



Ce document a été mis en ligne par l'organisme [FormaV®](#)

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

[www.formav.co/explorer](http://www.formav.co/explorer)

Brevet de Technicien Supérieur

## **CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE**

### **U52 – Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation**

*Durée : 3 heures*

*Coefficient : 5*

**Matériel autorisé :**

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Aucun document autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet se compose de 24 pages, numérotées de 1/24 à 24/24.

S'il apparaît au candidat qu'une donnée est manquante ou erronée, il pourra formuler toutes les hypothèses qu'il jugera nécessaires pour résoudre les questions posées. Il justifiera, alors, clairement et précisément ces hypothèses.

Au début de chaque question seront précisées les annexes à utiliser

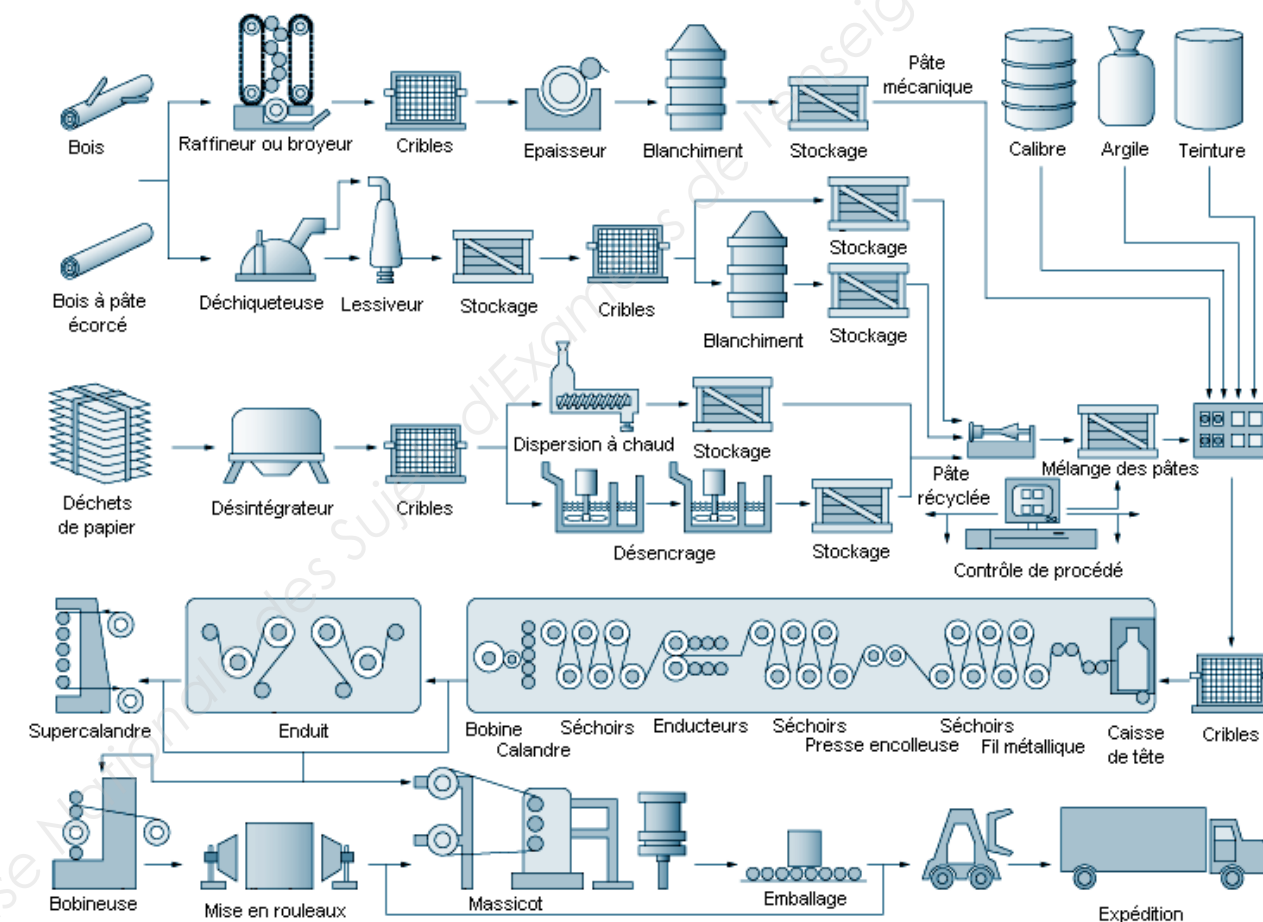
BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2018
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	<b>Code : CA52AII</b>	Page 1/24

## L'évolution et la structure de l'industrie papetière

On pense que la fabrication du papier a débuté en Chine environ 100 ans avant J.-C. Chiffons, chanvre et herbes servaient de matières premières que l'on battait contre des mortiers en pierre en guise de première technique de séparation des fibres. Malgré la mécanisation qui a suivi, les méthodes de production discontinue et les sources de fibres naturelles sont restées inchangées jusqu'à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle. Les premières machines à papier en continu ont été brevetées au début du XIX<sup>e</sup> siècle. Des méthodes de production de bois à pâte, source de fibres plus abondante que les chiffons et les herbes, ont été mises au point entre 1844 et 1884, et elles comprenaient l'abrasion mécanique ainsi que l'emploi de produits chimiques comme la soude, les sulfites et les sulfates (papier kraft). Ces changements ont été à l'origine des techniques modernes de fabrication de la pâte et du papier.

Source : Bureau International du Travail

**Figure 1 : Étapes de la fabrication de pâte et de papier**



Source : d'après Weidenmüller, 1984.

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2018
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	<b>Code : CA52AII</b>	Page 2/24

**Description de l'installation**

On considère le schéma simplifié d'une installation (en ANNEXE 1) dont le but est de fabriquer du papier, de grammage donné, et avec un certain tonnage horaire. Le grammage est le poids d'un  $\text{m}^2$  de feuille. Il dépend essentiellement de l'épaisseur de la feuille.

La pâte à papier livrée en cubes est réhydratée et malaxée dans les cuves appelées pulpeurs (repérées CUVE-1 et CUVE-2). Les cuves fonctionnent en alternance : lorsque l'une d'entre elles est en préparation, l'autre est en production.

La hauteur des cuves est de 10 m et leur diamètre de 6 m.

La concentration moyenne  $C_1$  en pâte est de  $100 \text{ g.L}^{-1}$ . Un volume constant d'adjuvant  $V_a$  pris dans le réservoir RS-1 est ajouté au contenu de chaque cuve en fin de préparation.

La pâte ainsi réhydratée est acheminée vers le cuvier (CUVE-3) pour y être diluée avec de l'eau pure arrivant par une canalisation de diamètre 40 mm, de manière à ce que la concentration soit amenée à la valeur souhaitée  $C_3$ .

Pour un point de fonctionnement moyen,  $Q_3$  (sortie cuve 3) est de  $10 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ ,  $Q_{\text{eau}}$  de  $9 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$  et  $Q_{\text{pâte}}$  de  $1 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ . La valeur de  $C_3$  (de valeur moyenne :  $10 \text{ g.L}^{-1}$ ) est réglée par un correcteur repéré AIC1.

Lorsque la pâte est à la concentration souhaitée, elle est acheminée vers la caisse de tête dont le rôle est de doser le débit de la suspension vers la machine à papier proprement dite. Le niveau dans la caisse de tête est régulé par le régulateur LIC3. D'autre part la caisse de tête peut être mise sous pression d'air, (mesurée par PT4), par action sur deux vannes de régulation. La caisse de tête comporte dans sa partie inférieure une lèvre réglable en hauteur par laquelle s'écoule la pâte. On dose le débit de sortie en réglant la vitesse de jet  $V_j$  par un dispositif non représenté.

La pâte arrive alors sur une table de formation de la feuille. La table est composée d'une toile métallique sans fin, à maille très fine avançant à la vitesse de  $3 \text{ m.s}^{-1}$ . L'eau contenue dans la pâte est aspirée à travers la toile, les fibres de papier s'agglomèrent et la feuille se forme. Ensuite la feuille humide est décollée de la toile et pressée entre deux rouleaux.

Afin d'éliminer le restant d'eau, la feuille ainsi formée est acheminée vers la sécherie constituée de rouleaux métalliques chauffés avec de la vapeur d'eau.

En sortie de sécherie, les caractéristiques (grammage, couleurs, largeur) de la feuille sont analysées : le grammage est mesuré par rayons gamma, la couleur et la largeur sont déterminées par des mesures optiques.

Après mesures et vérifications la feuille est bobinée.

On peut préciser que la feuille de papier avance à vitesse constante de  $3 \text{ m.s}^{-1}$  et la longueur de la feuille est de 160 m.

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2018
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	<b>Code : CA52AII</b>	Page 3/24

***Il incombe au candidat de passer le temps nécessaire à l'élaboration de la réponse aux questions. La qualité de rédaction, la structuration de l'argumentation et la rigueur des calculs seront valorisées ainsi que les prises d'initiative même si elles n'aboutissent pas. Il convient donc que celle-ci apparaissent sur la copie.***

## **Préparation de la pâte à papier**

**Pour traiter cette partie, utiliser les annexes1, 2, 3 et 10**

La pâte à papier livrée en cubes est réhydratée et malaxée dans les cuves appelées pulpeurs (repérées CUVE-1 et CUVE-2). Celles-ci fonctionnent en alternance : Lorsque l'une d'entre elle est en préparation, l'autre est en production.

Des clapets anti-retour VC1 et VC2 placés à la sortie des cuves empêchent celles-ci de se vider l'une dans l'autre.

Un commutateur MA permet de commander le démarrage et l'arrêt du cycle. Le cycle peut commencer si l'autorisation de lancement du cycle (variable PRE) est à l'état logique "1" et si le niveau de la cuve RS-1 contenant les adjuvants est supérieur à un seuil minimum de 50 cm.

La vanne d'isolement de la cuve en préparation (Ev3 ou Ev4) est fermée, la vanne d'alimentation en pâte correspondante est ouverte (VP1 ou VP2) et l'agitateur (commande moteur Z1 ou Z2) est mis en fonctionnement. Lorsque la cuve est remplie (N1H au niveau haut), l'ajout de l'adjuvant s'effectue par ouverture de la vanne correspondante (Ev1 ou Ev2).

La mesure du volume d'adjuvant s'effectue à l'aide d'un capteur à palette. La sortie signal du transmetteur délivre des impulsions qui sont comptées par l'automate (variable VAL\_FT1). Lorsque le volume d'adjuvant a atteint la valeur de consigne (fixé en litre par la variable interne VAL\_ADJ), la vanne correspondante à l'alimentation de la cuve en préparation (Ev1 ou Ev2) se ferme et l'agitation se poursuit pendant 10 minutes.

Lorsque l'agitation cesse, la cuve ayant fini son cycle de préparation peut passer en production ; à ce moment la vanne d'isolement de la cuve prête (Ev3 ou Ev4) s'ouvre et l'autre cuve peut commencer un cycle de préparation.

**Q1-** Compléter sur le document réponse 4 les séquences gestion de production de la pâte GT1, GT2, GT3 et GT4.

### **Gestion des sécurités**

En cas d'anomalie de fonctionnement sur la chaîne de production, un opérateur appuie sur un bouton d'arrêt d'urgence "Aur".

L'appui sur "Aur" provoque l'arrêt du GRAFCET GP (préparation de la pâte) et l'initialisation des séquences de production et de préparation (GT1, GT2, GT3 et GT4). Le déverrouillage du bouton d'arrêt d'urgence provoque l'initialisation du GRAFCET GP.

**Q2-** Établir le GRAFCET de gestion d'arrêt d'urgence GUR.

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2018
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	<b>Code : CA52AII</b>	Page 4/24

**Gestion de la mesure de niveau**

La mesure de niveau dans la cuve d'adjuvant RS-1 s'effectue par un transmetteur à ultrason relié à une entrée signal 4-20 mA de l'automate.

L'échelle du transmetteur a été réglée entre 0 cm et 100 cm.

La variable associée LT1 est codée en binaire naturel non signé sur 8 bits comme l'indique le tableau suivant :

Niveau [cm]	Signal transmetteur [mA]	Valeur automate (binaire)
0	4	0000 0000
10		
50		
100	20	1111 1111

**Q3-** Donner la valeur (en cm) de la plus petite variation de niveau détectable par l'automate.

**Q4-** Déterminer les valeurs manquantes du tableau.

## Concentration de la pâte

### ANNEXES 1, 2, 3, 4 et DOCUMENT RÉPONSE1 (CUVE 3)

**Q5-** Analyser le fonctionnement afin de déterminer le sens d'action du régulateur de concentration.

La vanne V1 est FPMA.

Le relevé de l'essai en boucle ouverte est disponible, il sera possible de l'analyser sur le document réponse 1 à rendre avec la copie.

**Q6-** Déterminer les valeurs de réglage du régulateur PI.

En analysant la réponse en boucle ouverte, le choix de régulateur PI permet-il d'obtenir une réponse satisfaisante en boucle fermée ?

## Analyse de la régulation de niveau de la cuve 3

### ANNEXES 1, 2, 5, 6 et DOCUMENT RÉPONSE 2

Une boucle simple de régulation de niveau a été installée.

**Q7-** En analysant l'enregistrement donné en ANNEXE 5 (donnant l'influence des variations du débit  $Q_e$  sur la mesure du niveau), proposer en argumentant une modification de la stratégie de régulation.

Réaliser un schéma TI sur le document réponse 2.

On pourra utiliser l'ANNEXE 6 pour choisir un appareil nécessaire. (On préférera les appareils alimentés en 24 V à raccorder par brides).

Justifier le(s) sens d'action(s) du ou des régulateurs choisis.

## Régulation de pression caisse de tête

### ANNEXES 1, 2, 7 et DOCUMENT RÉPONSE 3

On a à notre disposition en atelier trois ensembles vannes avec positionneurs de régulation GX FISCHER DVC 2000 commandés par un signal 4-20 mA, 2 vannes NF(normalement fermée) et une NO(normalement ouverte).

**Q8-** Proposer une stratégie, ainsi que tout ce qui sera utile à sa mise en œuvre, pour réguler la pression de l'air au-dessus de la pâte dans la caisse de tête. On précise que pour une sortie du régulateur  $Y_r$  de 50% la ou les vannes sont fermées. On prendra en compte l'aspect sécurité pour le choix des vannes.

**Il sera possible de réaliser sur le document réponse 3 :**

-un schéma TI avec positionnement des vannes, qui prend en compte l'aspect sécurité pour le choix des vannes ;

-un diagramme de partage des deux vannes ;

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2018
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	<b>Code : CA52AII</b>	Page 6/24

## CA52AII

- un schéma de programmation type SNCC du partage en utilisant les blocs fournis en ANNEXE 7 à faire sur la copie ;
- un schéma de câblage électrique régulateur /positionneur.

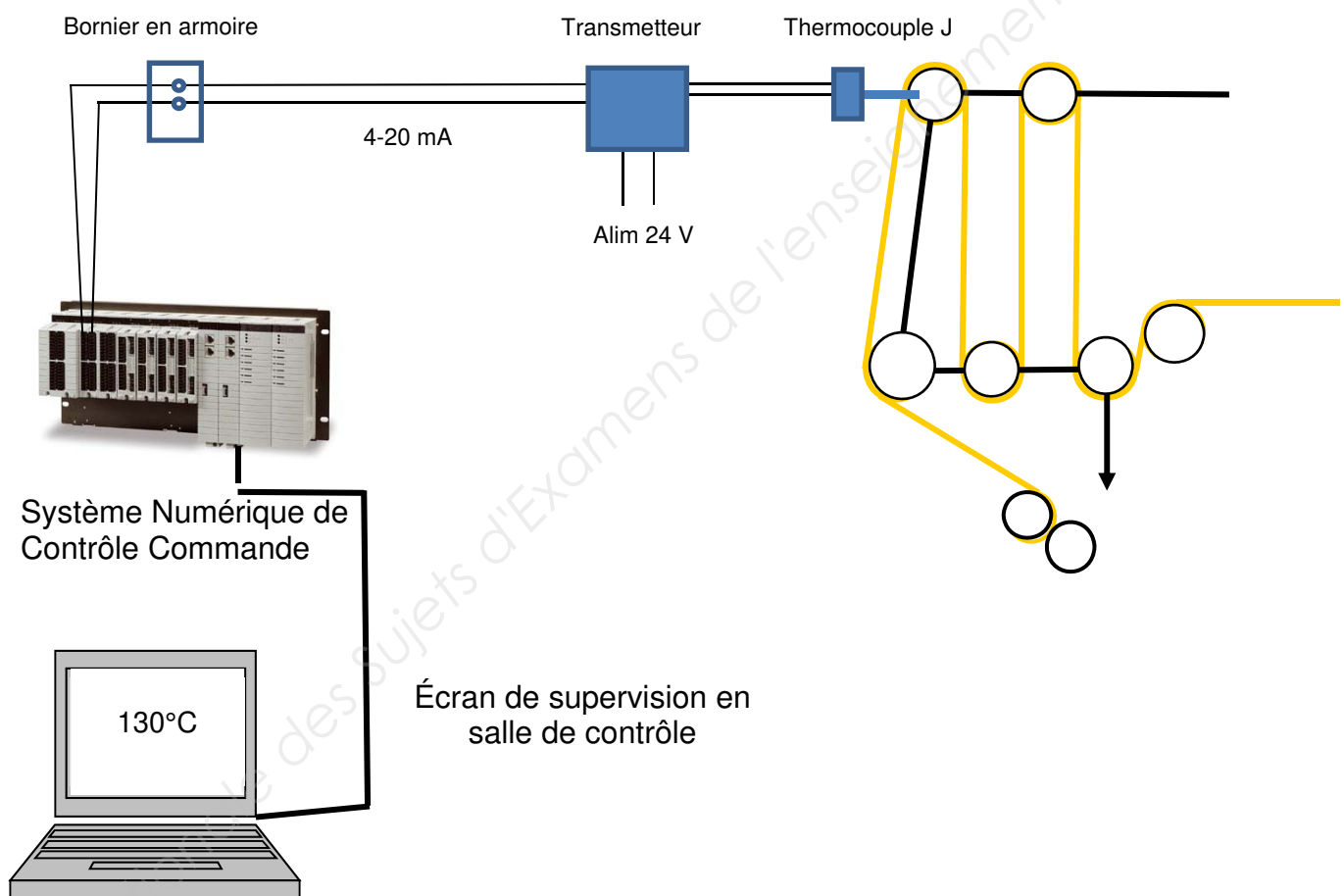
### Mesure de température au niveau de la sècherie

#### ANNEXES 8 et 9

Afin d'optimiser la production, on analyse régulièrement les profils de températures au niveau des rouleaux de la sècherie.

Pour cela une chaîne de mesure de température est mise en place :

On dispose d'un transmetteur (étalonné entre 0 et 100°C) actif relié à un thermocouple type J.



Le transmetteur utilisé ne dispose pas de la compensation de soudure froide, il a été étalonné pour une température ambiante de 20 °C.

**Q9-** Proposer une méthode d'étalonnage du transmetteur (ainsi que les calculs éventuels).

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2018
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	<b>Code : CA52AII</b>	Page 7/24

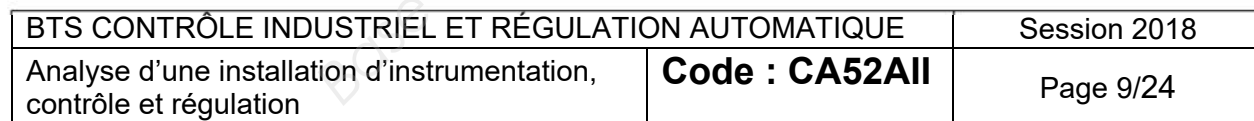


**Q10-** L'affichage sur l'écran de la supervision est le suivant : 130°C. Or il est impossible physiquement que la température atteigne cette valeur !

Ayant à votre disposition le matériel présenté dans l'ANNEXE 9, proposer une démarche structurée en précisant les hypothèses faites, pour déterminer la raison de ce problème d'affichage.

On pourra s'appuyer sur des schémas de câblage électrique qui correspondront aux différents tests réalisés.

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2018
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	<b>Code : CA52AII</b>	Page 8/24



## ANNEXE 2

### NOMENCLATURE/TABLE DES VARIABLES

#### Entrées

Désignation	Type	Fonction
N1H	TOR	Niveau haut CUVE-1 à l'état logique 1 en présence de produit
N1B	TOR	Niveau bas CUVE-1 à l'état logique 0 en présence de produit
N2H	TOR	Niveau haut CUVE-2 à l'état logique 1 en présence de produit
N2B	TOR	Niveau bas CUVE-2 à l'état logique 0 en présence de produit
Aur	TOR	Bouton d'arrêt d'urgence verrouillable de type NF
LT1	Réel	Image du niveau cuve adjuvant RS-1, en échelle physique, variant de 0 à 100.
MA	TOR	Commutateur de commande de « marche/arrêt » du cycle MA=1 démarrage du cycle MA=0 arrêt du cycle
FT1	TOR	Entrée comptage du débitmètre
VAL_FT1	Réel	Nombre d'impulsions comptées

#### Sorties

Désignation	Type	Fonction
VP1	TOR	Vanne d'alimentation de la cuve 1, de type NF
VP2	TOR	Vanne d'alimentation de la cuve 2, de type NF
Ev3	TOR	Vanne d'isolement de la cuve 1, de type NF
Ev4	TOR	Vanne d'isolement de la cuve 2, de type NF
Ev1	TOR	Vanne d'injection d'adjuvant de la cuve 1, de type NF
Ev2	TOR	Vanne d'injection d'adjuvant de la cuve 2, de type NF
Z1	TOR	Agitateur cuve 1, commande à l'état logique 1
Z2	TOR	Agitateur cuve 2, commande à l'état logique 1

#### Bits et mots automate

Désignation	Type	Fonction
PRE	Booléen	Autorisation de lancement du cycle de préparation de la pâte
VAL_ADJ	Réel	Consigne du volume d'adjuvant en Litre

#### Vannes de régulation

Désignation	Type	Fonction
V1	FPMA	Alimentation en pâte de la cuve 3
V2	FPMA	Alimentation en eau de la cuve 3
Vevent		à analyser
Vair		à analyser

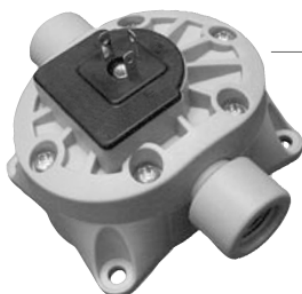
#### Appareils de mesure utiles

Désignation	Type	Fonction
LT2	4-20 mA	Mesure du niveau dans la cuve 3
FT2	4-20 mA	Mesure du débit d'eau Qe
PT4	4-20 mA	Mesure de la pression dans la caisse de tête <b>(0-3 bar)</b>

### ANNEXE 3

#### CAPTEUR DE DÉBIT FT1

## CAPTEUR DE DEBIT SERIE ROUES OVALES



- Pour fluides visqueux de 5 à 8000 Centistokes
- Faible perte de charge
- Bonne précision  $\pm 1\%$
- Raccord G 1/4" femelle
- 10 bar maxi

#### GENERALITES - PRINCIPE

Ces capteurs de débit de très bonne précision dans la plage d'utilisation, sont à utiliser pour le dosage et la mesure de débit des fluides visqueux tel que : sirop, huile, détergent plus ou moins concentré. L'instrument se compose de deux roues à engrenage entraînées par le fluide. Chaque rotation correspond à une quantité précise de liquide. Chaque roue équipée d'un aimant noyé, délivre au travers d'un capteur à effet hall, des impulsions dont le nombre est proportionnel au débit.

#### CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Plage de débit	: 0.06-16.0 l/min (dépendant de la viscosité)
Précision de mesure	: $\pm 1\%$ (dépendant de la viscosité)
Reproductibilité	: $< \pm 0.25\%$
Température d'utilisation	: -10...+65 °C
Pression maxi	: 10 bar à 20 °C
Position de montage	: Horizontale (recommandée)
Ø de passage	: 7 mm
Viscosité	: 5...8000 Centistokes
Tension d'alimentation	: 4.5...24 V DC (12 V DC recommandée)
Consommation	: 8 mA à 25 mA maxi
Type de signal	: Collecteur ouvert NPN
Voltage du signal	: 0 V GND
Charge du signal	: 5 mA maxi
Courant de fuite	: 10 $\mu$ A maxi
Connexions	: 3-pin AMP 2.8 x 0.8 mm
Signal	: Sortie signal carré
Cycle de service	: 50% $\pm 3\%$
Boîtier	: PEEK 150 GL 30
Axes	: Inox 1.4435
O-ring	: FPM
	: EPDM (S/DDE)
Turbine	: PEEK
Aimants	: NdFeB (Neodym) (sans contact avec le produit)

#### CODE ET CARACTERISTIQUES

Code	Référence	Ø de passage	Impulsions /litre	g /impulsion	Débit mini litres /mn départ linéaire	Débit maxi litres /mn	Perte de charge
782 505	OV 16	7,00 mm	462	2,166	0,0653	5,35	0,29 bar

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE	Session 2018
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	Code : CA52AII Page 11/24

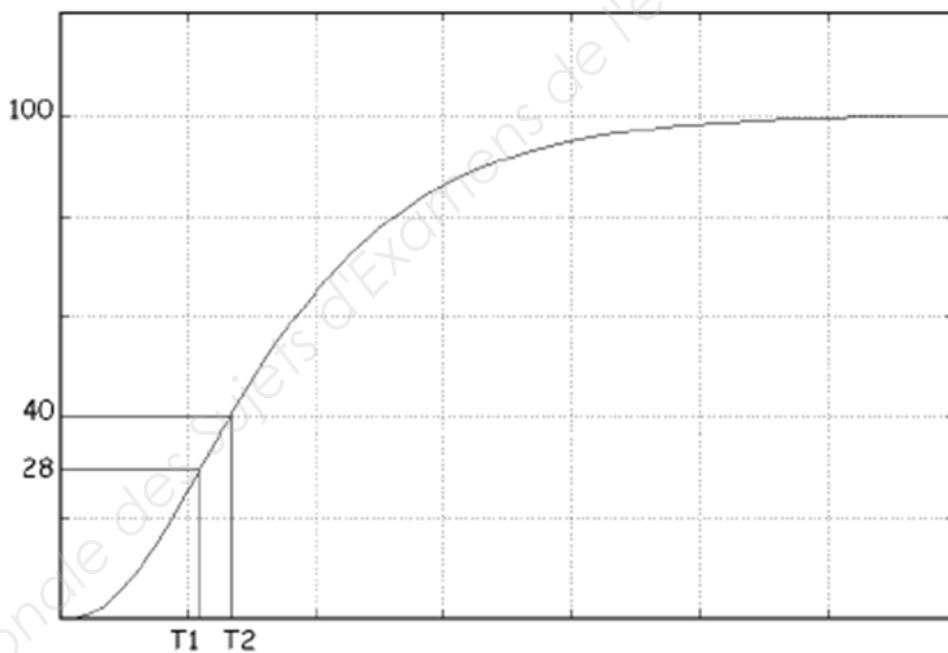
## ANNEXE 4

### Méthode de BROÏDA

Tableau des réglages de Broïda d'un régulateur PI parallèle

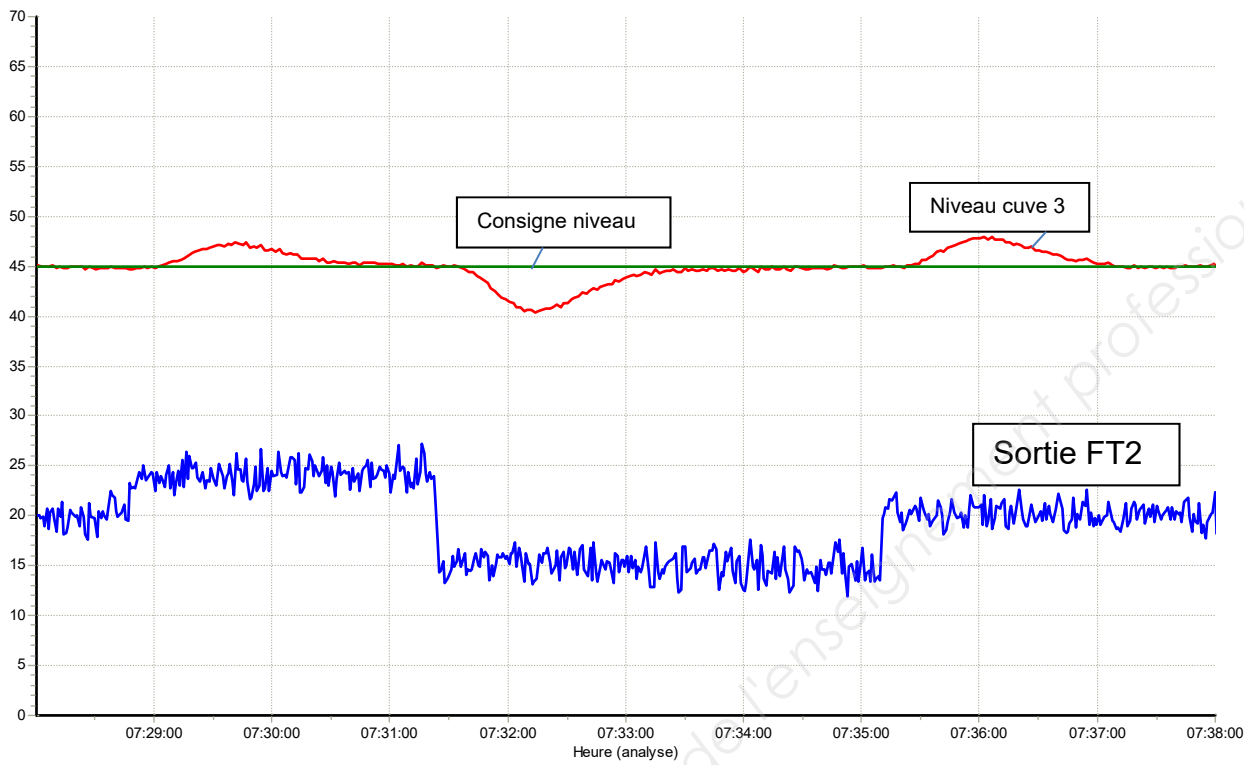
	PI //	PID//
<b>BP en %</b>	$\frac{125 \times K \times T}{\tau}$	$\frac{120 \times K \times T(\tau + 0.4T)}{\tau}$
<b>Ti en s</b>	$1.25 \times K \times \tau$	$\frac{1.3 \times K}{T}$
<b>Td en s</b>		$\frac{0.35 \times \tau}{K}$

Méthode d'identification de Broïda



$$K = \frac{\Delta M}{\Delta Y_r} \quad \tau = 5,2(t_2 - t_1) \quad T = 2,8t_1 - 1,8t_2$$

ANNEXE 5  
ÉVOLUTION DU NIVEAU DE LA CUVE 3 ET DU DÉBIT D'EAU



**ANNEXE 6**  
**Transmetteurs de débit PROMAG 10D (ENDRESS HAUSER)**



### Valeurs de débit

Diamètre nominal		Débit recommandé	Réglages usine		
[mm]	[inches]	Fin d'échelle min./max. (v ~ 0,3 ou 10 m/s)	Fin d'échelle sortie courant (v ~ 2,5 m/s)	Valeur impulsion (~ 2 impulsions/s)	Débit de fuite (v ~ 0,04 m/s)
25	1"	9...300 dm <sup>3</sup> /min	75 dm <sup>3</sup> /min	0,50 dm <sup>3</sup>	1 dm <sup>3</sup> /min
40	1 1/2"	25...700 dm <sup>3</sup> /min	200 dm <sup>3</sup> /min	1,50 dm <sup>3</sup>	3 dm <sup>3</sup> /min
50	2"	35...1100 dm <sup>3</sup> /min	300 dm <sup>3</sup> /min	2,50 dm <sup>3</sup>	5 dm <sup>3</sup> /min
65	-	60...2000 dm <sup>3</sup> /min	500 dm <sup>3</sup> /min	5,00 dm <sup>3</sup>	8 dm <sup>3</sup> /min
80	3"	90...3000 dm <sup>3</sup> /min	750 dm <sup>3</sup> /min	5,00 dm <sup>3</sup>	12 dm <sup>3</sup> /min
100	4"	145...4700 dm <sup>3</sup> /min	1200 dm <sup>3</sup> /min	10,00 dm <sup>3</sup>	20 dm <sup>3</sup> /min

#### Débitmètre électromagnétique Promag 10D (Montage entre brides)

#### Réf. article

Revêtement	Alimentation ; affichage	Diamètre	
Polyamide, KTW/W270 certifié pr le contact av. l'eau potable	85-250 V AC ; 2-ligne, boutons-poussoirs	DN25	10D25-□CGA1AA0A4AA+M1
		DN40	10D40-□CGA1AA0A4AA+M1
		DN50	10D50-□CGA1AA0A4AA+M1
		DN65	10D65-□CGA1AA0A4AA+M1
		DN80	10D80-□CGA1AA0A4AA+M1
		DN100	10D1H-□CGA1AA0A4AA+M1
	20-28 V AC / 11-40 V DC ; 2-ligne, boutons-poussoirs	DN25	10D25-□CGA1AA0A5AA+M1
		DN40	10D40-□CGA1AA0A5AA+M1
		DN50	10D50-□CGA1AA0A5AA+M1
		DN65	10D65-□CGA1AA0A5AA+M1
		DN80	10D80-□CGA1AA0A5AA+M1
		DN100	10D1H-□CGA1AA0A5AA+M1

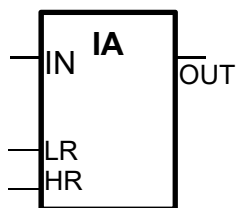
#### Débitmètre électromagnétique Promag 10D (Raccord fileté)

#### Réf. article

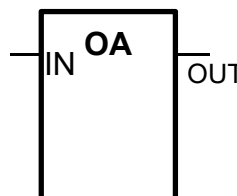
Revêtement	Alimentation ; affichage	Diamètre	
Polyamide, KTW/W270 certifié pr le contact av. l'eau potable	85-250 V AC ; 2-ligne, boutons-poussoirs	DN25	10D25-□UGA1AA0A4AA
		DN40	10D40-□UGA1AA0A4AA
		DN50	10D50-□UGA1AA0A4AA
	20-28 V AC / 11-40 V DC ; 2-ligne, boutons-poussoirs	DN25	10D25-□UGA1AA0A5AA
		DN40	10D40-□UGA1AA0A5AA
		DN50	10D50-□UGA1AA0A5AA

## Annexe 7

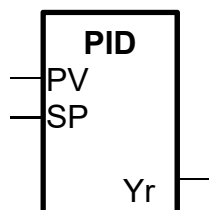
## Blocs de programmation disponibles



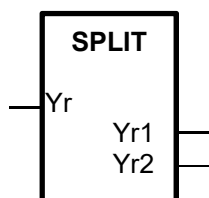
Bloc entrée analogique. Entrée 4-20 mA Sortie 0-100%  
(Valeurs à paramétrer, Bas Échelle, Haut Échelle)



Bloc sortie analogique Entrée 0-100% Sortie 4-20mA

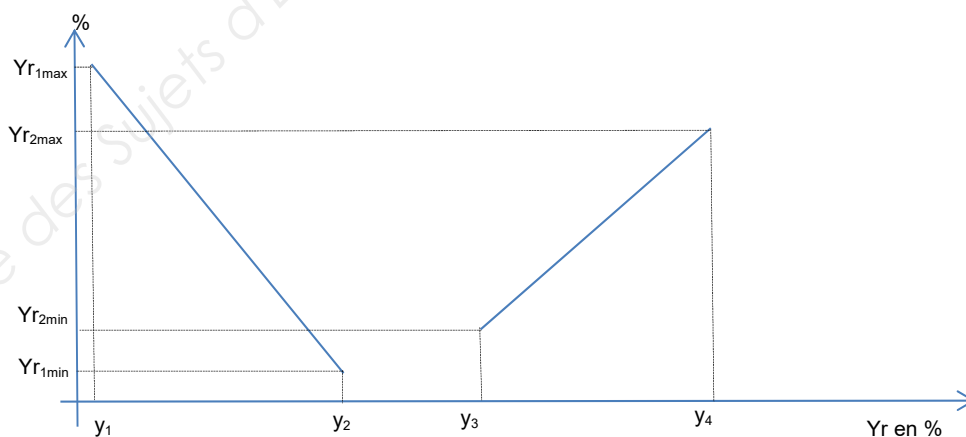


Bloc régulateur PID. Entrée mesure (PV) en % Entrée Consigne (SP) en %, Sortie (Yr) 0-100%



Bloc Split range : La fonction split-range permet de piloter deux vannes de régulations avec une seule grandeur réglante. A partir de la valeur réglante Yr servant de signal d'entrée, la fonction split-range génère les deux signaux de sortie : valeur réglante Yr1 et valeur réglante Yr2

Valeur à programmer ( $Yr_{1min}$ ,  $Yr_{1max}$ ,  $Yr_{2min}$ ,  $Yr_{2max}$ ,  $y_1$ ,  $y_2$ ,  $y_3$ ,  $y_4$ )





## ANNEXE 8 : Thermocouples

Revised Thermocouple  
Reference Tables

# TYPE

Reference  
Tables  
N.I.S.T.  
Monograph 175  
Revised to  
ITS-90

ANSI color code

IEC color code



Iron  
VS.  
Copper-Nickel

Extension  
Grade

## MAXIMUM TEMPERATURE RANGE

Thermocouple Grade: 32 to 1382°F 0 to 75

Extension Grade: 32 to 392°F 0 to 200°C

LIMITS OF ERROR (whichever is greater)

Standard: 2.2°C or 0.75%

Special: 1.1°C or 0.4%

COMMENTS, BARE WIRE ENVIRONMENT

Reducing, Vacuum, Inert; Limited Use in

Oxidizing at High Temperatures;

Not Recommended for Low Temperatures

TEMPERATURE IN DEGREES °C  
REFERENCE JUNCTION AT 0°C

## Thermoelectric Voltage in Millivolts

	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	°C	°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
-200	-8.095	-8.076	-8.057	-8.037	-8.017	-7.996	-7.976	-7.955	-7.934	-7.912	-7.890	-200	500	27.393	27.449	27.505	27.561	27.617	27.673	27.729	27.785	27.841	27.897	27.953	500
-190	-7.890	-7.868	-7.846	-7.824	-7.801	-7.778	-7.755	-7.731	-7.707	-7.683	-7.659	-190	510	27.953	28.010	28.066	28.122	28.178	28.234	28.290	28.346	28.402	28.458	28.514	510
-180	-7.659	-7.634	-7.610	-7.585	-7.559	-7.534	-7.508	-7.482	-7.456	-7.429	-7.403	-180	520	28.516	28.572	28.629	28.685	28.741	28.798	28.854	28.911	28.967	29.024	29.080	520
-170	-7.403	-7.376	-7.348	-7.321	-7.293	-7.265	-7.237	-7.209	-7.181	-7.152	-7.123	-170	530	29.080	29.137	29.194	29.250	29.307	29.363	29.420	29.477	29.534	29.590	29.647	530
-160	-7.123	-7.094	-7.064	-7.035	-7.005	-6.975	-6.944	-6.914	-6.883	-6.853	-6.821	-160	540	29.647	29.704	29.761	29.818	29.874	29.931	29.988	30.045	30.102	30.159	30.216	540
-150	-6.821	-6.790	-6.759	-6.727	-6.695	-6.663	-6.631	-6.598	-6.566	-6.533	-6.500	-150	550	30.216	30.273	30.330	30.387	30.444	30.502	30.559	30.616	30.673	30.730	30.788	550
-140	-6.500	-6.467	-6.433	-6.400	-6.366	-6.332	-6.298	-6.263	-6.229	-6.194	-6.159	-140	560	30.788	30.845	30.902	30.960	31.017	31.074	31.132	31.189	31.247	31.304	31.362	560
-130	-6.159	-6.124	-6.089	-6.054	-6.018	-5.982	-5.946	-5.910	-5.874	-5.838	-5.801	-130	570	31.362	31.419	31.477	31.535	31.592	31.650	31.708	31.766	31.823	31.881	31.939	570
-120	-5.801	-5.764	-5.727	-5.690	-5.653	-5.616	-5.578	-5.541	-5.503	-5.465	-5.426	-120	580	31.939	31.997	32.055	32.113	32.171	32.229	32.287	32.345	32.403	32.461	32.519	580
-110	-5.426	-5.388	-5.350	-5.311	-5.272	-5.233	-5.194	-5.155	-5.116	-5.076	-5.037	-110	590	32.519	32.577	32.636	32.694	32.752	32.810	32.868	32.927	32.985	33.044	33.102	590
-100	-5.037	-4.997	-4.957	-4.917	-4.877	-4.836	-4.796	-4.755	-4.714	-4.674	-4.633	-100	600	33.102	33.161	33.219	33.278	33.337	33.395	33.454	33.513	33.571	33.630	33.689	600
-90	-4.633	-4.591	-4.550	-4.509	-4.467	-4.425	-4.384	-4.342	-4.300	-4.257	-4.215	-90	610	33.689	33.748	33.807	33.866	33.925	33.984	34.043	34.102	34.161	34.220	34.279	610
-80	-4.215	-4.173	-4.130	-4.088	-4.045	-4.002	-3.959	-3.916	-3.872	-3.829	-3.786	-80	620	34.279	34.338	34.397	34.457	34.516	34.575	34.635	34.694	34.754	34.813	34.873	620
-70	-3.786	-3.742	-3.698	-3.654	-3.610	-3.566	-3.522	-3.478	-3.434	-3.389	-3.344	-70	630	34.873	34.932	34.992	35.051	35.111	35.171	35.230	35.290	35.350	35.410	35.470	630
-60	-3.344	-3.300	-3.255	-3.210	-3.165	-3.120	-3.075	-3.029	-2.984	-2.938	-2.893	-60	640	35.470	35.530	35.590	35.650	35.710	35.770	35.830	35.890	35.950	36.010	36.071	640
-50	-2.893	-2.847	-2.801	-2.755	-2.709	-2.663	-2.617	-2.571	-2.524	-2.478	-2.431	-50	650	36.071	36.131	36.191	36.252	36.312	36.373	36.433	36.494	36.554	36.615	36.675	650
-40	-2.431	-2.385	-2.338	-2.291	-2.244	-2.197	-2.150	-2.103	-2.055	-2.008	-1.961	-40	660	36.675	36.736	36.797	36.858	36.919	36.979	37.040	37.101	37.162	37.223	37.284	660
-30	-1.961	-1.913	-1.865	-1.818	-1.770	-1.722	-1.674	-1.626	-1.578	-1.530	-1.482	-30	670	37.284	37.346	37.407	37.468	37.529	37.590	37.651	37.712	37.773	37.834	37.895	670
-20	-1.482	-1.433	-1.385	-1.336	-1.288	-1.239	-1.190	-1.142	-1.093	-1.044	-0.995	-20	680	37.895	37.956	38.017	38.078	38.139	38.200	38.261	38.322	38.383	38.444	38.505	680
-10	-0.995	-0.946	-0.896	-0.847	-0.798	-0.749	-0.699	-0.650	-0.600	-0.550	-0.501	-10	690	38.512	38.574	38.636	38.698	38.760	38.822	38.884	38.946	39.008	39.070	39.132	690
0	-0.501	-0.451	-0.401	-0.351	-0.301	-0.251	-0.201	-0.151	-0.101	-0.050	0.000	0	700	39.132	39.194	39.256	39.318	39.381	39.443	39.505	39.568	39.630	39.693	39.755	700
10	0.000	0.050	0.101	0.151	0.202	0.253	0.303	0.354	0.405	0.456	0.507	10	710	39.755	39.818	39.880	39.943	40.005	40.068	40.131	40.193	40.256	40.319	40.382	710
20	0.507	0.558	0.609	0.660	0.711	0.762	0.814	0.865	0.916	0.968	1.019	20	720	40.382	40.445	40.508	40.570	40.633	40.696	40.759	40.822	40.885	40.949	41.012	720
30	1.019	1.071	1.122	1.174	1.226	1.277	1.329	1.381	1.433	1.485	1.537	30	730	41.012	41.075	41.138	41.201	41.265	41.328	41.391	41.455	41.518	41.581	41.645	730
40	1.537	1.589	1.641	1.693	1.745	1.797	1.849	1.902	1.954	2.006	2.059	40	740	41.645	41.708	41.772	41.835	41.899	41.962	42.026	42.090	42.154	42.218	42.281	740
50	2.059	2.111	2.164	2.216	2.269	2.322	2.374	2.427	2.480	2.532	2.585	50	750	42.281	42.344	42.408	42.472	42.536	42.599	42.663	42.727	42.791	42.855	42.919	750
60	2.585	2.638	2.691	2.744	2.797	2.850	2.903	2.956	3.009	3.062	3.116	60	760	42.919	42.983	43.047	43.111	43.175	43.239	43.303	43.367	43.431	43.495	43.559	760
70	3.116	3.169	3.222	3.275	3.329	3.382	3.436	3.489	3.543	3.596	3.650	70	770	43.559	43.624	43.688	43.752	43.817	43.881	43.945	44.010	44.074	44.139	44.203	770
80	3.650	3.703	3.757	3.810	3.864	3.918	3.971	4.025	4.079	4.133	4.187	80	780	44.203	44.267	44.332	44.396	44.461	44.525	44.590	44.655	44.719	44.784	44.848	780
90	4.187	4.240	4.294	4.348	4.402	4.456	4.510	4.564	4.618	4.672	4.726	90	790	44.848	44.913	44.977	45.042	45.107	45.171	45.236	45.301	45.365	45.430	45.494	790
100	4.726	4.781	4.835	4.889	4.943	4.997	5.052	5.106	5.160	5.215	5.269	100	800	45.494	45.559	45.624	45.688	45.753	45.818	45.882	45.947	46.011	46.076	46.141	800
110	5.269	5.323	5.378	5.432	5.487	5.541	5.595	5.650	5.705	5.759	5.814	110	810	46.141	46.205	46.270	46.334	46.399	46.464	46.528	46.593	46.657	46.722	46.786	810
120	5.814	5.868	5.923	5.977	6.032	6.087	6.141	6.196	6.251	6.306	6.360	120	820	46.786	46.851	46.915	46.980	47.044	47.109	47.173	47.238	47.302	47.367	47.431	820
130	6.360	6.415	6.470	6.525	6.579	6.634	6.689	6.744	6.799	6.854	6.909	130	830	47.431	47.495	47.560	47.624	47.688	47.753	47.817	47.881	47.946	48.010	48.074	830
140	6.909	6.964	7.019	7.074	7.129	7.184	7.239	7.294	7.349	7.404	7.459	140	840	48.074	48.138	48.202	48.267	48.331	48.395	48.459	48.523	48.587	48.651	48.715	840
150	7.459	7.514	7.569	7.624	7.679	7.734	7.789	7.844	7.900	7.955	8.010	150	850	48.715	48.779	48.843	48.907	48.971	49.035	49.099	49.163	49.227	49.291	49.355	850
160	8.010	8.065	8.120	8.175	8.231	8.286	8.341	8.396	8.452	8.507	8.562	160	860	49.355	49.419	49.483	49.547	49.611	49.675	49.739	49.803	49.867	49.931	49.995	860
170	8.562	8.618	8.673	8.728	8.783	8.839	8.894	8.949	9.005	9.060	9.115	170	870	49.995	50.059	50.123	50.187	50.251	50.315	50.379	50.443	50.507	50.571	50.635	870
180	9.115	9.171	9.226	9.282	9.337	9.392	9.448	9.503	9.559	9.614	9.669	180	880	50.635	50.699	50.763	50.827	50.891	50.955	51.019	51.083	51.147	51.211	51.275	880
190	9.669	9.725	9.780	9.836	9.891	9.947	10.002	10.057	10.113	10.168	10.224	190	890	51.275	51.339	51.403	51.467	51.531	51.595	51.659	51.723	51.787	51.851	51.915	890
200	10.224	10.279	10.335	10.390	10.446	10.501	10.557	10.612	10.668	10.723	10.779	200	900	51.915	51.979	52.043	52.107	52.171	52.235	52.299	52.363	52.427	52.491	52.555	900
210	10.779	10.834	10.890	10.945	11.001	11.056	11.112	11.167	11.223	11.278	11.334	210	910	52.555	52.619	52.683	52.747	52.811	52.875	52.939	52.999	53.059	53.119	53.179	910
220	11.334	11.389	11.445	11.501	11.556	11.612	11.667	11.723	11.778	11.834	11.889	220	920	53.179	53.243	53.307	53.371	53.435	53.499	53.563	53.627	53.691	53.755	53.819	



## MAXIMUM TEMPERATURE RANGE

Thermocouple Grade

- 328 to 1652°F

- 200 to 900°C

Extension Grade

32 to 392°F

0 to 200°C

LIMITS OF ERROR

(whichever is greater)

Standard: 1.7°C or 0.5% Above 0°C

1.7°C or 1.0% Below 0°C

Special: 1.0°C or 0.4%

COMMENTS, BARE WIRE ENVIRONMENT:

Oxidizing or Inert; Limited Use in Vacuum or

Reducing; Highest EMF Change per Degree

TEMPERATURE IN DEGREES °C

REFERENCE JUNCTION AT 0°C

°C

Nickel-Chromium  
vs.  
Copper-NickelExtension  
GradeRevised Thermocouple  
Reference Tables
**TYPE E**  
Reference  
Tables  
N.I.S.T.  
Monograph 175  
Revised to  
ITS-90

IEC color code

ANSI color code

## Thermoelectric Voltage in Millivolts

	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	°C	°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
360	-9.835	-9.833	-9.831	-9.828	-9.825	-9.821	-9.817	-9.813	-9.808	-9.802	-9.797	-260	350	24.964	25.044	25.123	25.202	25.281	25.360	25.440	25.519	25.598	25.678	25.757	350
250	-9.797	-9.790	-9.784	-9.777	-9.770	-9.762	-9.754	-9.746	-9.737	-9.728	-9.718	-250	360	25.757	25.836	25.916	25.995	26.075	26.154	26.233	26.313	26.392	26.472	26.552	360
240	-9.718	-9.709	-9.698	-9.688	-9.677	-9.666	-9.654	-9.642	-9.630	-9.617	-9.604	-240	370	26.552	26.631	26.711	26.790	26.870	26.950	27.029	27.109	27.189	27.268	27.348	370
230	-9.604	-9.591	-9.577	-9.563	-9.548	-9.534	-9.519	-9.503	-9.487	-9.471	-9.455	-230	380	27.348	27.428	27.507	27.587	27.667	27.747	27.827	27.907	27.986	28.066	28.146	380
220	-9.455	-9.442	-9.421	-9.404	-9.386	-9.368	-9.350	-9.331	-9.313	-9.293	-9.274	-220	390	28.146	28.226	28.306	28.386	28.466	28.546	28.626	28.706	28.786	28.866	28.946	390
210	-9.274	-9.254	-9.234	-9.214	-9.193	-9.172	-9.151	-9.129	-9.107	-9.085	-9.063	-210	400	28.946	29.026	29.106	29.186	29.266	29.346	29.427	29.507	29.587	29.667	29.747	400
200	-9.063	-9.040	-9.017	-8.994	-8.971	-8.947	-8.923	-8.899	-8.874	-8.850	-8.825	-200	410	29.747	29.827	29.908	29.988	30.068	30.148	30.229	30.309	30.389	30.470	30.550	410
190	-8.825	-8.799	-8.774	-8.748	-8.722	-8.696	-8.669	-8.643	-8.616	-8.588	-8.561	-190	420	30.550	30.630	30.711	30.791	30.871	30.952	31.032	31.112	31.193	31.273	31.354	420
180	-8.561	-8.533	-8.505	-8.477	-8.449	-8.420	-8.391	-8.362	-8.333	-8.303	-8.273	-180	430	31.354	31.434	31.515	31.595	31.676	31.756	31.837	31.917	31.998	32.078	32.159	430
170	-8.273	-8.243	-8.213	-8.183	-8.152	-8.121	-8.090	-8.059	-8.027	-7.995	-7.963	-170	440	32.159	32.239	32.320	32.400	32.481	32.562	32.642	32.723	32.803	32.884	32.965	440
160	-7.963	-7.931	-7.899	-7.866	-7.833	-7.800	-7.767	-7.733	-7.700	-7.666	-7.632	-160	450	32.965	33.045	33.126	33.207	33.287	33.368	33.449	33.529	33.610	33.691	33.772	450
150	-7.632	-7.597	-7.563	-7.528	-7.493	-7.458	-7.423	-7.387	-7.351	-7.315	-7.279	-150	460	33.772	33.852	33.933	34.014	34.095	34.175	34.256	34.337	34.418	34.498	34.579	460
140	-7.279	-7.243	-7.206	-7.170	-7.133	-7.096	-7.058	-7.021	-6.983	-6.945	-6.907	-140	470	34.579	34.660	34.741	34.822	34.903	34.983	35.064	35.145	35.226	35.307	35.387	470
130	-6.907	-6.869	-6.831	-6.792	-6.753	-6.714	-6.675	-6.636	-6.596	-6.556	-6.516	-130	480	35.387	35.468	35.549	35.630	35.711	35.792	35.873	35.954	36.034	36.115	36.196	480
120	-6.516	-6.476	-6.436	-6.396	-6.355	-6.314	-6.273	-6.232	-6.191	-6.149	-6.107	-120	490	36.196	36.277	36.358	36.439	36.520	36.601	36.682	36.763	36.844	36.924	37.005	490
110	-6.107	-6.065	-6.023	-5.981	-5.939	-5.896	-5.853	-5.810	-5.767	-5.724	-5.681	-110	500	37.005	37.086	37.167	37.248	37.329	37.410	37.491	37.572	37.653	37.734	37.815	500
100	-5.681	-5.637	-5.593	-5.549	-5.505	-5.461	-5.417	-5.372	-5.327	-5.282	-5.237	-100	510	37.815	37.896	37.977	38.058	38.139	38.220	38.301	38.382	38.463	38.544	38.625	510
90	-5.237	-5.192	-5.147	-5.101	-5.055	-5.009	-4.963	-4.917	-4.871	-4.824	-4.777	-90	520	38.625	38.706	38.786	38.867	38.948	39.029	39.110	39.191	39.272	39.353	39.434	520
80	-4.777	-4.731	-4.684	-4.636	-4.589	-4.542	-4.494	-4.446	-4.398	-4.350	-4.302	-80	530	39.434	39.515	39.596	39.677	39.758	39.839	39.920	40.001	40.082	40.163	40.243	530
70	-4.302	-4.254	-4.205	-4.156	-4.107	-4.058	-4.009	-3.960	-3.911	-3.861	-3.811	-70	540	40.243	40.324	40.405	40.486	40.567	40.648	40.729	40.810	40.891	40.972	41.053	540
60	-3.811	-3.761	-3.711	-3.661	-3.611	-3.561	-3.510	-3.459	-3.408	-3.357	-3.306	-60	550	41.053	41.134	41.215	41.296	41.377	41.457	41.538	41.619	41.700	41.781	41.862	550
50	-3.306	-3.255	-3.204	-3.152	-3.100	-3.048	-2.996	-2.944	-2.892	-2.840	-2.787	-50	560	41.862	41.943	42.024	42.105	42.186	42.266	42.347	42.428	42.509	42.590	42.671	560
40	-2.787	-2.735	-2.682	-2.629	-2.576	-2.523	-2.469	-2.416	-2.362	-2.309	-2.255	-40	570	42.671	42.752	42.833	42.914	42.995	43.076	43.156	43.237	43.318	43.399	43.479	570
30	-2.255	-2.201	-2.147	-2.093	-2.038	-1.984	-1.929	-1.874	-1.820	-1.765	-1.709	-30	580	43.479	43.560	43.641	43.722	43.803	43.884	43.965	44.046	44.127	44.208	44.289	580
20	-1.709	-1.654	-1.599	-1.543	-1.488	-1.432	-1.376	-1.320	-1.264	-1.208	-1.152	-20	590	44.289	44.370	44.451	44.532	44.613	44.694	44.775	44.856	44.937	45.018	45.099	590
10	-1.152	-1.096	-1.039	-0.982	-0.925	-0.868	-0.811	-0.754	-0.697	-0.639	-0.582	-10	600	45.099	45.180	45.261	45.342	45.423	45.504	45.585	45.666	45.747	45.828	45.909	600
0	-0.582	-0.524	-0.466	-0.408	-0.350	-0.292	-0.234	-0.176	-0.117	-0.059	0.000	0	610	45.909	46.000	46.081	46.162	46.243	46.324	46.405	46.486	46.567	46.648	46.729	610
0	0.000	0.059	0.118	0.176	0.235	0.294	0.354	0.413	0.472	0.532	0.591	0	620	46.729	46.810	46.891	46.972	47.053	47.134	47.215	47.296	47.377	47.458	47.539	620
10	0.591	0.651	0.711	0.770	0.830	0.890	0.950	1.010	1.071	1.131	1.192	10	630	47.539	47.620	47.701	47.782	47.863	47.944	48.025	48.106	48.187	48.268	48.349	630
20	1.192	1.252	1.313	1.373	1.434	1.495	1.556	1.617	1.678	1.740	1.801	20	640	48.349	48.430	48.511	48.592	48.673	48.754	48.835	48.916	49.000	49.081	49.162	640
30	1.801	1.862	1.924	1.986	2.047	2.109	2.171	2.233	2.295	2.357	2.420	30	650	49.162	49.243	49.324	49.405	49.486	49.567	49.648	49.729	49.810	49.891	49.972	650
40	2.420	2.482	2.545	2.607	2.670	2.733	2.795	2.858	2.921	2.984	3.048	40	660	50.000	50.081	50.162	50.243	50.324	50.405	50.486	50.567	50.648	50.729	50.810	660
50	3.048	3.111	3.174	3.238	3.301	3.365	3.429	3.493	3.556	3.620	3.685	50	670	50.810	50.891	50.972	51.053	51.134	51.215	51.296	51.377	51.458	51.539	51.620	670
60	3.685	3.749	3.813	3.877	3.942	4.006	4.071	4.136	4.200	4.265	4.330	60	680	51.620	51.701	51.782	51.863	51.944	52.025	52.106	52.187	52.268	52.349	52.430	680
70	4.330	4.395	4.460	4.526	4.591	4.656	4.722	4.788	4.853	4.919	4.985	70	690	52.430	52.511	52.592	52.673	52.754	52.835	52.916	53.000	53.081	53.162	53.243	690
80	4.985	5.051	5.117	5.183	5.249	5.315	5.382	5.448	5.514	5.581	5.648	80	700	53.243	53.324	53.405	53.486	53.567	53.648	53.729	53.810	53.891	53.972	54.053	700
90	5.648	5.714	5.781	5.848	5.915	5.982	6.049	6.117	6.184	6.251	6.319	90	710	54.053	54.134	54.215	54.296	54.377	54.458	54.539	54.620	54.701	54.782	54.863	710
100	6.319	6.386	6.454	6.522	6.590	6.658	6.725	6.794	6.862	6.930	6.998	100	720	54.863	54.944	55.025	55.106	55.187	55.268	55.349	55.430	55.511	55.592	55.673	720
110	6.998	7.066	7.135	7.203	7.272	7.341	7.409	7.478	7.547	7.616	7.685	110	730	55.673	55.754	55.835	55.916	56.000	56.081	56.162	56.243	56.324	56.405	56.486	730
120	7.685	7.754	7.823	7.892	7.962	8.031	8.101	8.170	8.240	8.309	8.379	120	740	56.486	56.567	56.648	56.729	56.810	56.891	56.972	57.053	57.134	57.215	57.296	740
130	8.379	8.449	8.519	8.589	8.659	8.729	8.799	8.869	8.940	9.010	9.081	130	750	57.296	57.377	57.458	57.539	57.620	57.701	57.782	57.863	57.944	58.025	58.106	750
140	9.081	9.151	9.222	9.292	9.363	9.434	9.505	9.576	9.647	9.718	9.789	140	760	58.106	58.187	58.268	58.349	58.430	58.511	58.592	58.673	58.754	58.835	58.916	760
150	9.789	9.860	9.931	10.003	10.074	10.145	10.217	10.288	10.360	10.432	10.503	150	770	58.916	59.000	59.081	59.162	59.243	59.324	59.405	59.486	59.567	59.648	59.729	770
160	10.503	10.575	10.647	10.719	10.791	10.863	10.935	11.007	11.080	11.152	11.224	160	780	59.729	59.810										

## ANNEXE 9

### Matériels



#### Multimètre Numérique Portable

- Fonction de mesure : Résistance - DC courant - Tension - Condensateurs - Courant alternatif - Tension de courant continu - Batteries.
- Design petit et compact & fonction rétroéclairage.
- Alimentation : Pile 9V (Non fournie).
- Emballage : 1 x Multimètre numérique (sans batterie) - 2 x Sondes - 1 x Manuel de l'utilisateur en anglais

#### Calibrateur de Process Multifonctions



Fonctions supplémentaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Affichage rétro-éclairé</li> <li>• Mesures et émissions en simultané</li> <li>• Fonctions rampes et échelons</li> <li>• Mémorisation de 50 mesures et simulations</li> </ul>
Type d'affichage	Double affichage LCD
Gamme de tension max.	300 V
Gamme de courant max.	100 mA
Gamme de résistance max.	400 Ω
Gamme de température min.	-250 °C
Gamme de température max.	1 820 °C
Type de capteur	J/K/T/E/L/N/U/B/R/S Pt100
Source de tension max.	30 V
Source de courant max.	20 mA
Source de résistance max.	400 Ω
Source de température min.	-250 °C
Source de température max.	1 820 °C
Appareil portable	Oui
Conformité ATEX	Non
Mémoire / Enregistreur	50 mesures
Interfaces	Oui
Types d'interfaces	RS232
Alimentation	4 piles 1,5 V type LR06 ou secteur



#### Talkie-walkie professionnels

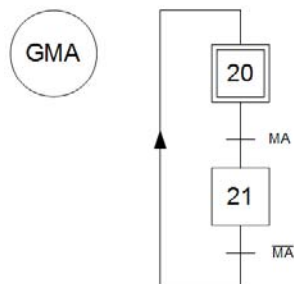


Console de communication Hart



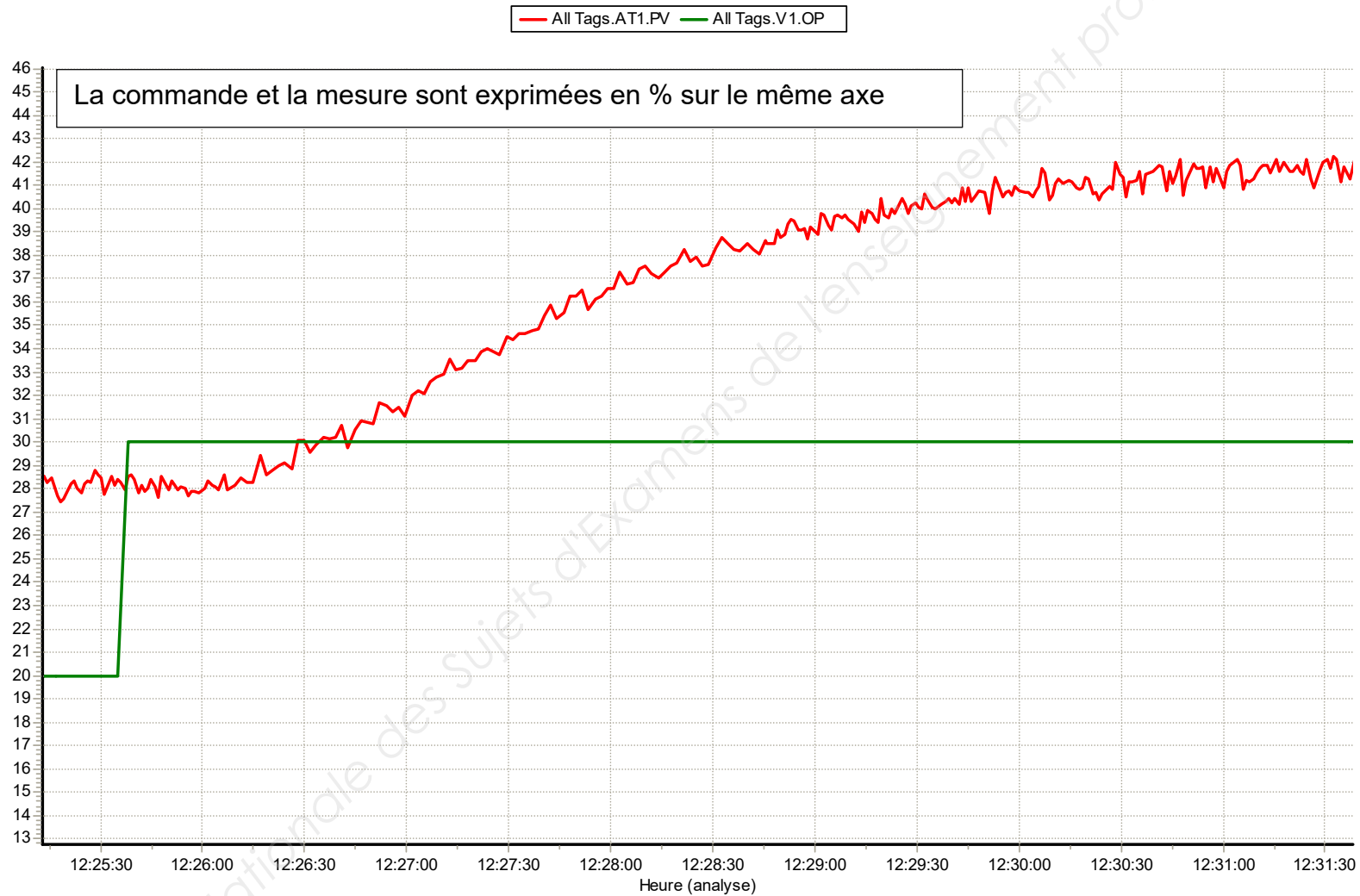
Four d'étalonnage et de calibration (0-150°C)



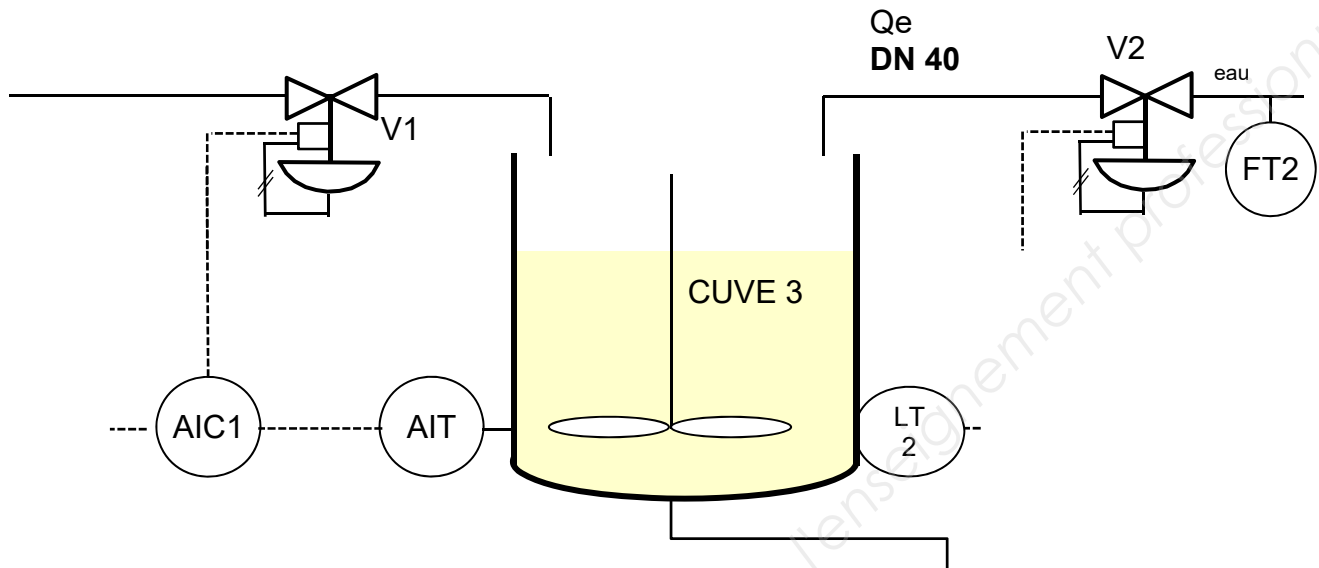


## DOCUMENT RÉPONSE N°1(à rendre avec la copie)

Réponse en boucle ouverte : Évolution de la concentration de pate à un échelon de 10 % sur le signal de commande de V1

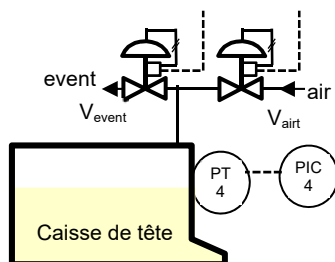


## DOCUMENT RÉPONSE N°2 (à rendre avec la copie)

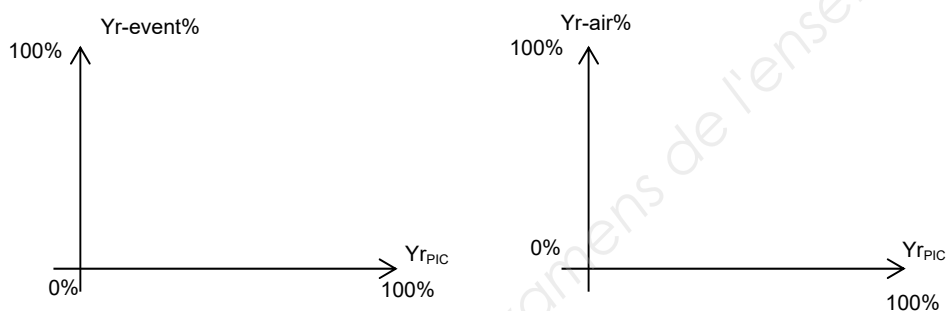


## DOCUMENT RÉPONSE N°3(à rendre avec la copie)

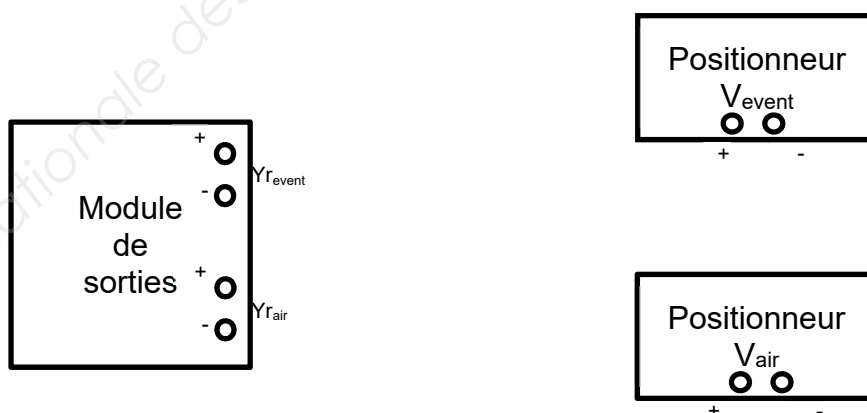
## Régulation pression caisse de tête : schéma TI à compléter



## Régulation pression caisse de tête : schéma de partage des deux vannes



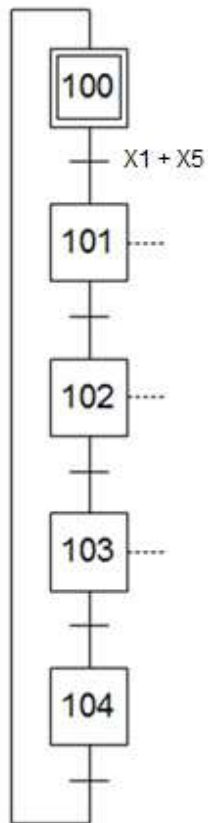
## Régulation pression caisse de tête : schéma de câblage électrique



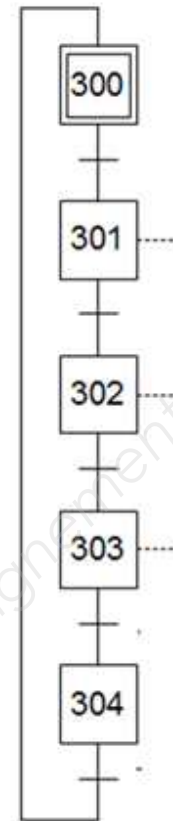


## DOCUMENT RÉPONSE N°4 (à rendre avec la copie)

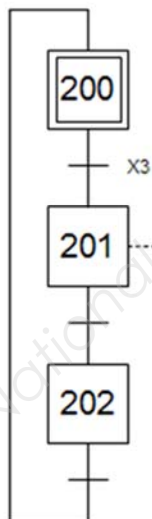
GT1 : Préparation cuve 1



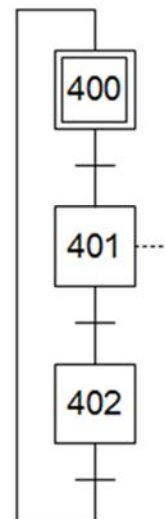
GT3 : Préparation cuve 2



GT2 : Production cuve 1



GT4 : Production cuve 2



Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.