

Brevet de Technicien Supérieur
MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2005

EPREUVE E5
Automatique et Génie électrique

**Analyse et conception des solutions possibles
d'automatisation d'un moyen de production
(Sous-épreuve E 5-1)**

Durée : 3 heures

Coefficient : 2,5

Aucun document n'est autorisé

Ce sujet comporte 4 dossiers :

- Présentation du système.
- Questionnaire.
- Documents réponses.
- Dossier technique.

Matériel autorisé : Calculatrice de poche alpha-numérique ou à écran graphique à fonctionnement autonome sans imprimante (Cirulaire 99-186 du 16-11-99)

Brevet de Technicien Supérieur
MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2005

**Analyse et conception des solutions possibles
d'automatisation d'un moyen de production
(Sous-épreuve E 5-1)**

Présentation

Ce dossier contient les documents PR 1/3 à PR 3/3

Durée de lecture conseillée : 5 min

SYSTÈME DE CONDITIONNEMENT DE PORTIONS DE FROMAGE

Présentation de l'entreprise

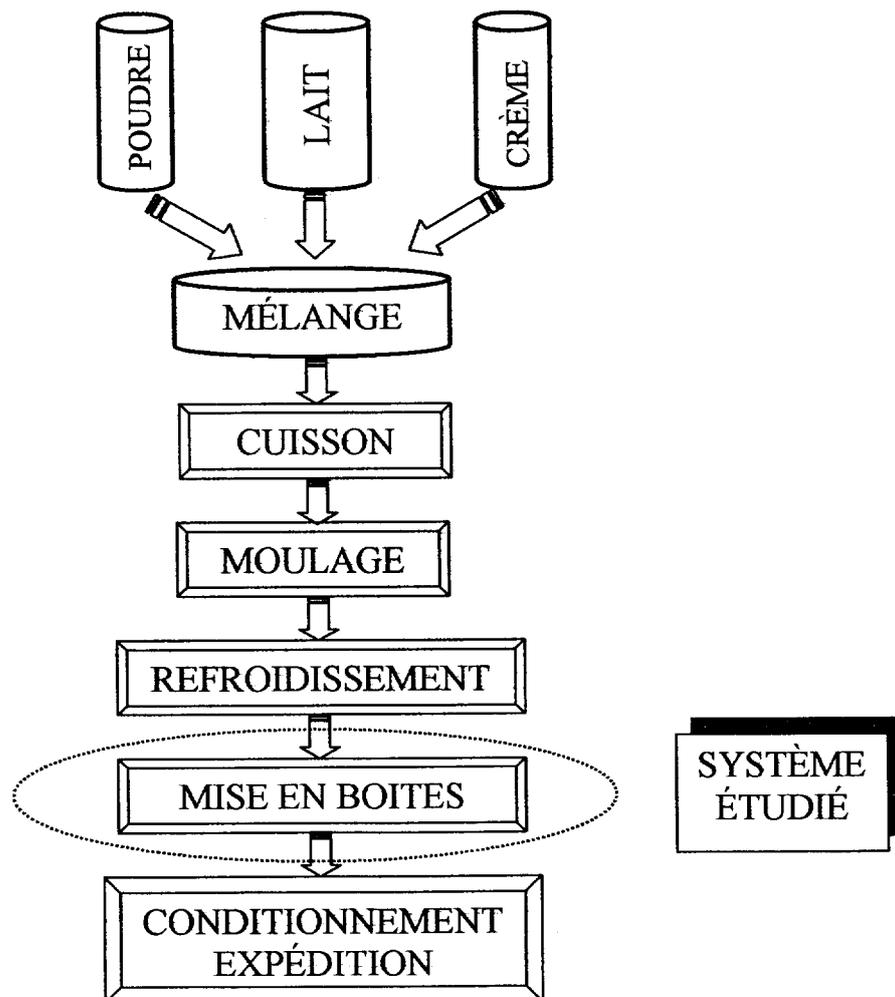
La société BEL située à SABLE SUR SARTHE (72) près du Mans, est spécialisée dans la fabrication et le conditionnement de fromages, principalement des pâtes pressées, fondues ou fraîches.

Elle emploie 750 personnes et collecte 86 millions de litres de lait par an.

Le service maintenance compte 88 personnes et ses activités se répartissent en 60% de préventif, 30% de correctif et 10% d'améliorations et travaux neufs sur des équipements très spécifiques utilisant des technologies de pointe.

Nous nous intéresserons plus particulièrement à sa plus grosse production qui concerne le fromage KIRI et qui représente environ 19 000 tonnes par an.

Processus de fabrication du fromage KIRI



PRÉSENTATION DU SYSTÈME DE CONDITIONNEMENT DE PORTIONS DE FROMAGES SYSTÈME MBK : MISE EN BOÎTES KIRI

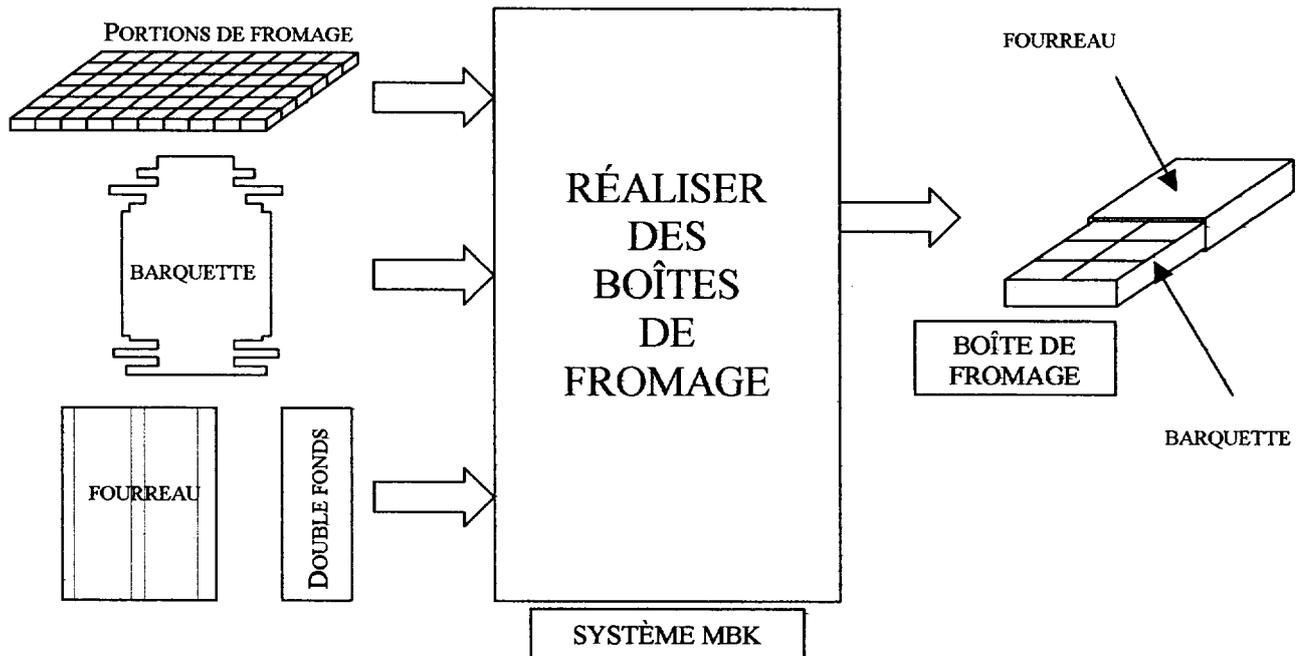
Le système étudié a pour fonction de **réaliser des boîtes de fromages**.

Dans un premier temps, des barquettes sont constituées, garnies d'un double fonds, elles sont ensuite remplies de portions de fromage puis un fourreau vient recouvrir la barquette.

2 formats de production sont possibles : 12 ou 14 portions par boîte en simple couche.

La cadence maximale est de 690 portions par minute et le système peut dans ces conditions produire 60 tonnes de fromage par semaine.

FONCTION GLOBALE DU SYSTÈME



FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME (Voir schéma d'implantation page PR3/3)

Le système possède 5 sous fonctions principales réalisées simultanément qui peuvent être décomposées en 22 postes d'activité:

FABRICATION BARQUETTE		FORMATION DES LOTS DE PORTIONS		REPLISSAGE BARQUETTES		FABRICATION DU FOURREAU		EVACUATION	
1	Dépose et encollage	7	Alimentation et formation de lots de 24	11	Saisie lots	14	Dépose fourreau	21	Evacuation boîtes
2	Formage	8	Séparation en lots de 12	12	Dépose dans barquette	15	Contrôle position	22	Evacuation boîtes non conformes
3	Rabattage	9	Dépose renforts	13	Retournement	16	Collage point de verrouillage		
4	Contrôle	10	Taquage portions			17	Pressage		
5	Découpe double fonds					18	Encollage fourreaux		
6	Dépose bons publicitaires					19	Pliage- collage fourreaux		
						20	Contrôle		

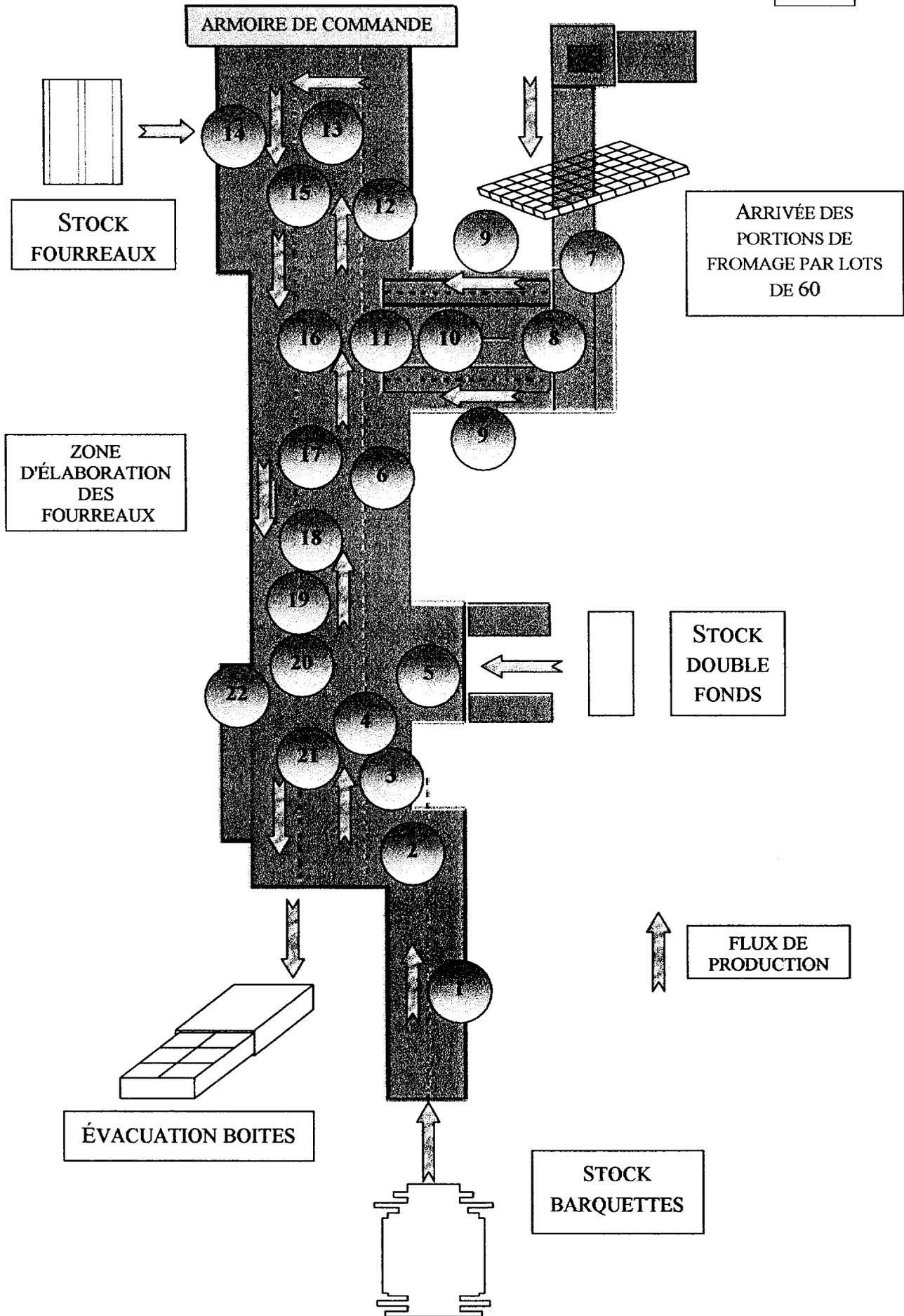


SCHÉMA D'IMPLANTATION DU SYSTÈME CONDITIONNEMENT DE FROMAGES (VUE DE DESSUS)

Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2005

**Analyse et conception des solutions possibles
d'automatisation d'un moyen de production
(Sous-épreuve E 5-1)**

Durée : 3 heures

Coefficient : 2,5

Questionnaire

Ce dossier contient les documents Q 1/5 à Q 5/5

1°PARTIE		2°PARTIE		3°PARTIE		4°PARTIE	
40 min		1 h		45 min		30 min	
1.1	8 points	2.1	2 points	3.1	5points	4.1	5 points
1.2	3 points	2.2	3 points	3.2	5 points	4.2	3 points
1.3	4 points	2.3	5 points	3.3	2 points		
		2.4	3 points				
		2.5	2 points				

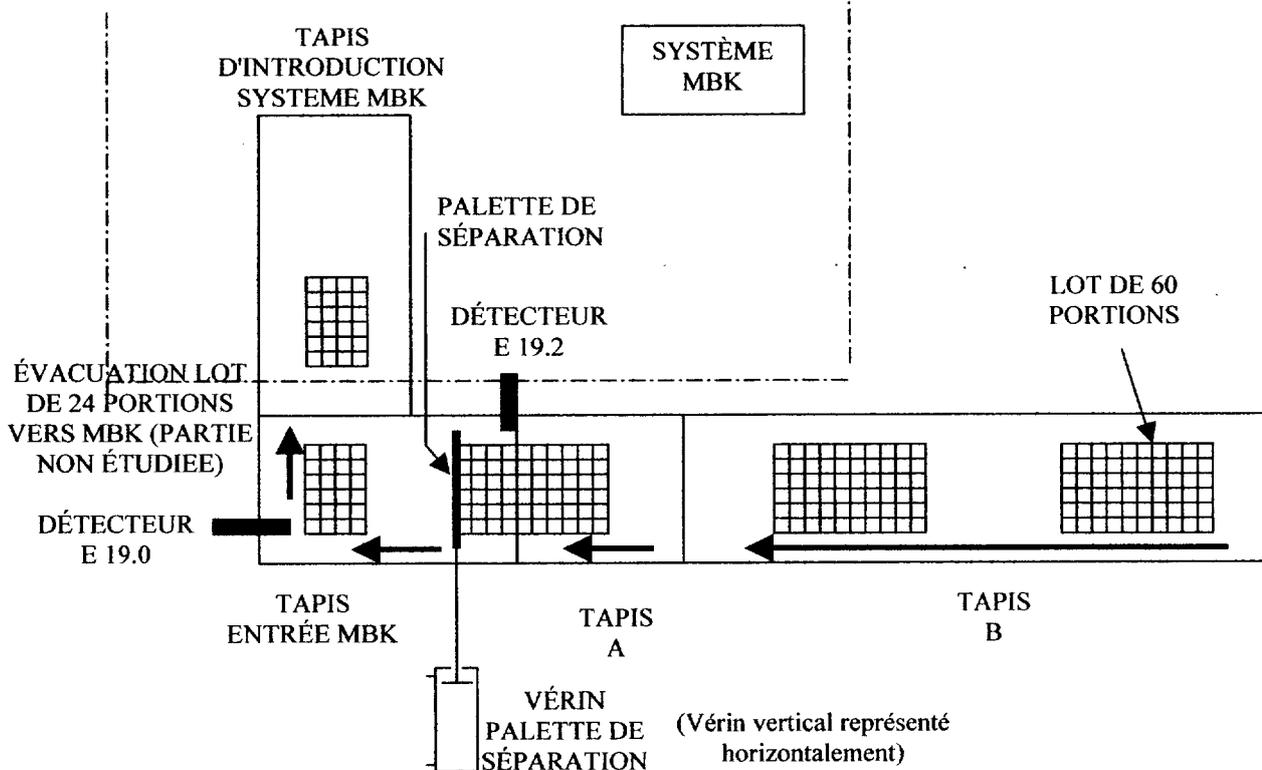
1° PARTIE 15 points (Durée conseillée: 45 min) ÉTUDE DE L'ALIMENTATION EN PORTIONS	DR1/3 DT1/6,DT2/6
--	----------------------

Le poste étudié a pour fonction de constituer des lots de 24 portions de fromage.
 (Voir figure ci-dessous)

Les portions arrivent par un tapis B par lots de 60, sont transférées sur un tapis A puis viennent en butée sur une palette de séparation à l'entrée d'un troisième tapis noté "tapis entrée MBK".

Un premier détecteur E19.2 contrôle la présence de 24 portions à l'entrée du tapis MBK.
 Dans ce cas, le tapis A s'arrête, la palette de séparation se lève et le lot de 24 portions est entraîné par le tapis "entrée MBK" jusqu'à un deuxième détecteur E 19.0.
 Le lot est alors redirigé vers un tapis d'introduction du système MBK (partie non étudiée).

Nous nous intéressons dans cette partie uniquement à la gestion des tapis A, B, MBK et à la palette de séparation, permettant la constitution d'un lot de 24 portions.

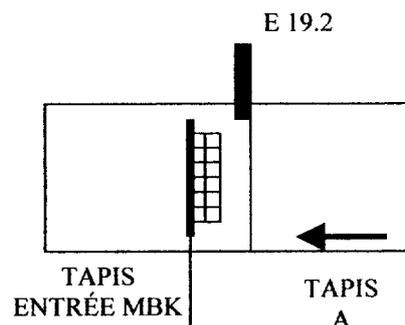


Q1.1 (Document réponse DR 1/3). 8 points

Un lot de 60 portions arrive en butée. A partir des documents DT1/6 et DT 2/6, compléter le chronogramme du début à la fin d'un cycle.

Q1.2 (Répondre sur copie). 3 points

A partir d'un lot de 60 portions, on peut constituer 2 lots de 24, il ne reste plus alors que 12 portions. L'arrivée de ces 12 portions sur le tapis "entrée MBK" est détectée par E19.2 et les portions restent en butée sur la palette de séparation. Dans cette situation l'évolution du grafcet "Alimentation MBK" est arrêtée à l'étape 20 en attendant l'arrivée d'un nouveau lot car le bit fin de tempo E19.2 ne passe pas à l'état 1. Expliquer pourquoi.



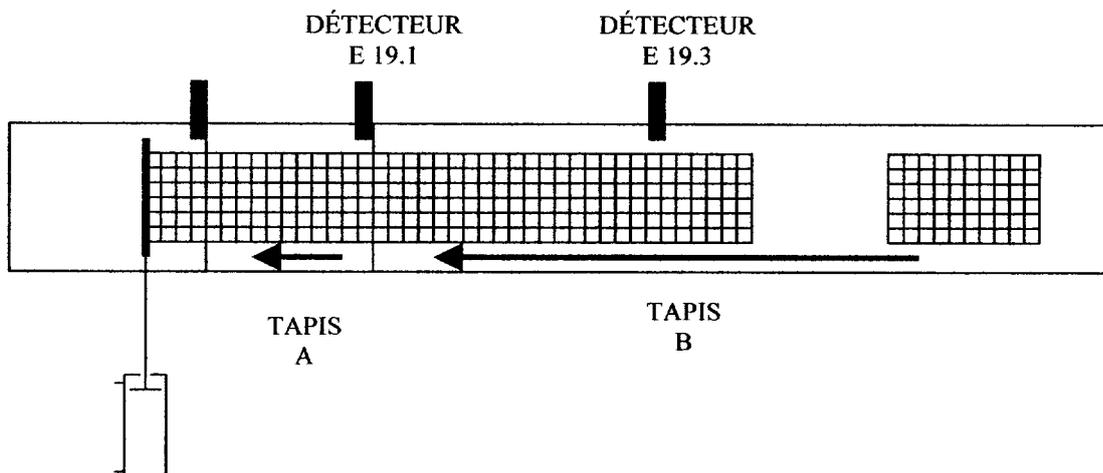
En cadence normale du système MBK, il y a un espace entre 2 lots de 60 portions

Problème: En cas de ralentissement de la cadence de production, à la demande du conducteur de machine, les portions s'accumulent sur les tapis A et B.

Le service de maintenance envisage d'implanter un premier détecteur E19.3 sur le tapis B, permettant de signaler l'absence d'espace entre 2 lots .

Ce signal provoque l'arrêt de la commande du moteur d'entraînement du tapis B.

Un deuxième détecteur E 19.1 permet en fonction de son état logique le redémarrage du tapis B.



Q1.3 (Document réponse DR 1/3). 4 points

La commande du moteur d'entraînement du tapis B est maintenant gérée par un graficet indépendant.

Sachant que la durée de passage d'un lot de 60 portions devant le détecteur E19.3 est inférieure à 350 ms, compléter le graficet de gestion du tapis B.

2° PARTIE	15 points	(Durée conseillée: 1 h)	DR2/3
ÉTUDE DE L'ENCOLLAGES DES BARQUETTES			DT3/6

Les barquettes font l'objet d'un premier encollage des rabats latéraux par dépose d'un cordon de colle réalisé par un pistolet.

L'encollage a lieu pendant l'avance d'un pas du tapis d'entraînement correspondant au déplacement de 2 barquettes.(Voir schéma page Q3/5).

La commande de l'électrovanne du pistolet est réalisée par l'automate en fonction du programme.

Par souci de rentabilité, l'entreprise a décidé d'augmenter la cadence de production.

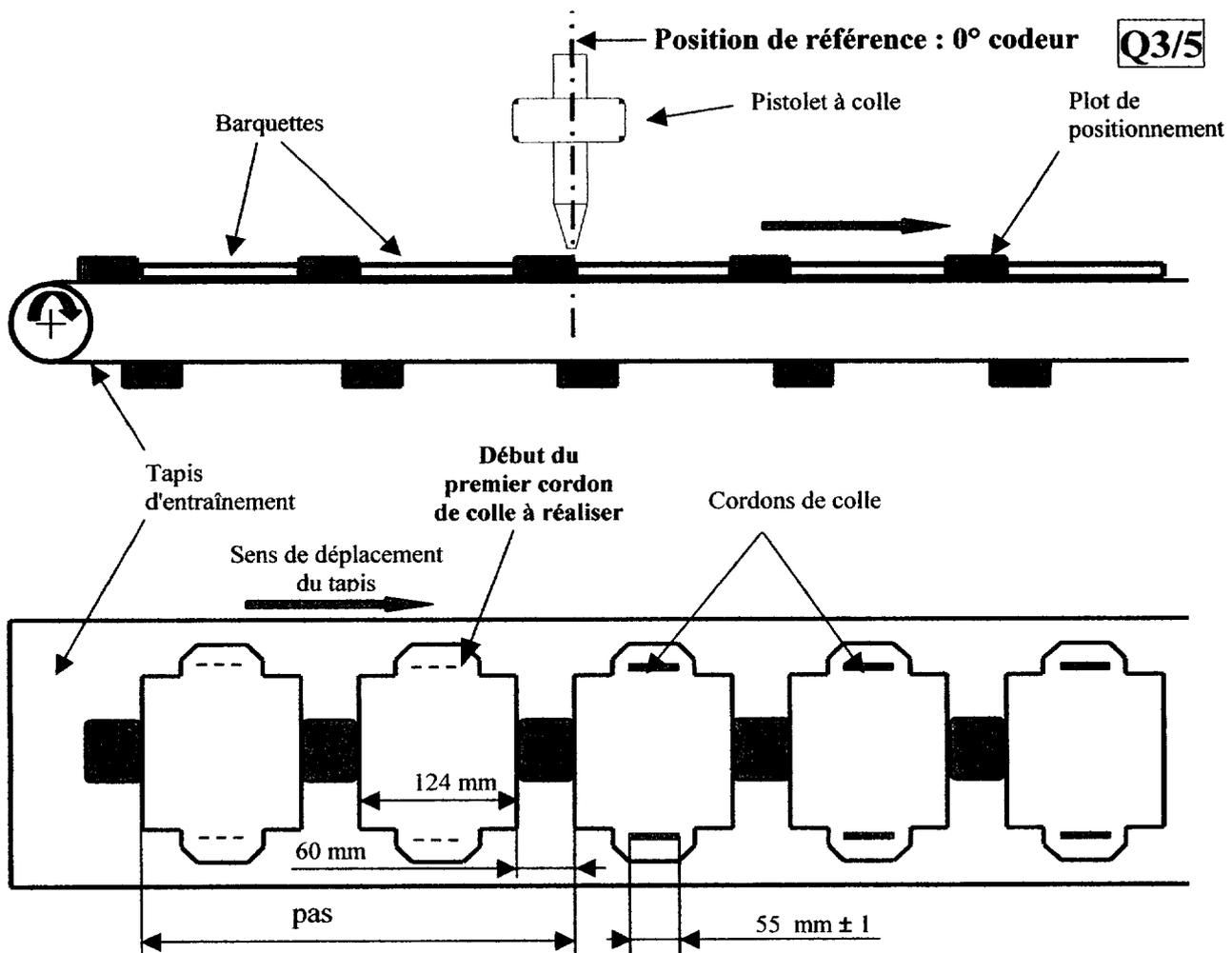
Après un certain nombre d'essais, il s'avère que les temps de réponse des entrées/sorties et de traitement de l'automate sont trop importants pour répondre au besoin de la nouvelle production.

Problème: le service de maintenance a décidé de réaliser la commande de l'électrovanne du pistolet par un programmeur à cames électronique. (voir DT3/6).

Ce programmeur est associé à un codeur absolu, fixé en bout d'arbre du moteur d'entraînement du tapis. Ce codeur indique l'angle de rotation de l'arbre du moteur d'entraînement du tapis.

Les sorties du programmeur peuvent être programmées en fonction de la valeur angulaire de l'arbre du codeur.

Une tolérance de ± 1 mm doit être respectée sur la longueur du cordon.



Q2.1 (Répondre sur copie). 2 points

Préciser l'intérêt d'utiliser un codeur absolu en cas de coupure d'énergie électrique.

Q2.2 (Répondre sur copie). 3 points

La position de référence correspondant au 0° du codeur est celle de la figure ci-dessus.

L'avance d'un pas du tapis (déplacement de 2 barquettes) correspond à 1/2 tour de son arbre d'entraînement

Calculer la valeur du déplacement du tapis à partir de laquelle la première commande d'ouverture de l'électrovanne du pistolet (début du premier cordon de colle) doit avoir lieu.

En déduire l'angle de rotation du codeur correspondant.

Q2.3 (Répondre sur copie). 5 points

Calculer : - l'angle du codeur correspondant à la première commande de fermeture de l'électrovanne du pistolet à colle.

- les valeurs programmées des angles précédents, compte-tenu de la précision des sorties du programmeur, des premières commandes d'ouverture et de fermeture de l'électrovanne du pistolet.

- la longueur réelle du cordon en fonction des valeurs programmées.

La tolérance sur la longueur du cordon de colle est-elle respectée dans ce cas ?

Q2.4 (Document réponse DR2/3). 3 points

Indiquer dans le tableau du DR2/3 les valeurs des angles caractéristiques qui permettent de réaliser la programmation complète du programmeur pour un tour de codeur.

La sortie 1 du programmeur est utilisée pour la commande de l'électrovanne

(L'électrovanne s'ouvre quand la sortie 1 est à ON et se ferme quand la sortie 1 est à OFF).

Q2.5 (Répondre sur copie). 2 points.

En cas d'intervention entraînant un démontage du tapis ou de son moteur d'entraînement, quelle opération faut-il réaliser sur le programmeur avant la remise en service ? Justifier cette réponse.

3° PARTIE	12 points (Durée conseillée: 45 min)	DR2/3 DT4/6, DT5/6
GESTION DES ARRÊTS D'URGENCE ET OUVERTURE PORTES		

L'équipement est doté de 7 arrêts d'urgence et 22 portes, l'ensemble étant géré par un module de sécurité PILZ PNOZ V.

Les contacts d'arrêt d'urgence et de portes sont câblés en série et tous les contacts sont doublés formant ainsi 2 lignes de sécurité redondantes.

En cas d'appui sur un arrêt d'urgence ou l'ouverture d'une porte, l'alimentation des moteurs doit être interrompue.

La mise sous tension des moteurs est réalisée par l'appui sur un bouton poussoir S7 "REARM".

Problème: *Le service de maintenance désire mettre en place une procédure de contrôle périodique des arrêts d'urgence et des portes.*

Nous nous intéressons uniquement au contrôle de l'AU N°1.

La procédure de contrôle proposée est la suivante:

1. *Mettre le système en énergie*
2. *Appuyer sur l' AU N°1*
3. *Déverrouiller l'AU N°1*
4. *Appuyer sur le bouton S7 RÉARM*
5. *Relâcher le bouton S7 RÉARM*

En cas de fonctionnement normal les lignes 13-14, 23-24 et 33-34 sont passantes (voir DT4/6 et DT5/6).

Nous envisageons 2 hypothèses de défaillance du contact de l'AU N°1 reliant les fils repérés 1501 et 1503 :

- *Défaillance 1 : contact de l'AU N°1 non passant (le circuit reste ouvert)*
- *Défaillance 2 : contact de l'AU N°1 passant (le circuit reste fermé)*

Vous êtes chargé de vérifier l'efficacité de cette proposition.

Après avoir réalisé la procédure de contrôle ci-dessus dans les deux hypothèses de défaillance, compléter le document réponse DR2/3 décrivant l'état interne du module de sécurité et conclure quant à la détection du défaut et la mise en sécurité de la machine.

Q3.1 (Document réponse DR2/3). 5 points

Q3.2 (Document réponse DR2/3). 5 points

Problème: *Compte tenu de son importance dans le processus de fabrication, le moteur Brushless doit faire l'objet d'une attention particulière.*

Le service de maintenance a décidé de surveiller la défaillance correspondant au collage de KM23.

Q3.3 (Répondre sur copie). 2 points

Expliquer comment est réalisée cette surveillance.

Que se passe-t-il si une telle défaillance survient ?

4° PARTIE	8 points	(Durée conseillée: 30 min)	DR3/3
CONTRÔLE DU COLLAGE DES FOURREAUX			DT6/6

Le collage des fourreaux, après dépose d'un cordon de colle sur un de ses bords latéraux, consiste à rabattre et presser la partie du fourreau à coller.



La constatation en fin de chaîne de plusieurs fourreaux mal ou non collés oblige à mettre en place à ce poste un système de contrôle du collage des fourreaux et d'évacuation des boîtes (fourreau+ barquette) dont le fourreau est mal collé.

Problème: La solution de contrôle consiste à placer un détecteur optique E21 permettant de contrôler la distance d entre le fourreau et le détecteur.

La distance correspondant à un fourreau bien collé a pour valeur d_1



L'avance d'un pas du tapis d'entraînement des boîtes correspond au déplacement de 2 boîtes B1 et B2.

2 détecteurs E21-2 et E21-3 seront nécessaires pour le contrôle. (Voir schéma DT6/6).

En cas de mauvais collage la ou les boîtes mauvaises (B1 et/ou B2) doivent être évacuées.

L'évacuation sera réalisée par un vérin 11C pour les boîtes mauvaises B1 et un vérin 12C pour les boîtes mauvaises B2.

Les boîtes sont contrôlées en amont du poste d'évacuation.

La non conformité doit donc être mémorisée de telle sorte qu'une boîte contrôlée non conforme soit évacuée lorsqu'elle se présente au poste d'évacuation et ceci après 2 pas d'avance du tapis.

Cette mémorisation est réalisée par grafcet . (voir document DT 6/6 B1 uniquement, grafcet gestion boîte B1 mauvaise).

Nous nous intéressons dans notre cas uniquement à la gestion de la boîte B1 mauvaise, la gestion de B2 étant identique.

Q4.1 (Document réponse DR3/3). 5 points

En utilisant en particulier les règles 4 et 5 du grafcet décrites sur le document DR3/3, compléter l'évolution du grafcet "GESTION BOITE B1 MAUVAISE".

Q4.2 (Document réponse DR3/3). 3 points

Compléter le grafcet d'évacuation des boîtes B1 mauvaises.

Remarque: la détection d'avance d'un pas $\uparrow S1$ se fait une fois le pas réalisé (voir grafcet avance tapis DT6/6).

Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2005

**Analyse et conception des solutions possibles
d'automatisation d'un moyen de production
(Sous-épreuve E 5-1)**

Durée : 3 heures

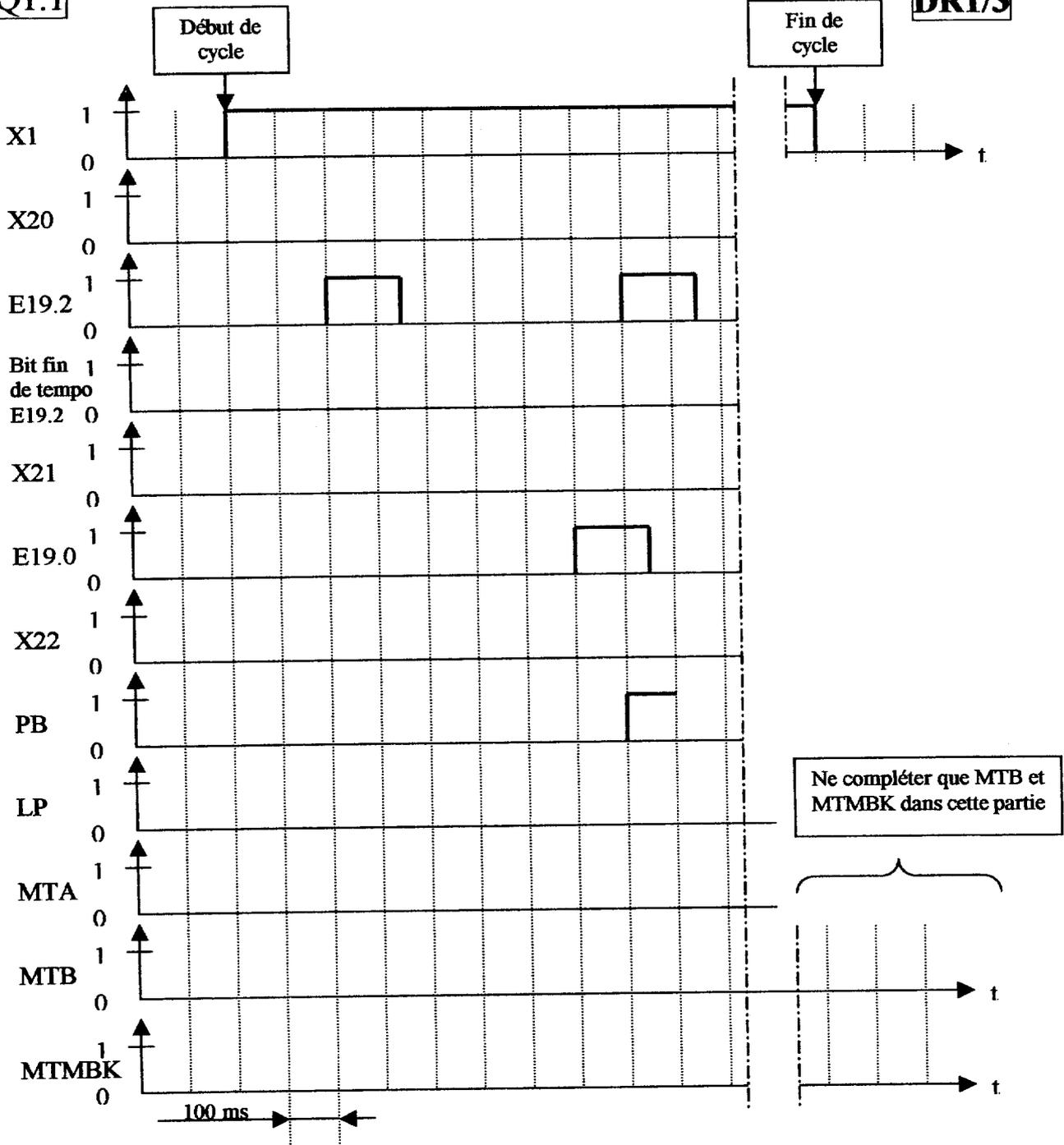
Coefficient : 2,5

Documents réponses

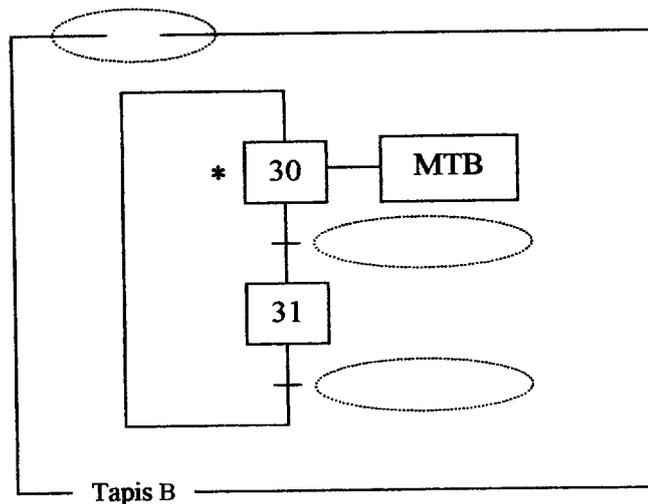
Ce dossier contient les documents DR 1/3 à DR 3/3

Q1.1

DR1/3



Q1.3



Q2.4

Présélection	0		1		2		3		4	
	ON	OFF								
Sortie										
1										

Début du 1^ocordon

Fin du 1^ocordon

Q3.1 Indiquer par une croix dans chaque case l'état des constituants du module de sécurité.

Défaillance 1 : contact de l'AU N°1 non passant

Alimentation des relais (1 s après relâchement de S7)	ETAT	K1		K2		K3	
	Alimenté						
	Non alimenté						
Contacts auxiliaires	ETAT	K1.1	K1.2	K2.1	K2.2	K3.1	K3.2
	Ouvert						
	Fermé						
Ligne de sécurité	ETAT	13-14		23-24		33-34	
	Ouverte						
	Fermée						

CONCLUSION:

Q3.2 Compléter par une croix dans chaque case concernant l'état interne du module de sécurité.

Défaillance 2 : contact de l'AU N°1 passant

Alimentation des relais (1 s après relâchement de S7)	ETAT	K1		K2		K3	
	Alimenté						
	Non alimenté						
Contacts auxiliaires	ETAT	K1.1	K1.2	K2.1	K2.2	K3.1	K3.2
	Ouvert						
	Fermé						
Ligne de sécurité	ETAT	13-14		23-24		33-34	
	Ouverte						
	Fermée						

CONCLUSION:

Q4/1

**EVOLUTION DU GRAFCET GESTION
BOITES B1 MAUVAISES**

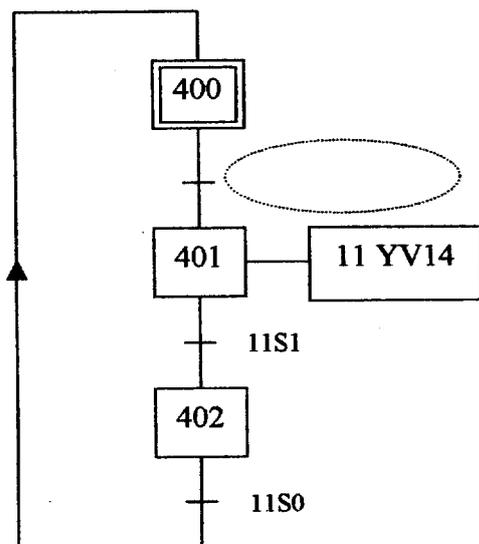
		X200	X201	X202	X203
		1	0	0	0
↑S1 = 1	E21-2 = 1	1	1	0	0
↑S1 = 1	E21-2 = 1	1	1	1	0
↑S1 = 1	E21-2 = 1				
Détection boîte mauvaise					
↑S1 = 1	E21-2 = 0				
↑S1 = 1	E21-2 = 1				
↑S1 = 1	E21-2 = 1				
↑S1 = 1	E21-2 = 1				

PHASE DE
MISE EN
SERVICE

Le franchissement de la transition entre 201 et 202 entraîne la désactivation de 201 qui n'est pas réactivée car la transition entre 200 et 201 n'est pas franchissable (E 21-2 = 0)

Q4/2

**GRAFCET EVACUATION
BOITE B1 MAUVAISE**



REGLE 4 du GRAFCET: évolutions simultanées

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont **simultanément franchies**.

REGLE 5 du GRAFCET: activation et désactivation simultanées

Si, au cours du fonctionnement de l'automatisme, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, **elle reste active**.

Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

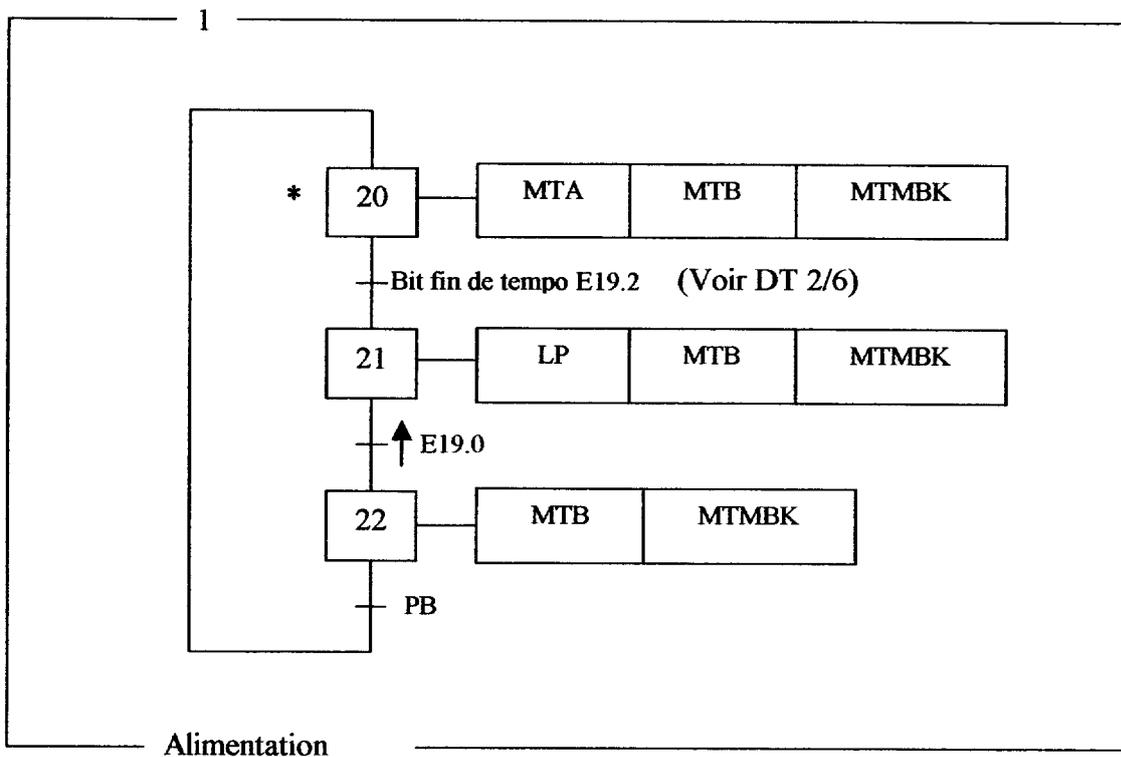
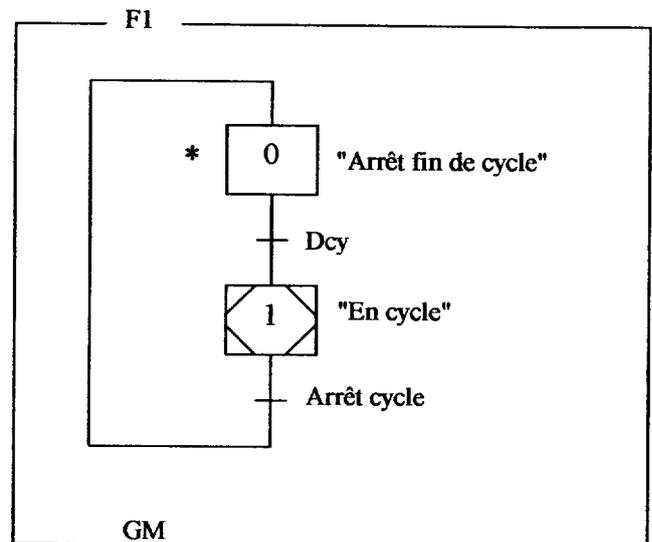
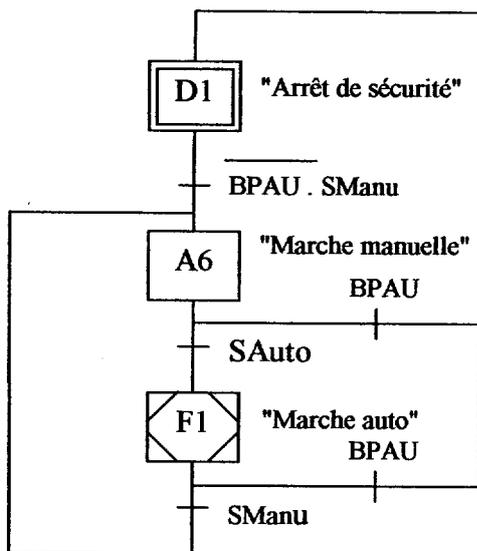
Session 2005

**Analyse et conception des solutions possibles
d'automatisation d'un moyen de production
(Sous-épreuve E 5-1)**

Dossier technique

Ce dossier contient les documents DT 1/6 à DT 6/6

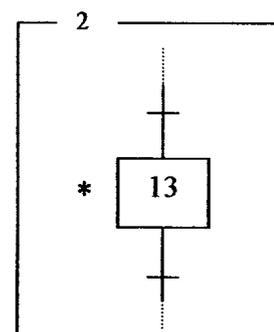
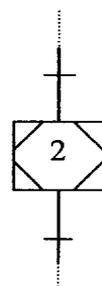
GRAFSET DE CONSTITUTION DE LOTS DE 24 PORTIONS



Extrait de la norme CEI 60 848 (2002)

Si l'étape encapsulante 2 est active, alors l'étape 13 du grafset 2 sera active et le grafset 2 pourra évoluer.

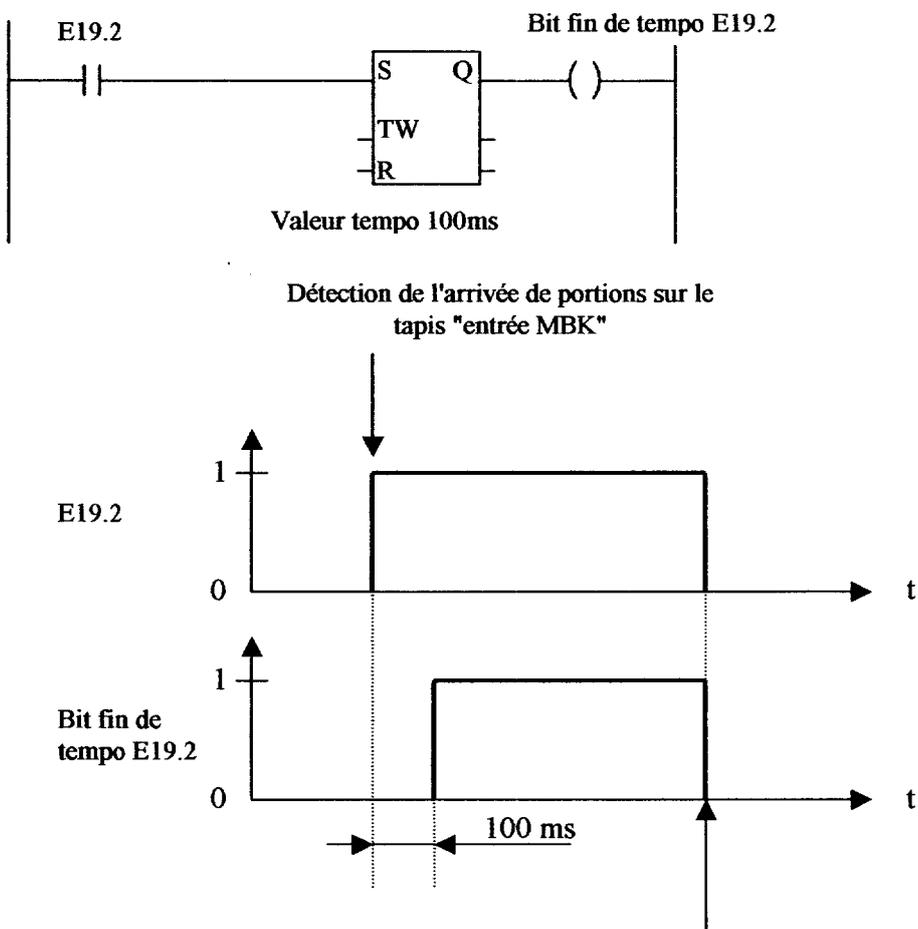
La désactivation de 2 provoquera la désactivation de toutes les étapes du grafset 2.



LISTE DES ENTREES - SORTIES

ENTREES		SORTIES	
E19.0	Arrivée lot 24 portions	MTA	Moteur tapis A (commande monostable)
E19.2	Présence 24 portions	MTB	Moteur tapis B (commande monostable)
PB	Palette position basse	MTMBK	Moteur tapis MBK (commande monostable)
		LP	Lever Palette de séparation (commande monostable)

TEMPORISATION SUR CELLULE E19.2



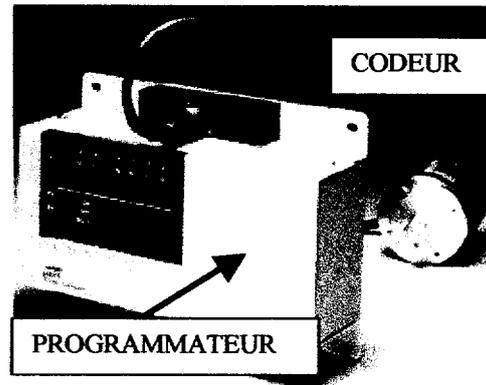
Le passage à l'état 0 de E19.2 entraîne le passage à l'état 0 du bit fin de tempo E19.2

PROGRAMMATEUR A CAMES ELECTRONIQUE

H8PR

Programmeur à cames électronique, associé au codeur absolu E6F

- Précision des sorties: 1° de rotation de l'arbre du codeur.
- Exécute le programme selon la position du codeur absolu EF-AB3C-C
- 10 programmations ON/OFF possibles par sortie.
- Temps de répose rapide 0,2 ms (5kHz) max.
- Modification du sens de rotation du codeur et correction aisée du point d'origine



Fonctionnement

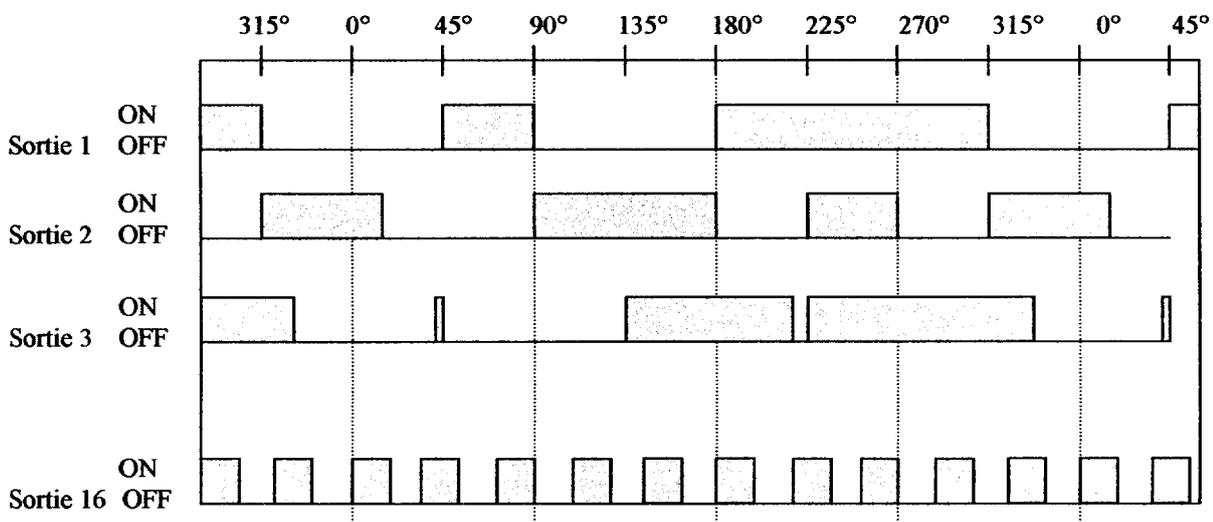
Le programmeur à cames électronique H8PR reçoit un signal du codeur absolu E6F-AB3C-C lui indiquant l'angle de rotation de l'arbre de ce dernier. Chaque sortie de contrôle du programmeur à cames peut être programmée pour passer à ON ou OFF par rapport à une valeur angulaire de l'arbre du codeur.

Chaque sortie peut être programmée jusqu'à 10 fois ON/OFF.

Le point d'origine peut être positionné à n'importe quelle valeur d'une révolution totale de 360°. Cela simplifie le positionnement mécanique du codeur.

EXEMPLE DE FONCTIONNEMENT

Présélection Sortie	0		1		2		...	9	
	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	...	ON	OFF
1	45°	90°	180°	315°	-	-	...	-	-
2	90°	180°	225°	270°	315°	18°	...	-	-
3	44°	45°	135°	220°	225°	340°	...	-	-
...
16	0°	18°	38°	54°	72°	90°	...	324°	342°



MODULE DE SECURITE PILZ PNOZ

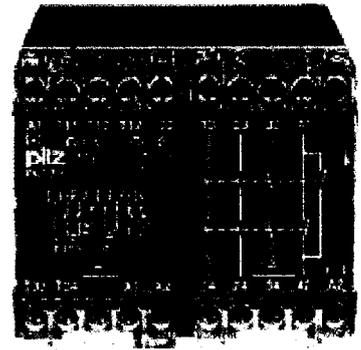
Les modules de sécurité PILZ assurent les fonctions de :

REDONDANCE : apportée au relaying

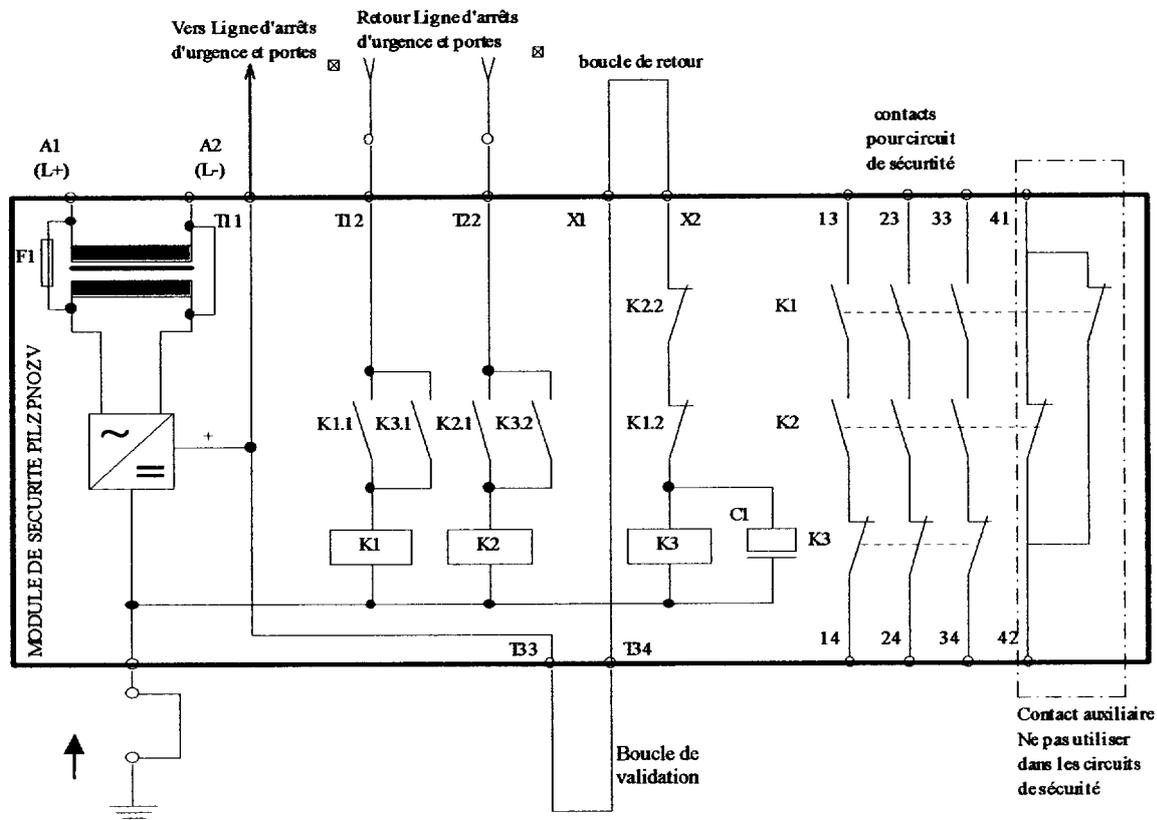
Et

AUTO-CONTROLE: maintien dans une position de sécurité (au repos) dès qu'une défaillance est apparue (n'autorise pas le réarmement du système).

Les relais sont « à contacts liés » signifiant que les contacts sont reliés entre eux mécaniquement de sorte que les contacts à ouverture et à fermeture ne puissent être fermés en même temps.



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

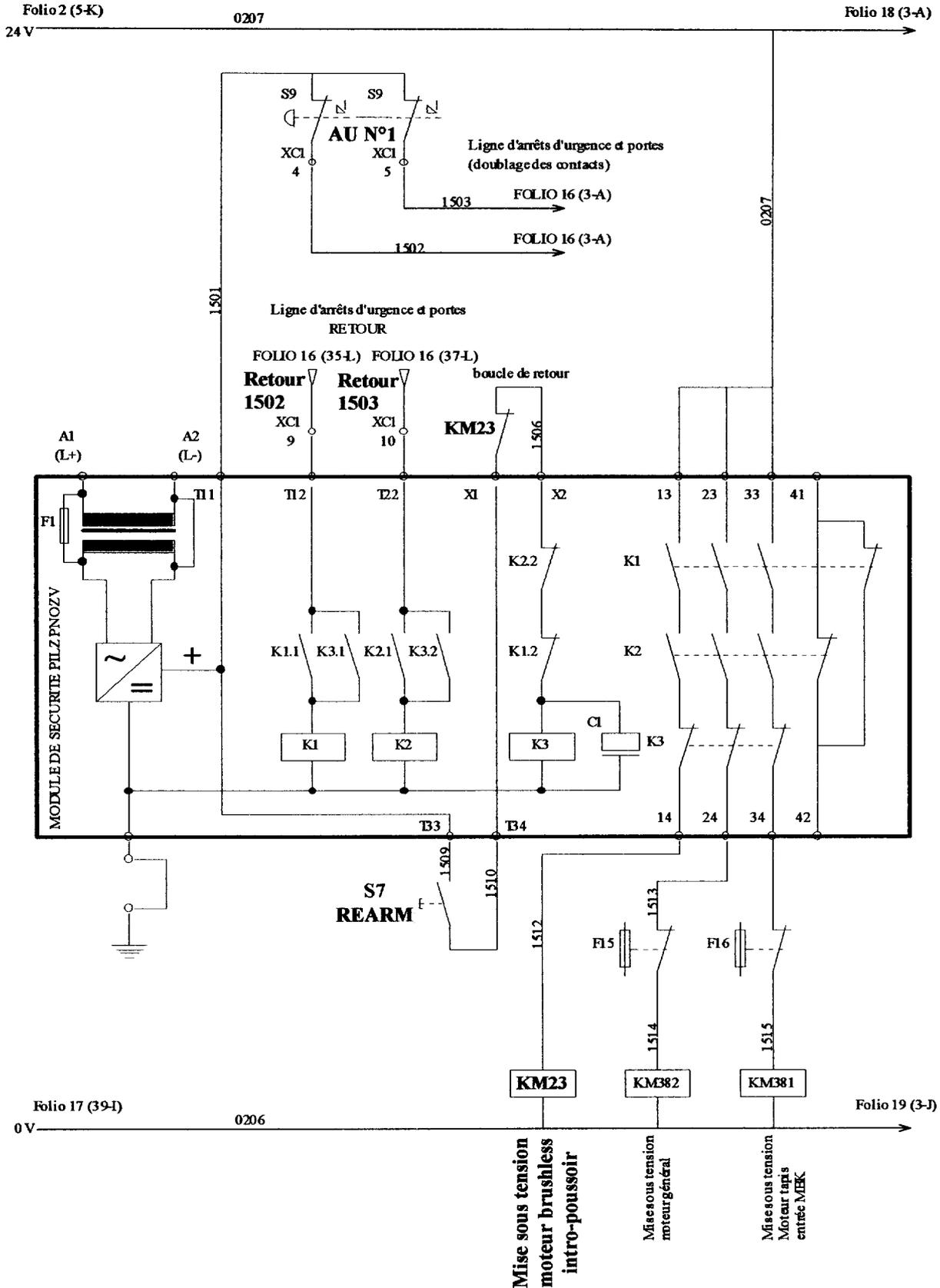


Description du fonctionnement : Les poussoirs d'arrêt d'urgence n'étant pas actionnés, la boucle de retour XI - X2 fermée, la boucle de validation T33-T34 fermée et la tension d'alimentation présente sur A1 -A2, le relais K 3 est alimenté. Par K 3.2 et K 3.1, il alimente K 1 et K 2, qui s'auto-entretiennent par K 1.1 et K 2.1. Les contacts K 1.2 et K 2.2 coupent alors l'alimentation de K 3, qui se maintient environ 100 ms par décharge du condensateur C1, puis retombe. Les trois contacts de sécurité du bloc logique sont alors fermés: les lignes de sécurité 13-14, 23-24 et 33-34 sont passantes. Si le poussoir d'arrêt d'urgence est actionné, les relais K 1 et K 2 ne sont plus alimentés, et les contacts pour circuits de sécurité reviennent à leur position initiale.

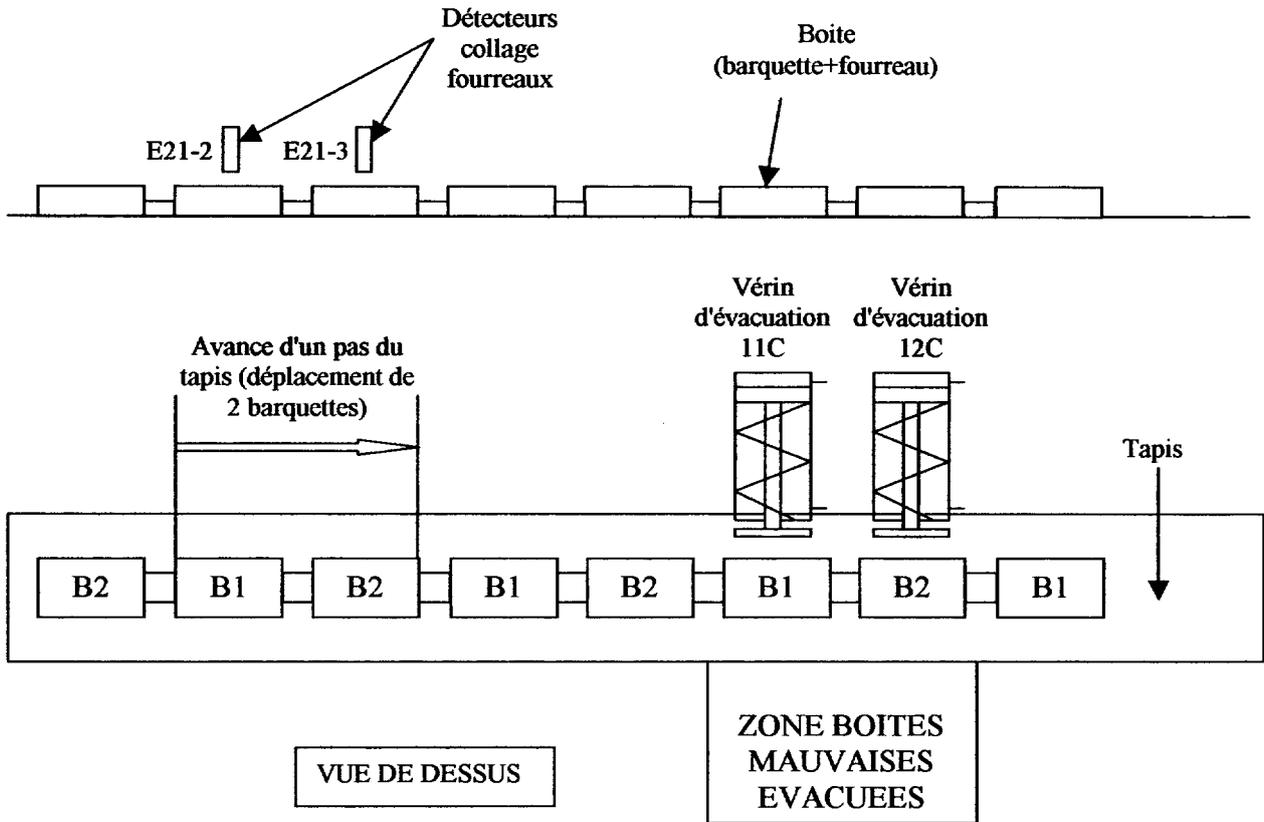
En cas de défaut interne au module : - Si K 1 reste collé, K 3 n'est pas alimenté lors du réarmement car K 1.2 reste obligatoirement ouvert (K 1, K 2 et K 3 sont des relais à contacts liés), et K 2 ne peut pas être commandé par K 3.2. Le circuit réagit de manière identique si K 2 reste collé.

- Si K 3 reste collé, les contacts de sortie sont ouverts. Le circuit est en position sécurité.

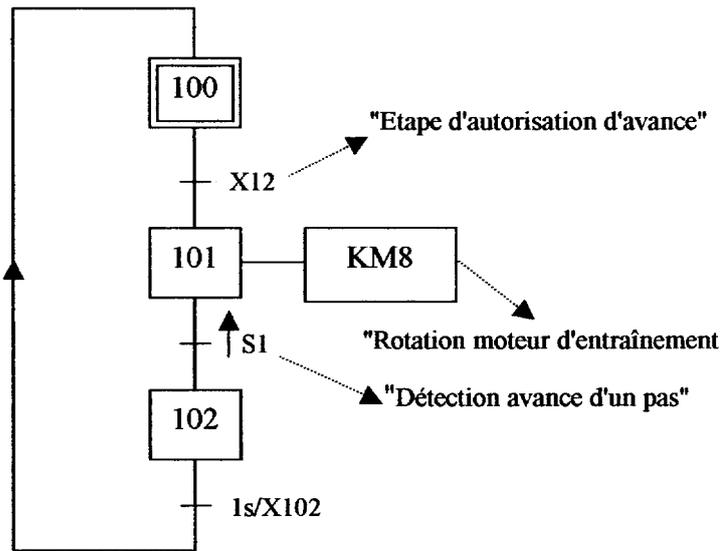
SCHEMA DE CABLAGE DU MODULE DE SECURITE
(Folios non fournis)



SCHEMA D'IMPLANTATION DES DETECTEURS E21.2, E21.3 ET DU SYSTEME D'EVACUATION DES BOITES MAUVAISES



GRAFCET AVANCE TAPIS



GRAFCET GESTION BOITE B1 MAUVAISE

