

**SESSION 2004**

**BTS MECANIQUE ET AUTOMATISMES INDUSTRIELS**

**EPREUVE E5**

Conception détaillée de la partie commande

**Sous-épreuve 52**

Choix technologiques et description de la réalisation de la partie commande

Durée : 3 h 30 min    Coefficient 2

**ASSEMBLAGE DE CARTOUCHES PNEUMATIQUES  
D'ELECTROPILOTES**

**TOUS LES DOCUMENTS SONT AUTORISÉS**

Documents remis aux candidats :

- Présentation générale \_\_\_\_\_ pages blanches de 1 à 4
- Travail demandé \_\_\_\_\_ pages jaunes de 5 à 13
  - CP43 : Dimensionner, évaluer et choisir un constituant de commande (durée conseillée 1H45)
  - CP44 : Etablir les documents techniques de réalisation de la partie commande (durée conseillée 1H45)
- Documents ressource \_\_\_\_\_ pages vertes de 14 à 21
- Documents réponse \_\_\_\_\_ pages bleues de 22 à 23

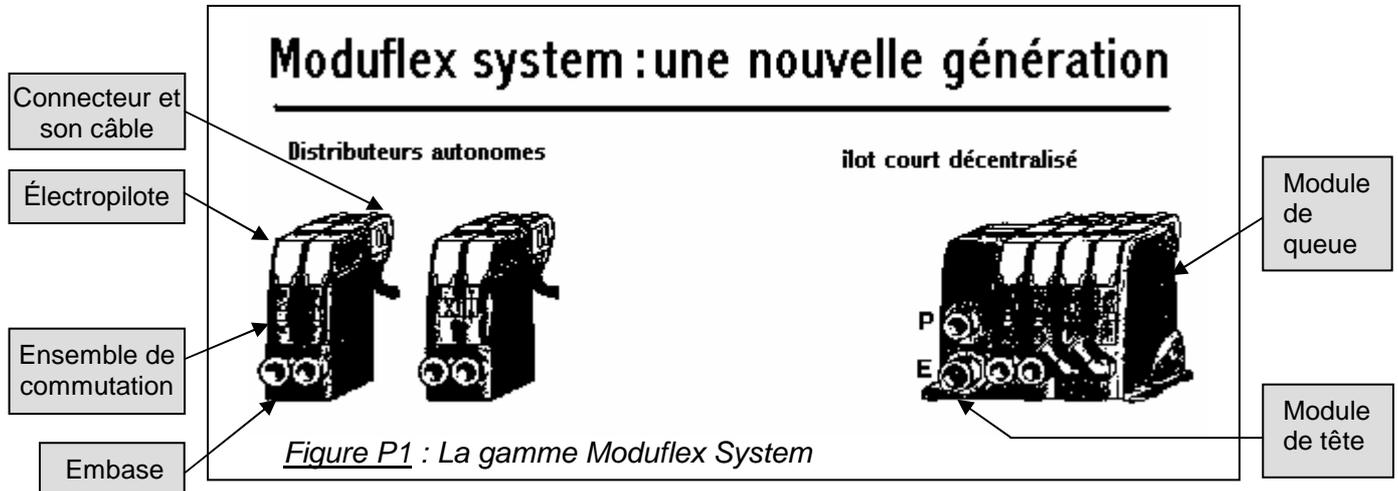
**Chaque partie sera traitée sur une feuille de copie séparée**

**Tous les documents réponse seront remis à la fin de l'épreuve**

# PRÉSENTATION

## CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Une société spécialisée dans la fourniture de matériel pneumatique a développé une nouvelle gamme de composants modulaires de distribution. Cette gamme se décline en différents modèles selon le type, la taille et la connectique.

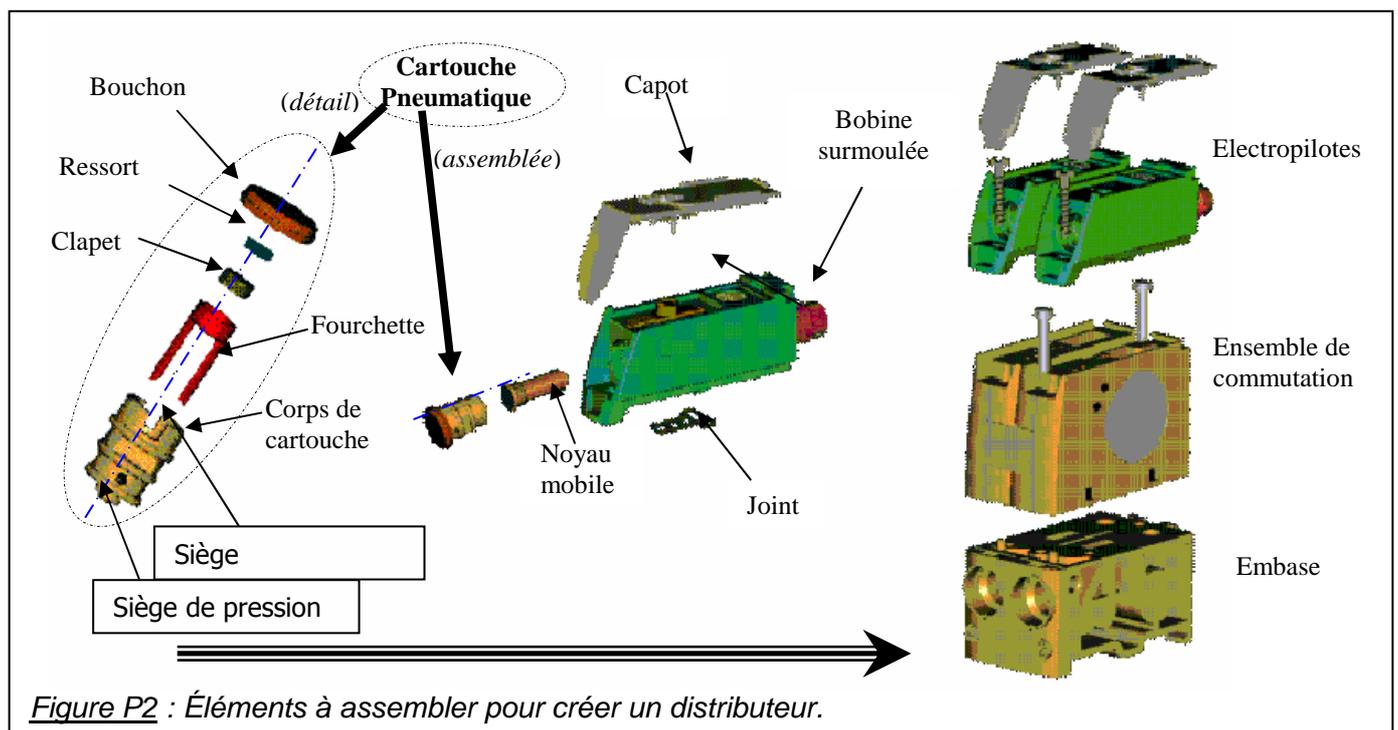


## LE PRODUIT

Un distributeur est constitué d'une embase, d'un ensemble de commutation, d'un ou deux électropilotes. Il peut être utilisé en distributeur autonome ou assemblé en îlots de distribution. La commande est assurée par électropilotes pouvant être branchés par connecteurs individuels ou intégrés.

**Il existe un seul type d'électropilote pour toute la gamme.**

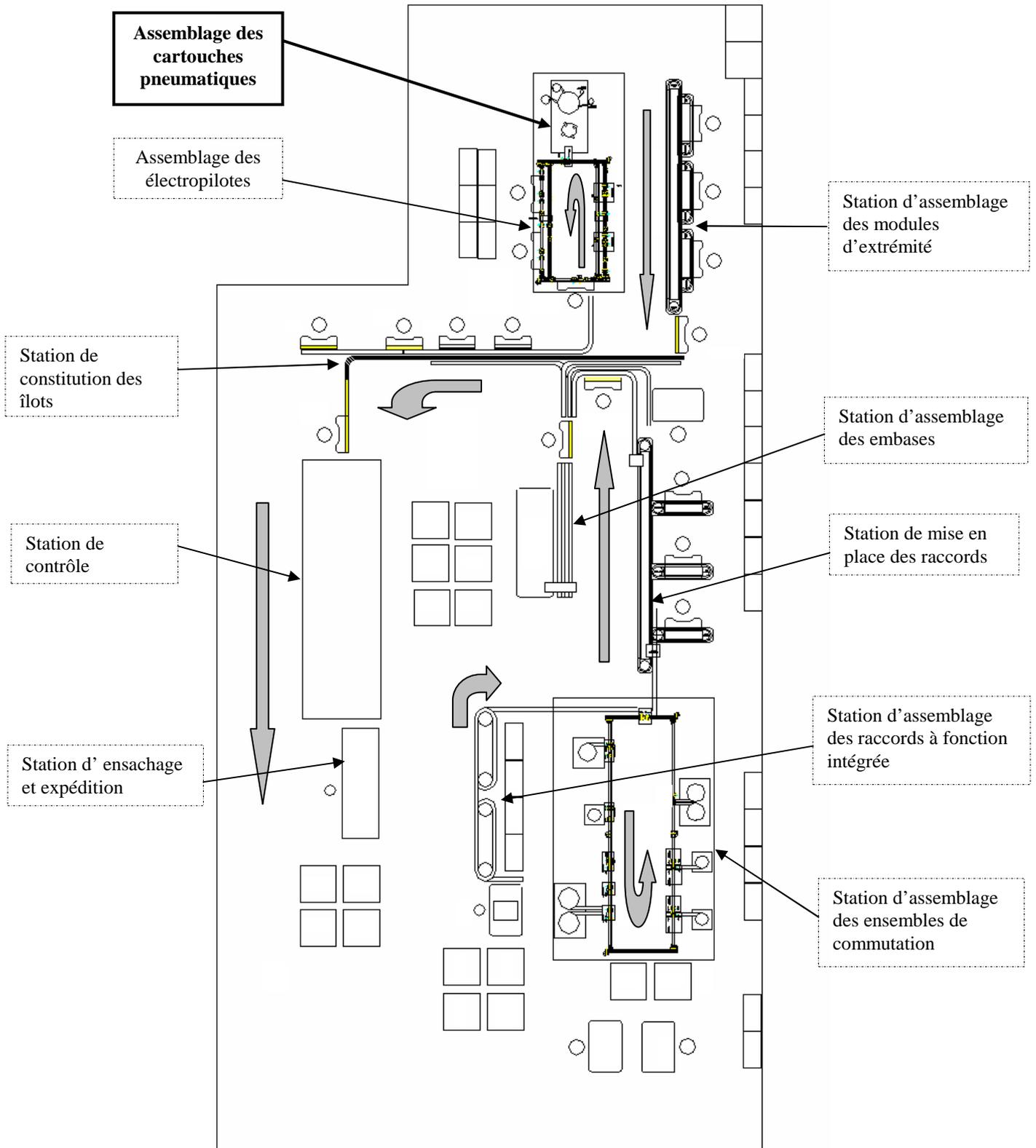
*L'étude porte sur la machine d'assemblage de la cartouche pneumatique de l'électropilote*



# IMPLANTATION GENERALE

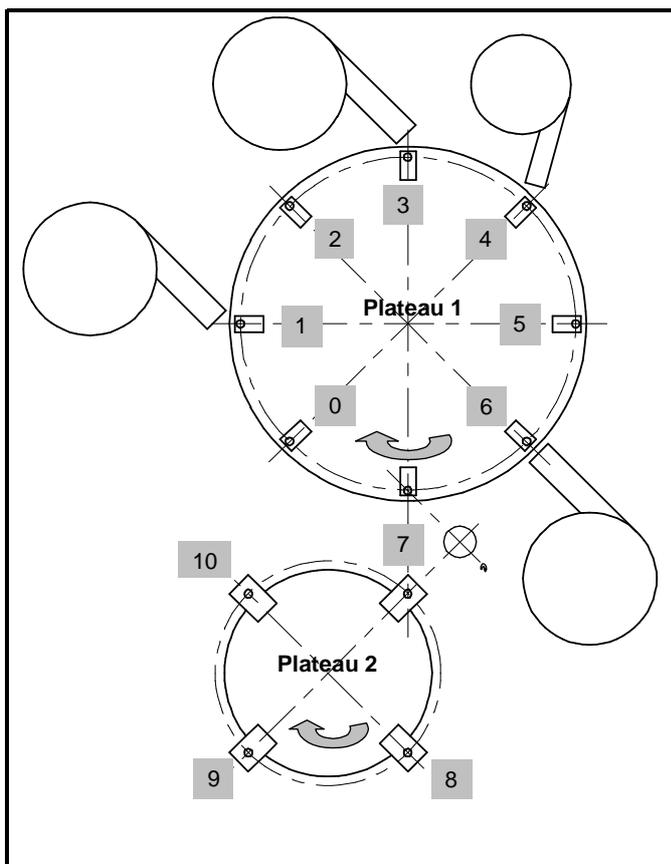
Les éléments du distributeur sont assemblés sur une ligne flexible constituée de stations d'assemblage.

*La cadence globale est induite par la machine d'assemblage des cartouches pneumatiques*



*Figure P3 : implantation générale des stations d'assemblage.*

## SCHÉMA D'ORGANISATION DE LA MACHINE D'ASSEMBLAGE



- 0 Pas d'opération
- 1 Dépose du corps
- 2 Conformation 1\*
- 3 Dépose de la fourchette
- 4 Dépose du clapet
- 5 Dépose du ressort
- 6 Dépose et sertissage du bouchon
- 7 Transfert vers plateau 2 puis 1<sup>er</sup> battement\*
- 8 Conformation 2\*
- 9 2<sup>nd</sup> battement\*
- 10 Contrôle tri évacuation

\* La conformation et le battement sont définis en page 4

*Figure P4 : Architecture de la machine d'assemblage des cartouches pneumatiques.*

## EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL

Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité
<b>FP1.1</b> Alimenter en corps	Diamètre maxi	7,1 mm	F0
	Longueur	8,9 mm	F0
	Positionnement	Orienté	F0
	État des surfaces de frottement	Non abîmées	F0
<b>FP1.5</b> Monter bouchon	Diamètre maxi	8 mm	F0
	Hauteur	1,5 mm	F0
	Positionnement	Évidement à l'intérieur	F0
	Effort d'enfoncement	15 N	F1
<b>FP2.2</b> Former le siège de pression et la fourchette	Précision angulaire à l'enfoncement	Dans cône angle au sommet 1° maximum	F0
	Méthode	Formage simultané à chaud	F0
	Température outil	180°C ±5°C	F0
	Temps de conformation	6 s	F0
<b>FP4</b> Contrôler et trier les cartouches	Précision de la cote	±0,02 mm	F0
	Évacuation de la chaleur	Aisée	F0
<b>FC2</b> Alimenter en énergie	Taux de rebut	1% maximum	F0
	Électrique	230/400 V	F0
<b>FC3.1</b> Gérer le cycle	Pneumatique	P <sub>n</sub> = 0,6 MPa au robinet	F0
	Nombre de type de cycles	1	F0
<b>FC3.2</b> Produire	Temps de cycle	8,5 s	F0
	Temps de production journalier	14 heures minimum	F0

## OPÉRATIONS DE CONFORMATION - MISE A LA COTE

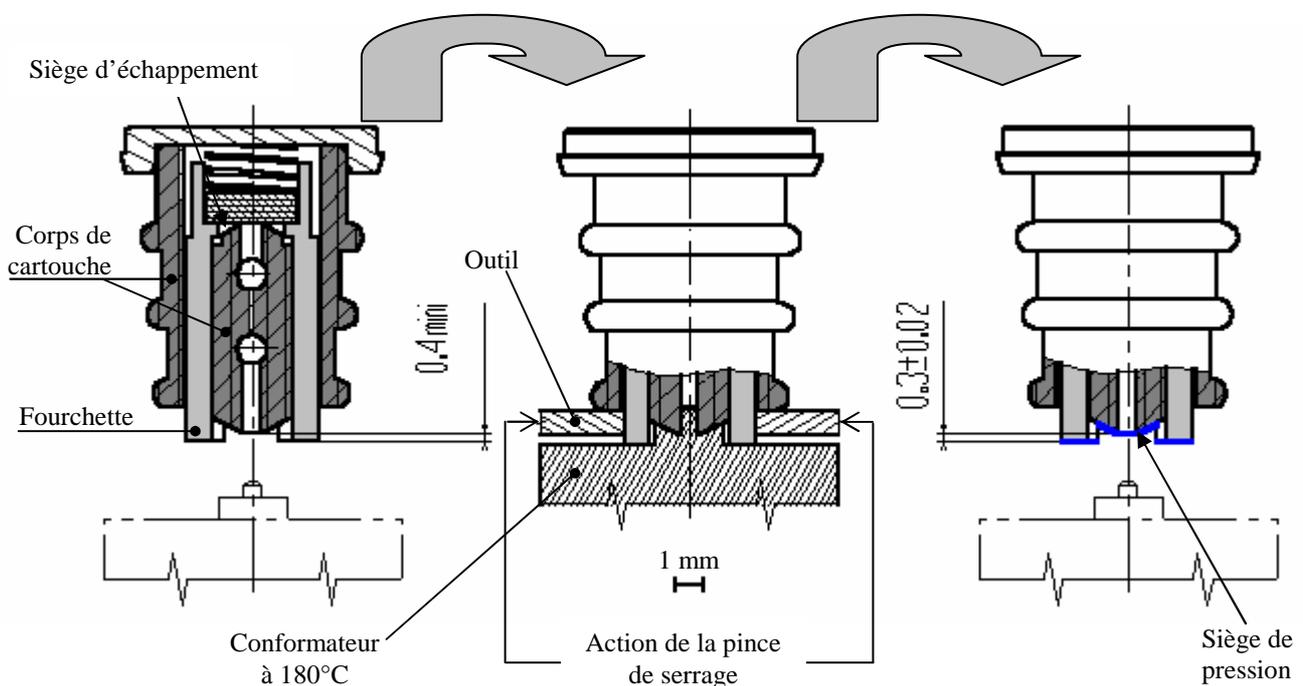
Les pièces sont en polyamide moulé. Le procédé de moulage ne permet pas d'obtenir une qualité d'état de surface assurant le bon fonctionnement de la cartouche pneumatique (étanchéité et contraintes d'assemblage).

Pour répondre à ces contraintes, deux conformations sont nécessaires. Une conformation est une déformation à chaud (opération de thermoformage), réalisée à l'aide d'une pièce métallique chauffée (outil appelé conformateur) qui déforme la matière plastique.

Conformation 1 : c'est une reprise, au poste 2, du siège d'échappement.

Conformation 2 : c'est une reprise, au poste 8, du siège de pression et de la fourchette permettant de réaliser la cote de  $0,3 \pm 0,02$ . Pendant l'opération, la fourchette est maintenue en position par des outils manœuvrés par une pince de serrage.

**Voir éclaté figure P2 page 1 et figure P5 ci dessous.**



*Figure P5 : Conformation du siège de pression et de la fourchette.*

## OPÉRATIONS DE BATTEMENT

Les opérations de battement consistent à manœuvrer la fourchette dans le corps de la cartouche. Elles visent à roder les surfaces en contact des pièces mobiles de la cartouche pneumatique.

Choix de constituants de commande

Les choix technologiques des capteurs et préactionneurs étant réalisés, l'objectif est ici de choisir les composants permettant leur raccordement.

La partie commande de la machine étudiée est constituée d'un automate programmable TSX 37, d'une carte 16E/12S TOR et d'un coupleur AS-i (TSX SAZ 10).

Les entrées-sorties sont réparties de la manière suivante :

Nombre de capteurs et commandes de préactionneurs reliés aux cartes TOR	Nombre de capteurs et commandes de préactionneurs reliés au bus ASi	Type	Adressage
4 capteurs		TOR	%I1.i
7 commandes de préactionneurs		Relais	%Q2.i
	62 capteurs	Non "Asifiés" <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 5 détecteurs de proximité à fibre optique</li> <li>▪ 6 détecteurs à contacts TOR</li> <li>▪ 51 détecteurs inductifs</li> </ul>	%I\4.0\i.j
	51 commandes de préactionneurs	Distributeurs "Asifiés" répartis sur 9 îlots <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 51 électrovannes</li> </ul>	%Q\4.0\i.j

Dans le cas des entrées/sorties reliées au bus AS-i :

L'indice "i" indiqué dans l'adressage correspond au repère du module auquel seront raccordés les capteurs ou préactionneurs. Ainsi :

- Les 51 sorties (commandes de préactionneurs) "Asifiées" sont réparties sur 13 modules (d'adresses repérées @1 à @13), les îlots de distributeurs nécessitent une alimentation de 24 VDC.
- Les 62 entrées (capteurs), non "Asifiées", sont réparties sur 16 modules (d'adresses repérées @15 à @30).

**Question 1**

*A l'aide des documents ressource pages 14 et 15 et des informations ci-dessus, indiquer les références des composants repérés sur le document réponse page 22.*

*Pour chaque référence donner le nombre de composants nécessaires.*

*Afin de prévoir les choix de matériels pour la distribution de l'air comprimé, il est nécessaire de réaliser le schéma des îlots de distribution.*

*Le principe de réalisation et un modèle sont donnés sur le document ressource page 15.*

### **Question 2**

*Représenter un îlot de distribution pour satisfaire la commande des postes 9, 10, plateaux 1 et 2 selon les données constitutives présentées sur le document ressource page 15.*

*Consignes :*

- *Etablir un schéma d'architecture selon le modèle figure 1 du document ressource page 15.*
- *Noter la désignation des modules (tête, intermédiaire, transfert).*
- *Noter les repères des distributeurs.*
- *Noter l'adressage des modules de tête et intermédiaires (forme @i).*
- *Noter l'adressage des bobines de commande (forme @i,j).*

### **Gestion des arrêts d'urgence**

Une analyse des risques, lors de la conception de cette machine, a conduit à choisir une sécurité de catégorie 2 selon la norme EN 954 (voir document ressource page 16). Il a alors été décidé d'utiliser un module de sécurité pour la gestion de l'arrêt d'urgence (voir exemples de circuits d'arrêt d'urgence sur document page 17).

La sécurité de catégorie 2 n'impose pas de câblage redondant des organes d'entrées. Toutefois, il a été choisi ici de câbler un circuit supplémentaire afin d'informer directement l'automate en cas d'arrêt de sécurité, sans passer par le module de sécurité. Cette méthode permet en outre un contrôle par redondance hétérogène de traitement.

Lors d'un arrêt en vue d'assurer la sécurité, la remise en service ne pourra être réalisée que par un technicien habilité.

Trois boutons d'arrêt en vue d'assurer la sécurité seront implantés sur la machine.

### **Question 3**

*A partir du document ressource page 18, donner les références des constituants retenus pour réaliser un bouton complet.*

## Etablir le schéma de puissance pneumatique du poste 3

Un schéma du circuit pneumatique du poste 3 doit être élaboré pour le dossier machine.

Ce poste est composé des actionneurs suivants :

Mouvement	Type actionneur	Repère
Translation horizontale	Vérin double effet	31C
Translation verticale	Vérin double effet	32C
Aspiration puis soufflage	Venturi + ventouse	33P

Les contraintes technologiques à respecter sont les suivantes :

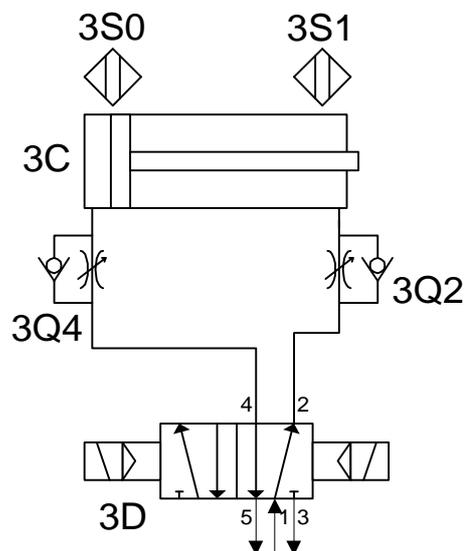
- Le commun de pression des distributeurs de ce poste est alimenté en air sec sous 5 bar.
- Toutes les vitesses de sortie ou rentrée des vérins doivent être réglables.
- Les distributeurs sont de type 5/2 pour les vérins
- On a choisi un distributeur 5/3 à centre fermé pour la ventouse permettant l'aspiration, le soufflage et le repos.

### Question 4

- Compléter sur le document réponse page 23 le schéma pneumatique du poste 3.
- Repérer les composants de ce schéma selon la norme NF ISO 1219-2.

Extrait de la norme : Exemple de représentation :

Type de matériel	Code de repérage
Distributeur	D
Détecteur	S
Filtre	F
Lubrificateur	L
Organe de ligne et de raccordement	U
Pompe, compresseur	P
Réglage de débit	Q </td
Réglage de pression	R
Vérin	C
Contact à pression	SP



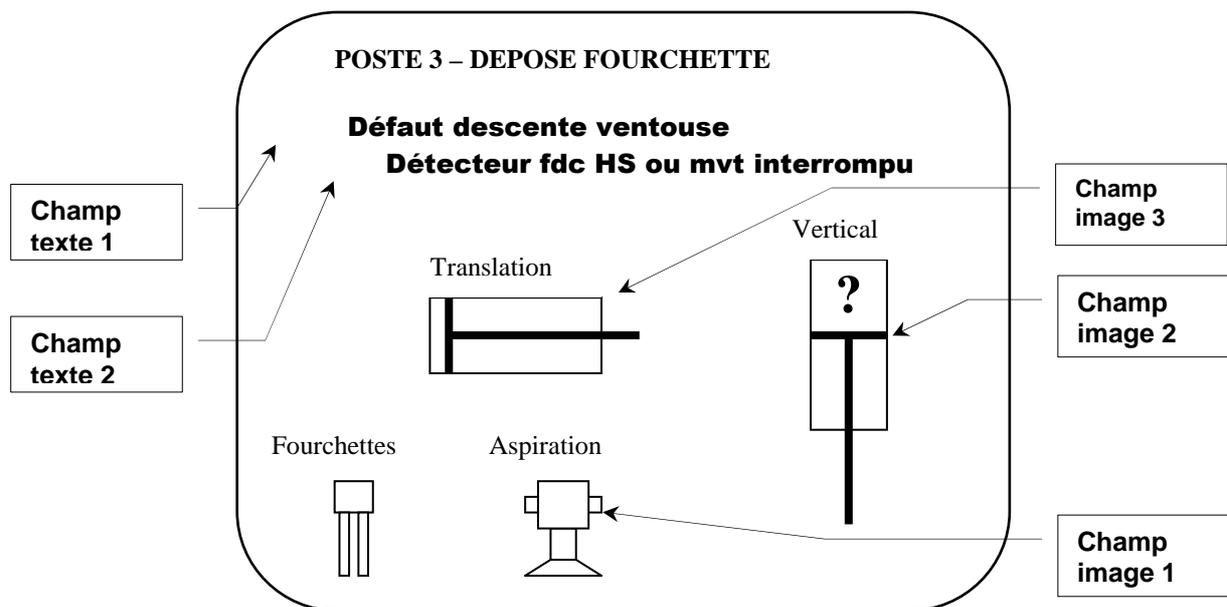
## Etablir le module logiciel de la partie commande du poste 3

L'objectif est ici de fournir une aide au diagnostic de panne à l'aide d'un terminal de dialogue à écran graphique.

**Surveillance du procédé**

En cas de problème (défaut capteur, blocage vérin, manque de pièce, ...), la machine reste figée dans son état ; on désire alors afficher, sur le terminal de dialogue, une page d'alarme représentant le poste en défaut et précisant :

- l'actionneur concerné : champ texte 1
- le type de défaut : champ texte 2
- l'image des actionneurs du poste : champs image 1 à n (pour n actionneurs)



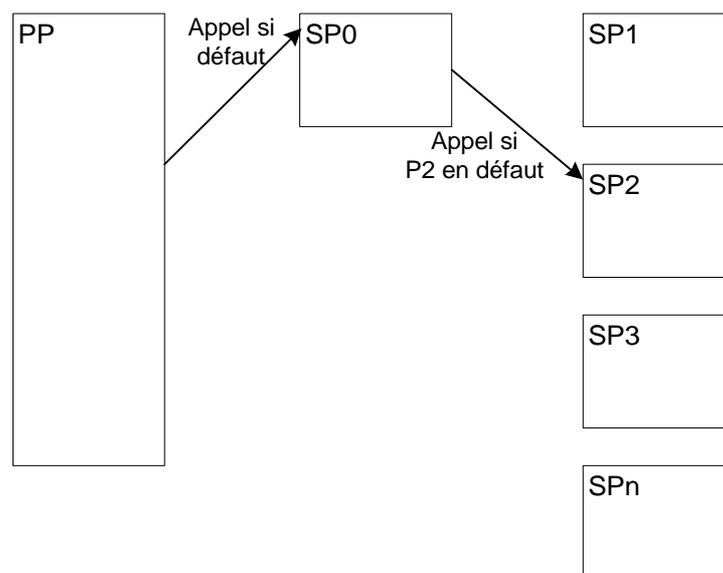
**Figure 2** : page d'alarme du poste 3 lors d'un obstacle en sortie de tige du vérin vertical

*NB : sur l'écran ci-dessus, les éléments (textes et image) non repérés sont fixes.*

Le programme automate est composé de plusieurs modules logiciels ; un module principal (PP), exécuté systématiquement à chaque cycle API, et plusieurs autres modules (SPi) exécutés de façon conditionnelle (sur appel).

La partie surveillance de procédé est structurée de la manière suivante (voir figure 3) :

- Dans le module logiciel principal, en cas de défaut, appel au module logiciel SP0.
  - Module logiciel SP0 : module de surveillance et d'alarme :  
Fonctionnalités : recherche le poste en défaut, sélectionne la page alarme, demande l'affichage de cette page, appelle le module logiciel de diagnostic du poste concerné.
  - SP1 : module logiciel de diagnostic du poste 1 :  
Fonctionnalités : analyse la situation de blocage, vérifie l'état des capteurs, modifie les valeurs des champs texte et image de la page alarme affichée pour le poste 1.
  - SP2 : module logiciel de diagnostic du poste 2 :  
Fonctionnalités : idem mais pour le poste 2.
  - SP3 : module logiciel de diagnostic du poste 3 :  
Fonctionnalités : idem mais pour le poste 3.
  - ...



**Figure 3** : structuration du programme pour la partie surveillance de procédé

## 1ère phase : Temps enveloppe

La méthode retenue pour repérer un arrêt anormal de production sur l'un des postes est ici la technique du temps enveloppe. Cette méthode consiste à surveiller le temps d'exécution de chacune des tâches.

### Plateau numéro 1

Par souci de simplification, on supposera que le grafcet de coordination des tâches relatif au plateau rotatif n°1 est le suivant :

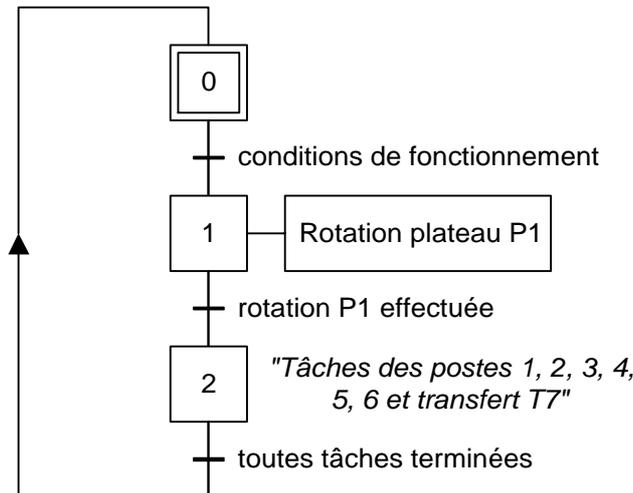


Figure 4 : grafcet simplifié de coordination des tâches

Une temporisation est lancée par l'étape 2, permettant de contrôler le temps d'exécution de l'ensemble des tâches par vérification du dépassement d'une durée limite appelée temps enveloppe. Cette vérification n'a d'utilité qu'en mode automatique ; on vérifie donc également que l'étape F1, témoignant du mode de fonctionnement automatique, est active.

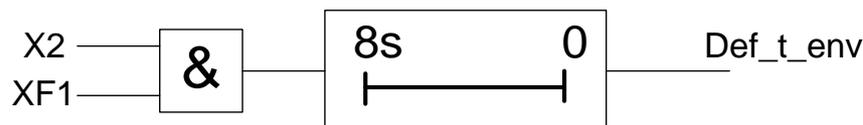


Figure 5 : logigramme pour l'élaboration de l'information « Def\_t\_env »

En cas d'incident, il y a dépassement du temps enveloppe ; un appel au module logiciel SP0 est généré, permettant de rechercher le poste en défaillance.

### Question 5

Écrire en langage ladder (LD) la partie de programme traduisant le schéma logique de la figure 5 pour la gestion du temps enveloppe à partir des données suivantes :

Variable	Symbole	Type variable
Etape 2	X2	BOOL
Marche automatique	XF1	BOOL
Défaut temps enveloppe	Def_t_env	BOOL
Temps du cycle	TM1	TIME

## 2<sup>nd</sup>e phase : Sélection des pages alarme - SP0

Après avoir repéré un dépassement du temps de cycle, il faut identifier, parmi les 7 tâches, celle qui est interrompue. Pour cela, on teste successivement, pour chaque grafcet de tâche, son étape de fin de tâche afin de savoir si la tâche est achevée. Si cette étape est inactive, cela indique une interruption ; on demande alors l'affichage de la page alarme du poste concerné et l'exécution du module logiciel de diagnostic correspondant.

Le tableau suivant définit les numéros d'étapes utilisés par les grafcets de tâche, les pages alarme et les modules logiciels associés :

Poste	Tâche	Etapas utilisées	Etape de fin de tâche	Page alarme	Modules logiciels
1	T1	10 à 19	19	Al_corps	SP1
2	T2	20 à 24	24	Al_conf1	SP2
3	T3	30 à 39	39	Al_four	SP3
4	T4	40 à 49	49	Al_clap	SP4
5	T5	50 à 57	57	Al_ress	SP5
6	T6	60 à 69	69	Al_bouch	SP6
7	T7	70 à 77	77	Al_trans	SP7

Chaque page alarme est associée à un bit extrait d'un seul et même mot de 16 bits nommé symboliquement "Alarme".

Symbole	Type variable	Rang du bit															
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Alarme	UINT																

Correspondance des pages alarmes :

Pages	Origine variable
Al_corps	Bit de rang 1 du mot Alarme
Al_conf1	Bit de rang 2 du mot Alarme
Al_four	Bit de rang 3 du mot Alarme
Al_clap	Bit de rang 4 du mot Alarme
Al_ress	Bit de rang 5 du mot Alarme
Al_bouch	Bit de rang 6 du mot Alarme
Al_trans	Bit de rang 7 du mot Alarme

### **Question 6**

Ecrire le module logiciel SP0 en langage littéral structuré (ST).

La démarche suivante pourra être adoptée :

*IF NOT %X19 THEN*

*SET Alarme:X1 ;*

*SP1 ;*

*ELSIF .....*

*.....*

*.....*

*END\_IF ;*

### 3<sup>ème</sup> phase : Diagnostic – Poste 3 : dépose fourchette – Etude de SP3

Après avoir identifié le poste en défaut, il est nécessaire de repérer la situation de l'arrêt.

Dans un premier temps, il faut rechercher l'étape restée active du grafcet de tâche concerné, faire l'analyse des informations capteurs pour définir l'action en défaut, le type de défaut et l'état des différents actionneurs. Pour ce faire, on utilisera, sur le terminal graphique, des champs variables texte et des champs variables image.

#### Recherche de l'étape restée active et identification de la fonction associée

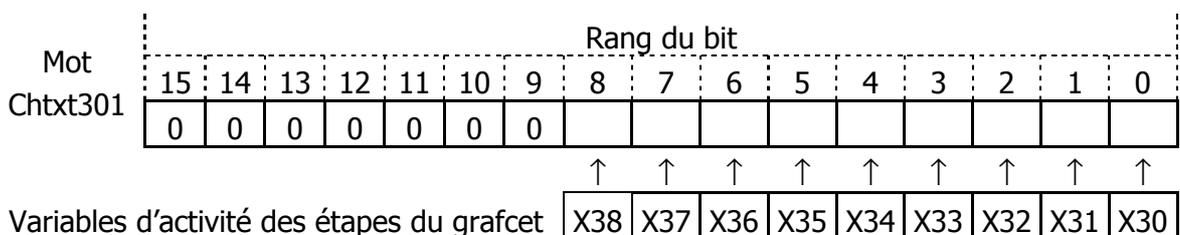
Pour définir un champ variable de type texte, il faut créer un champ texte, lui associer une variable de type UINT et définir les différents messages que pourra afficher ce champ selon les valeurs prises par la variable.

Pour le poste 3, la liste des défauts possibles que pourra afficher le champ texte 1 est répertoriée ci-dessous :

**Champ texte 1** : Identification de l'action en défaut :

Symbole	Type variable	Valeur	Message associé
Chtxt301	UINT	0	(aucun)
		1	défaut alimentation pièce
		2	défaut descente ventouse
		4	défaut aspiration
		8	défaut montée fourchette
		16	défaut avancée fourchette
		32	défaut descente fourchette
		64	défaut lâcher fourchette
		128	défaut remontée ventouse
		256	défaut recul ventouse

Le mot Chtxt301 devra recevoir l'état du grafcet du poste 3 (voir document page 21) selon le schéma ci-dessous :



**Figure 5** : principe d'affectation de la variable mot « Chtxt301 »

Remarque : La variable d'activité X39 n'est pas copiée dans le mot ; en effet, un arrêt sur cette étape ne constitue pas un défaut car la tâche s'est alors correctement déroulée.

#### **Question 7**

*Ecrire, dans l'un des langages normalisés, la partie du module logiciel SP3 permettant de copier dans le mot Chtxt301 l'image de la situation du grafcet du poste 3 comme indiqué figure 5 ci-dessus.*

## Représentation de l'état des actionneurs

L'objectif est ici de montrer une image représentant l'état supposé des actionneurs du poste à partir de l'observation des informations fournies par les différents détecteurs de fin de course. Pour définir un champ variable de type image, il suffit de créer un champ image, de lui associer une variable de type UINT et de définir les différentes images que pourra afficher ce champ selon les valeurs prises par la variable.

Ainsi, le document ressource page 19 montre comment déduire des informations tirées des fins de course une image cohérente de l'état supposé de l'actionneur.

Les lignes de code correspondantes et à introduire dans SP3 sont également proposées en littéral structuré.

### **Question 8**

*A l'aide du document ressource page 19, préciser la ou les valeurs prises par le mot Chim303 qui découlent d'une défaillance de détecteur à l'occasion d'un défaut constaté sur le mouvement horizontal.*

## Diagnostic du type de défaut

Afin d'aider le technicien de maintenance à déterminer les causes de l'arrêt, il est intéressant de lui fournir quelques informations complémentaires.

Pour diagnostiquer le type de défaut, il est nécessaire de confronter l'état observé de l'actionneur, celui attendu et la situation dans laquelle le grafcet s'est arrêté (voir page 20).

Le résultat du diagnostic sera indiqué dans un nouveau champ texte, commun à tous les actionneurs du poste :

### **Champ texte 2 : type de défaut**

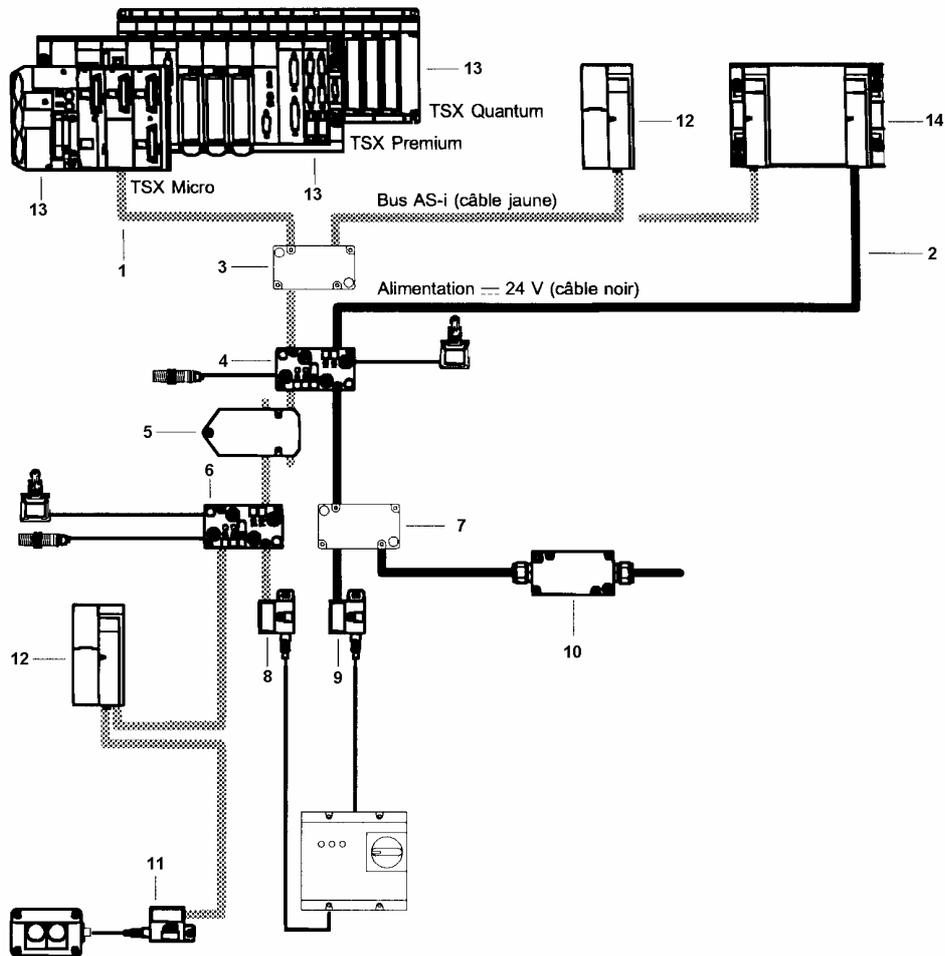
<b>Symbol e</b>	<b>Type variable</b>	<b>Valeur</b>	<b>Message associé</b>
Chtxt302	UINT	0	(aucun)
		1	Le mouvement ne s'est pas exécuté
		2	Détecteur fin de course hors service ou mouvement interrompu
		3	Détecteur début de course hors service
		4	Fourchette lâchée
		5	Absence fourchette en bout de rail

### **Question 9**

*Ecrire, dans le même langage que celui utilisé à la question 7, la partie du module logiciel SP3 qui intègre l'implantation de la représentation graphique de l'algorithme proposée sur le document ressource page 20.*

**CONSTITUANTS POUR BUS AS-i**

Architecture du système de câblage ASi



- 1 **XZ-CB1●●●1** : Câble plat jaune pour bus avec profil spécial permettant d'éviter les inversions de polarité, constitué de 2 conducteurs, non torsadés, non blindés.
- 2 **XZ-CB1●●●2** : Câble plat noir pour alimentation  $\approx$  24 V séparée, avec profil spécial permettant d'éviter les inversions de polarité, constitué de 2 conducteurs, non torsadés, non blindés.
- 3 **XZ-SDE1113 + XZ-SDP** : Répartiteur passif permettant le raccordement par prises vampires de deux câbles AS-i jaunes.
- 4 **XZ-SDE1143 + XZ-SDA22D12** : Répartiteur actif, constitué d'un module de connexion + un module utilisateur permettant le raccordement de 2 capteurs et 2 actionneurs traditionnels.
- 5 **XZ-MA1** : Répéteur, prolongateur de ligne permettant de rallonger les liaisons AS-i de 100 m (soit 300 m maxi).
- 6 **XZ-SDE1113 + XZ-SDA40D3** : Répartiteur actif, constitué d'un module de connexion + un module utilisateur permettant le raccordement de 4 capteurs traditionnels.
- 7 **XZ-SDE1113 + XZ-SDP** : Répartiteur passif permettant le raccordement par prises vampires de deux câbles AS-i jaunes.
- 8 **XZ-CG012●D** : Dérivation de raccordement sur le bus par prise vampire, raccordement au capteur ou actionneur par câble 2 x 0,34 mm<sup>2</sup> à connecteur M12 droit.
- 9 **XZ-CG0122** : Dérivation de raccordement sur le bus par prise vampire, raccordement au capteur ou actionneur par câble 2 x 0,34 mm<sup>2</sup> à fils dénudés pour bornier.
- 10 **XZ-SDE2213 + XZ-SDP** : Répartiteur passif permettant le raccordement par bornier à vis d'un câble AS-i noir et d'un câble rond.
- 11 **XZ-CG0120●C** : Dérivation de raccordement sur le bus par prise vampire, raccordement au capteur ou actionneur par câble 2 x 0,34 mm<sup>2</sup> à connecteur M12 coudé.
- 12 **TSX SUP A0● ou ABL-6** : Bloc d'alimentation pour l'ensemble des capteurs/actionneurs du bus AS-i.
- 13 **Maître** : Maître du bus AS-i.
- 14 **Module d'alimentation** : Module d'alimentation séparée 24 V pour l'ensemble des capteurs/actionneurs grands consommateurs de courant.

Autre : **XZ-SDE1133 + XZ-SDP40D1** : Répartiteur passif 4 voies permettant le raccordement de 4 capteurs ou de 4 actionneurs Asifiés.

# Document ressource

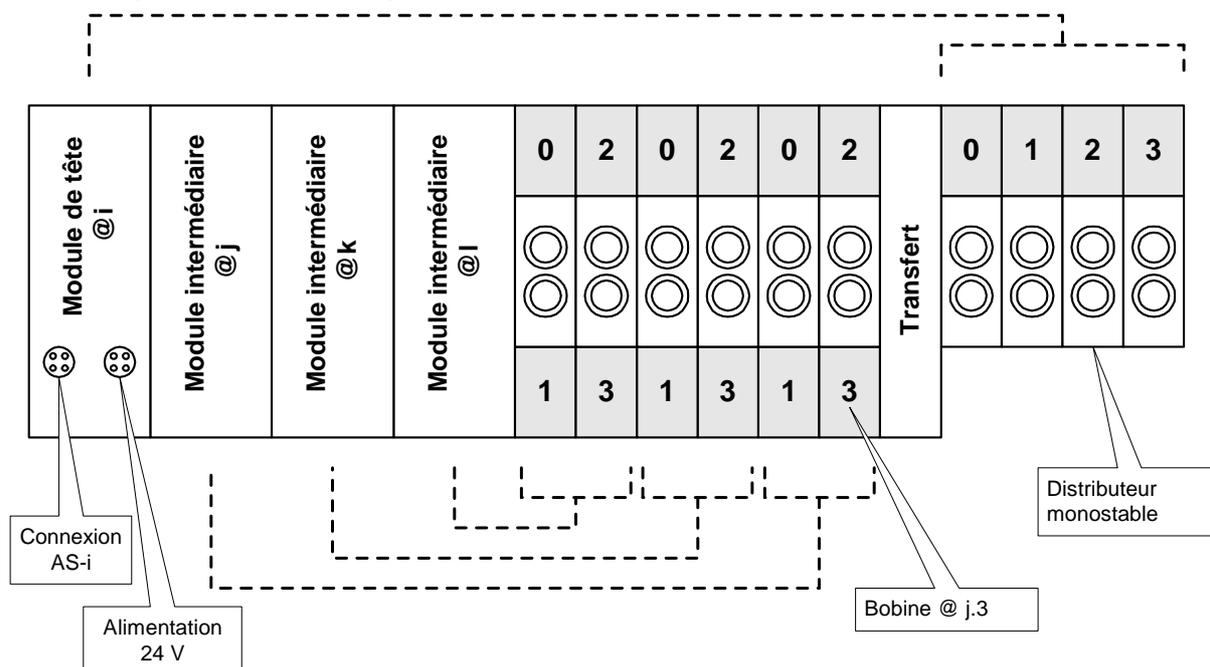
## Îlots de distribution

Les îlots sont constitués :

- d'un module de tête comportant une connexion AS-i et une connexion pour l'alimentation 24V des électrovannes ;
- De trois modules AS-i intermédiaires maximum, permettant d'adresser chacun jusqu'à 4 électrovannes ;
- De distributeurs 5/2 monostables ou bistables ou 5/3 bistables à commande électropneumatique ;
- De modules transfert permettant le passage bistable→monostable ou monostable→ bistable.

Un îlot ainsi constitué peut donc occuper 4 adresses AS-i pour 16 électrovannes au maximum.

Les adressages des sorties correspondent au schéma suivant :



**Figure 1** : principe d'association des modules AS-i et d'adressage correspondant

### Données constitutives des postes 9, 10 et plateaux 1 et 2 :

Mouvement	Distributeur	Repère distributeur	Commande	Adresse AS-i
ROT 10	5/2 bistable	102V1	102YV12.0 102YV14.1	@ 10.1 @ 10.0
ASPI 10	5/3 bistable	103V1	103YV12.0 103YV14.1	@ 10.3 @ 10.2
TRANS 10	5/2 bistable	101V1	101YV12.0 101YV14.1	@ 11.1 @ 11.0
VERT 10	5/2 monostable	100V1	100YV14.1	@ 11.2
BRID 9	5/2 monostable	91V1	91YV14.1	@ 12.1
VERT 9	5/2 monostable	92V1	92YV14.1	@ 12.0
PLATEAU 1	5/2 monostable	111V1	111YV14.1	@ 12.2
PLATEAU 2	5/2 monostable	112V1	112YV14.1	@ 12.3

**EN 954 –1 : Estimer le risque**

**EN 954-1 : Estimer le risque**

Il est bien sûr de l'intérêt et de la responsabilité du concepteur d'estimer le plus objectivement possible la catégorie de risque de sa machine. Cela lui permettra d'ajuster les mesures de protection à mettre en oeuvre dans leur fonctionnalité, leur fiabilité et bien sûr leur coût.

Au niveau des circuits de commande, la EN 954 fixe les prescriptions techniques et le comportement du système en fonction de la catégorie de risque obtenue :

**Catégorie B :** Les parties du système de commande de machine relatives à la sécurité et/ou ses dispositifs de protection, ainsi que ses composants doivent être conçus, sélectionnés, montés et combinés selon l'état de la technique afin de pouvoir faire face aux influences attendues. Lorsqu'un défaut se produit, la fonction de sécurité peut ne pas être accomplie.

**Notre conseil :** Cette catégorie concerne en général les machines qui mettent en jeu de faibles énergies et les applications domestiques. Le choix des composants et la conception du circuit de commande doivent surtout être adaptés à leur utilisation prévue en termes fonctionnels : vibration, température, fréquence d'utilisation ... L'aspect économique doit guider le choix dans l'utilisation des composants.

**Catégorie 1 :** Les conditions de la catégorie B doivent s'appliquer ; de plus les parties du système de commande relatives à la sécurité doivent utiliser des principes et des composants éprouvés (voir 6.2.2 EN 954-1). Au niveau des seuls composants électroniques, il n'est normalement pas possible de réaliser la catégorie 1.

**Notre conseil :** C'est le choix de composants plus sûrs qui va nous permettre d'être conformes à cette catégorie. Au niveau de l'organe de commande, obligatoirement des fins de course à action mécanique positive, des boulons d'AU à arrachement ... Au niveau du relayage, prévoir des relais surdimensionnés ou deux relais montés en redondance, ou un relais de sécurité câblé en monocalcanal. Le test cyclique des composants et du système de commande n'est pas obligatoire à ce niveau.

**Catégorie 2 :** Les prescriptions de B et 1 s'appliquent. De plus, les fonctions et organes de sécurité du système de commande doivent être contrôlés à intervalles réguliers, notamment au démarrage de la machine.

**Notre conseil :** Utilisation de composants sûrs obligatoire. Emploi d'un relais de sécurité redondant et auto-contrôlé qui va vérifier à chaque mise en route de la machine sa capacité à remplir sa fonction de sécurité à la prochaine sollicitation. Nous conseillons à ce niveau de risque un câblage monocalcanal avec des procédures régulières (hebdomadaires, mensuelles ...) de tests des organes de commande (bouton d'AU, interrupteurs de position ...). Si cette procédure n'est pas possible, passer à la catégorie 3.

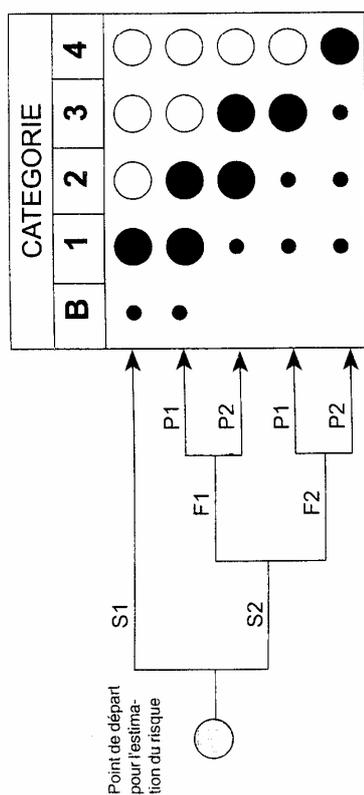


fig 2

**S Gravité de la lésion**

- S1 Lésion légère (normalement réversible), y compris le décès
  - S2 Lésion grave (normalement irréversible), y compris le décès
- Prendre en compte les conséquences habituelles des accidents et les processus de guérison sérieux. Par exemple, les ecchymoses et/ou déchirures sans complication et/ou brûlures légères seraient classées S1, tandis qu'une amputation ou un décès seraient classés S2.

**F Fréquence et/ou durée d'exposition au phénomène dangereux**

- F1 Rare à assez fréquent et/ou courte durée d'exposition
  - F2 Fréquent à continu et/ou longue durée d'exposition
- Sélectionner F2 si il est nécessaire de pénétrer de façon régulière au sein de la zone dangereuse pour insérer/déplacer des pièces ou pour opérer des réglages. Si l'intervention à lieu de temps en temps ou si cela ne rentre pas dans le cadre de fonctionnement normal de la machine (débouillage ou cassé outil par exemple) et/ou si le temps d'intervention est court, sélectionner F1.

**P Possibilité d'éviter le phénomène dangereux**

- P1 Possibilité dans certaines conditions (ex : fuite ou intervention d'un tiers)
  - P2 Rarement possible (ex : le phénomène est difficilement identifiable)
- La possibilité d'identifier et d'éviter le phénomène dangereux doit permettre de choisir P1 ou P2. Critères importants : identification possible ou non (champ visuel, bruit ...), vitesse d'apparition, opérateur qualifié ou non, fuite possible ou non, expériences pratiques de sécurité liées au procédé.

B, 1 à 4 : catégories pour les parties des systèmes de commande relatives à la sécurité

● : catégories préférentielles pour les points de référence

● : catégories possibles qui peuvent nécessiter des mesures supplémentaires

○ : mesures qui peuvent être surdimensionnées pour le risque en question

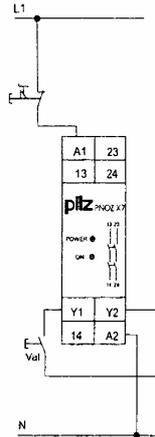
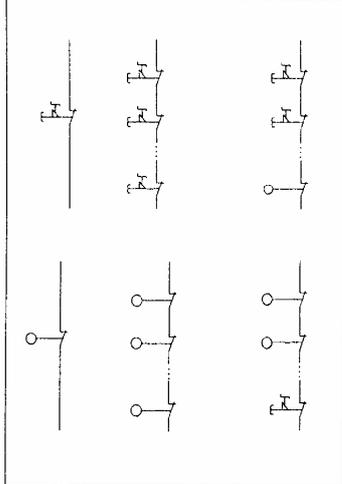
# Document ressource

## Exemples de circuits d'arrêt en vue d'assurer la sécurité

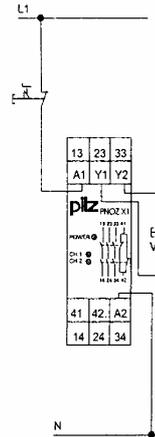
### Arrêt d'urgence/contrôle capots mobiles - câblage monocanal Réarmement manuel



#### Combinaisons sur canaux d'entrée

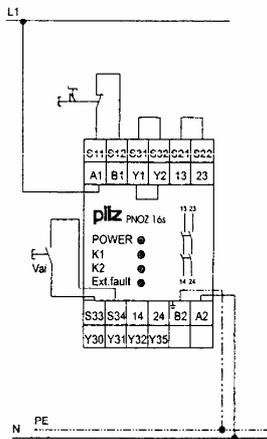


**PNOZ X7 : 2F**

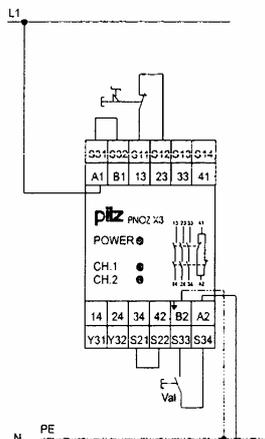


**PNOZ X1 : 3F + 1O**

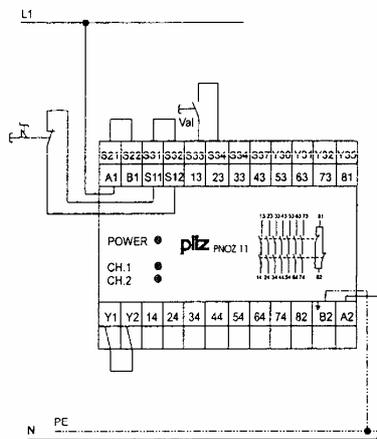
Alimentation : 24V AC/DC uniquement



**PNOZ 16s: 2F + 2Sta**  
A1-A2 : alimentation AC  
B1-B2 : 24V DC



**PNOZ X3 : 3F + 1O + 1Sta**  
A1-A2 : alimentation AC  
B1-B2 : 24V DC



**PNOZ 11 : 7F + 1O + 2Sta**  
A1-A2 : alimentation AC  
B1-B2 : 24V DC

Ce schéma de câblage est donné à titre indicatif. La mise en pratique de cet exemple de câblage nécessite, dans tous les cas, une étude propre à chaque équipement.

#### Fonction traitée : Arrêt d'urgence/contrôle capot mobile

Niveau de sécurité conseillé :	<input checked="" type="checkbox"/>	Détection mise à la masse	<input checked="" type="checkbox"/>
Réarmement automatique	<input type="checkbox"/>	Détection coupure fil	<input checked="" type="checkbox"/>
Validation manuelle	<input checked="" type="checkbox"/>	Détection courts-circuits	<input type="checkbox"/>
Validation manuelle auto-contrôlée	<input type="checkbox"/>	Auto-contrôle dans les organes de commande	<input type="checkbox"/>
		Redondance dans les organes de commande	<input type="checkbox"/>

# Document ressource

## Constituants pour boutons d'arrêt d'urgence

### Corps complet à 1 élément de contact (éléments pré-assemblés sur l'embase de fixation)



ZA2-BZ102

Désignation	Contact	Schéma	Référence	Masse kg
Pour boutons "coup de poing"	"O"		<b>ZA2-BZ102</b>	0,020

### Corps complets à 2 éléments de contact (éléments pré-assemblés sur l'embase de fixation)



ZA2-BZ105

Pour boutons "coup de poing"	"O + O"		<b>ZA2-BZ104</b>	0,030
	"O + F"		<b>ZA2-BZ105</b>	0,030

### Éléments de contact adaptables (raccordement par vis-étriers)



ZB2-BE101

Pour réalisations de corps à 3 ou 4 éléments de contact maximum ou rechange du 1 <sup>er</sup> ou du 2 <sup>e</sup> élément	"F"		<b>ZB2-BE101 (1)</b>	0,015
	"O"		<b>ZB2-BE102 (1)</b>	0,015

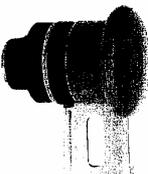
### Têtes pour boutons "coup de poing" à accrochage Arrêt d'urgence



ZA2-BS944



ZA2-BT4



ZA2-BT409



ZA2-BS74

Désignation	Diamètre mm	Couleur	Référence	Masse kg
<b>Infraudables</b> Tourner pour déverrouiller	Ø 30	Rouge	<b>ZA2-BS834</b>	0,040
	Ø 40	Rouge	<b>ZA2-BS844</b>	0,050
<b>Infraudables</b> Déverrouillage par clé n° 455	Ø 30	Rouge	<b>ZA2-BS934</b>	0,060
	Ø 40	Rouge	<b>ZA2-BS944</b>	0,070
<b>Pousser-tirer</b>	Ø 30	Rouge	<b>ZA2-BT44</b>	0,060
	Ø 40	Rouge	<b>ZA2-BT4</b>	0,050
	Ø 40 pour cadenas	Rouge	<b>ZA2-BT409</b>	0,085
	Ø 60	Rouge	<b>ZA2-BX4</b>	0,060
<b>Tourner pour déverrouiller</b>	Ø 30	Rouge	<b>ZA2-BS44</b>	0,040
	Ø 40	Rouge	<b>ZA2-BS54</b>	0,050
	Ø 60	Rouge	<b>ZA2-BS64</b>	0,060
<b>Déverrouillage par clé n° 455</b> Verrouillage du poussoir dès l'impulsion. Retrait de la clé au repos.	Ø 30	Rouge	<b>ZA2-BS74</b>	0,060
	Ø 40	Rouge	<b>ZA2-BS14</b>	0,070
	Ø 60	Rouge	<b>ZA2-BS24</b>	0,080

(1) Pour vente par lot sous emballage collectif, consulter notre catalogue avril 1993 n° 41610.

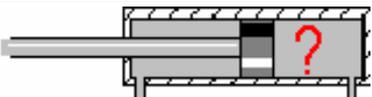
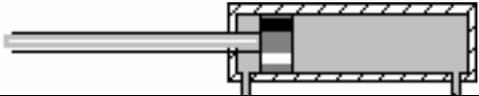
#### Autres réalisations

Têtes pour boutons "coup de poing" pousser-tirer avec soufflet élastomère pour étanchéité renforcée.

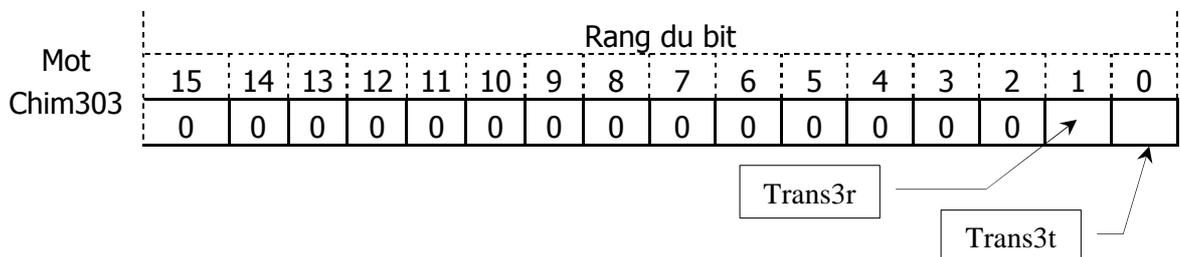
Têtes pour boutons "coup de poing" à serrure avec autres numéros de clé.

**Principe de représentation de l'état des actionneurs**

**Champ image 3** : Représentation de l'état supposé du vérin horizontal :

<i><b>Symbole</b></i>	<i><b>Type variable</b></i>	<i><b>Valeur</b></i> <i><b>r</b></i>	<i><b>Image associée</b></i>
<i>Chim303</i>	<i>UINT</i>	<i>0</i>	
		<i>1</i>	
		<i>2</i>	
		<i>3</i>	

Le mot Chim303 devra directement recevoir, dans ses deux bits de poids faible, les valeurs des détecteurs de fin de course du vérin de translation horizontale selon le schéma ci dessous :



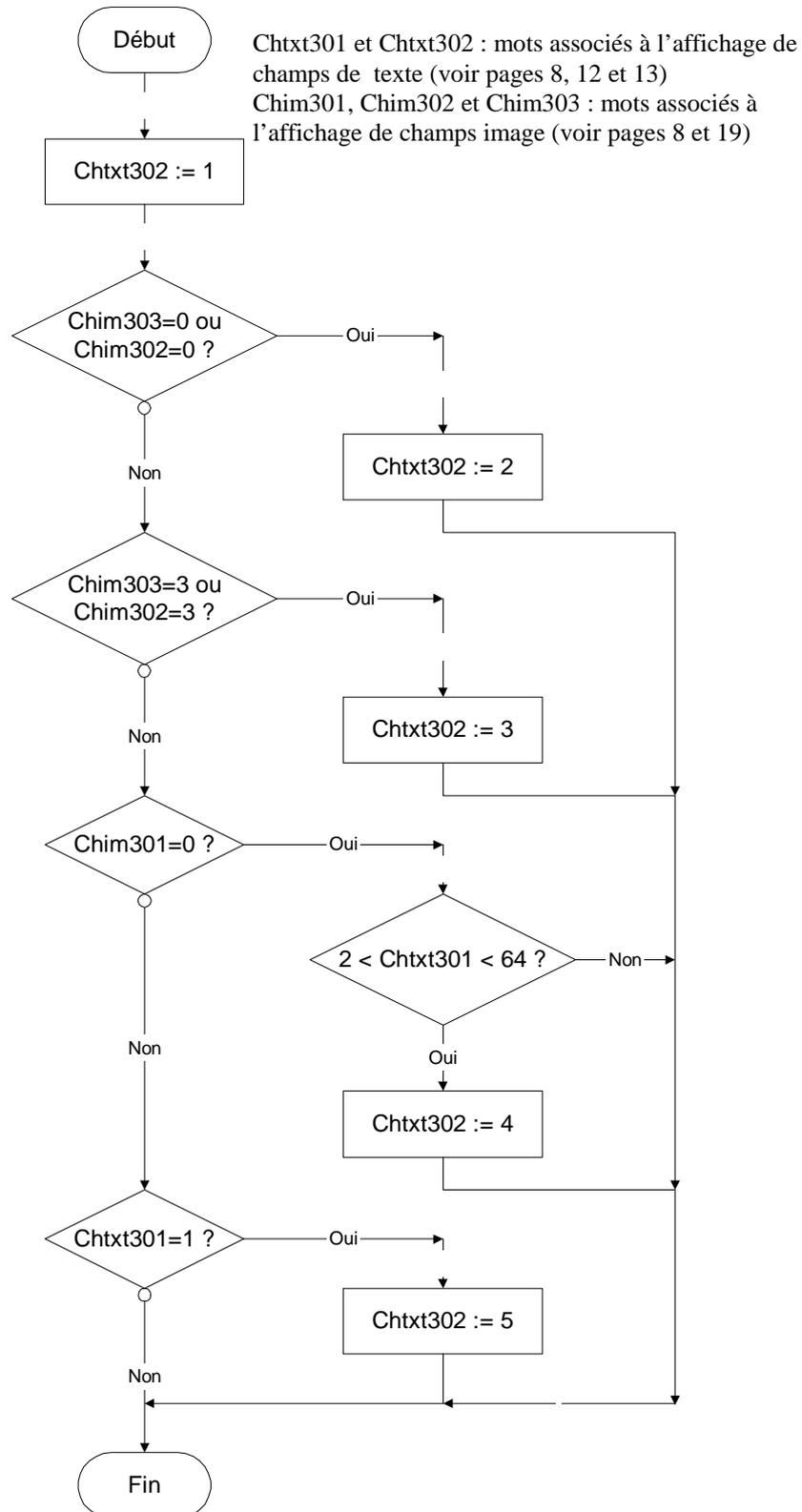
Ainsi, la valeur prise par le mot Chim303 témoigne de l'état supposé du vérin compte tenu de celui de ses détecteurs de fin de course.

Les lignes de code permettant l'affectation du mot associé à l'image pourraient être :

```
Chim303:X0 := trans3t ;
Chim303:X1 := trans3r ;
```

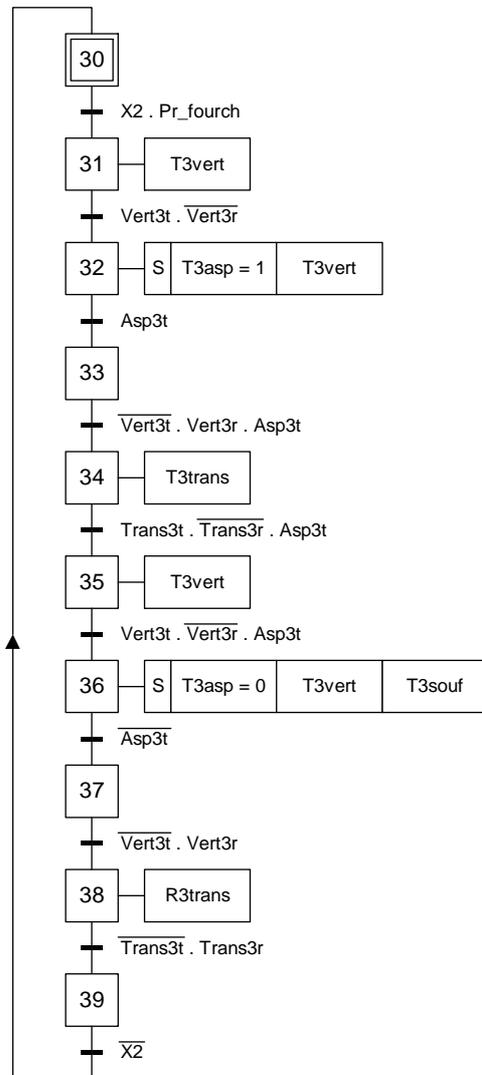
## Document ressource

### Représentation graphique de l'algorithme pour le diagnostic de défaut (dans SP3)

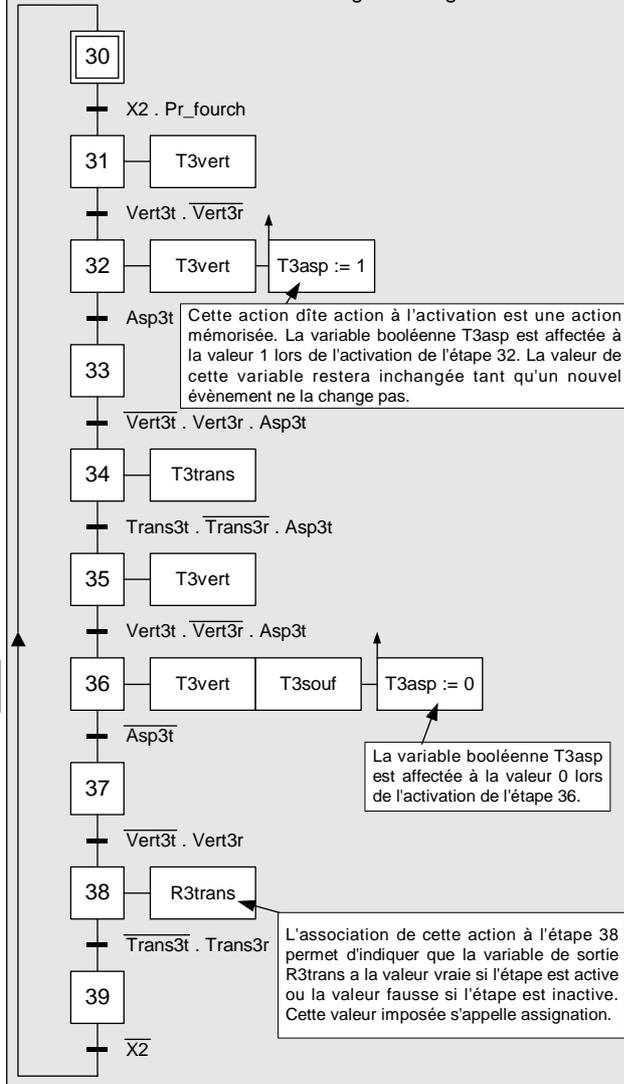


# Document ressource

## Grafcet dépose fourchette – poste 3



Ce grafcet est conforme à la nouvelle norme CEI 60848 "Langage de spécification Grafcet pour diagrammes fonctionnels en séquence". Les actions associées sont similaires à celles écrites dans le grafcet à gauche.

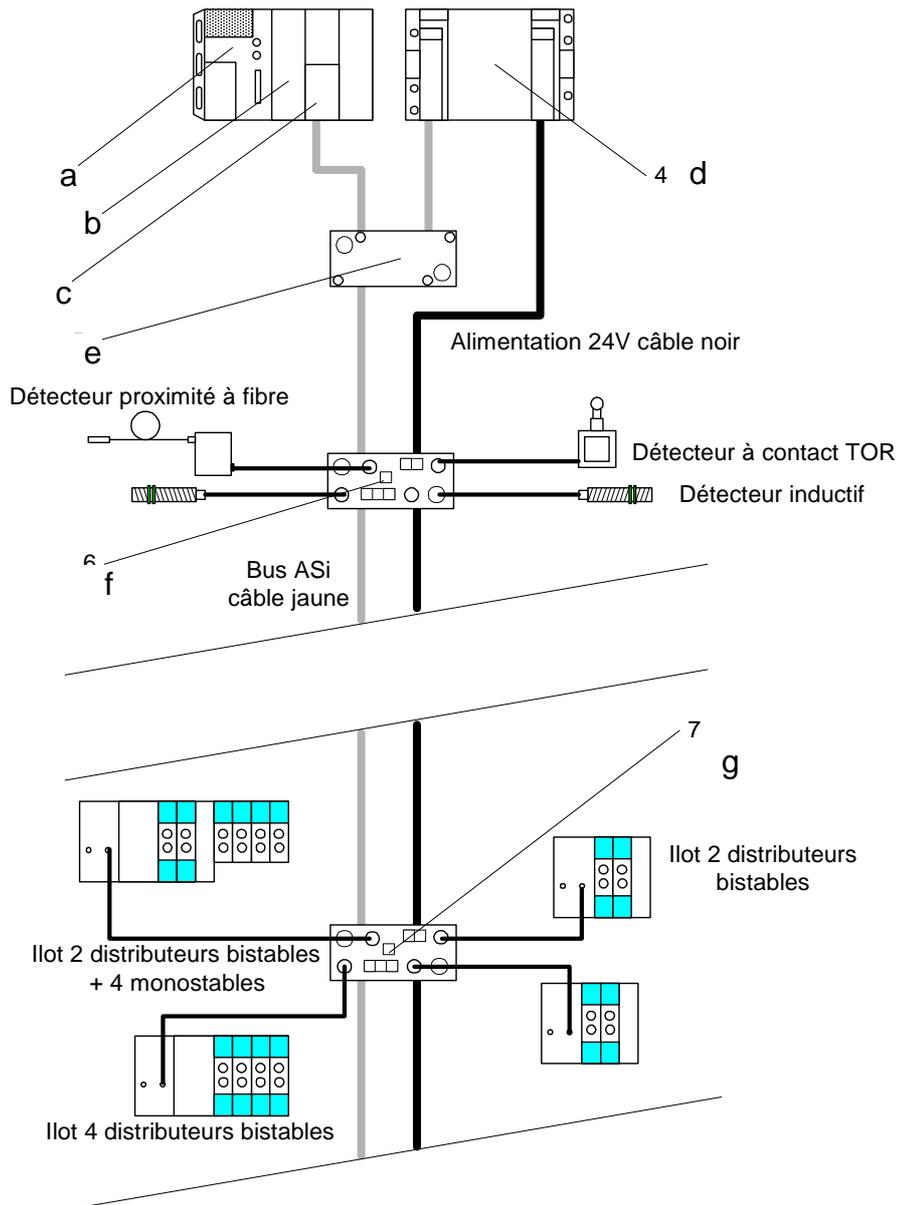


Entrées		
Symbole	Type de variable	Commentaire
Pr_fourch	BOOL	Présence pièce
Vert3r	BOOL	Vert. remonté
Vert3t	BOOL	Vert. descendu
Trans3r	BOOL	Trans. Rentrée
Trans3t	BOOL	Trans. sortie
Aspi3t	BOOL	Pièce aspirée

Sorties		
Symbole	Type de variable	Commentaire
T3vert	BOOL	Descendre
T3trans	BOOL	Avancer
R3trans	BOOL	Reculer
T3asp	BOOL	Aspirer

# Document réponse

## Extrait du schéma de raccordement



### Liste des composants nécessaires :

Repère	Désignation	Référence complète	Nombre
a	API (alimentation + processeur)	TSX 37 22 001	1
b	Carte 16 entrées + 12 sorties TOR	TSX DMZ 28 DR	1
c	Module de communication ASi	TSX SAZ 10	1
d			
e			
f			
g			

# Document réponse

## Schéma de puissance pneumatique du poste 3

