

Brevet de Technicien Supérieur

**CONTRÔLE INDUSTRIEL  
et  
RÉGULATION AUTOMATIQUE**

**U42 – Automatismes et logique**

*Durée : 2 heures*

*Coefficient : 2*

**Aucun document autorisé. Calculatrices interdites.**

**Tout autre matériel est interdit.**

Avant de composer, assurez-vous que l'exemplaire qui vous a été remis est bien complet. Ce sujet comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.

*Les documents réponse n° 1 et n° 2 sont fournis en double exemplaire, un exemplaire étant à remettre avec la copie ; l'autre servant de brouillon éventuel.*

**Toutes les parties sont indépendantes et peuvent être traitées séparément.**

	Page	Barème
<b><u>Sommaire</u></b>	2	
Description du procédé	3	
<u>Première partie</u> : Gestion de l'injection de résine	4	9 points
<u>Deuxième partie</u> : Sécurité, sûreté de fonctionnement	5	3 points
<u>Troisième partie</u> : Lecture de la température de la résine	5	4 points
<u>Quatrième partie</u> : Contrôle de la température de la résine	6	2 points
<u>Cinquième partie</u> : Lecture d'une recette	6	2 points
Annexe 1 : Schéma TI	7	
Annexe 2 : Symboles de fonctions logiques sur mots	8	
<b>Document réponse N° 1</b>	9 et 10	
<b>Document réponse N° 2</b>	11 et 12	

<b>Procédé de préparation d'une matière plastique MPx</b>
---

Une matière plastique donnée, tel le PVC, est obtenue à partir d'une résine de base complétée par des adjuvants et additifs. Ces derniers permettent d'améliorer les propriétés chimiques et physiques du matériau, notamment la résistance aux chocs, la couleur, la plasticité etc.

Matière plastique = Résine de base + Adjuvants + Additifs

Une unité de production de pièces techniques utilise diverses matières plastiques selon les fabrications en cours. Par la suite nous allons nous intéresser à la préparation d'une matière plastique spécifique notée MPx. **Le schéma est en annexe 1 (page 7).**

Le MPx sera obtenu en mélangeant la résine de base **RB** avec trois adjuvants notés **AD1**, **AD2** et **AD3** selon une recette donnée. Ces quatre éléments devront être injectés dans un mélangeur à des pressions et débits contrôlés. Par ailleurs la température de la résine de base est aussi régulée en permanence. Par la suite, l'étude porte uniquement sur la procédure d'injection de la résine dans le mélangeur.

### Description de la procédure d'injection de la résine

La résine de base **RB** est stockée dans une cuve de 10 tonnes. Elle est **régulée en température** et maintenue en **recirculation permanente sans régulation de débit**.

L'ordre de production **Prod**, reçu en provenance de la supervision, déclenche le processus de préparation du MPx. La **régulation du débit** de recirculation est activée, la suite du processus ne pouvant être lancée que si le **débit de recirculation** et la **température** de la **RB** sont corrects.

Lorsque ces conditions sont atteintes le circuit d'injection de la résine est ouvert. Après **ouverture effective** du circuit d'injection, le circuit de recirculation est fermé et l'injection des trois adjuvants est activée.

La phase de préparation du MPx se termine lorsque la quantité de résine de base prévue a été injectée dans le mélangeur. La résine est alors mise en recirculation avec régulation de sa température.

### Procédure d'ouverture contrôlée de la vanne d'injection de résine

Le circuit de recirculation de la résine ne peut être interrompu que si la vanne d'injection **VI** est correctement ouverte. L'ouverture et la fermeture effective de **VI** sont contrôlées à l'aide de deux capteurs fin de course :

**VI<sub>O</sub>** qui est actif seulement lorsque **VI** est effectivement ouverte à 100%.

**VI<sub>F</sub>** qui est actif seulement lorsque **VI** est effectivement fermée (0%).

L'ouverture habituelle de **VI** s'effectue en moins de **3 secondes** mais dans quelques cas **VI** ne s'ouvre pas correctement. Si **VI** n'est pas correctement ouverte au bout de **3 secondes** alors elle est refermée (la fermeture ne pose pas de problème). Après sa **fermeture effective** la tentative d'ouverture est répétée. Après trois tentatives d'ouverture sans succès, la régulation de débit est stoppée (la recirculation est maintenue), l'alarme sonore **Alarme** est déclenchée et le témoin rouge **T<sub>rouge</sub> doit clignoter**. Un premier acquittement **ACQ** stoppe l'alarme et laisse le témoin rouge allumé sans clignotement. Un **deuxième acquittement** par **ACQ**, qui n'est pris en compte que s'il a lieu **au moins 10 minutes** après le premier acquittement, éteint le témoin rouge et autorise le retour à l'état initial.

**Procédure d'arrêt d'injection de la résine**

Lorsque la quantité prévue de résine de base a été injectée dans le mélangeur la **régulation de débit** est stoppée et le circuit de recirculation ouvert. **Cinq secondes plus tard** le circuit d'injection est fermé. Après **fermeture effective** de la vanne **VI**, le retour à l'état initial est autorisé.

**Remarque** : Les commandes de la vanne d'évacuation du mélangeur VE (permettant l'écoulement du MPx vers une cuve de transit) et du moteur M ne seront pas traités par le grafcet qui vous est demandé.

**PREMIÈRE PARTIE : GESTION DE L'INJECTION DE RÉSINE**

Une production de **5 tonnes** de MPx doit être réalisée.

- 1.1. Compléter le grafcet sur le **document réponse N° 1 page 10** permettant d'assurer la gestion de l'**injection de résine dans le mélangeur** (explications données dans les trois paragraphes précédents).

Vous assurerez la gestion de tous les capteurs et actionneurs liés à la cuve « **Résine de base** » délimités par le rectangle en traits interrompus. Pour ce faire, vous utiliserez **toutes les variables** figurant dans le tableau ci-dessous ainsi que des **variables complémentaires internes à l'automate** dont vous pourriez avoir besoin.

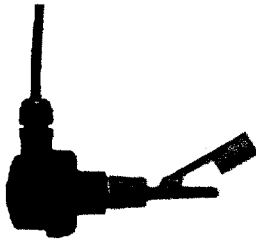
<b>Entrées</b>		
<b>ACQ</b>	Signal d'acquiescement de défauts.	
<b>FT</b>	Signal issu de débitmètre impulsif.	1 impulsion = passage de <b>1 kg</b> de résine.
<b>Vlo</b>	Capteur fin de course de la vanne VI.	Actif sur <b>ouverture effective</b> de la vanne.
<b>Vlf</b>	Capteur fin de course de la vanne VI.	Actif sur <b>fermeture effective</b> de la vanne.
<b>Sorties</b>		
<b>Alarme</b>	Alarme sonore.	
<b>P</b>	Pompe du circuit de résine.	
<b>T_rouge</b>	Témoin rouge.	
<b>VI</b>	Vanne d'injection de la résine de base.	Type monostable <b>NF</b> .
<b>VR</b>	Vanne de recirculation de la résine.	Type monostable <b>NO</b> .
<b>Bits automate et signaux</b>		
<b>Bdt_1s</b>	Base de temps une seconde.	* Voir graphique en fin de tableau.
<b>FC</b>	Activation de la régulation de débit.	Tant que FC est maintenu actif, la régulation de débit est effective.
<b>TC</b>	Activation de la régulation de température.	Tant que TC est maintenu actif, la régulation de température est effective.
<b>Fv</b>	Débit de résine correct.	Actif lorsque le débit est correct.
<b>Tv</b>	Température de résine correct.	Actif lorsque la température de la résine est correcte.
<b>Prod</b>	Signal en provenance de la supervision.	Ordre de lancement d'un cycle de production.

**Bdt\_1s** : Signal carré de période une seconde. 

## DEUXIÈME PARTIE : SÉCURITÉ, SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT

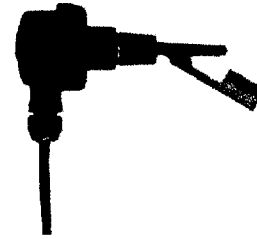
Des détecteurs de niveau TOR, LH1 et LH2, sont employés pour détecter le niveau de remplissage haut des cuves de transit.

Chaque détecteur contient un contact sec qui doit être relié à une entrée TOR d'un automate. Le sens de montage des détecteurs détermine leur type **NF** ou **NO**. Une rotation de 180° du détecteur change son type.



**Montage type NF**

Le niveau montant de résine soulève le flotteur et ouvre le contact interne du détecteur.



**Montage type NO**

Le niveau montant de résine soulève le flotteur et ferme le contact interne du détecteur.

- 2.1. Dans une optique générale de sécurité de fonctionnement, indiquer quel type de montage NF ou NO est le plus judicieux ? Argumenter brièvement votre choix.

Afin de minimiser les risques de dysfonctionnement lors d'une défaillance éventuelle du détecteur de niveau LH1 (grippage), un deuxième détecteur **identique au précédent** est installé à côté de ce dernier.

- 2.2. Comment désigne-t-on ce type de montage permettant d'améliorer la sûreté de fonctionnement d'une installation ?
- 2.3. Sur le **document réponse N° 2 page 12**, compléter le schéma de câblage entre les deux détecteurs de niveau de la cuve 1, LH1<sub>A</sub> et LH1<sub>B</sub>, les bornes d'alimentation et une **entrée TOR unique** de l'automate.

## TROISIÈME PARTIE : LECTURE DE LA TEMPÉRATURE DE LA RÉSINE DE BASE

La température de la résine est mesurée à l'aide d'un transmetteur 4-20mA calibré sur la plage **0 - 50°C**. Ce signal est relié à une entrée analogique d'automate **IW1.0**.

La conversion analogique-numérique du courant 4-20mA s'effectue sur **12 bits** en **binaire naturel** (non signé).

- 3.1. Sur le **document réponse N° 2 page 12**, compléter le tableau indiquant les valeurs prises par **IW1.0** en fonction du courant transmetteur reçu.

## CAE4AL

Nous souhaitons disposer d'une variable **TEMP** permettant la lecture directe de la température en °C sur la plage **0 – 50°C**.

3.2. Établir la relation mathématique entre **TEMP** et **IW1.0**.

### QUATRIÈME PARTIE : CONTRÔLE DE LA TEMPÉRATURE DE LA RÉSINE

La température de la résine est mesurée à l'aide du transmetteur **TT**. La valeur numérique de cette température exprimée en °C est disponible dans le mot **TEMP**.

Le bit **Tv** doit être mis à « 1 » tant que la température est maintenue dans la plage **18°C à 22°C**, limites incluses.

En cas d'incident, un bit **Tmin** est mis à « 1 » si la température tombe en dessous de **10 °C**.

4.1. Proposer un **organigramme** permettant de générer les bits **Tv** et **Tmin** à partir de **TEMP** et des seuils indiqués.

### CINQUIÈME PARTIE : LECTURE D'UNE RECETTE

Lors du déclenchement d'une production, la recette de la matière plastique à préparer est transmise à l'automate chargé de la gestion du procédé.

La recette indique le % de résine de base et des trois adjuvants devant être employés. Chaque pourcentage est codé en BCD (Binary Coded Decimals) sur un octet. Cf. schéma ci-dessous.

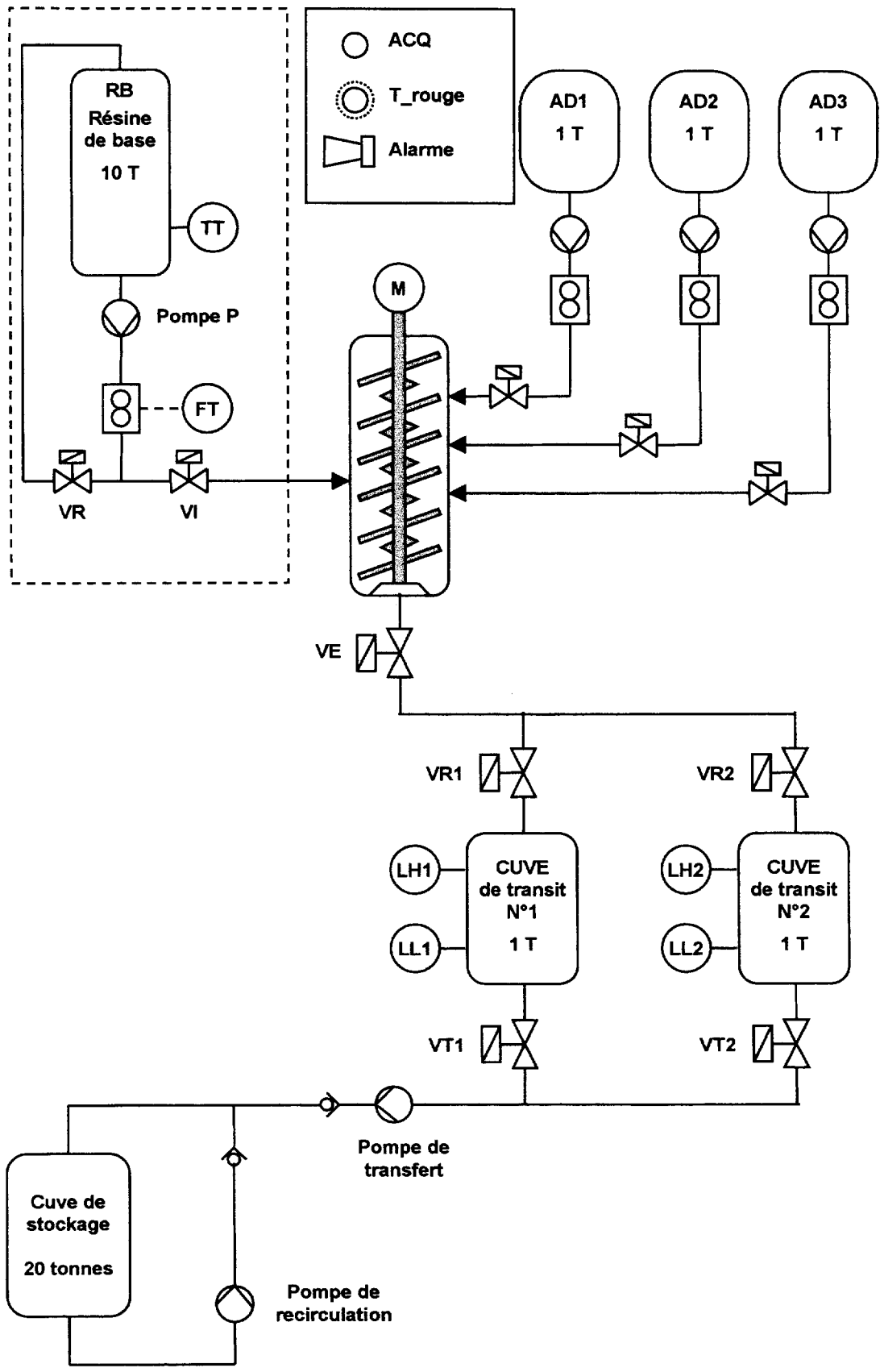
Ces données sont transmises sur le réseau industriel et stockées dans les mots automate **MW1** et **MW2** de la manière suivante :

Rang des bits	15	8	7	0
<b>MW1</b>	AD1		RB	
<b>MW2</b>	AD3		AD2	

5.1. À l'aide des fonction logiques décrites en annexe 2, proposer un **logigramme** permettant de générer deux mots **MW10** et **MW 11** contenant respectivement :

Rang des bits	15	8	7	0
<b>MW10</b>	0000 0000		RB	
<b>MW11</b>	0000 0000		AD1	

**Annexe 1 : Schéma TI - Procédé de préparation d'une matière plastique MPx**



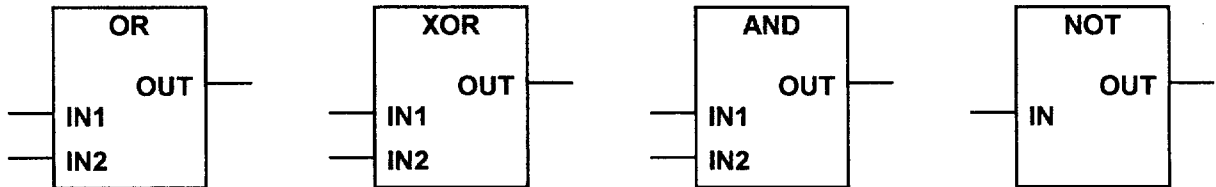
**Annexe 2 : Symboles de fonctions logiques sur mots**

**Opérations logiques : OU, OU EXCLUSIF, ET et NON.**

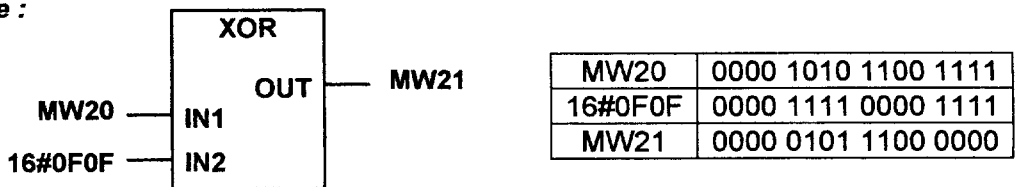
*IN1, IN2* et *OUT* : Format mot (16 bits).

*OUT* correspond au résultat de l'opération logique spécifiée exécutée bit à bit entre les mots présents sur les entrées *IN1* et *IN2*. La fonction **NOT** ne traite qu'une seule entrée.

Une valeur immédiate doit être écrite en **binaire** ou en **hexadécimal** précédée de **base#**.



*Exemple :*



**Opérations de décalage : SHR et SHL.**

*IN, N* et *OUT* : Format mot.

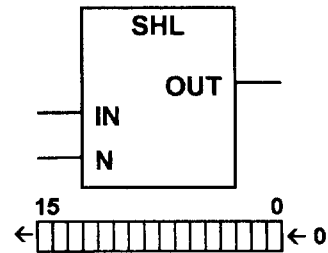
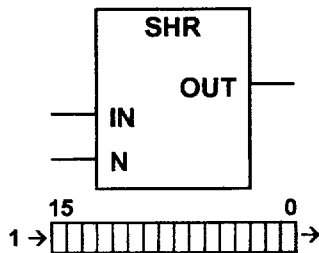
*OUT* correspond au mot présent sur l'entrée *IN* mais avec un décalage logique de *N* bits.

Décalage logique **à droite** de *N* bits.

Les bits libérés sont remplacés par des 1.

Décalage logique **à gauche** de *N* bits.

Les bits libérés sont remplacés par des 0.

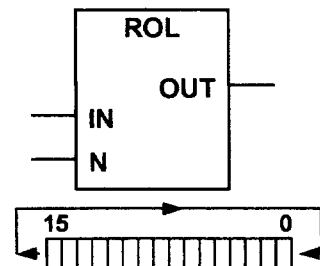
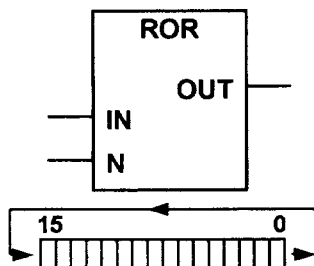


**Opérations de décalage circulaire : ROR et ROL.**

*OUT* correspond au mot présent sur l'entrée *IN* mais avec un décalage circulaire de *N* bits.

Décalage circulaire **à droite** de *N* bits.

Décalage circulaire **à gauche** de *N* bits.

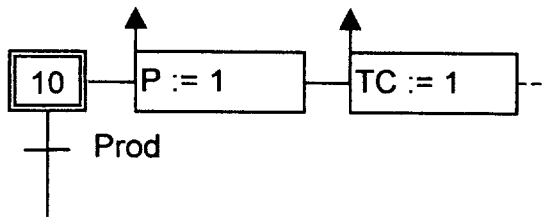




DOCUMENT RÉPONSE N° 1

Première partie : Gestion du procédé

Compléter le grafcet ci-dessous.

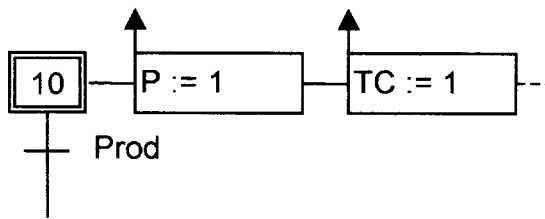


EXEMPLAIRE À RENDRE AVEC LA COPIE

DOCUMENT RÉPONSE N° 1

Première partie : Gestion du procédé


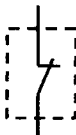
Compléter le grafcet ci-dessous.

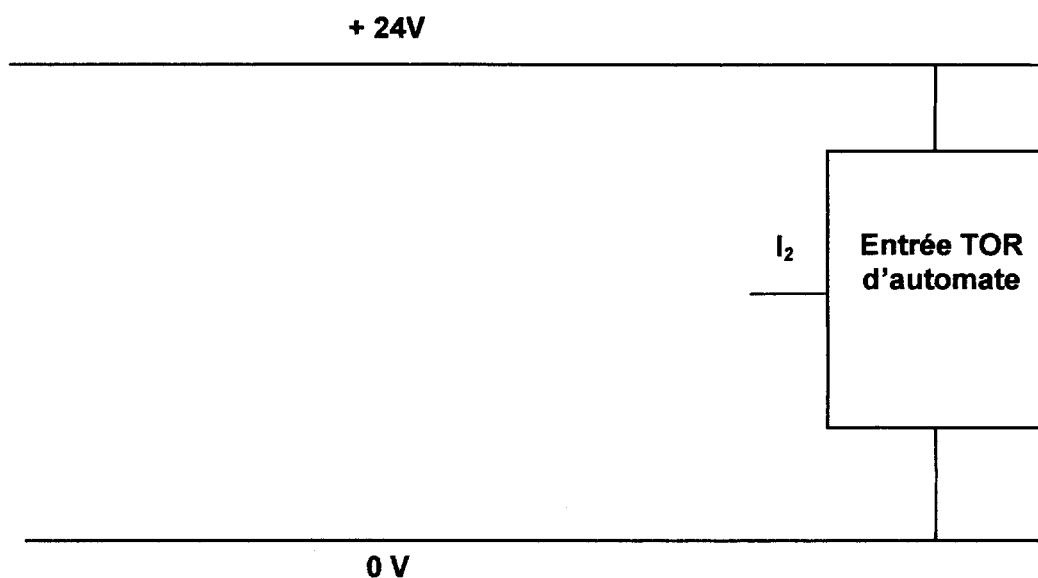


DOCUMENT RÉPONSE N° 2Deuxième partie : Sécurité, sûreté de fonctionnement

2.3. Compléter le schéma de câblage entre les deux détecteurs de niveau de la cuve 1, LH1<sub>A</sub> et LH1<sub>B</sub>, les bornes d'alimentation et une entrée TOR unique de l'automate.

**Symboles à utiliser :**

Pour un détecteur de niveau type NO :  Pour un détecteur de niveau type NF : 

Troisième partie : Lecture de la température de la résine de base

3.1. Compléter le tableau indiquant les valeurs prises par IW1.0 en fonction du courant transmetteur reçu.

**Attention : IW1.0 occupe 16 bits, la conversion s'effectue sur 12 bits, les 4 bits restants sont positionnés à 0.**

$I_{TT}$ (mA)	4	8	20
Base 2	0000 0000 0000 0000		
Base 16	0 0 0 0		0 F F F
Base 10	0		

**DOCUMENT RÉPONSE N° 2****Deuxième partie : Sécurité, sûreté de fonctionnement**

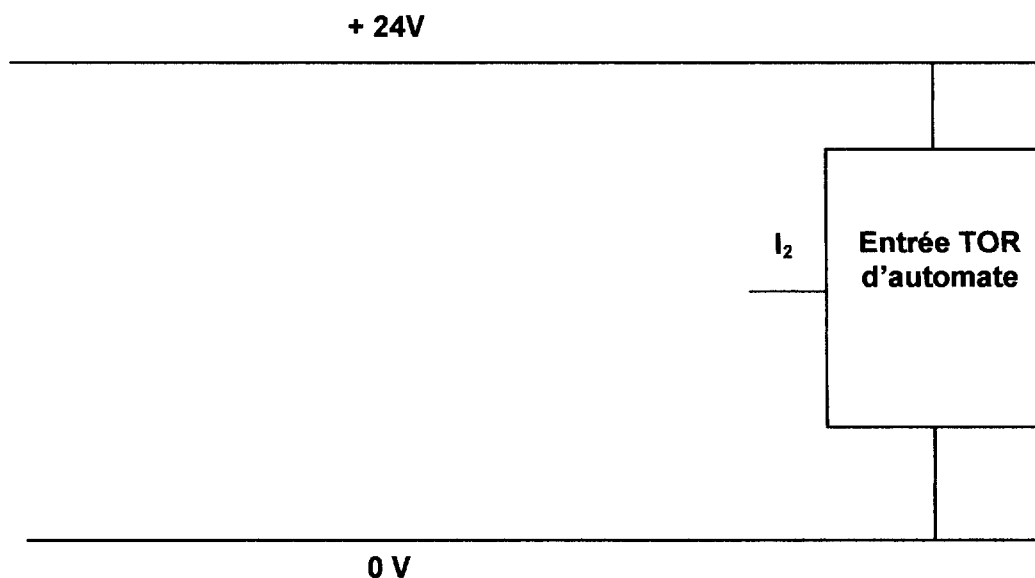
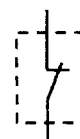
2.3. Compléter le schéma de câblage entre les deux détecteurs de niveau de la cuve 1, LH1<sub>A</sub> et LH1<sub>B</sub>, les bornes d'alimentation et une entrée TOR unique de l'automate.

**Symboles à utiliser :**

Pour un détecteur de niveau **type NO** :



Pour un détecteur de niveau **type NF** :

**Troisième partie : Lecture de la température de la résine de base**

3.1. Compléter le tableau indiquant les valeurs prises par IW1.0 en fonction du courant transmetteur reçu.

**Attention : IW1.0 occupe 16 bits, la conversion s'effectue sur 12 bits, les 4 bits restants sont positionnés à 0.**

$I_{TT}$ (mA)	4	8	20
Base 2	0000 0000 0000 0000		
Base 16	0 0 0 0		0 F F F
Base 10	0		