sortie soit exploitable, ce qui dépend aussi du bon réglage de l'enregistreur.

### Les calculs commencent par celui du gain statique:

En régime permanent:  
(encore appelé régime établi)

$$G_s = \frac{\Delta M}{\Delta E}$$

Il faut maintenant déterminer les temps  $t_1$  et  $t_2$  tels que:

$$X_1 = \frac{M(t_1) - M(0)}{\Delta M} = 28\% \quad \text{et} \quad X_2 = \frac{M(t_2) - M(0)}{\Delta M} = 40\%$$

et en déduire la constante de temps et le temps mort:  $\theta \approx 5,5(t_2 - t_1)$  et  $\tau \approx 2,8 t_1 - 1,8 t_2$

### La réglabilité du procédé dépend du rapport $\frac{\theta}{\tau}$

Elle détermine le type de régulateur qu'il faut utiliser (données approximatives):

$\frac{\theta}{\tau}$     autre    2    PID    5    PI    10    P    20    Tout ou rien

### Le tableau suivant donne les réglages à utiliser:

	P	PI série	PI //	PID série	PID //	PID mixte
$G_r$	$\frac{0,8\theta}{G_s\tau}$	$\frac{0,8\theta}{G_s\tau}$	$\frac{0,8\theta}{G_s\tau}$	$\frac{0,85\theta}{G_s\tau}$	$\frac{\frac{\theta}{\tau} + 0,4}{1,2G_s}$	$\frac{\frac{\theta}{\tau} + 0,4}{1,2G_s}$
$T_i$	Maximum	$\theta$	$\frac{G_s\tau}{0,8}$	$\theta$	$\frac{G_s\tau}{0,75}$	$\theta - 0,4\tau$
$T_d$	0	0	0	$0,4\tau$	$\frac{0,35\theta}{G_s}$	$\frac{\theta\tau}{\tau + 2,5\theta}$

Tables de Référence Internationales pour Thermocouples au **FER/COUVRE-NICKEL**

Jonction de Référence à 0°C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-210	-8086									
-200	-7890	-7912	-7934	-7955	-7976	-7996	-8017	-8037	-8057	-8076
-190	-7659	-7683	-7707	-7731	-7755	-7778	-7801	-7824	-7846	-7868
-180	-7402	-7429	-7455	-7482	-7508	-7533	-7559	-7584	-7609	-7634
-170	-7122	-7151	-7180	-7209	-7237	-7265	-7293	-7321	-7348	-7375
-160	-6821	-6852	-6883	-6914	-6944	-6974	-7004	-7034	-7064	-7093
-150	-6499	-6532	-6565	-6598	-6630	-6663	-6695	-6727	-6758	-6790
-140	-6159	-6194	-6228	-6263	-6297	-6331	-6365	-6399	-6433	-6466
-130	-5801	-5837	-5874	-5910	-5946	-5982	-6018	-6053	-6089	-6124
-120	-5426	-5464	-5502	-5540	-5578	-5615	-5653	-5690	-5727	-5764
-110	-5036	-5076	-5115	-5155	-5194	-5233	-5272	-5311	-5349	-5388
-100	-4632	-4673	-4714	-4755	-4795	-4836	-4876	-4916	-4956	-4996
-90	-4215	-4257	-4299	-4341	-4383	-4425	-4467	-4508	-4550	-4591
-80	-3785	-3829	-3872	-3915	-3958	-4001	-4044	-4087	-4130	-4172
-70	-3344	-3389	-3433	-3478	-3522	-3566	-3610	-3654	-3698	-3742
-60	-2892	-2938	-2984	-3029	-3074	-3120	-3165	-3210	-3255	-3299
-50	-2431	-2478	-2524	-2570	-2617	-2663	-2709	-2755	-2801	-2847
-40	-1960	-2008	-2055	-2102	-2150	-2197	-2244	-2291	-2338	-2384
-30	-1481	-1530	-1578	-1626	-1674	-1722	-1770	-1818	-1865	-1913
-20	-995	-1044	-1093	-1141	-1190	-1239	-1288	-1336	-1385	-1433
-10	-501	-550	-600	-650	-699	-748	-798	-847	-896	-945
0	0	-50	-101	-151	-201	-251	-301	-351	-401	-451
0	0	50	101	151	202	253	303	354	405	456
10	507	558	609	660	711	762	813	865	916	967
20	1019	1070	1122	1174	1225	1277	1329	1381	1432	1484
30	1536	1588	1640	1693	1745	1797	1849	1901	1954	2006
40	2058	2111	2163	2216	2268	2321	2374	2426	2479	2532
50	2585	2638	2691	2743	2796	2849	2902	2956	3009	3062
60	3115	3168	3221	3275	3328	3381	3435	3488	3542	3595
70	3649	3702	3756	3809	3863	3917	3971	4024	4078	4132
80	4186	4239	4293	4347	4401	4455	4509	4563	4617	4671
90	4725	4780	4834	4888	4942	4996	5050	5105	5159	5213
100	5268	5322	5376	5431	5485	5540	5594	5649	5703	5758
110	5812	5867	5921	5976	6031	6085	6140	6195	6249	6304
120	6359	6414	6468	6523	6578	6633	6688	6742	6797	6852
130	6907	6962	7017	7072	7127	7182	7237	7292	7347	7402
140	7457	7512	7567	7622	7677	7732	7787	7843	7898	7953
150	8008	8063	8118	8174	8229	8284	8339	8394	8450	8505
160	8560	8616	8671	8726	8781	8837	8892	8947	9003	9058
170	9113	9169	9224	9279	9335	9390	9446	9501	9556	9612
180	9667	9723	9778	9834	9889	9944	10000	10055	10111	10166
190	10222	10277	10333	10388	10444	10499	10555	10610	10666	10721
200	10777	10832	10888	10943	10999	11054	11110	11165	11221	11276
210	11332	11387	11443	11498	11554	11609	11665	11720	11776	11831
220	11887	11943	11998	12054	12109	12165	12220	12276	12331	12387
230	12442	12498	12553	12609	12664	12720	12776	12831	12887	12942
240	12998	13053	13109	13164	13220	13275	13331	13386	13442	13497

FEM absolue du Thermocouple, en microvolts

# Gradateurs par trains d'ondes Gradipak

pour électrothermie résistive

Choix

Références  
page 3-147  
Caractéristiques  
page 3-154  
Équipement  
page 3-159  
Symbole  
page 3-167

**Généralités** Gradateurs à thyristors, les Gradipak LH1 permettent le réglage d'énergie, principalement pour la commande automatique des charges résistives.

**Constitution** La gamme Gradipak comprend :  
- 10 calibres s'échelonnant de 50 à 1000 A avec une alimentation monophasée.  
- 10 calibres s'échelonnant de 40 à 1000 A avec une alimentation triphasée.

De technologie compacte, ils comportent :

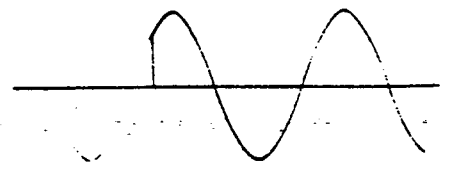
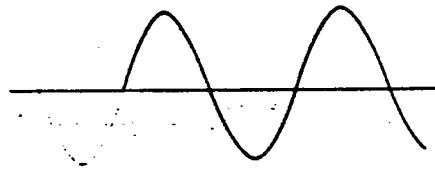
- une partie puissance constituée :
  - de 2 thyristors montés tête-bêche pour les Gradipak monophasés,
  - de 2 groupes de 2 thyristors montés tête-bêche pour les Gradipak triphasés,
- une partie commande regroupant les fonctions d'alimentation, d'allumage et de contrôle,
- un moto-ventilateur pour les calibres > 300 A.

La régulation est réalisée :

- en boucle fermée avec régulateur de température du type "P", "PI" ou "PID",
- en boucle fermée avec régulation en "tout ou rien",
- en boucle ouverte avec commande manuelle, par un interrupteur.

Ils fonctionnent avec tous les modèles de régulateur de température à sortie logique ou analogique.

**Principe de fonctionnement** Le Gradipak LH1 permet de régler la puissance moyenne absorbée pendant un cycle d'une durée prédéterminée. La durée de ce cycle est de 2,5 s (125 périodes sur réseau 50 Hz) permettant aisément une régulation au % près. La conduction est commandée pour un nombre entier de périodes par cycle. Ainsi pour chaque cycle, le nombre d'alternances positives est égal à celui des alternances négatives ce qui évite l'apparition d'une composante continue du courant.



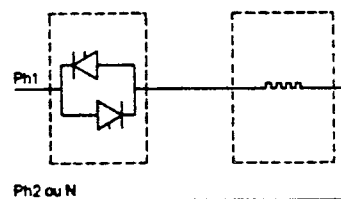
• Lorsque la charge est essentiellement résistive ( $\cos \phi$  voisin de 1), l'amorçage des thyristors intervient en début de période, c'est-à-dire au moment où la tension est nulle (voir ci-dessus).

• Si la charge résistive est alimentée par un transformateur interposé entre celle-ci et le Gradipak, un potentiomètre incorporé à l'appareil permet de retarder l'instant du premier amorçage de chaque train d'ondes (voir ci-dessus). Ce retard et la parité des alternances éliminent la pointe de courant magnétisant à la mise sous tension du transformateur.

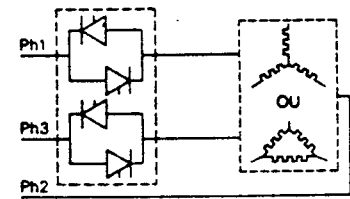
Cette variation de la puissance moyenne s'effectue en fonction d'un signal analogique ou logique de commande délivré par un dispositif pilote (régulateur de température par exemple).

**Schéma de principe du circuit de puissance**

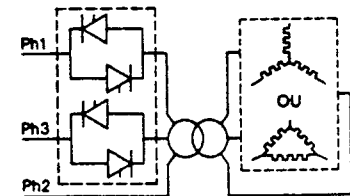
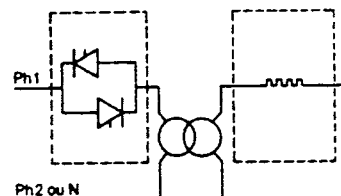
Monophasé



Triphasé



Placé au primaire d'un transformateur, le Gradipak supprime la pointe de courant magnétisant.



**Applications**

Les Gradipak LH1 sont particulièrement recommandés pour la régulation de :

- Fours industriels.
- Etuves.
- Batteries de résistances de chauffage.
- Autoclaves.
- Extrudeuses.
- Chaudières.
- Séchoirs, etc.

## Caractéristiques

### Environnement

<b>Conformité aux normes</b>	IEC 146 - NF C 53220 - VDE 0558-1		
<b>Température</b>	De fonctionnement	- 20 °C à + 40 °C	(Fonctionnement possible jusqu'à 60 °C en déclassant l'intensité de 1,2% par °C supplémentaire)
	De stockage	- 30 °C à + 70 °C	
<b>Altitude</b>	Sans déclassement < 1000 m		
<b>Degré de protection</b>	IP00		
<b>Traitement</b>	Tous climats (TC)		
<b>Montage</b>	Vertical, avec respect des périmètres de sécurité (voir page 3/190)		

### Caractéristiques électriques

<b>Tension d'alimentation</b> + 10% - 15%	Circuit de puissance monophasé ou triphasé jusqu'à 415 V 50/60 Hz Circuit de commande 220 V-380 V 50/60 Hz Circuit motoventilateur 220 V 50 Hz monophasé
--	--

<b>Train d'ondes</b>	Cycle de 2,5 s (soit 125 périodes sur réseau 50 Hz) à ± 0,5%
----------------------	--

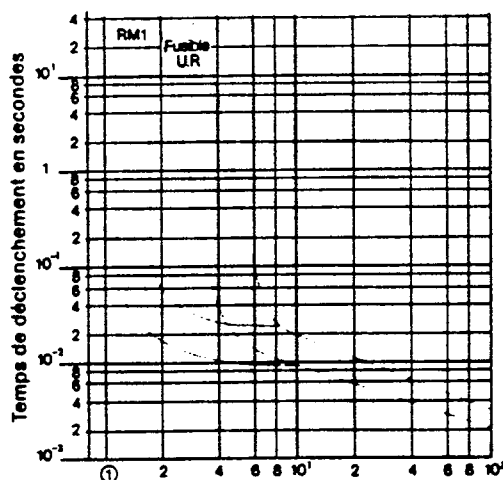
Commande du Gradipak	Type	Signaux d'entrée	Position du sélecteur	Résistance d'entrée
		Par signal analogique	0 à 10 mA 0 à 20 mA 4 à 20 mA 0 à + 5 V 0 à + 10 V	1 2 3 4 5
Par signal logique (contact électromécanique)		+ 5 à + 10 V + 10 à + 15 V	4 5	- -
Manuelle par potentiomètre extérieur 2200 Ω			5	-

<b>Sécurités incorporées</b>	Contre absence de tension sur carte électronique : calibres > 110 A Contre absence de ventilation : calibres > 300 A Ces défauts entraînent la non conduction des thyristors et déclenchent un contact "OF" (Ith = 5 A) disponible pour signalisation
------------------------------	---

<b>Protection interne</b>	Contre les surtensions, gradients de tension trop élevés : tous calibres
---------------------------	--

Dissipations thermiques	Calibre Gradipak	A	A															
			40	50	70	90	110	170	300	400	630	800	1000					
Monophasé																		
- dissipation maximale	W		-	70	80	90	140	150	420	450	900	1200	1400					
- ventilateur courant	A		-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4					
- ventilateur débit	m <sup>3</sup> /h		-	-	-	-	-	-	200	200	400	400	400					
Triphasé																		
- dissipation maximale	W		105	115	130	-	280	300	840	900	1800	2400	2800					
- ventilateur courant	A		-	-	-	-	-	-	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8					
- ventilateur débit	m <sup>3</sup> /h		-	-	-	-	-	-	400	400	600	600	600					

### Protections externes



La courbe ci-contre représente l'association des caractéristiques enveloppes du relais RM1-XA et du fusible UR correspondant à chaque Gradipak.

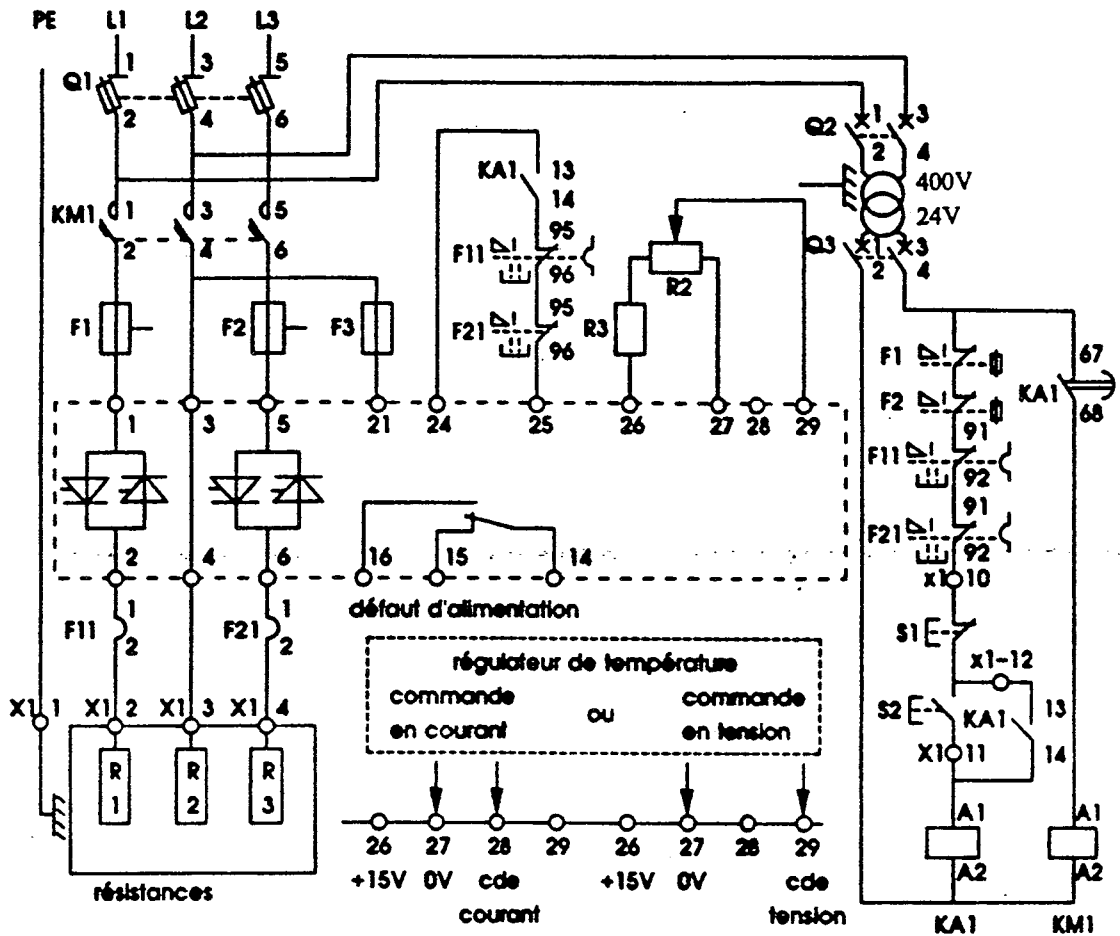
Le point 1 de l'échelle porté en abscisse correspond à l'intensité d'emploi nominale des Gradipak quels que soient leurs calibres.

Ainsi, pour toute surintensité allant jusqu'à 4 In, voire 8 In, la protection est assurée par le RM1-XA.

Lorsqu'un courant d'emploi, inférieur au calibre du Gradipak, permet d'utiliser un calibre de relais RM1, inférieur à celui mentionné page 3/187, la protection des thyristors en est d'autant mieux assurée.

Multiple du courant correspondant au calibre du gradateur





## GRADATEURS

Par trains d'ondes entières

	Calibre	Puissance maximale			Référence du GRADIPAK
		220V	380V	415V	
	A	kVA	kVA	kVA	
MONOPHASE	50	11	19	21	LH1-BR11MQ
	70	15	27	29	LH1-BT11MQ
	90	20	34	37	LH1-BV11MQ
	110	24	42	46	LH1-CB11MQ
	170	38	65	71	LH1-CF11MQ
	300	66	114	124	LH1-CM11MQ
	400	88	152	166	LH1-CP11MQ
	630	139	240	262	LH1-CT11MQ
	800	176	304	332	LH1-CV11MQ
	1000	220	380	415	LH1-MB11MQ
TRIPHASE	40	15	26,4	29	LH1-BP12MQ
	50	19	33	36	LH1-BR12MQ
	70	26,6	46	50	LH1-BT12MQ
	110	42	72	79	LH1-CB12MQ
	170	65	112	122	LH1-CF12MQ
	300	114	197	215	LH1-CM12MQ
	400	152	263	287	LH1-CP12MQ
	630	240	415	453	LH1-CT12MQ
	800	304	526	574	LH1-CV12MQ
	1000	380	658	718	LH1-MB12MQ

## ATTRIBUTIONS DES ENTREES / SORTIES DE L'AUTOMATE TSX17

<b>CAPTEURS</b>	Désignation	Repère		E / S
Sécurité automatique des bacs	Bouton poussoir NO électrique	Sécu		I0,0
Niveau bas bac B1	Détecteur de niveau capacitif	LAL1		I0,1
Niveau Haut bac B1	Détecteur de niveau capacitif	LAH1		I0,2
Niveau bas bac B2	Détecteur de niveau capacitif	LAL2		I0,3
Niveau Haut bac B2	Détecteur de niveau capacitif	LAH2		I0,4
Niveau bas bac B3	Détecteur de niveau capacitif	LAL3		I0,5
Niveau intermédiaire bac B3	Détecteur de niveau capacitif	LAH3		I0,6
Niveau Haut bac B3	Détecteur de niveau capacitif	LAHH3		I0,7
Arrêt alarme sonore	Bouton poussoir NO électrique	ATAL		I0,8
<b>ACTIONNEURS</b>			Rep. Commande	
Alarme sonore niveau intermédiaire bac B3	Sirène 80 dB alimentation 24 V ~	K2		O0,0
Alarme Niveau Haut bacs B2 et B3	Gyrophare orange alimentation 24 V ~	H1		O0,1
Pompe P2	Pompe centrifuge / moteur 3 × 400 V ~ 3000 W	P2	KM1	O0,2
Evacuation Bac B1	Electrovanne NF 24 V ~	EV1	KA1	O0,3
Arrivée bac B2	Electrovanne NF 24 V ~	EV2	KA2	O0,4
Arrivée bac B3	Electrovanne NF 24 V ~	EV3	KA3	O0,5
Arrivée HDI + Impuretés	Electrovanne NF 24 V ~	EV4	KA4	O0,6
Evacuation bacs B2 et B3	Electrovanne NF 24 V ~	EV6	KA6	O0,7