

ÉPREUVE E5
CONCEPTION DETAILLÉE DE LA
PARTIE COMMANDE

Sous épreuve 52

Choix technologiques et description de la réalisation
de la partie commande

Durée : 3h30

Coefficient : 2

SUJET DE L'ÉTUDE
LIGNE DE CONDITIONNEMENT DE MÉDICAMENTS

TOUS LES DOCUMENTS SONT AUTORISÉS

MOYENS DE CALCUL AUTORISÉS : Calculatrice électronique de poche, y compris calculatrice programmable et alphanumérique à fonctionnement autonome.

Documents remis au candidat :

- **PRÉSENTATION GÉNÉRALE** (feuilles blanches) pages 1 à 3
- **TRAVAIL DEMANDÉ** (feuilles jaunes) pages 4 à 9
- CP43 : Dimensionner, évaluer et choisir un constituant de commande (durée conseillée 1h30)
- CP44 : Etablir les documents techniques de réalisation de la partie commande (durée conseillée 2h)
- **DOCUMENTS RESSOURCES** (feuilles vertes) pages 10 à 17
- **DOCUMENTS RÉPONSES** (feuilles bleues) pages 18 à 20

IMPORTANT : il est demandé de vérifier que le sujet est complet dès sa mise à disposition.

Tous les documents réponses seront remis à la fin de l'épreuve, y compris ceux inutilisés.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Un grossiste distribue sur commande aux différentes pharmacies de sa région environ 18 000 produits référencés (médicaments, accessoires, produits d'hygiène, cosmétiques, produits diététiques, ...).

La ligne de conditionnement étudiée (page 3) est configurée pour préparer dans des bacs, les lots de boîtes de médicaments correspondants aux bons de commande.

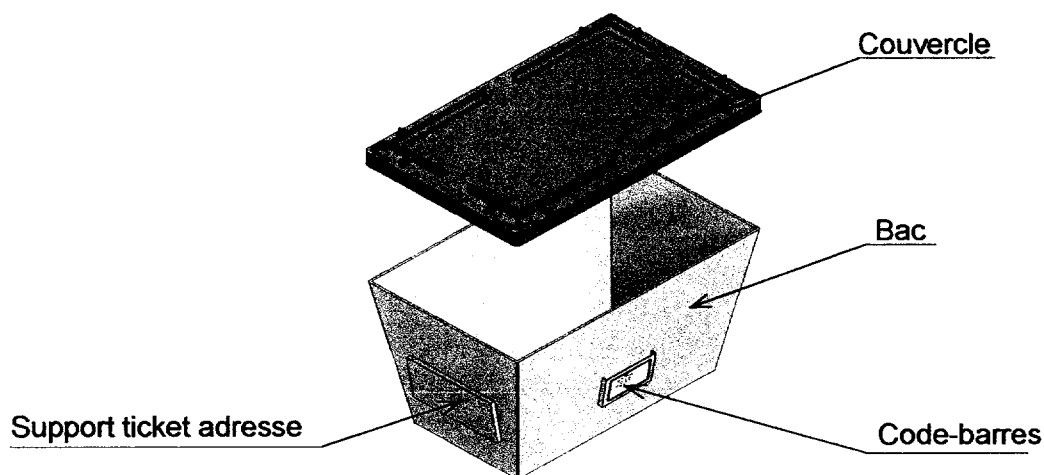
La production journalière s'organise suivant trois périodes :

- 6h à 9h : fin de traitement des commandes de la veille au soir.
- 11h à 14h : traitement des commandes passées dans la matinée.
- 18h à 21h : traitement des commandes passées dans l'après-midi.

La deuxième période correspond à la production journalière la plus importante, avec un pic de 12h à 13h.

1. Présentation des produits

1.1. Les bacs

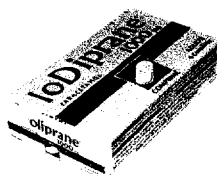


Chaque bac est identifié par un numéro unique et permanent (exemple : n° 289653) qui est codé à l'aide d'un code-barres.

Le destinataire de la commande est identifié par un ticket adresse glissé dans un support et portant les mentions suivantes :

- Nom du client
- Numéro de la tournée
- Adresse du client
- Heure de départ de la tournée
- Numéro de commande

1.2. Les boîtes de médicaments



Les dimensions : $40 \leq \text{longueur} \leq 180 \text{ mm}$
 $20 \leq \text{largeur} \leq 80 \text{ mm}$
 $10 \leq \text{hauteur} \leq 30 \text{ mm}$

Les masses : $10 \leq \text{masse} \leq 200 \text{ g}$

2 Description du processus

Les principales phases du processus de conditionnement des boîtes de médicaments consistent à :

- glisser le ticket adresse dans son support (FS3)
 - déposer le bon de livraison (FS4)
 - déverser les boîtes de médicaments (FS7)
 - déposer la facture (FS10)
- } à l'intérieur du bac

Le détail du processus est décrit dans l'ordre des fonctions de service (FS) du synoptique de la page 3.

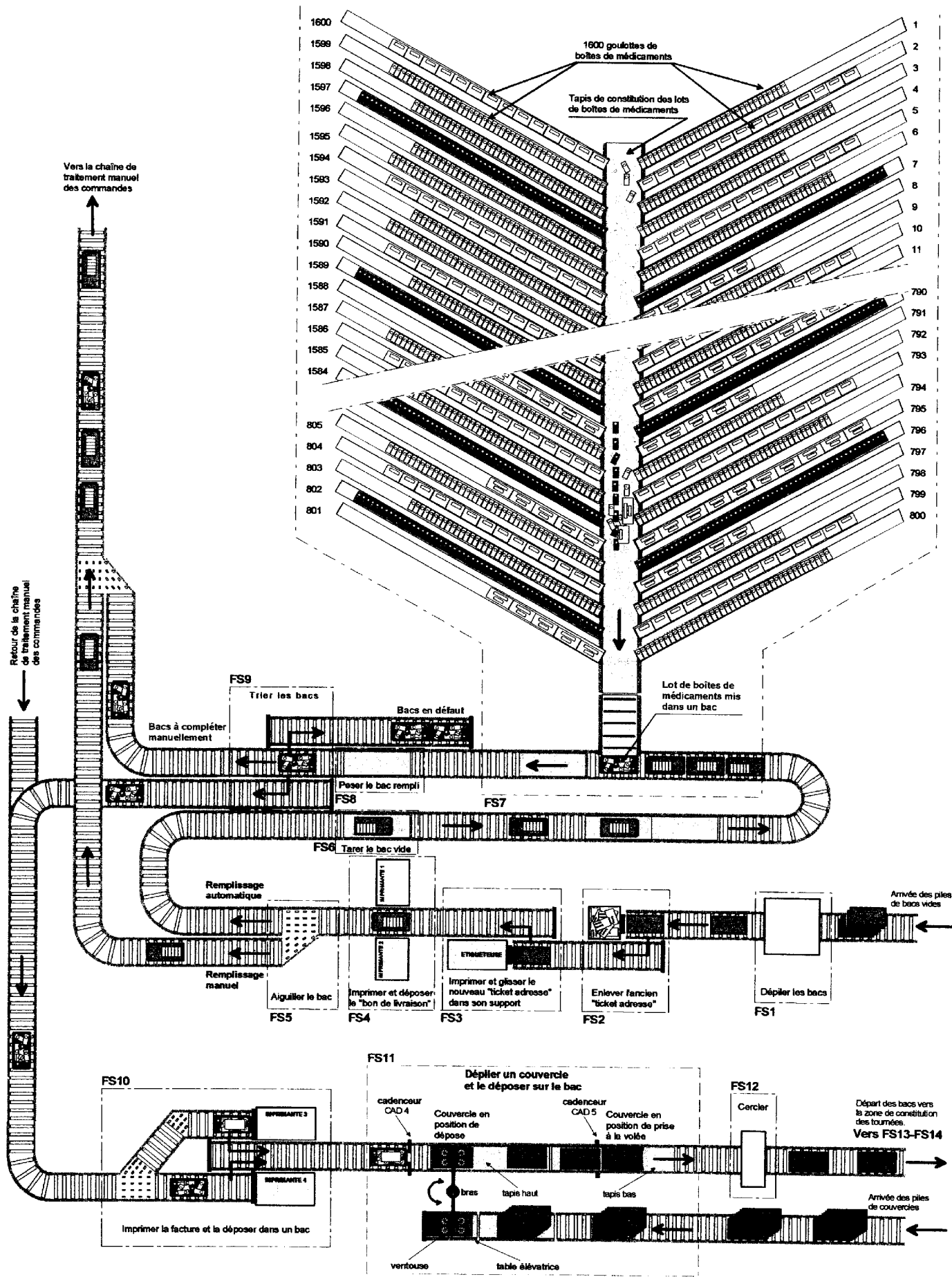
Sur les 18 000 produits référencés, seuls 1600 sont traités automatiquement. Ils représentent 80% du volume des commandes. De ce fait, en fonction de la composition des lots, les commandes peuvent être :

- traitées automatiquement sur la ligne de conditionnement ;
- ou traitées manuellement sur une chaîne spécifique extérieure à l'étude, les bacs préparés (FS2 à FS4) étant alors dirigés vers celle-ci à partir du poste d'aiguillage (FS5) ;
- ou encore traitées en partie automatiquement avant d'être traitées manuellement pour être complétées sur la chaîne spécifique à partir du poste de tri (FS9).

3 Extrait du cahier des charges fonctionnel

| Fonction | Critères | Niveau | Flexibilité |
|---|---|---|----------------------|
| FS1 dépiler les bacs vides à l'arrivée | longueur largeur hauteur masse | 500 mm 300 mm 260 mm 1,3 kg | F0 F0 F0 F0 |
| FS6 tarer le bac vide | précision | ± 1 g | F1 |
| FS7 préparer un lot de médicaments et le déverser dans le bac | longueur largeur hauteur masse | $40 \leq L \leq 180$ mm $20 \leq l \leq 80$ mm $10 \leq h \leq 30$ mm $10 \leq m \leq 200$ g | F0 F0 F0 F0 |
| FS8 peser le bac rempli automatiquement | précision | ± 1 g | F1 |
| FS11 dépiler le couvercle et le déposer sur le bac | longueur largeur hauteur masse | 500 mm 300 mm 260 mm 0,7 kg | F0 F0 F0 F0 |

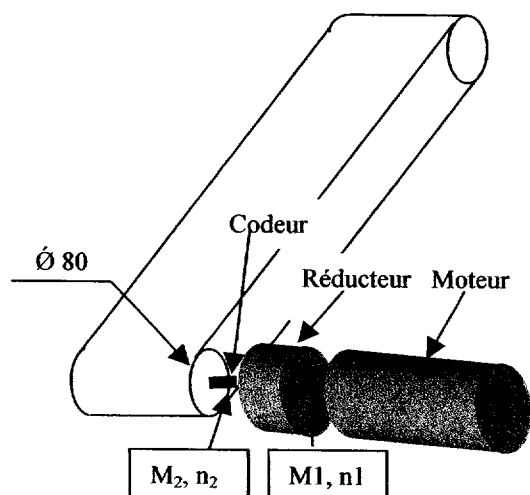
4 Synoptique de la ligne de conditionnement de boîtes de médicaments



CP 43

Dimensionner, évaluer et choisir un constituant de commande

L'étude porte sur le choix du variateur du moteur du tapis de constitution des lots de médicaments (document ressource n°1 en page 10).



La vitesse du tapis de constitution des lots de médicaments, d'une longueur de 60 m, doit pouvoir évoluer entre 0,5 m/s et 2 m/s, grâce à un variateur de vitesse. Ce contrôle de la vitesse est nécessaire pour certains réglages du système.

Le moteur fonctionne sans s'arrêter et à vitesse maximum lorsque les bacs arrivent sans discontinuer. Il ne s'arrête que lorsqu'un bac est en retard sous le poste de déversement des lots de médicaments en zone 0 ou lorsqu'il n'y a plus de lot constitué sur le tapis.

Choix du variateur :

Une documentation du constructeur est disponible dans les documents ressources n° 7 en page 16 et n°8 en page 17.

Le moteur possède les caractéristiques suivantes :

$P = 2,2 \text{ kW}$
 $U = 230\text{V} / 400\text{V}$
 $N = 1440 \text{ tr/min}$
 $I = 8,7\text{A} / 5\text{A}$
 $f = 50 \text{ Hz}$

Le réseau d'alimentation est $3 \times 400 \text{ V} + \text{N} + \text{PE}$

Le variateur sera choisi dans la marque LENZE, type 8200 SMD et son alimentation sera prévue en **monophasé 230 V**.

QUESTION 1

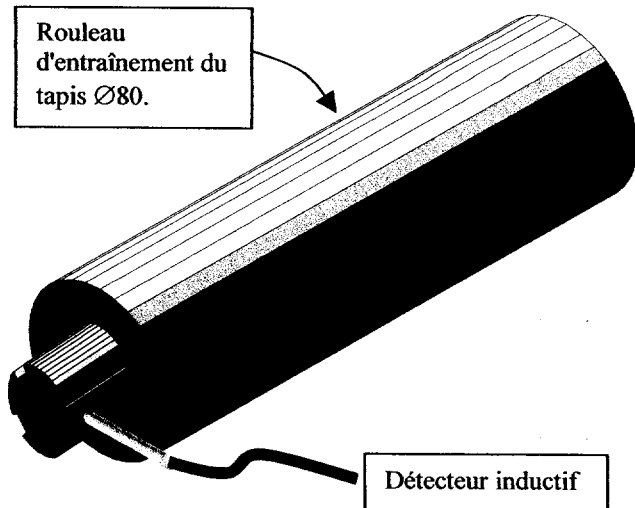
Donner la référence du variateur adapté à ce moteur.

Choix des éléments constituant l'environnement du variateur :

QUESTION 2

L'installation respectant la norme EN60204-1 : donner la section des conducteurs recommandés pour l'alimentation du variateur et le calibre du fusible nécessaire à la protection du variateur et de la ligne.

Détermination des zones de remplissage de médicaments



Afin de situer la position des lots sur le tapis de constitution (document ressource n°1 en page 10), l'une des extrémités de l'arbre de rotation du rouleau Ø80 du tapis a été cannelée. Un détecteur inductif placé face à cette extrémité, fournit 4 impulsions par tour du rouleau.

QUESTION 3

- Quelle est la précision de positionnement des lots sur le tapis ?
- Calculer la fréquence et la période des impulsions pour une vitesse du tapis de 2 m/s.
- Tracer sur le document réponse n°2, pour une même vitesse du tapis, le chronogramme du signal obtenu à la sortie du détecteur pour 1 tour de rouleau, sachant que les bossages sont 2 fois plus longs que les cannelures : rapport cyclique du signal = 2/3.
Faire apparaître les temps importants.
- On souhaite utiliser, si possible, une entrée TOR normale de l'automate pour effectuer le comptage. Le temps de retard d'une telle entrée filtrée sera paramétré à 2,8 ms aussi bien pour le passage de l'état 0 à 1 que pour celui de l'état 1 à 0. Le temps maximum du cycle de scrutation automate est de 10 ms.

Compléter le chronogramme du document n°2 en traçant le signal de l'entrée API après filtrage et montrer que l'on pourra compter toutes les impulsions avec cette solution.

CP 44

CP44-1 ELABORATION D'UNE PARTIE DU SCHEMA

Schéma électrique

L'étude portera sur le schéma de commande et de puissance du moteur actionnant le tapis de constitution des lots de médicaments. (Document réponse n°1 en page 18).

Les caractéristiques du moteur et du réseau d'alimentation électrique sont données en page 4. Pour régler la vitesse, un variateur de marque LENZE est utilisé. La documentation de branchement est fournie sur le document ressource n° 7 en page 16. La vitesse sera ajustable manuellement par un potentiomètre R1 situé sur le pupitre.

Suite à un arrêt d'urgence de catégorie 0, (norme EN 60204 : arrêt par suppression immédiate de l'énergie de puissance sur les actionneurs), la mise hors énergie du moteur se fera par ouverture d'un contacteur KM1 alimentant le circuit de puissance du variateur.

L'ordre de marche du variateur sera donné par la sortie %Q4.1 de l'automate qui permettra la mise à l'état haut de sa borne 28.

La sortie %Q4.0 de l'automate sera reliée à la borne E2 du variateur (pour le câblage des sorties API voir document ressource n° 6 en page 15).

L'alimentation 24V DC prévue pour alimenter les pré-actionneurs alimentera également les entrées du variateur.

QUESTION 4

Compléter le schéma des circuits de puissance et de commande du document réponse n°1 en page 18 en y incluant les protections nécessaires.

Indiquer le couplage (Δ ou Y) du moteur sur le schéma.

Effectuer un repérage équipotentiel des conducteurs.

Paramétrage du variateur

On souhaite pouvoir faire varier la vitesse de ce moteur à l'aide d'un potentiomètre entre une vitesse minimum de 500 tr/min et une vitesse maximum de 2000 tr/min.

Les temps d'accélération et de décélération seront les plus courts possibles.

Le sens horaire est imposé pour la rotation du moteur.

Voir document ressource n°8 en page 17.

QUESTION 5

Donner la programmation dans le variateur des codes de paramétrage suivants :

C01 CE2 C10 C11 C12

CP44-2 ELABORATION D'UNE PARTIE DU PROGRAMME

Début d'une préparation de lot

Voir synoptique : FS3 et FS7 et document ressource n°1 en page 10.

A l'arrivée d'un bac contenant déjà la facture et portant le ticket adresse, la lecture du code barres de son n° déclenche la réalisation du lot de médicaments associé.

Le tapis de constitution des lots de médicaments pouvant recevoir au plus 6 lots simultanément, il est nécessaire de gérer une file de 6 bacs au maximum en attente de déversement de leur lot de médicaments.

Le suivi des bacs dans la file d'attente se fera à l'aide d'une table « FIFO » (First In First Out : premier entré, premier sorti) programmée dans l'automate.

Lors du passage d'un bac devant le détecteur S3 (%I3.0), le n° du bac lu, disponible dans le mot %MW140, est écrit dans une table FIFO organisée à partir du mot %MW100.

Lorsqu'un bac arrive face au tapis de déversement, la mise à 1 du bit %M600 déclenche l'extraction de la pile du n° du bac présent vers le mot %MW130.

Structure de la table FIFO utilisée pour traiter l'information : n° du bac.

(Voir documents ressources n°4 en page 13 et n°5 en page 14).

| Mots mémoire | Signification |
|--------------|--|
| %mw100 | LT : nombre maxi d'entrées de la table |
| %mw102 | DE : décompte des entrées de la table |
| %mw104 | D0 : N°1 |
| %mw106 | D1 |
| %mw108 | D2 |
| %mw110 | D3 |
| %mw112 | D4 |
| %mw114 | D5 : N°6 |

Table :
N° de bac

Les deux premières lignes concernent la gestion de la table.

Les six lignes suivantes concernent le stockage possible du n° du bac.

QUESTION 6

Compléter le document réponse n°2 en page 19 permettant le remplissage de la table pour l'information « n° bac »

QUESTION 7

Compléter le document réponse n°2 permettant d'extraire l'information « n° bac » de la table.

QUESTION 8

Répondre sur le document réponse n°2 en page 19.

Pour l'étude précédente le stock tampon était fixé à 6 bacs. En fonction de la taille des bacs, ce stock peut varier de 6 à 10.

Proposer une solution pour que cette variation ne nécessite pas l'intervention d'un programmeur ?

Orientation des bacs en fonction du type des travées (Documents ressources n°2 en page 11 et n°3 en page 12)

Les bacs sont triés dans des travées en fonction des tournées de livraison. Pour faciliter la vérification du ticket adresse par les livreurs prenant possession des bacs, ceux-ci sont orientés à l'aide de plots, de telle façon que l'étiquette soit toujours face à eux.

Un détecteur « présence_bac » décelant l'arrivée d'un bac sur le poste FS13, déclenche la lecture du code barre n° du bac. Une fois celui-ci reconnu, le numéro de la travée de destination est écrit dans un mot « numéro_travée » de l'automate par le système de gestion des bacs.

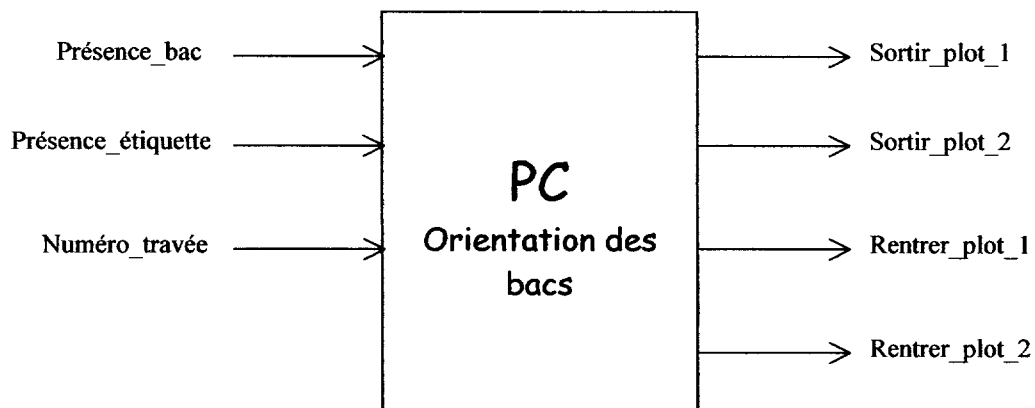
Simultanément, un détecteur « présence_étiquette » recherche le sens du bac par détection de la présence ou non du ticket adresse sur la face avant.

QUESTION 9

Vers quel type de travée (paire ou impaire) seront aiguillés les bacs A et B du document ressource n°2 en page 11 ?

QUESTION 10

Décrire le fonctionnement des plots par un algorithme en tenant compte des entrées / sorties ci-dessous.



QUESTION 11

Programmer cet algorithme en langage ST ou en langage LADDER en utilisant les variables suivantes :

| | | | |
|--------------------|----------|---------------|---------|
| Présence_bac | : %i1.0 | Sortir_plot_1 | : %Q1.0 |
| Présence_étiquette | : %i1.1 | Sortir_plot_2 | : %Q1.1 |
| Numéro_travée | : %mw700 | | |

Les distributeurs des vérins « plot_1 » et « plot_2 » sont à simple pilotage.

Evacuation des bacs sur les travées

Lors de l'arrivée d'un bac sur le poste FS13, le détecteur « présence_bac » déclenche la lecture du code barre n° du bac. Une fois celui-ci reconnu, le numéro de la travée de destination est écrit dans le mot « numéro_travée » (%MW700) ; ce mot est unique pour l'ensemble des travées. Après orientation à l'aide des plots, ce bac se dirige alors, sur le convoyeur d'alimentation, vers sa travée de destination. L'arrivée de celui-ci devant la travée 0 (information %I2.0) autorise l'entrée d'un nouveau bac sur le poste FS13. De ce fait plusieurs bacs pourront se trouver simultanément sur le convoyeur d'alimentation des travées et dans ce cas, ils seront séparés d'au moins une distance « d ».

Devant chaque travée x un détecteur %i2.x informe si un bac est en face de cette travée et si celui-ci est destiné à cette travée, son évacuation est déclenchée, dans le cas contraire, le bac continue sa progression.

L'évacuation sur la travée x se fera grâce à un vérin Vx piloté par un distributeur à simple pilotage électrique YVx commandé par une sortie automate : %Q2.x. Chaque vérin est équipé d'un détecteur « ILS » relié à une entrée API : %i4.x, permettant le contrôle de la sortie de sa tige.

Pour commander chacun des vérins d'évacuation, le concepteur a retenu une solution logicielle en langage SFC dont la structure est partiellement (commande des vérins V0 et V1) fournie sur le document réponse 3 en page 20.

QUESTION 12 (Document réponse 3 page 20)

Compléter les réceptivités des SFC permettant la commande des vérins V0 et V1.

Compléter les SFC permettant la commande des vérins V2 et V3 en sachant que, tout comme dans la structure du SFC qui permet d'évacuer un bac vers la travée 1, il faut envisager le cas où plusieurs bacs de même destination se succèdent.

