

Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2002

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 (Circulaire 99-186 du 16-11-99)

Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2002

**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

PRESENTATION

La Société des Moteurs Electriques de Normandie (SMEN), située à Barentin (76) près de Rouen, produit principalement des moteurs d'appareils électroménagers, ainsi que des moteurs dits hermétiques pour des appareils de froid et climatisation.

Les lignes de production de stators se terminent par une **unité automatique de palettisation** pour expédition; cette unité nécessite l'intervention régulière d'un opérateur-cariste pour dégager les palettes pleines, et ramener des palettes vides. En plus de cette présence humaine "normale", des anomalies du fonctionnement imposent une surveillance particulière pour éviter l'arrêt de la palettisation, donc l'arrêt en amont des chaînes de production.

L'objet de cette étude consiste donc en l'analyse du système de palettisation, et l'amélioration de la sûreté de fonctionnement



Processus de palettisation: [voir documents PR2/3 ET PR3/3]

L'unité de palettisation permet de réaliser des palettes de 6 **couches** de stators, séparées par des **intercalaires**, chaque couche comportant 7 **rangées** de 5 stators. La palettisation se fait alternativement sur 2 **voies** (A et B), pour permettre au cariste les échanges de palettes sans arrêter la production.

Le cariste met en place, en zone 1A et 1B, une palette comprenant le nombre d'intercalaires nécessaire pour la constitution d'une palette de stators. Ces palettes sont ensuite déplacées automatiquement, par un mécanisme fonctionnant par des vérins pneumatiques, en zone 2A et 2B (si la zone est libre)

Les stators bobinés arrivent au niveau du poste de palettisation par un **convoyeur stators**, un système de sas par deux vérins d'ancrage 1 et 2 permet d'accumuler et d'isoler 5 stators.

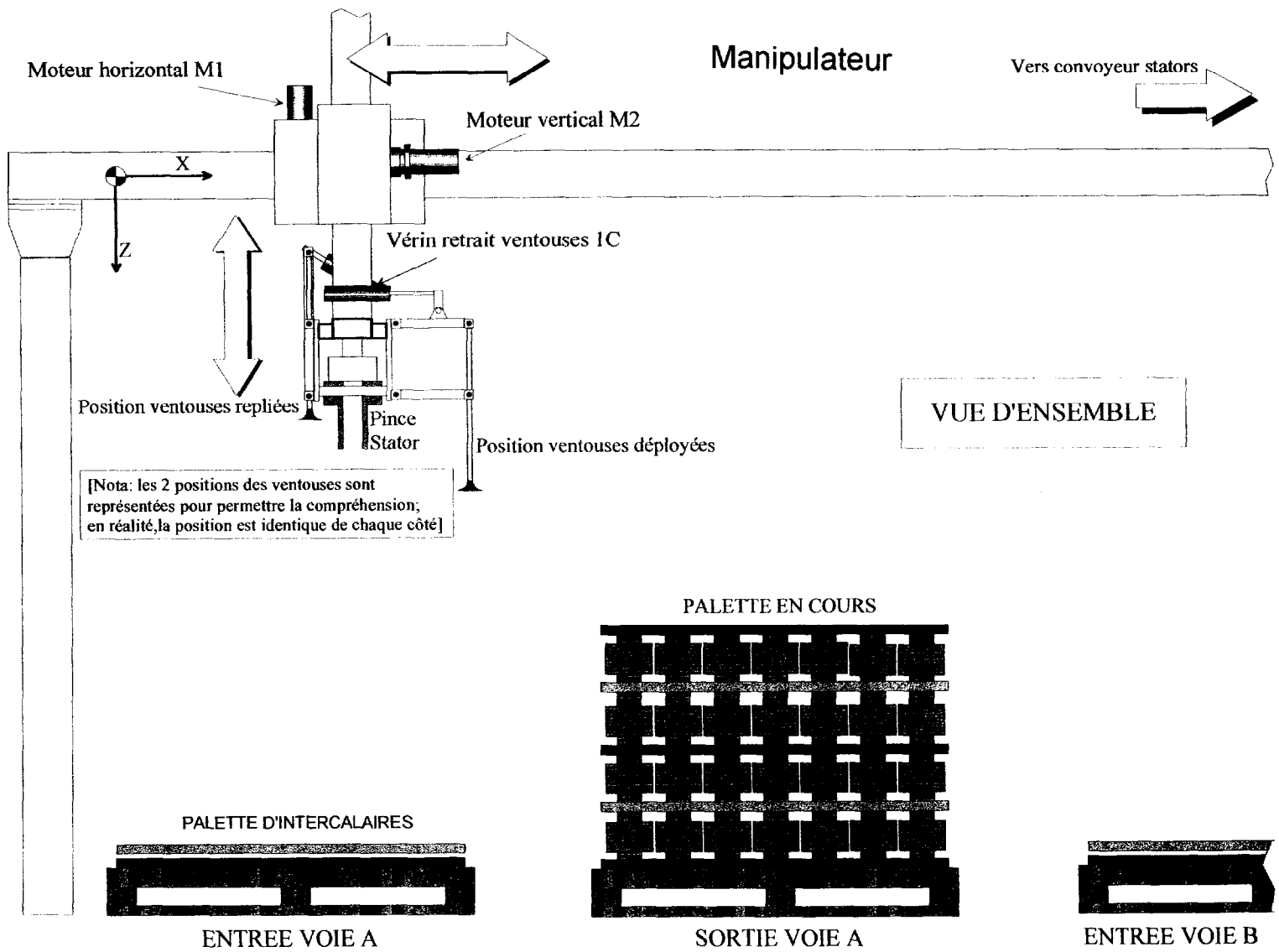
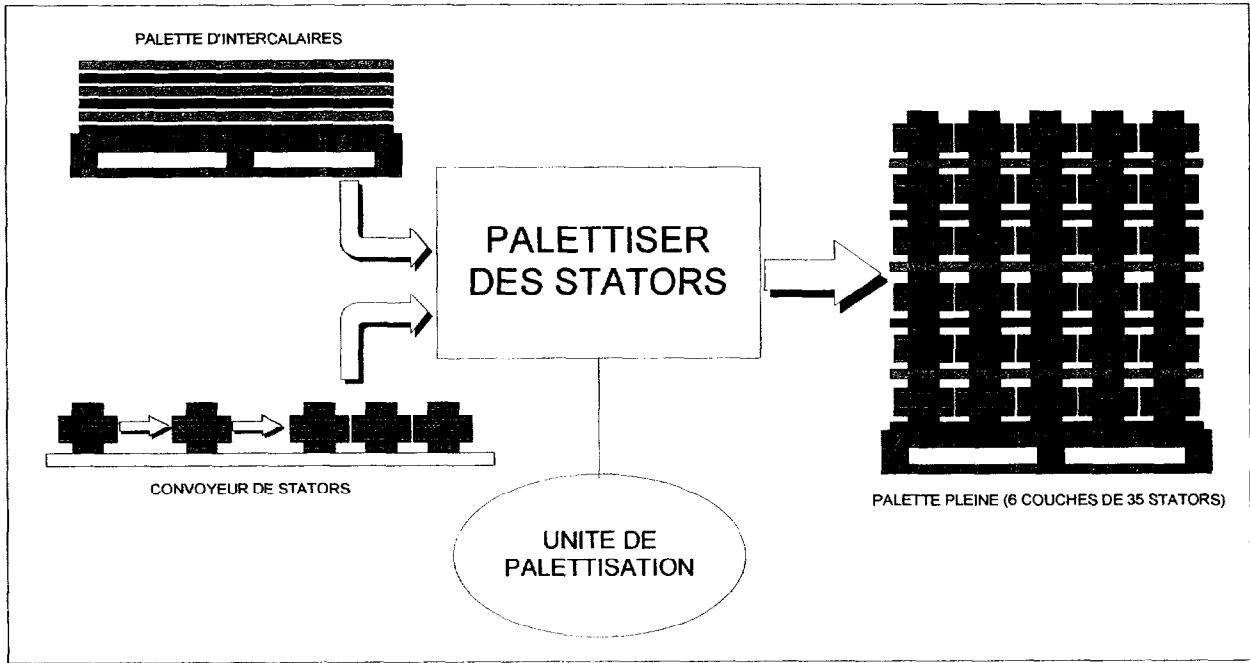
Un manipulateur va saisir par un ensemble de pinces les 5 stators à la fois pour les déposer dans une rangée, sur la voie A, ou sur la voie B si la première n'est pas disponible (zone 3A ou 3B).

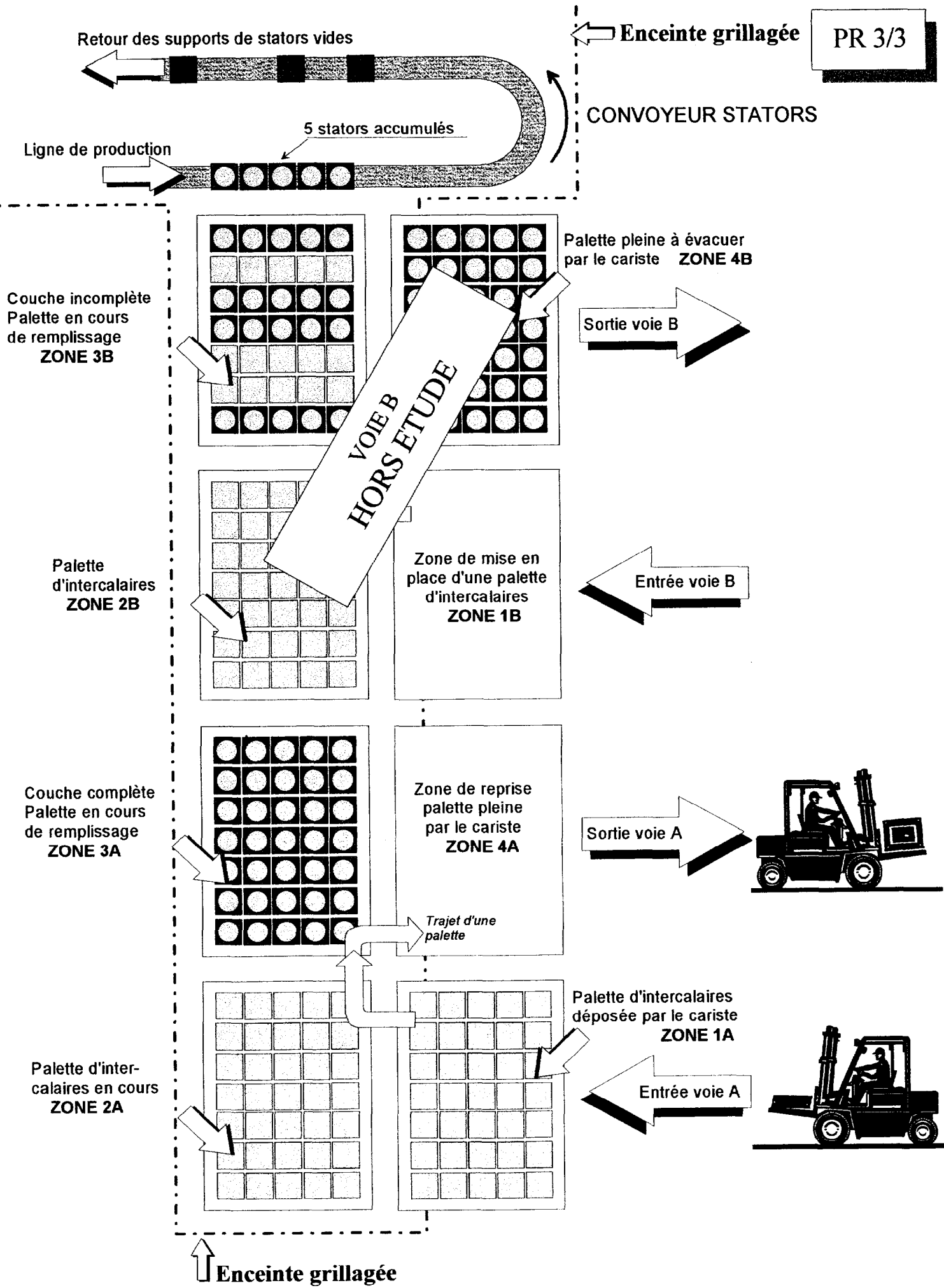
⇒ **Pour la suite du descriptif, on considérera que seule la voie A est utilisée.**

Quand la couche est complète (7 rangées), le manipulateur va se déployer pour prendre un intercalaire (zone 2A) et le déposer sur la couche de stators constituée en zone 3A; le manipulateur peut alors se replier et aller chercher d'autres rangées de stators ...

Quand la dernière couche est constituée, la palette est transférée en zone 4A (si la zone est libre) pour permettre au cariste de l'évacuer.

La palette vide qui se situe en zone 2A sera ensuite déposée par le manipulateur en zone 3A pour une nouvelle palettisation de stators.





Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2002

**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 1/3 à Q 3/3

Barème sur 50 points

Questions	Barème sur 50	Questions	Barème sur 50	Questions	Barème sur 50
Question 1.1.1.	2 points	Question 1.2.3.	3 points	Question 2.2.1.	5 points
Question 1.1.2.	5 points	Question 1.3.1.	5 points	Question 2.2.2.	5 points
Question 1.2.1.	4 points	Question 1.3.2.	6 points	Question 2.3.1.	6 points
Question 1.2.2.	2 points	Question 2.1.1.	4 points	Question 2.3.2.	3 points

QUESTIONNAIRE

1. Analyse du système :

L'automatisme est géré par un API pour les actionneurs pneumatiques, et une CN (commande numérique), recevant des ordres de l'automate, pour la gestion des axes horizontal X et vertical Z du manipulateur. Ces axes sont contrôlés chacun par un moteur brushless à génératrice tachymétrique intégrée et frein à manque de courant ; ceux-ci sont alimentés par un variateur 2 axes et sont accouplés chacun à un codeur incrémental à 500 points.

1.1.Fonction : Prise d'Origine Mesures (POM)

La Prise d'Origine Mesures (POM) est déclenchée par l'automate mais totalement gérée par la CN : elle provoque un mouvement de l'axe dans le sens négatif jusqu'à l'accostage du capteur OM ; "POM faite" est obtenue au front montant du Top Zéro suivant.

DOCUMENTS : **DT 1/8** **DT 2/8**

Répondre sur le document réponse DR 1/5

- 1.1.1. Justifier la nécessité de la POM réalisée en étape X1 du Grafcet de Production
- 1.1.2. Compléter le chronogramme relatif à la POM, uniquement pour l'axe X.

1.2.Fonction : Prise / Dépose de stators

La dépose des 7 rangées de stators est gérée par un grafcet (DR 2/5) qui ordonne successivement l'exécution des programmes %1 à %7 en mémoire dans la CN ; le numéro de programme CN à exécuter est incrémenté par le grafcet de calcul de rangée (DT 4/8)

DOCUMENTS : **DT 3/8** **DT 4/8** **DT 5/8**

Répondre sur le document réponse DR 2/5

- 1.2.1. Compléter les 4 zones prévues du Grafcet de dépose stator

Répondre sur le document réponse DR 1/5

- 1.2.2. Déterminer l'état des sorties API correspondant au code programme de la rangée n°5, en codage BCD.
- 1.2.3. Préciser le n° de bloc CN (N5, ou N100, ou ...) qui doit changer pour les programmes équivalents des autres rangées. Ecrire le bloc modifié pour la rangée n°3.

1.3.Fonction : Prise / Dépose d'intercalaire

DOCUMENTS : **DT 3/8** **DT 4/8**

Répondre sur le document réponse DR 3/5

- 1.3.1. A partir des programmes de prise et de dépose de stators, compléter le programme CN correspondant à la dépose d'un intercalaire

Le manipulateur est équipé de 4 ventouses rétractables dimensionnées pour manœuvrer une palette sur laquelle un premier intercalaire en matière plastique est fixé à demeure.

Pour la manipulation des intercalaires, les 4 ventouses sont utilisées mais seulement 2 sont nécessaires ; ces intercalaires (recyclés) sont quelquefois percés et la saisie par aspiration n'est pas toujours parfaite d'où la procédure prévue dans le grafset entre les étapes X205 et X211 (DT 6/8).

DOCUMENTS : DT 6/8

Répondre sur le document réponse DR 3/5

1.3.2. Compléter le chronogramme représentant l'enchaînement des événements en cas de défaut d'aspiration sur la ventouse 1.

2. Amélioration de la sûreté de fonctionnement

L'étude de l'historique des défaillances fait apparaître un certain nombre d'aléas de fonctionnement qui nécessitent l'intervention fréquente de l'opérateur, ce qui l'expose parfois à des situations dangereuses. L'étude qui suit va permettre l'élimination de quelques aléas (amélioration de la disponibilité) et la protection de l'opérateur (amélioration de la sécurité).

2.1. Fonction : Prise / Dépose d'un intercalaire

La dépose d'un intercalaire (DT 6/8) se fait dans l'étape X213 par suppression des ordres d'aspiration ; il arrive quelquefois que l'intercalaire adhère aux ventouses et que, par conséquent, le manipulateur reparte avec l'intercalaire qui tombe et se positionne donc n'importe comment. On propose de régler le problème par un soufflage des ventouses (envoi d'un jet d'air) à l'étape X213.

DOCUMENTS : aucun

Répondre sur le document réponse DR 4/5

2.1.1. Compléter le schéma pneumatique partiel en ajoutant un distributeur 2/2 monostable à commande électropneumatique et en le raccordant afin qu'il assure la fonction de soufflage.

2.2. Fonction : Prise / Dépose d'un stator

Dans sa phase de descente pour saisir une rangée de stators ou la déposer, le manipulateur commence son mouvement en rapide, puis le termine en vitesse lente quand la distance qui le sépare de son point d'arrivée est de quelques centimètres. Cette proximité est détectée par un détecteur ultrasonique à sortie TOR (STOP cote)

DOCUMENTS : DR 2/5 DT 3/8 DT 4/8 DT 7/8

Répondre sur le document réponse DR 4/5

2.2.1. Expliquer ce qui se passe en cas de défaillance sur la chaîne d'acquisition du signal du détecteur ultrasonique durant la dépose d'une rangée de stators sur la 4^{ème} couche. Préciser les conséquences au niveau du grafset de dépose de stators du programme CN et du système de palettisation.

Pour éviter les conséquences d'une défaillance du détecteur ultrasonique, on installe un capteur de sécurité à antenne qui entrera en contact avec l'obstacle (couche de stators) 2 cm avant la fin de course théorique du manipulateur (voir schéma DT 7/8) ; le rôle de ce capteur est d'interrompre le mouvement du manipulateur.

Pour s'assurer du bon fonctionnement de ce capteur de sécurité (Sécu), même en absence de défaut du STOP cote, un test systématique de celui-ci est effectué à chaque fois qu'il est sollicité. En cas de défaut du capteur "Sécu", une mise en mémoire du défaut est réalisée pour l'information du service de maintenance (voyant défaut)

DOCUMENTS : DR 2/5 DT 6/8 DT 7/8

Répondre sur le document réponse DR 4/5

2.2.2. Compléter le grafcet de gestion des défauts capteurs STOP cote et sécu

2.3. Sécurité des personnes

En cas de défaut sur 2 ventouses non couplées (par exemple 1 et 2), la saisie de l'intercalaire ne se fait pas, l'opérateur constate l'arrêt du cycle ; il positionne alors manuellement un intercalaire sur la palette en cours, acquitte le défaut, puis évacue l'intercalaire défectueux quand le manipulateur s'est éloigné. Pour réaliser ces opérations, **l'opérateur entre dans la zone de travail**, avec le risque d'être percuté par le manipulateur en mouvement, ou de tomber en enjambant les divers obstacles (palettes, mécanisme de transfert des palettes, ...).

La zone de travail est entourée d'une grille de protection avec des portes d'accès verrouillées, mais des issues sont aménagées pour les entrées et sorties normales des palettes ; le passage d'un individu est possible par ces issues.

DOCUMENTS : PR 3/3 DT 8/8

Répondre sur le document réponse DR 5/5 et sur copie d'examen

2.3.1. Choisir les barrières immatérielles qui conviennent pour contrôler **l'accès** à chaque zone (on considérera que la suppression du risque relatif au maintien d'une personne dans la zone dangereuse est déjà traitée), sachant qu'on estime que l'arrêt du manipulateur est obtenu en 50 ms au maximum. Mettre en place ces barrières sur le schéma, accompagné de dispositifs de protection complémentaires éventuels. Justifier et commenter les choix réalisés.

2.3.2. Les barrières immatérielles doivent être inopérantes quand il s'agit d'amener ou d'évacuer une palette ; pour cela, un dispositif de reconnaissance de palette, pris en compte par la PC pour inhiber la sécurité, devra être mis en place. Proposer une solution technologique pour remplir cette fonction et la représenter sur le schéma. Justifier et commenter les choix réalisés.

Brevet de Technicien Supérieur
MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2002

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

Durée : 3 heures

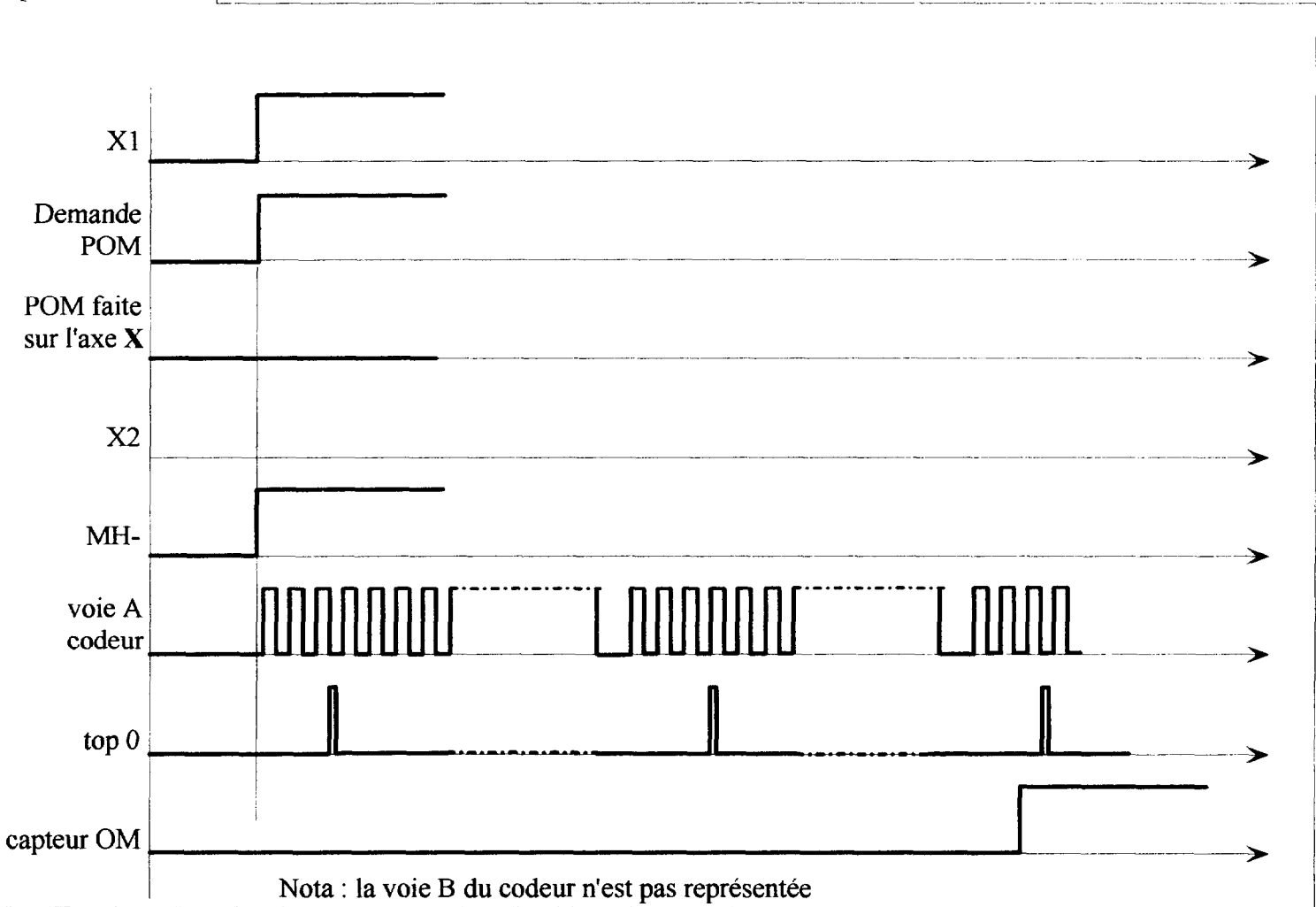
Coefficient : 2,5

Documents réponses

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

Tous ces documents, même vierges, seront rendus dans une feuille de copie double portant l'identification du candidat.

QUESTION 1.1.2



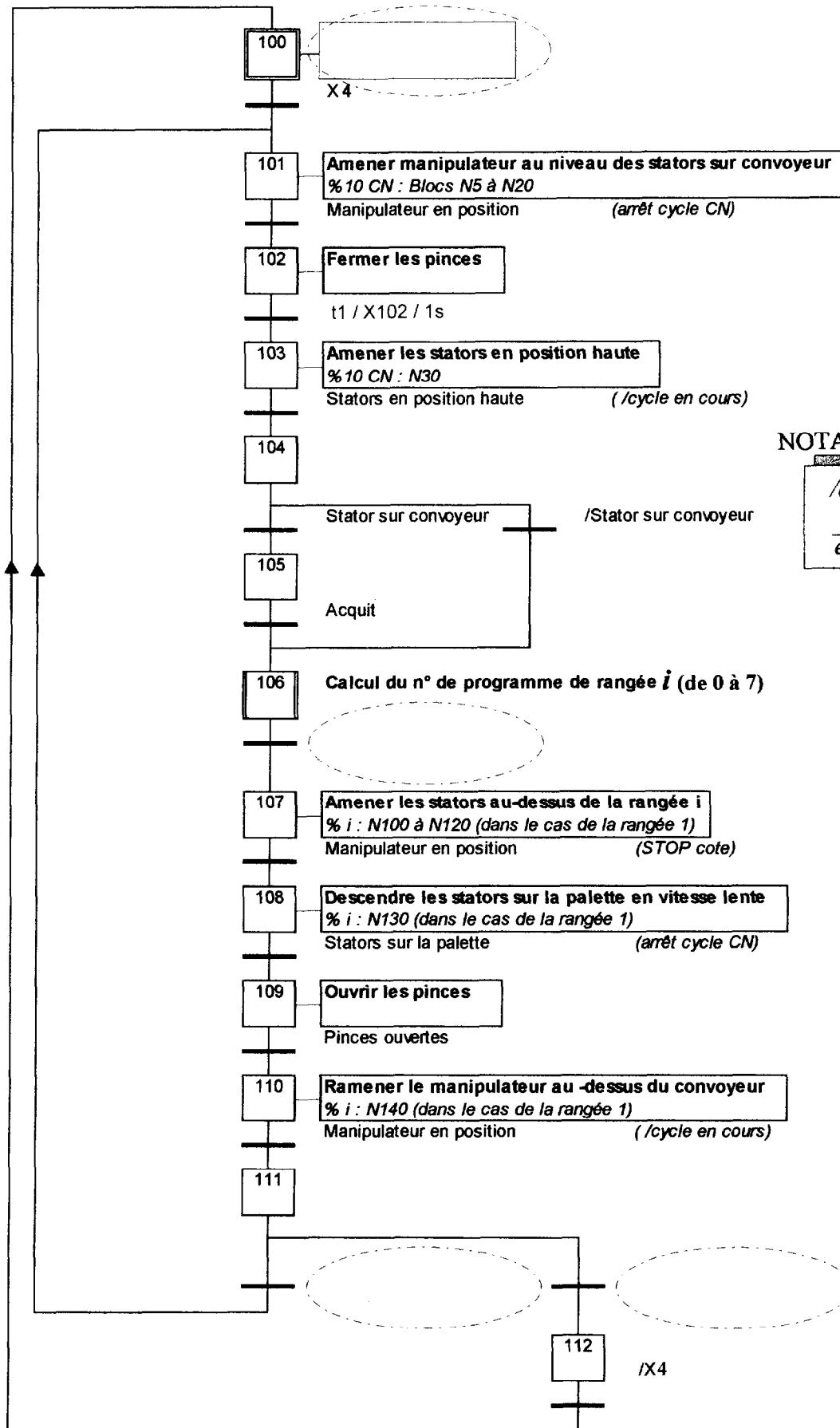
QUESTION 1.2.2

	Dizaine poids 2	Dizaine poids 1	Unité poids 8	Unité poids 4	Unité poids 2	Unité poids 1
Rangée n°5 →	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

QUESTION 1.2.3

N° bloc	Bloc pour rangée n°3
<input type="text"/>	<input type="text"/>

GRAFSET DEPOSE STATOR



NOTA : Pour tous les grafsets

/expression logique
signifie
expression logique

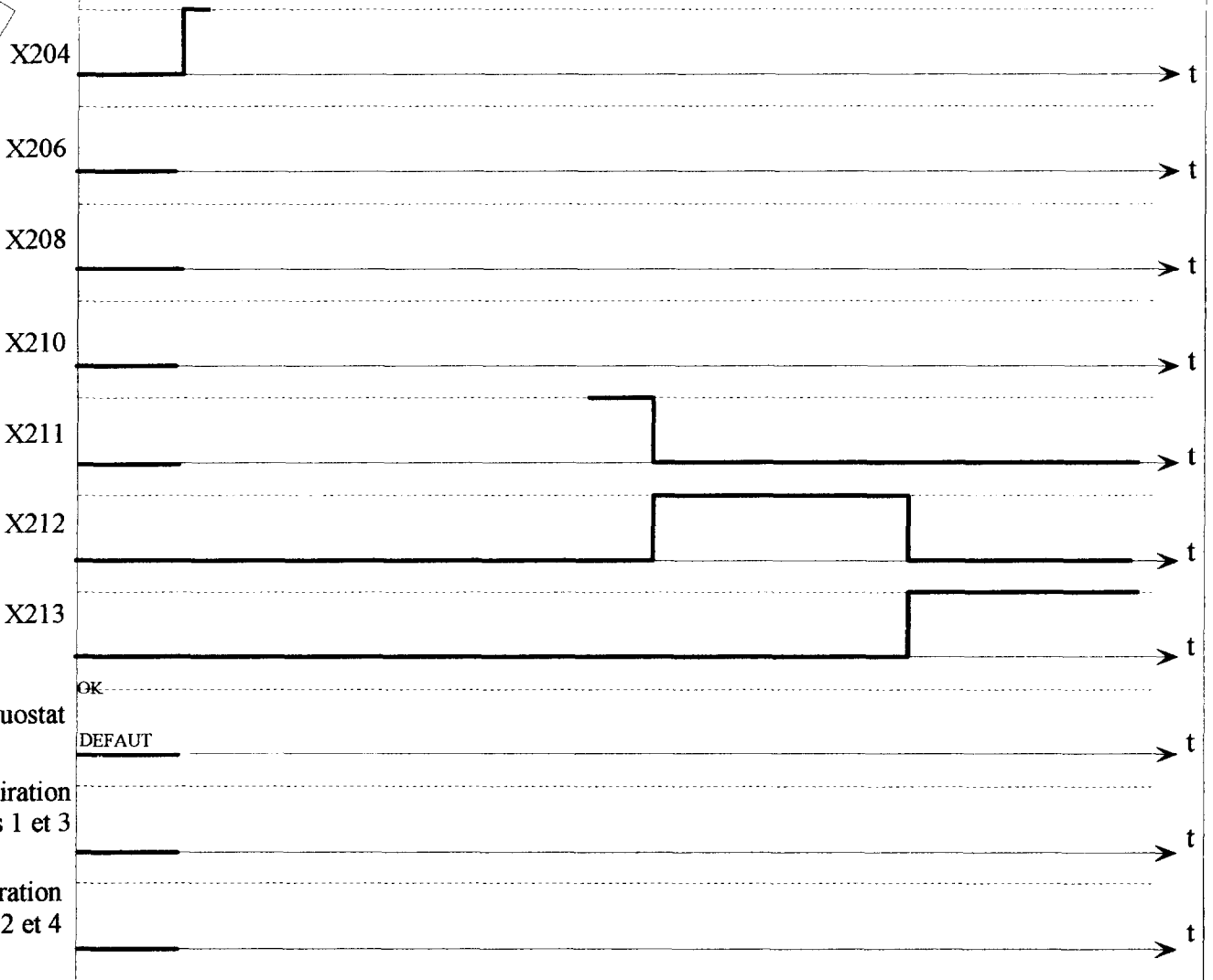
QUESTION 1.3.1

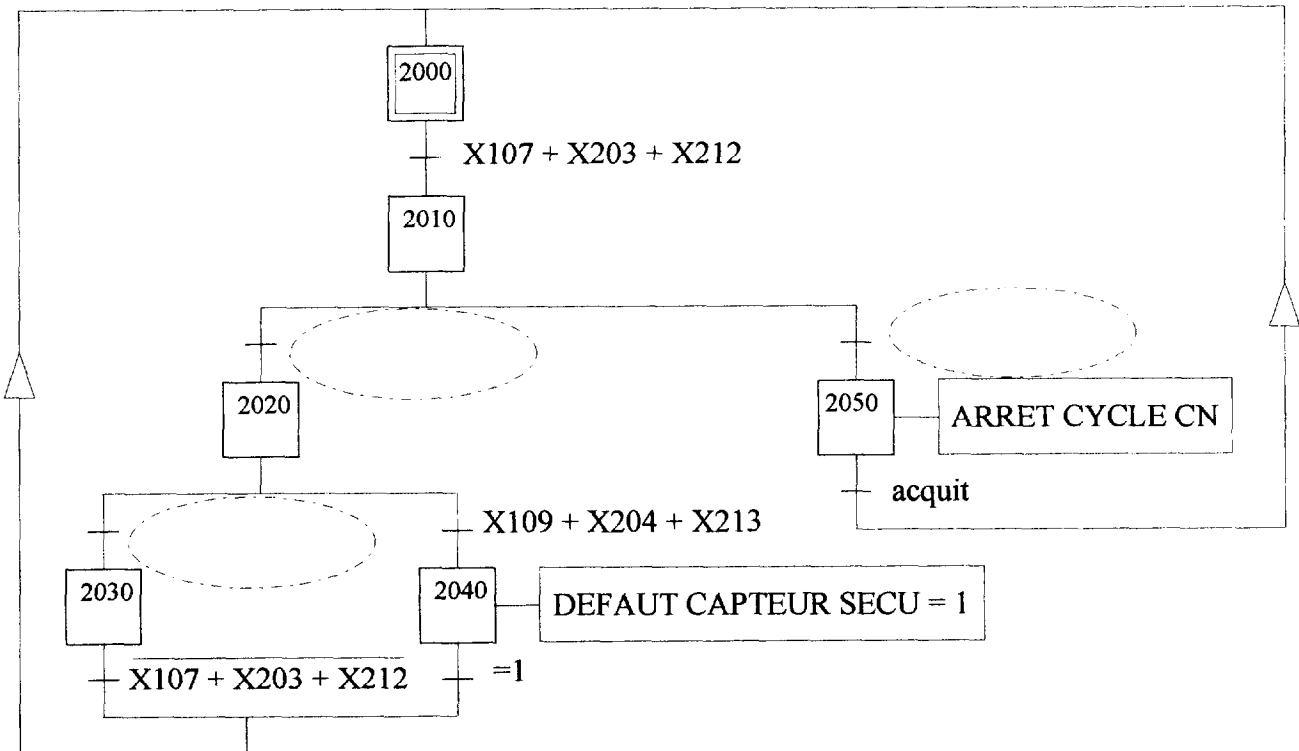
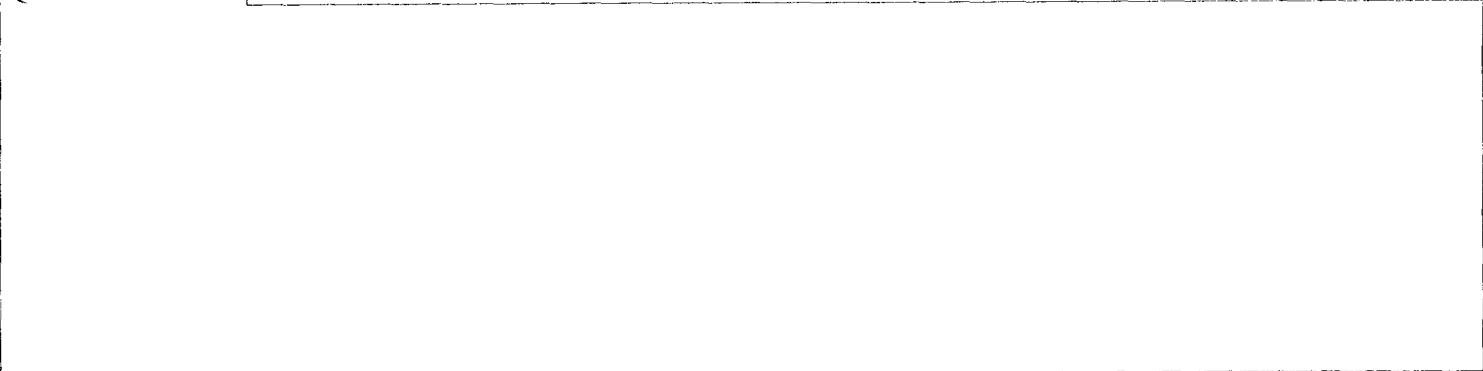
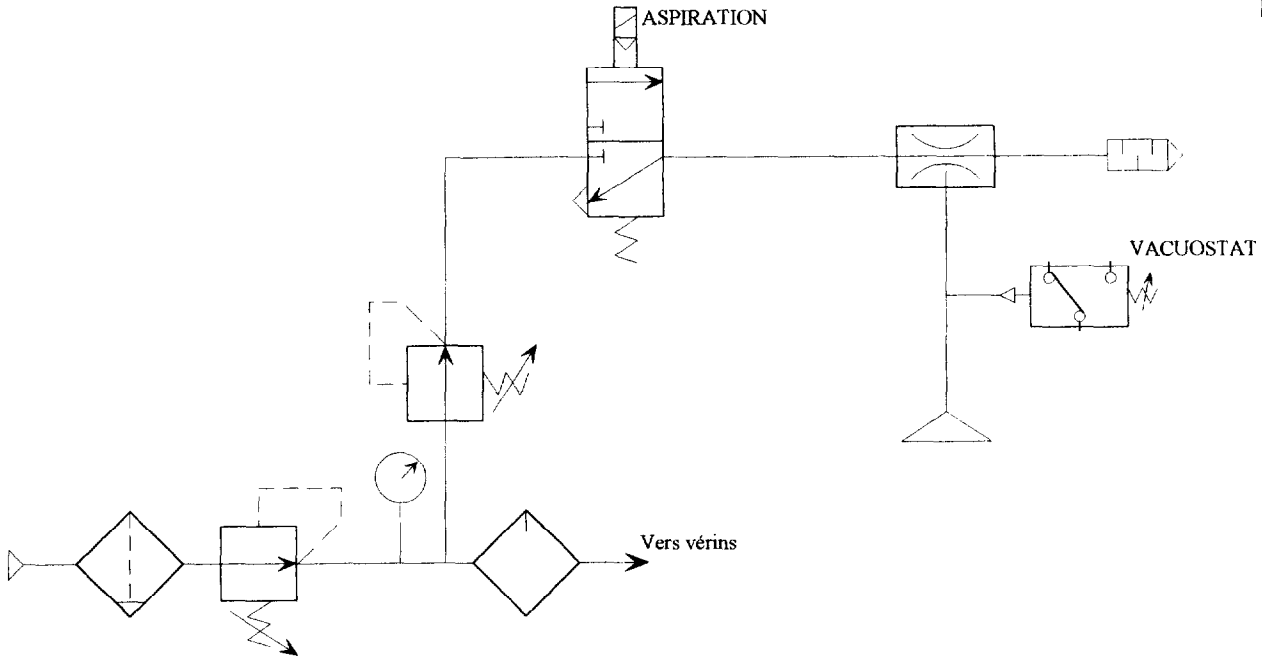
%8 Prise d'intercalaire

N800	Z0		Remontée en rapide en absolu à Z=0
N810	_____	→	* Déplacement en rapide au-dessus de la pile d'intercalaires
N820	Z150 G24		* Descente vitesse rapide jusqu'à proximité de la pile (STOP cote)
N830	_____	→	* Descente en relatif de 1cm en vitesse lente (0,1 m.min ⁻¹), puis arrêt programmé
N840	_____	→	* Remontée rapide en absolu à Z=0
N850	_____	→	* Déplacement en rapide au-dessus de la palette en cours
N860	Z150 G24		* Descente vitesse rapide jusqu'à proximité de la pile (STOP cote)
N870	_____	→	* Descente en relatif de 1cm en vitesse lente (0,1 m.min ⁻¹), puis arrêt programmé
N880	G0 G90 Z0 M2		* Remontée rapide en absolu à Z=0, puis fin de programme

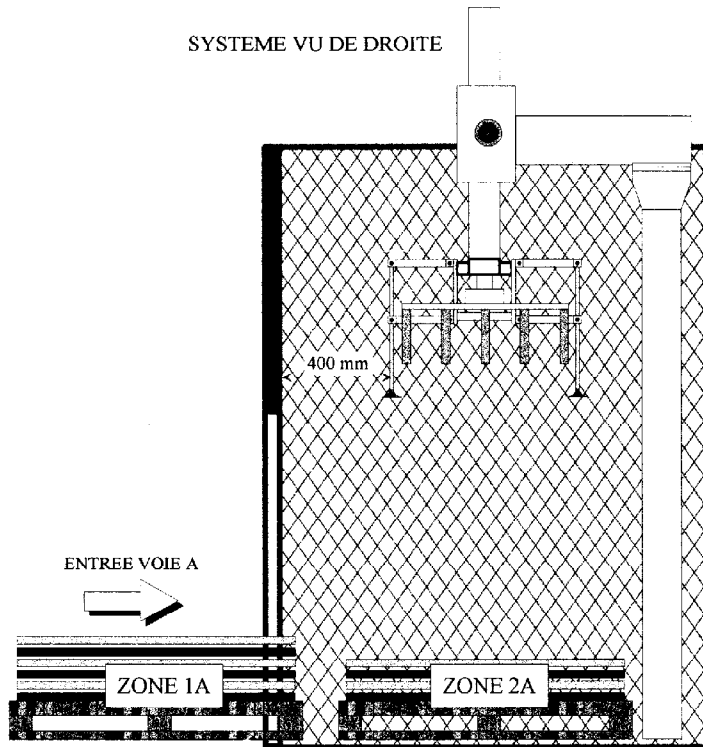
QUESTION 1.3.2

Echelle : 1cm ⇔ 2s

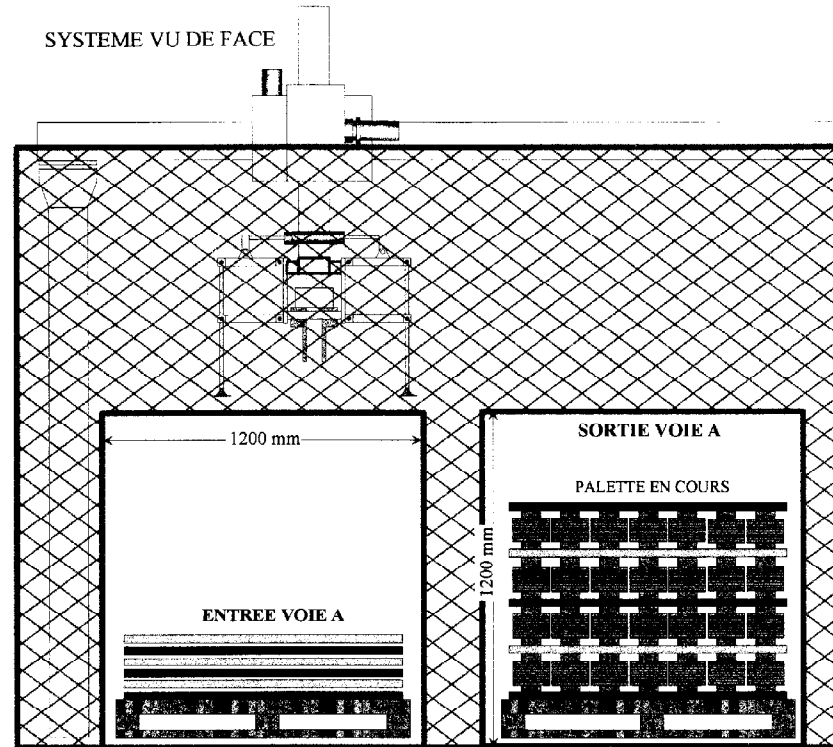




SYSTEME VU DE DROITE



SYSTEME VU DE FACE

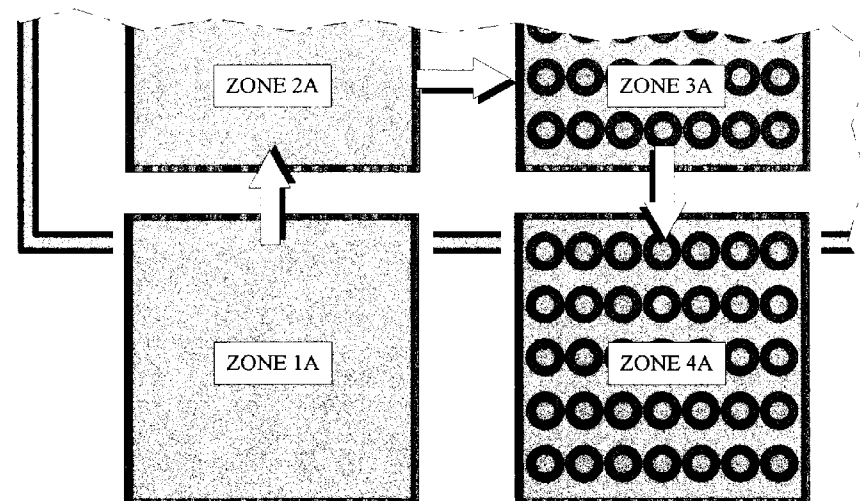


RAPPEL : le transfert de la zone 1A à la zone 2A se fait par un mécanisme fonctionnant par des vérins pneumatiques. De même pour le transferts de 2A vers 3A, puis de 3A vers 4A.

Référence de la barrière choisie : _____

Justification / Commentaires : (poursuivre sur copie d'examen si nécessaire)

SYSTEME VU DE DESSUS



Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2002

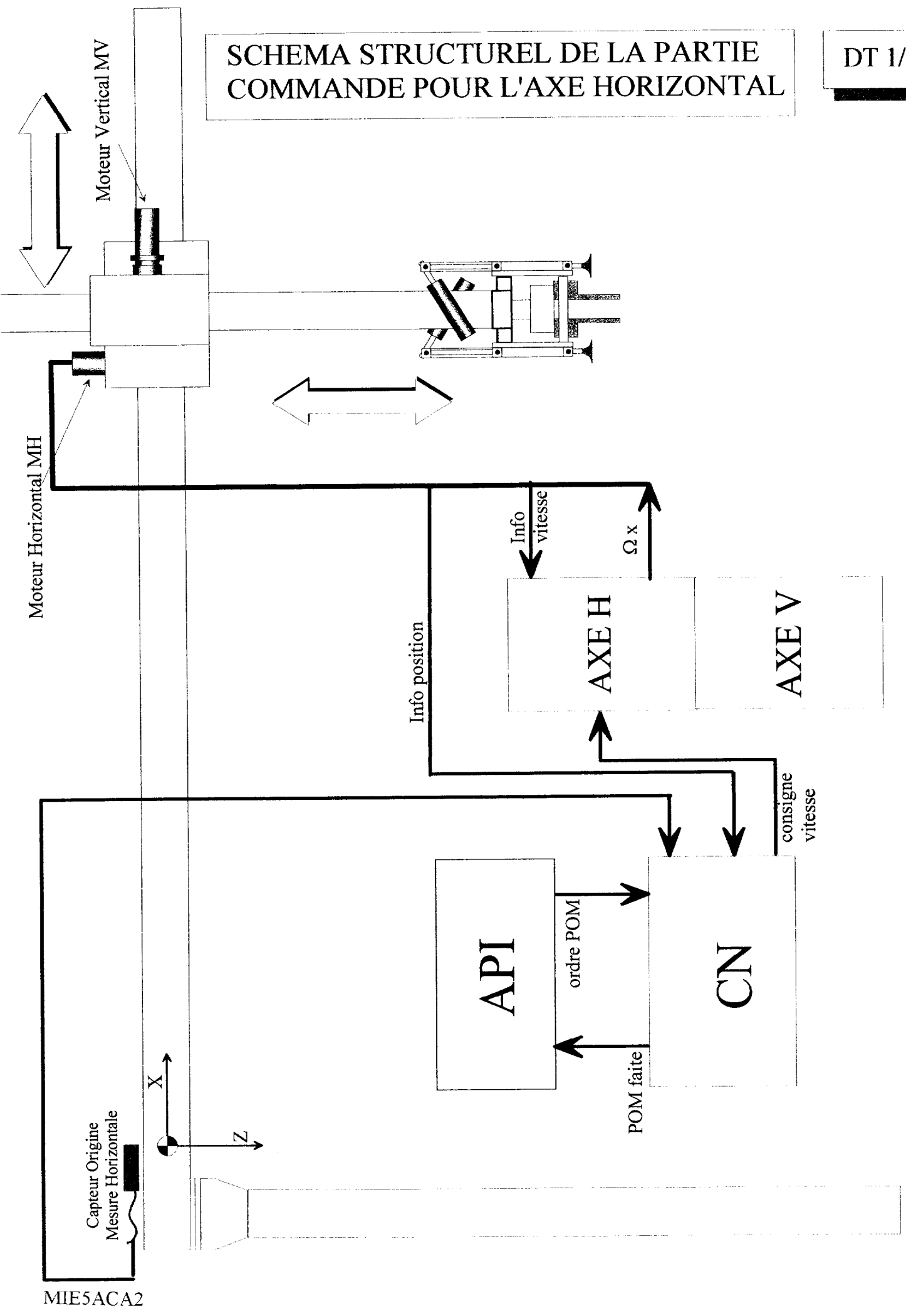
**Analyse et conception des solutions possibles
d'automatisation d'un moyen de production
(Sous-épreuve E 5-1)**

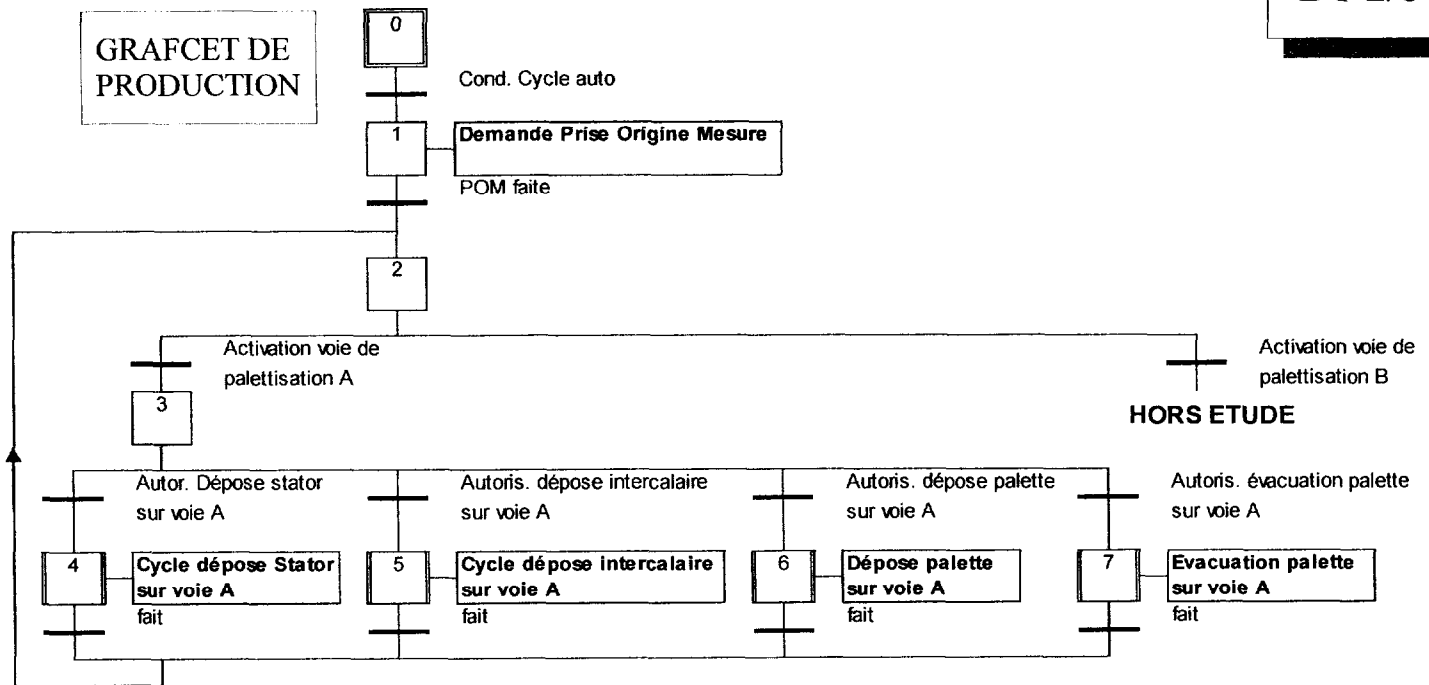
Dossier technique

Ce dossier contient les documents DT 1/8 à DT 8/8

SCHEMA STRUCTUREL DE LA PARTIE COMMANDE POUR L'AXE HORIZONTAL

DT 1/8





CODEUR INCREMENTAL

Le codeur rotatif est un capteur de position angulaire.

L'axe du codeur est lié mécaniquement à l'arbre de la machine qui l'entraîne. Cet axe fait tourner un disque qui lui est solidaire. Le disque comporte une succession de parties opaques et transparentes.

Une lumière émise par des diodes électro-luminescentes (DEL) traverse les fentes de ce disque, créant sur les photo-diodes réceptrices un signal analogique; ce signal est amplifié puis converti en signal carré, qui est alors transmis à un système de traitement.

Il existe 2 types de codeurs rotatifs : le codeur incrémental et le codeur absolu.

Le codeur incrémental :

Le disque comporte 2 types de pistes :

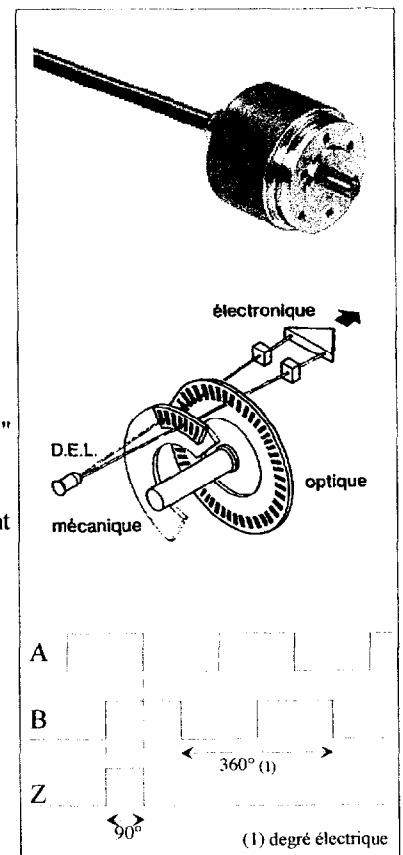
* la piste extérieure est divisée en "n" intervalles d'angles égaux alternativement opaques et transparents, "n" étant la résolution (ou nombre de périodes).

Pour un tour complet de l'axe du codeur, le faisceau lumineux est interrompu "n" fois et délivre "n" signaux carrés (A et B) en quadrature (voir fig)

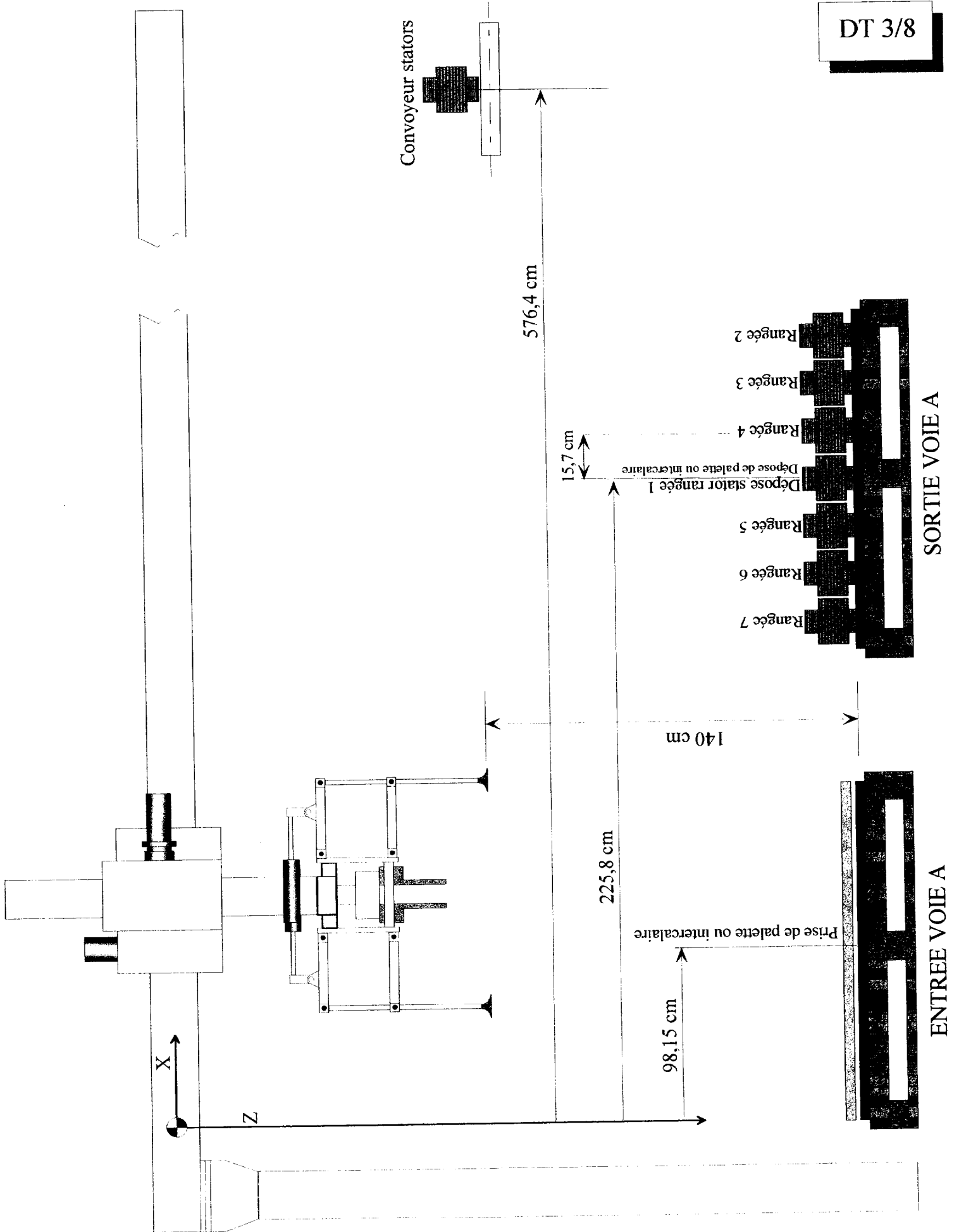
Le déphasage (90° électrique) des signaux A et B permet de déterminer le sens de rotation : dans un sens, pendant le front montant du signal A, le signal B est à 1; dans l'autre sens, pendant le front montant de A, le signal B est à 0.

* La piste intérieure comporte une seule fenêtre transparente et délivre un seul signal par tour. Ce signal (Z) est appelé "Top Zéro" (durée électrique 90°) est synchrone avec les signaux A et B.

Ce Top Zéro détermine une position de référence et permet la réinitialisation à chaque tour. Le comptage / décomptage des impulsions par le système de traitement permet de définir la position du mobile.



DT 3/8



%10 Cycle Prise Stator

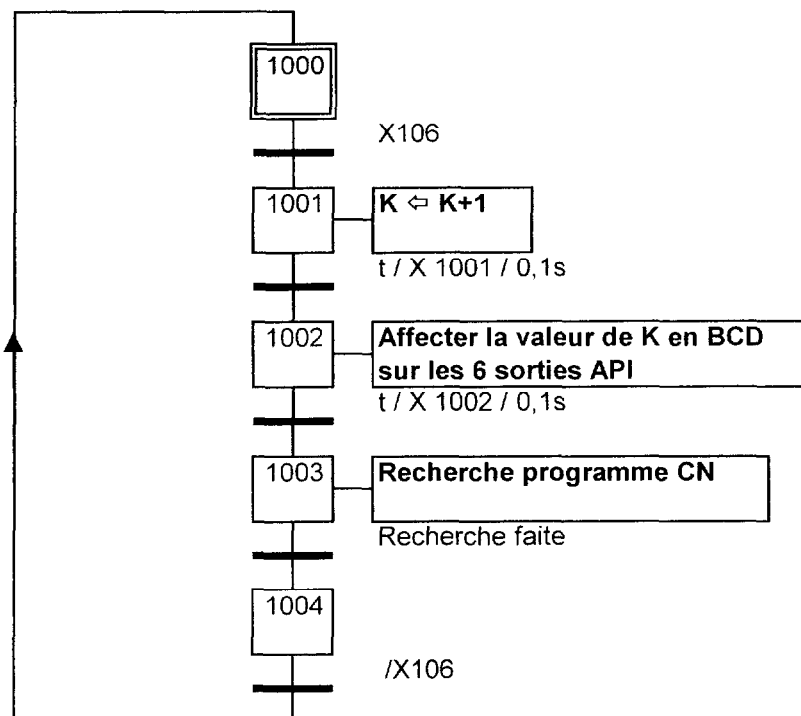
N5	Z0	⇒ Remontée en rapide en absolu à Z=0
N10	X576.4	⇒ Déplacement en rapide au-dessus du convoyeur
N20	Z31.3 G1 F500 M0	⇒ Descente vitesse lente (0,5 m.min ⁻¹) puis arrêt cycle
N30	G0 Z0 M2	⇒ Remontée rapide, puis fin de programme

%1 Dépose Stator rangée 1

N100	Z0	⇒ Remontée en rapide en absolu à Z=0
N110	X225.8	⇒ Déplacement en rapide au-dessus de la rangée 1
N120	Z150 G24	⇒ Descente vitesse rapide jusqu'à proximité de la couche en cours (STOP cote)
N130	G91 Z5.5 G1 F100 M0	⇒ Descente en relatif de 5,5 cm en vitesse lente, puis arrêt programme
N140	G0 G90 Z0	⇒ Remontée rapide en absolu à Z=0

NOTA : Le programme pour la rangée 2 s'appelle %2 , celui pour la rangée 3 s'appelle %3 , ...

Graficet de calcul de rangée



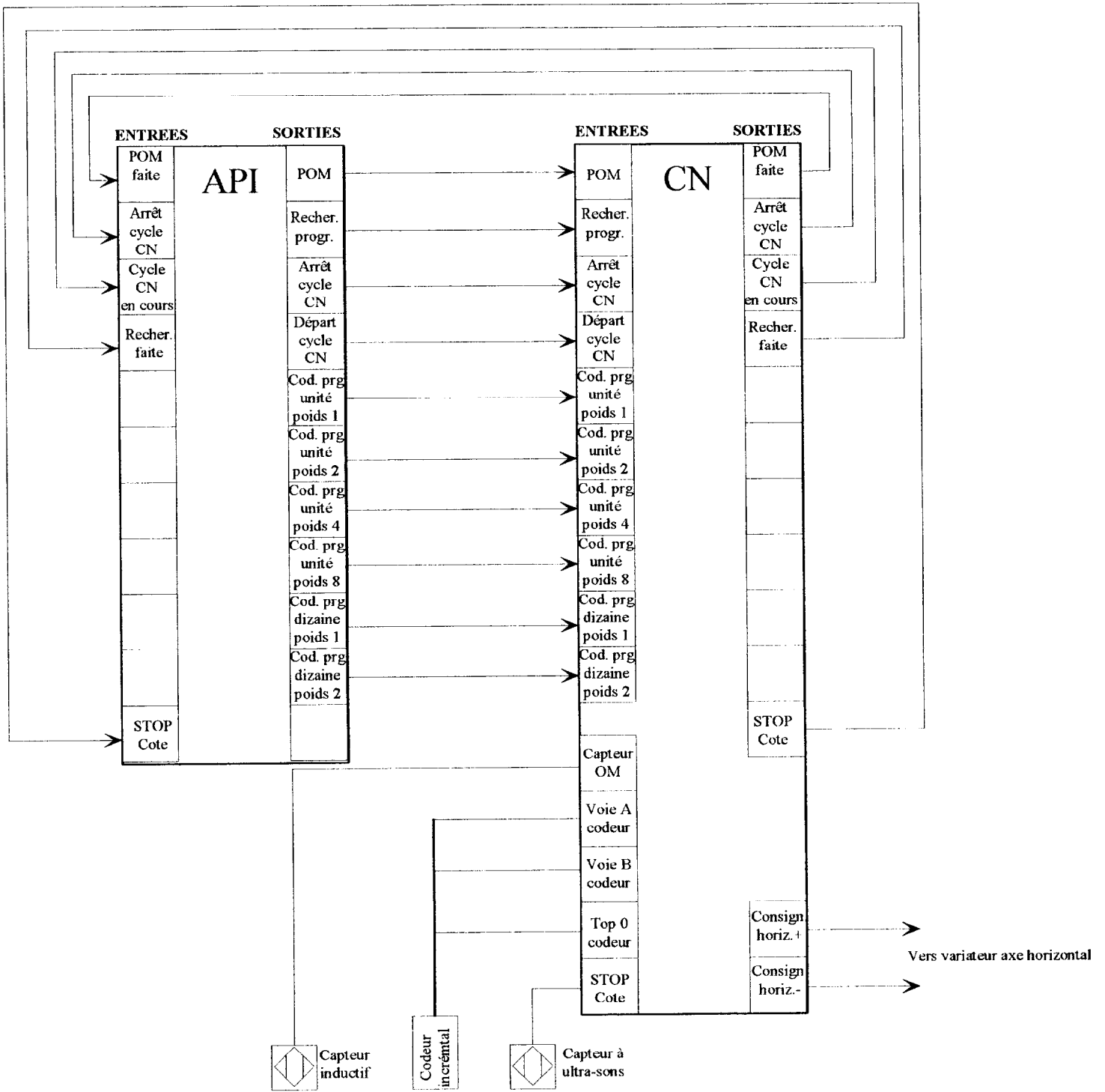
Codage ISO pour CN

- G0 : Interpolation linéaire en vitesse rapide
- G1 : Interpolation linéaire en vitesse programmée
- F--- : Vitesse en mm/min
- M0 : Arrêt programmé
- M2 : Fin de cycle
- G24 : Prise en compte STOP cote
- G90 : Déplacement dans repère absolu
- G91 : Déplacement dans repère relatif

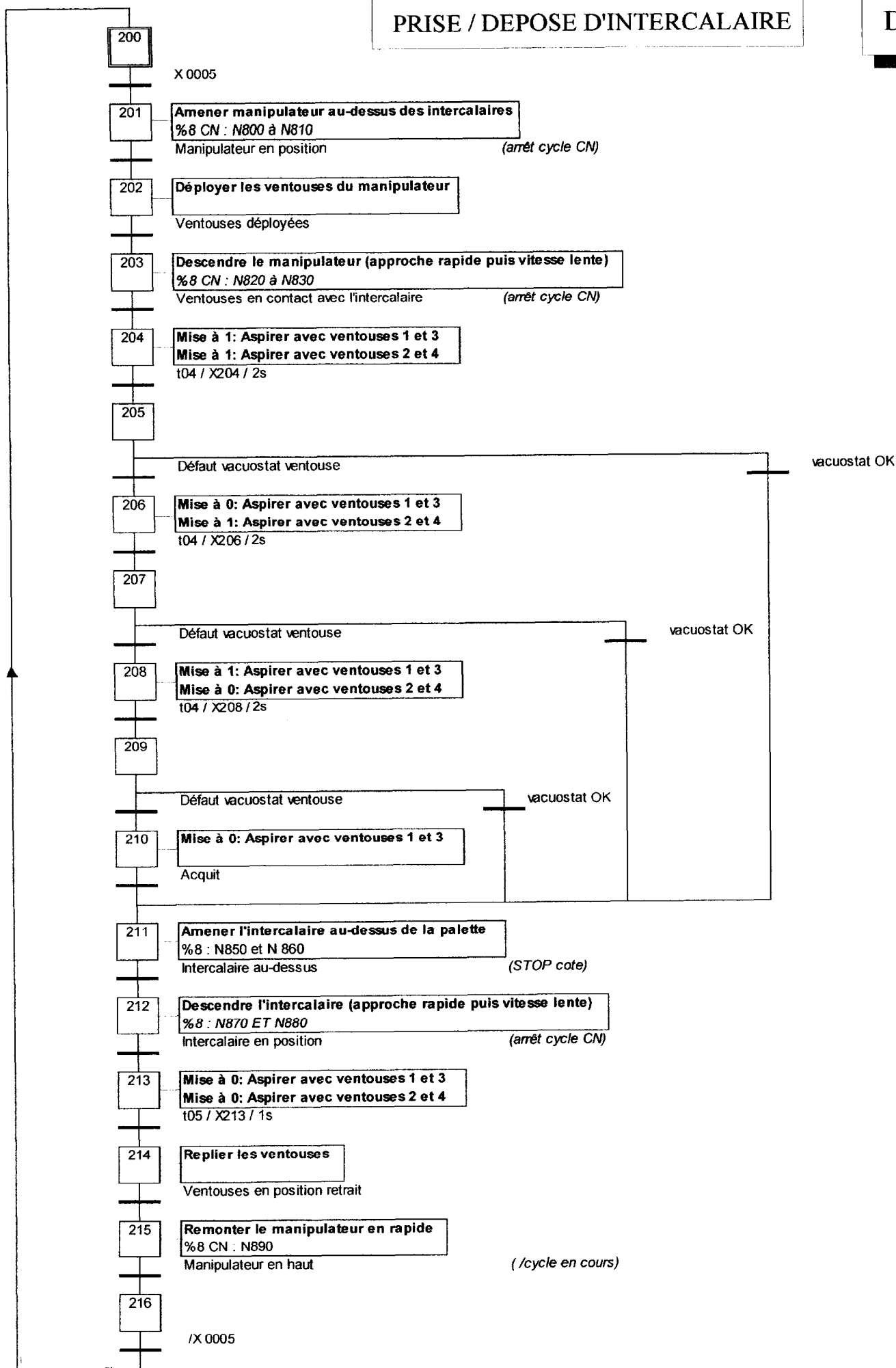
Principe du code BCD (Binary Code Decimal)

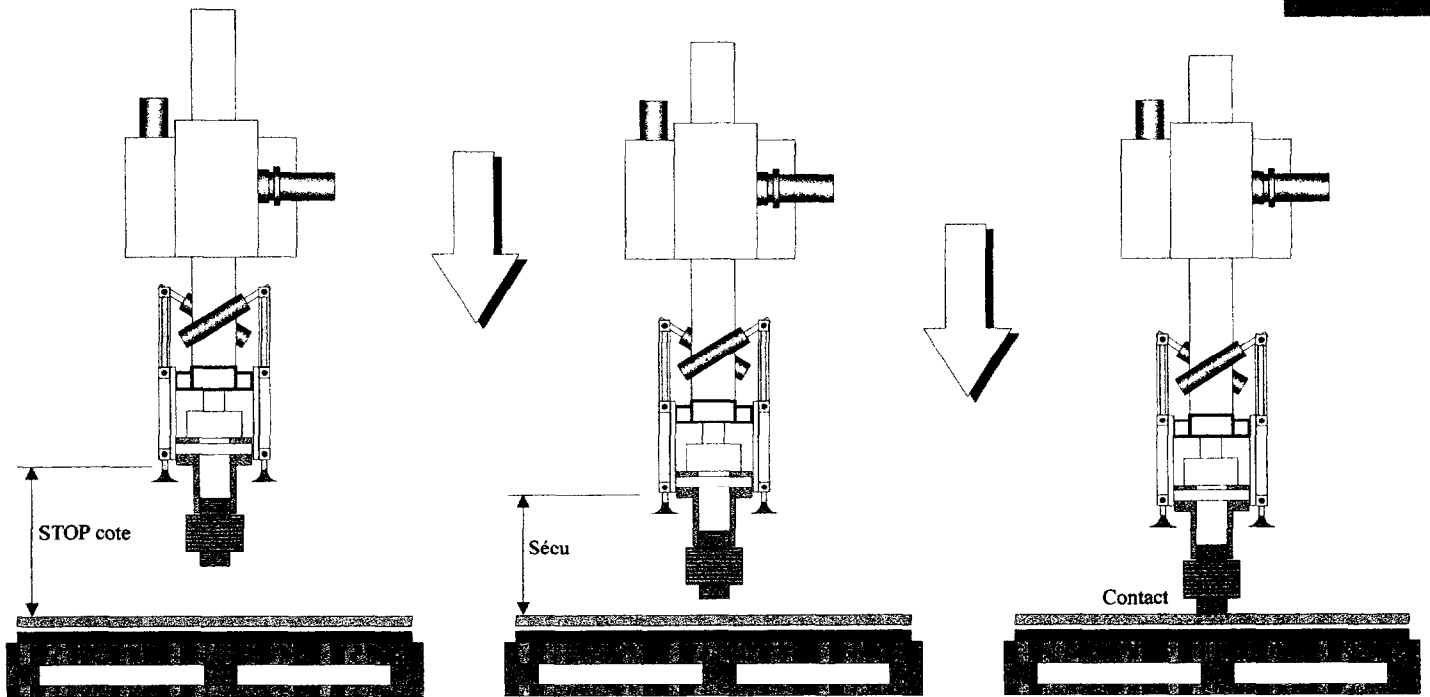
Chaque chiffre d'un nombre est codé en binaire naturel sur 4 bits.
Exemple :
(129)₁₀ ⇒ (0001 0010 1001)_{BCD}

STRUCTURE D'ECHANGE INFORMATIONNEL API ↔ CN



Nota : Seules les informations relatives au dialogue API/CN pour l'exécution des programmes CN sont représentées, ainsi que les E/S liées à l'axe horizontal.





DETECTEUR ULTRASONIQUE

Principe de fonctionnement:

Le principe de fonctionnement du palpeur ultrasonique UST est basé sur la mesure de durée d'impulsions ultrasoniques. Les appareils ont 2 seuils dont la portée est réglable par 2 potentiomètres (amplitude de réglage : 15 tours de potentiomètre). Les dérives de durée dues à la température sont compensées par la mesure de la température ambiante.

Influences:

Les objets à détecter peuvent être liquides, granuleux ou en poudre.

Le matériau, la couleur et la transparence des objets ainsi que l'humidité, la pression atmosphérique, la poussière, la fumée et la vapeur n'ont aucune influence sur la précision de mesure à condition que l'objet en question puisse réfléchir suffisamment d'impulsions ultrasoniques.

(source Automelec)

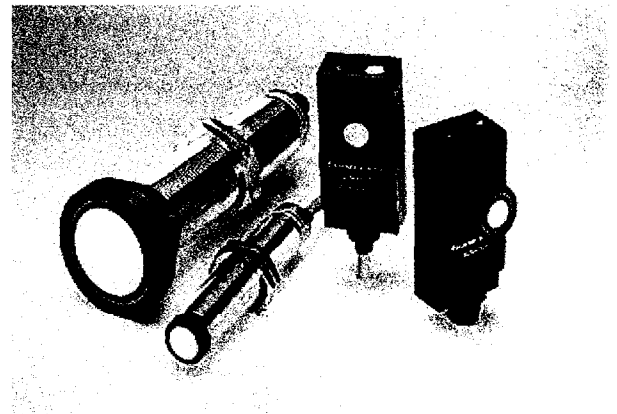


photo BAUMER Electric

Définition de la distance de sécurité :

L'installation de la barrière doit être conçue de telle sorte que l'accès aux organes dangereux en mouvement soit impossible.

La distance entre la barrière et les organes dangereux est déterminée par la formule suivante :

$$S \geq K (t1 + t2) + C$$

Avec:

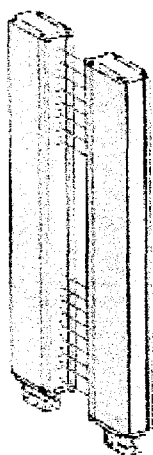
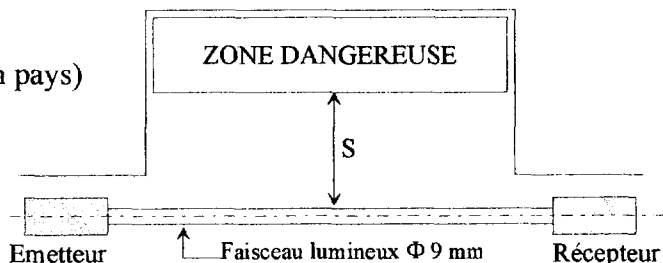
S = distance de sécurité en mm

K = vitesse de pénétration en mm/ms (selon pays)

t1 = temps de réponse de la barrière en ms

t2 = temps d'arrêt de la machine en ms

C = distance additionnelle (selon pays)



Si la distance **S** est importante, il ne faut pas que l'opérateur puisse s'introduire entre la barrière et la zone dangereuse par dessus, par dessous, par l'arrière ou par le côté. Il ne doit pas non plus pouvoir se tenir entre la zone dangereuse et la barrière sans être détecté.

La barrière immatérielle doit être protégée contre les chocs, les équipements mobiles, l'huile, la poussière, ...

Valeur des paramètres

	K (mm/ms)	C (mm)
Allemagne	1,6	850
France	2,5	900
Royaume Uni	1,8	800

Système	Barrage multifaisceaux à infrarouge	
Portée nominale	0 ... 15m	
Hauteur de protection	600 mm	1000 mm
Nombre de faisceaux	2 groupes de 8 faisceaux	3 groupes de 8 faisceaux

Références

Emetteur / Récepteur	XUS-F159406	XUS-F159410
Masse (kg)	10,400	15,000

Caractéristiques

Degré de protection	IP 65	
Tenue aux vibrations	F = 10 ... 55 Hz, amplitude ±0,35 mm, IEC 68-2-6	
Tenue aux chocs	30 gn, durée 11ms, selon IEC 68-2-27	
Durabilité mécanique des contacts	10 millions de cycles de manœuvres (relais à contacts)	
Tension assignée d'alimentation	110/220 ... 240 VCA, 50/60 Hz	
Pouvoir de coupure	1300 VA	
Courant commuté	2A sous 250 VCA	
Temps de réponse	25 ms	26 ms
Puissance consommée	20 VA par l'émetteur ou le récepteur	
Immunité aux parasites	Selon IEC 801-4 niveau II	
Signalisation d'état de sortie	DEL sur l'émetteur et le récepteur	
Immunité à la lumière ambiante	Soleil : 20000 Lux; lampe : 15000 Lux	

d'après Schneider Electric