

# SESSION 2008

## BTS MECANIQUE ET AUTOMATISMES INDUSTRIELS

### EPREUVE E5

Conception détaillée de la partie commande

#### Sous épreuve 51

Analyse et étude détaillée des fonctions de commande

Durée : 4 h 30 min

Coefficient 2

## ENSACHEUSE DE PRODUITS SURGELES

TOUS LES DOCUMENTS SONT AUTORISÉS

Documents remis aux candidats :

- Présentation générale \_\_\_\_\_ pages blanches de 1 à 3
- Travail demandé \_\_\_\_\_ pages jaunes de 4 à 9
  - CP41 : Imaginer une solution technique de commande (durée conseillée 3 h)
  - CP42 : Décrire le fonctionnement détaillé d'une partie commande (durée conseillée 1 h 30)
- Documents ressource \_\_\_\_\_ pages vertes de 10 à 17
- Documents réponses \_\_\_\_\_ pages bleues de 18 à 20

**Chaque partie sera traitée sur une feuille de copie séparée  
Tous les documents réponse seront remis à la fin de l'épreuve, y compris ceux inutilisés**

**Le document réponse A3 doit être agrafé à une copie normalisée.  
Ce travail doit être effectué par les surveillants de salle.**

# ENSACHEUSE DE PRODUITS SURGELES

## 1 PRESENTATION GENERALE

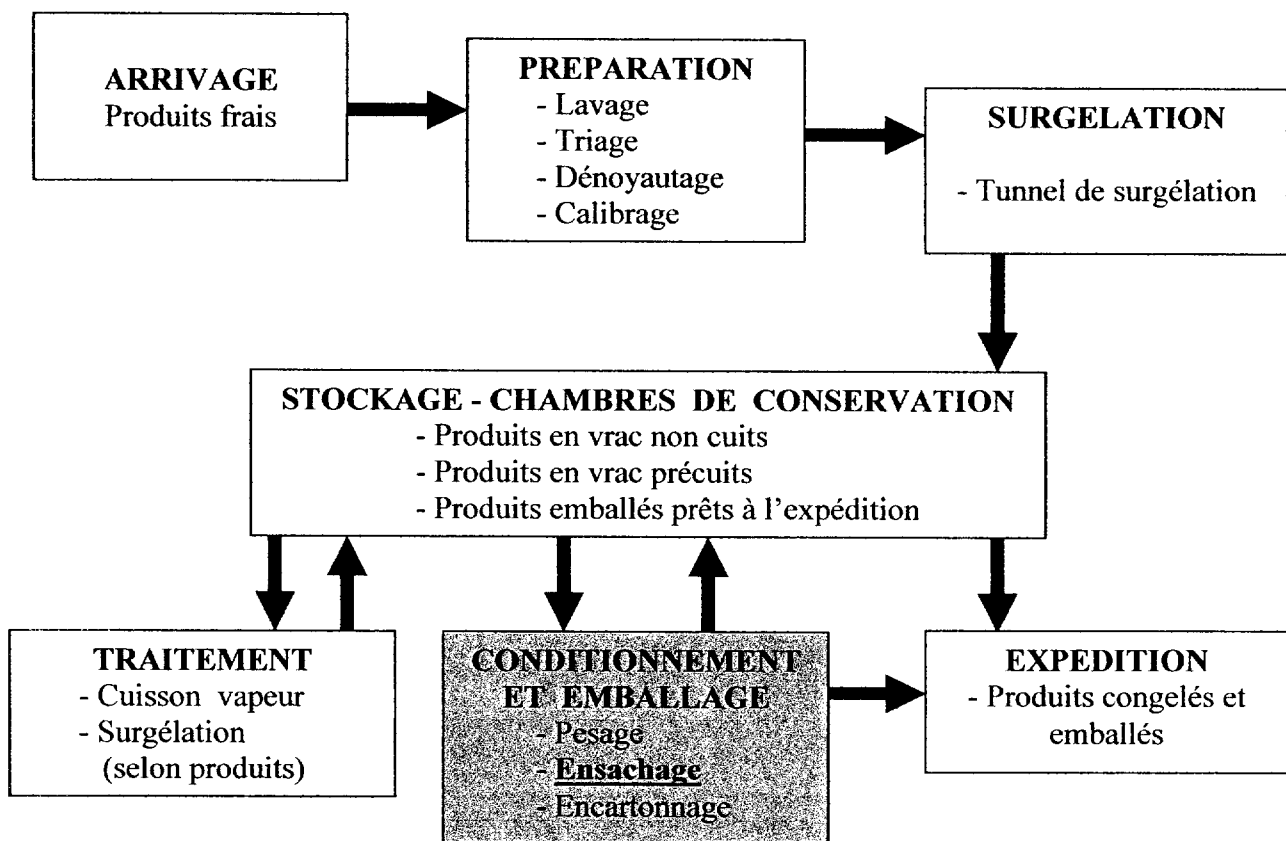
L'étude a pour support une ligne de préparation et de conditionnement de produits surgelés agro-alimentaires :

- fruits congelés de petites dimensions (fraises, framboises, myrtilles, ...),
- légumes congelés (carottes, petits pois, flageolets, ...)

Les principaux équipements constituant cette ligne de production sont :

- la ligne de préparation (laveuse, trieuse, dénoyauteuse, calibreuse),
- le tunnel de surgélation,
- les chambres de conservation,
- les machines de traitement (cuisers à vapeur),
- les machines de conditionnement (ensacheuses) et d'emballage.

## 2 ORGANISATION DE LA LIGNE DE PRODUCTION



L'étude portera sur le système d'ensachage des produits, opérations réalisées dans le secteur **CONDITIONNEMENT ET EMBALLAGE** de la ligne.

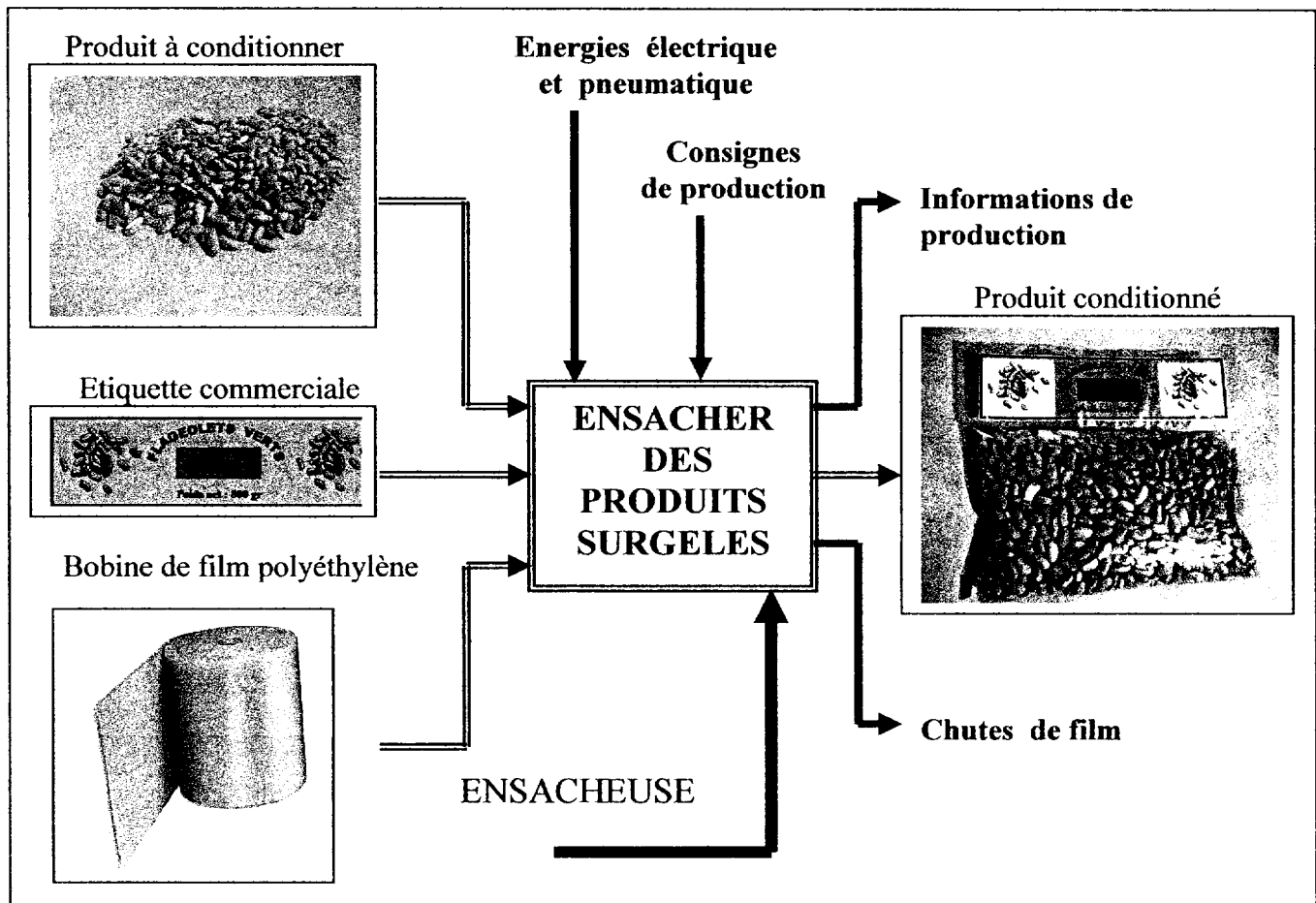
## 3 PRESENTATION DU PROCEDE DE CONDITIONNEMENT

Des lots de différents poids (fruits ou légumes surgelés) sont préparés par des peseuses.

L'emballage est réalisé dans un sachet thermo-soudé fabriqué sur une ENSACHEUSE à partir d'un film polyéthylène de qualité alimentaire, double épaisseur plié à la base et conditionné en bobine.

Ce sachet est composé de 2 compartiments, à savoir :

- un compartiment contenant l'étiquette commerciale (*marque, informations produit, code barre...*),
- un compartiment contenant le produit.



#### 4. Éléments du cahier des charges fonctionnel : ( Norme NF X50-151 )

		F0 : impératif	F1 : peu négociable	F2 : négociable	F3 : très négociable
TYPE	TRONÇON	CRITÈRES D'APPLICATION		NIVEAUX	
FS1	AVANCER le film plastique	Hauteur du film plastique (film double)		600 mm maxi	
		Longueur bobine		200 m	
		Pas d'avance film		250 mm maxi	
FS2	CONSTITUER un sachet	Dimensions du sachet		Hauteur = 500 mm maxi Largeur = 250 mm maxi	
		Fermeture latérale		verticale, par thermo-soudage du film	
FS3	INSERER l'étiquette commerciale	Dimensions de l'étiquette		60 mm maxi x 220 mm maxi	
		Position de l'étiquette		séparée du produit par thermo-soudage du film	
FS4	REEMPLIR le sachet	Masses du produit conditionné		500 g , 800 g , 1kg tolérance sur produit +30 g Maxi	
		Types de produits		fruits, légumes	
FC3	Gérer le cycle	Cadence		450 sachets/heure mini	
		Disponibilité		90% mini	

# Description du processus d'ensachage

A partir d'un film de polyéthylène plié (2 épaisseurs, pli en bas) conditionné en rouleau, l'ensacheuse permet :

- de constituer des sachets,
- d'insérer une étiquette cartonnée,
- d'introduire les produits surgelés issus d'une peseuse,
- de fermer le sachet par soudage,
- d'évacuer le produit.

A la position A, les deux épaisseurs du film sont accolées, des règles chauffantes soudent les parois du film suivant deux lignes de soudure verticales et parallèles (S1 et S2).

Les films sont coupés entre les deux soudures par une lame.

La partie supérieure du film est prédécoupée pour permettre la séparation des sachets aux positions G et H (voir les détails des opérations ci-dessous).

Après l'insertion de l'étiquette cartonnée (position B) et le soudage permettant d'isoler cette étiquette des produits surgelés (position D), le sachet est rempli (position F).

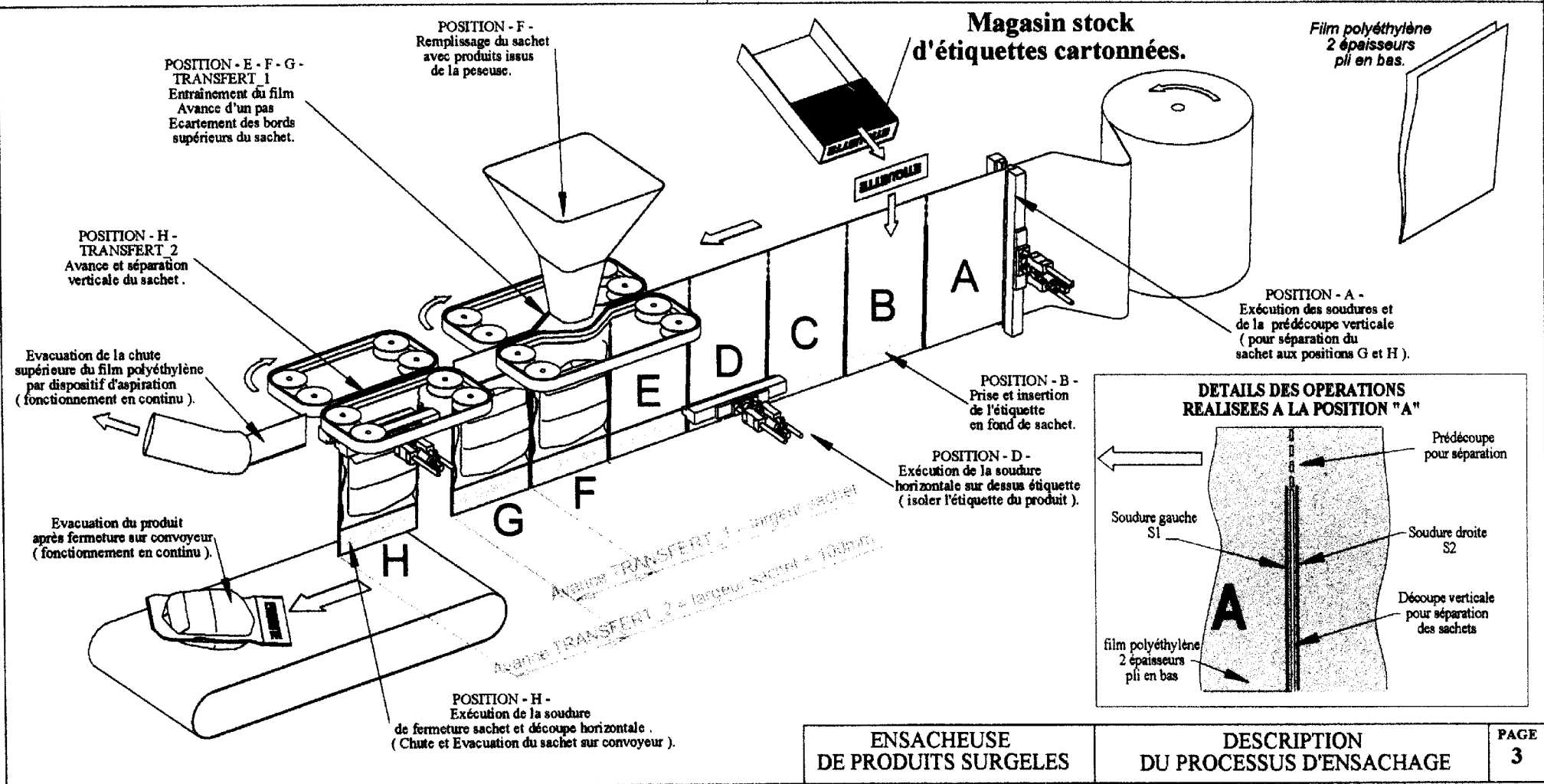
L'avance du film s'effectue pas à pas (1 pas = largeur du sachet) grâce à un entraîneur à courroies TRANSFERT\_1.

A la position F, un mécanisme non représenté provoque l'ouverture et la fermeture du sachet pour le remplissage.

A la position H, le système TRANSFERT\_2 provoque la séparation du sachet par un déplacement simultané à l'avance du film mais d'une amplitude supérieure (1 pas + 100 mm).

Le sachet, fermé par une soudure, puis découpé, tombe et est évacué par un convoyeur fonctionnant en continu.

La partie supérieure du film restante est évacuée lors du mouvement TRANSFERT\_2 par un dispositif d'aspiration fonctionnant en continu.



Imaginer une solution technique de commande

**1 - ETUDE DE LA COORDINATION DES TACHES DE L'ENSACHEUSE**

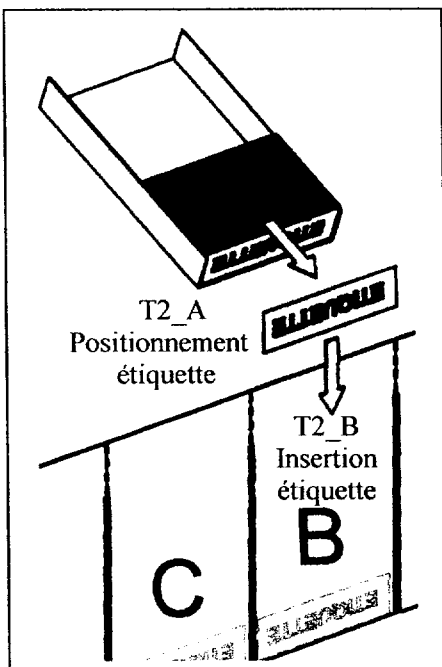
**Documents ressource :**

- N°1 page 10 : découpage des tâches adopté et GCT initial.
- N°3 page 12 : principe de constitution des sachets.

L'étude porte sur l'optimisation du fonctionnement de l'ensacheuse. Le grafcet du document ressource N°1 (page 10) présente le découpage des tâches adopté ainsi que la coordination des tâches **initialement retenue** par le concepteur du système, en production continue.

**Question 1 (répondre sur copie)**

- a) Déterminer par une méthode au choix, à partir des durées estimées de chacune des tâches, le temps de cycle résultant du graphe de coordination GCT (document ressource N°1).
- b) En déduire la cadence horaire.
- c) Cette cadence est-elle compatible avec le cahier des charges (450 sachets/heure mini avec une disponibilité de 90% mini) ?



**Question 2 (répondre sur copie)**

Afin d'optimiser le fonctionnement de l'ensacheuse, on se propose de décomposer la tâche T2 assurant l'insertion de l'étiquette en fond de sachet en deux sous tâches T2\_A et T2\_B.

T2\_A → Prise d'une étiquette du stock et positionnement au dessus du sachet. → durée = 3s

T2\_B → Insertion de l'étiquette en fond de sachet, dépose et retrait du dispositif d'insertion → durée = 4s

Établir l'analyse de coordination des tâches en fonctionnement continu et en temps minimum, en complétant un tableau d'analyse de la forme suivante.

Tâches	Durée	Début autorisé si	La Fin autorise
T1	2 s	Fin de T5	T5 et T6
T2_A	3 s		
T2_B	4 s		
T7	3 s	Fin de T6	T5 et T6

**Question 3 (répondre sur copie)**

Proposer un nouveau grafcet de coordination GCT correspondant au tableau d'analyse complété.

#### **Question 4 (répondre sur copie)**

L'évolution du **GCT modifié** (question 3) implique de rendre initiales certaines étapes. Préciser sur le graphe modifié cette situation initiale (voir extrait du GEMMA, document ressource N°2 page 11).

#### **Question 5 (répondre sur le DOCUMENT REPONSE N°1 page 18)**

- Compléter sur le document réponse, le diagramme de Gantt relatif au graphe modifié.
- En déduire le nouveau temps de cycle.
- Calculer la nouvelle cadence horaire et la comparer avec celle du Cahier des Charges.

---

## **2 - ETUDE DES MODES DE MARCHÉ ET D'ARRÊT**

### **Documents ressource :**

- N°1 page 10 : découpage des tâches adopté et GCT initial.
- N°2 page 11 : extrait de GEMMA de l'ensacheuse.

**Important :** dans la question suivante, on prendra pour l'étude le grafctet de coordination des tâches GCT défini sur le document ressource N°1 page 10.

L'extrait du GEMMA (document ressource N°2 page 11) définit les procédures de marche et d'arrêt de l'ensacheuse. La conduite du système s'effectue par action sur les touches de fonction du pupitre de commande.

La procédure de démarrage impose une marche de préparation.

Deux types d'arrêt ont été prévus :

- **arrêt de pause** (par action sur la touche **T\_arrêt\_cycle** du pupitre de commande)
  - l'ensacheuse termine les tâches en cours, soude et évacue le sachet du poste H et s'immobilise.
  - les sachets aux postes F et G sont remplis de produit et en attente.

- **arrêt vidange machine** (par action sur la touche **T\_arrêt\_fdj** du pupitre de commande)
  - la tâche T1 n'est plus exécutée. (Soudage vertical, formage du sachet au poste A),
  - les sachets formés en cours (postes B, C, D, E, F, G) sont remplis, fermés et évacués.

En fin de séquence de vidange, le film polyéthylène arrive en G sans soudure, sans étiquette, sans produit.

#### **Question 6 (répondre sur copie)**

Construire un Graphe de conduite (GMMA) associé à l'extrait du GEMMA proposé.

---

## **3 - ETUDE DE LA MARCHÉ DE PRÉPARATION**

### **Documents ressource :**

- N°1 page 10 : découpage des tâches adopté et GCT initial.
- N°2 page 11 : extrait de GEMMA de l'ensacheuse.
- N°4 page 13 : description des modes « Marche de préparation » « Marche de clôture ».

**Important :** dans la question suivante, on prendra pour l'étude, le grafctet de coordination des tâches GCT défini sur le document ressource N°1 page 10.

L'extrait du GEMMA (document ressource N°2 page 11) définit une procédure de « Marche de Préparation » de l'ensacheuse, préalable au fonctionnement en continu (Production Normale).

Cette procédure est décrite sur le document ressource N°4 page 13.

Cette phase de préparation est assurée par l'exécution du GCT et des graphes de tâche GTi.

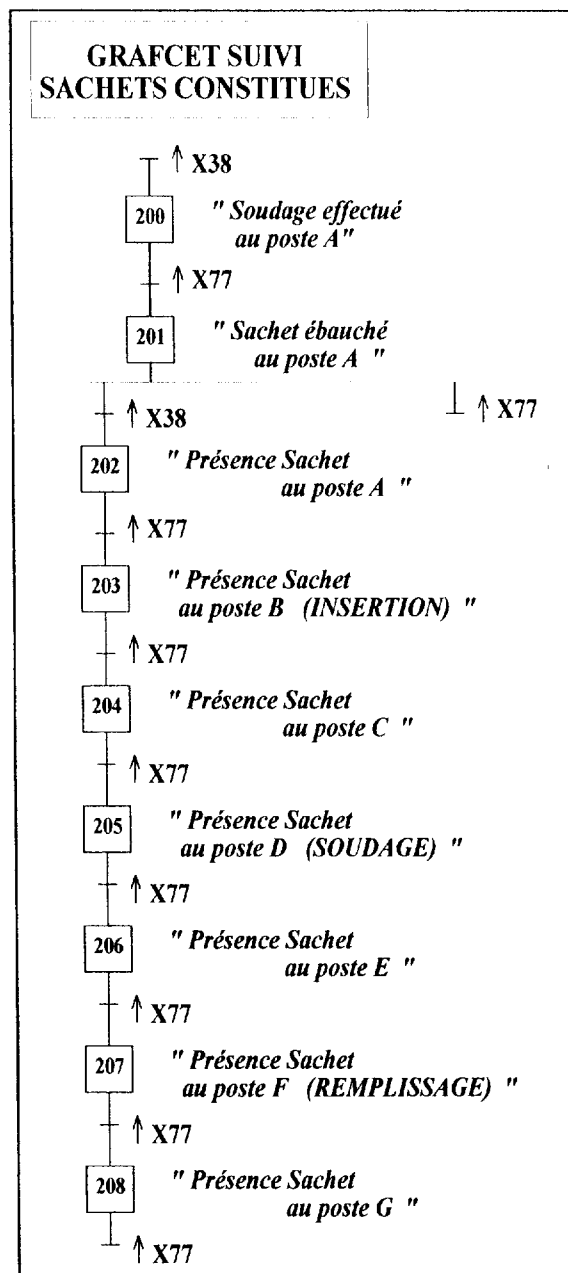
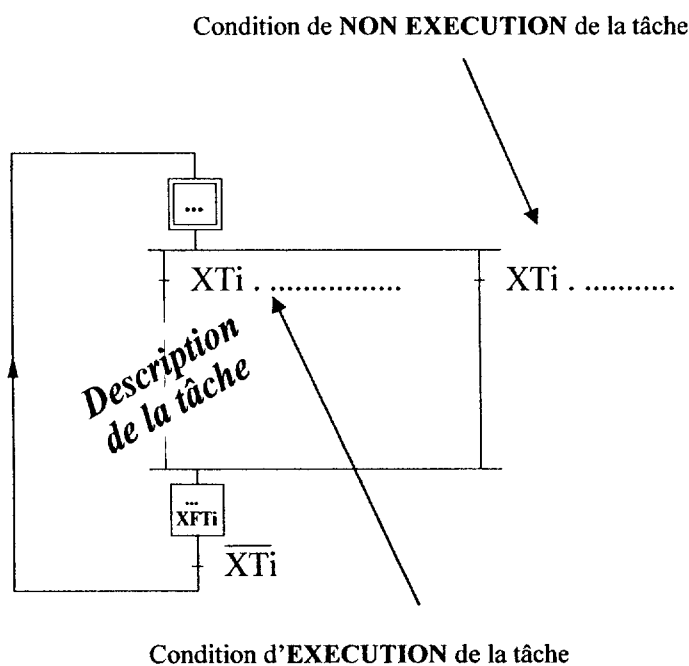
Le cycle du GCT est effectué plusieurs fois, par action de l'opérateur sur l'une des touches fonction du pupitre.

A chacun des postes de travail (postes B, D et F), l'exécution de la tâche est conditionnée par l'information « Présence d'un sachet constitué ». Ces informations sont données par la situation du grafcet nommé GRAFCET SUIVI SACHETS CONSTITUES.

X38 → – Soudage effectué,  
tâche FORMAGE (T1)

X77 → – Avance film d'un pas effectué,  
tâche TRANSFERT\_1 (T5)

Les grafkets de tâche (à l'exception du GT5) ont la structure suivante qui permet l'exécution ou non de la tâche sans bloquer l'évolution du GCT.



**Question 7** (répondre sur DOCUMENT REPONSE N°2 page 19)

Compléter les réceptivités du graphe de coordination des tâches GCT ainsi que celles des graphes de tâche GT1 à GT7 permettant l'exécution de la marche de préparation (F2 du GEMMA) conformément à la description détaillée sur le document ressource N°4 page 13.

**Question 8** (répondre sur copie)

Lors de l'élaboration du Graphe de conduite GMMA, afin d'assurer le passage entre les rectangles états F2 « Marche de préparation » vers F1 « Production normale », une variable « Prépa terminée » a été utilisée.

Proposer une solution permettant d'élaborer l'information « Prépa terminée ».

## 4 – PRODUCTION NORMALE ET MARCHÉ DE CLÔTURE

### Documents ressource :

- N°1 page 10 : découpage des tâches adopté et GCT initial.
- N°2 page 11 : extrait de GEMMA de l'ensacheuse.
- N°4 page 13 : description des modes « Marche de préparation » « Marche de clôture ».

**Important :** dans la question suivante, on prendra pour l'étude, le grafcet de coordination des tâches GCT défini sur le document ressource N°1 page 10.

En phase de PRODUCTION NORMALE ainsi qu'en MARCHÉ DE CLÔTURE, c'est toujours le graphe GCT qui autorise l'exécution des graphes de tâche GTi. L'exécution des tâches pour chacun des deux modes est définie dans le tableau ci-après.

### EXECUTION DES TÂCHES - PRODUCTION NORMALE - MARCHÉ DE CLÔTURE

Tâches	Description	PRODUCTION NORMALE	MARCHÉ DE CLÔTURE
T1	FORMAGE Soudage, coupe et prédécoupe verticales	OUI	NON
T2	PRISE, POSITIONNEMENT ET INSERTION ETIQUETTE	OUI si présence d'un sachet constitué sous le poste B	OUI si présence d'un sachet constitué sous le poste B
T3	SOUDEGE (séparation de l'étiquette des produits surgelés)	OUI si présence d'un sachet constitué sous le poste D	OUI si présence d'un sachet constitué sous le poste D
T4	REPLISSAGE (produits issus de la peseuse)	OUI si présence d'un sachet constitué sous le poste F	OUI si présence d'un sachet constitué sous le poste F
T5	TRANSFERT_1 (transfert = largeur sachet)	OUI	OUI
T6	TRANSFERT_2 Avance et séparation du sachet au poste H	OUI	OUI
T7	SOUDEGE FERMETURE, DECOUPE (Chute et Evacuation du sachet sur convoyeur)	OUI	OUI

### Question 9 (répondre sur DOCUMENT REPONSE N°2 page 19)

Compléter la réceptivité associée à la transition (I) du graphe de coordination des tâches GCT ainsi que celles des graphes de tâches GT1, GT2 et GT5 associées aux transitions (11) (20) (21) et (50) :

- permettant l'exécution de la production normale (F1 du GEMMA),
- permettant l'exécution de la marche de clôture (F3 du GEMMA) conformément à la description détaillée sur le document ressource N°4 page 13.



## Décrire le fonctionnement détaillé d'une Partie Commande

### Objectif : DEFINIR LA COMMANDE DU PROCESSUS « ETIQUETAGE » du poste B

Fonctions du poste B : SAISIR – POSITIONNER – INSERER puis MAINTENIR une étiquette.

#### Documents ressources :

- N°5 page 14 : Descriptif général du poste B et perspective du sous ensemble « saisie et positionnement d'une étiquette » relatif à la sous tâche T2\_A.
- N°6 page 15 : Perspective du sous ensemble relatif à la sous tâche T2\_B « insertion d'une étiquette » et spécifications technologiques des composants du poste B.
- N°7 page 16 : Croquis de 3 mises en situation du poste B.
- N°8 page 17 : Schéma pneumatique du poste B en position référence.

#### Remarques :

Pour les questions Q10 et Q11, il sera indispensable de :

- prendre en compte les spécifications technologiques et mnémoniques associées (document ressource N°6 page 15, figure 2)
- respecter les bilans d'entrées sorties proposés aux questions 10-11 et utiliser sur les grafjets les mnémoniques de repérage proposées (document ressource N°6 page 15 fig.2).
- la technologie de commande monostable associée à plusieurs préactionneurs nécessitera parfois la mémorisation d'ordres afin de garantir le fonctionnement attendu.
- préciser sur les grafjets les mouvements qui se réalisent sans qu'il y ait d'ordre associé (par des commentaires appropriés).
- respecter la norme du Grafjet CEI 60848.

Le processus « **ETIQUETAGE** » du poste B (document ressource N°5 page 14 figure 1) est divisé en deux sous ensembles opératifs :

- 1 : relatif à la sous tâche T2\_A, dont la fonction est de **SAISIR**, par 3 ventouses, une étiquette du magasin de stockage puis de la **POSITIONNER** au dessus du sachet entrouvert.
- 2 : relatif à la sous tâche T2\_B, dont la fonction est d'**INSERER** puis **MAINTENIR** l'étiquette au fond du sachet.

### 1 - DECRIRE LE FONCTIONNEMENT DE LA SOUS TACHE T2 A : « saisir une étiquette puis la positionner en position insertion » (grafjet proposé sur document réponse N°3 page 20) :

En situation de référence, le dispositif de saisie d'étiquette est en position « insertion » représentée sur les documents ressource N°7 page 16 figure 1 et N°8 page 17. Les étiquettes à insérer dans les sachets sont stockées dans le magasin et glissent vers la position de saisie par simple gravité.

Au début du cycle (par l'information XT2A), le berceau bascule en position « saisie » afin de mettre les 3 ventouses dont il est muni, en contact avec la première étiquette du magasin de stockage (voir document ressource N°5 page 14 figure 2). La saisie de l'étiquette, par aspiration des ventouses, est suivie de son extraction du magasin par le retour du berceau en position « insertion ». Dans cette position dite « d'insertion », l'étiquette se trouve en appui sur les doigts de la pince mécanique située à l'extrémité de la tige du vérin d'insertion (voir document ressource N°7 page 16 figure 2). La sous tâche T2\_A est alors terminée (information XFT2A).

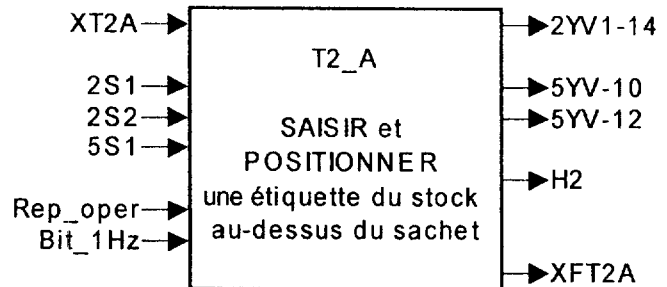
Ce fonctionnement est décrit par le grafjet proposé sur le document réponse N°3 page 20.

Problème à résoudre :

En cas de non saisie de l'étiquette par les ventouses après 1 seconde de mise en contact, il a été décidé de renouveler 2 tentatives de saisie avant de signaler le dysfonctionnement à l'opérateur par verrine clignotante 1Hz (mnémonique « H2 »).

L'opérateur résout alors le problème, par dégagement de la 1<sup>ère</sup> étiquette coincée, puis acquitte le défaut par validation de l'information « reprise opérateur » (mnémonique « Rep\_oper »). Le cycle de saisie peut alors reprendre selon 3 tentatives au maximum et ainsi de suite si le problème se présente à nouveau.

Bilan des entrées / sorties utiles à la question 10 :



**Question 10 (répondre sur le DOCUMENT REPONSE N°3 page 20)**

Sur le grafcet proposé document réponse N°3 page 20, apporter les compléments nécessaires au respect du fonctionnement décrit précédemment afin que la saisie d'étiquette puisse être réalisée en 3 tentatives au maximum.

**2 - DECRIRE LE FONCTIONNEMENT DE LA SOUS TACHE T2\_B « Insérer et maintenir l'étiquette au fond du sachet » :**

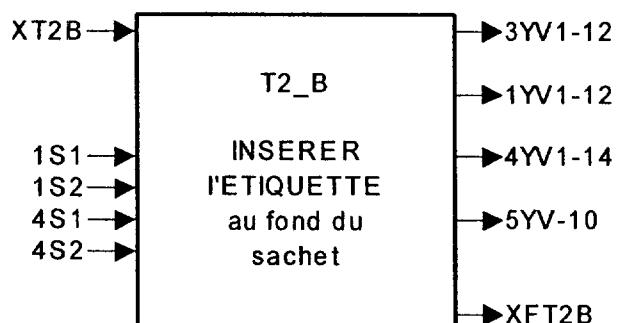
En position de référence, le dispositif d'insertion est dans la position représentée sur les documents ressource N°7 page 16 figure 1 et N°8 page 17.

Le lancement de la sous tâche T2\_B (par l'information XT2B) provoque l'ouverture du sachet suivie de l'insertion de l'étiquette. En début d'insertion, l'effecteur « pince » (à l'extrémité de la tige du vérin) emmène l'étiquette qui se trouve alors immédiatement coincée dans les doigts de celle-ci (document ressource N°7 page 16 figure 2).

Afin que l'étiquette ne tombe pas, il sera nécessaire de retarder l'arrêt de l'aspiration des ventouses 0,3 seconde après le début du mouvement d'insertion.

A la fin de l'insertion, l'étiquette est au fond du sachet. Il faut la maintenir en place pour la désolidariser de la pince lors de la remontée de la tige du vérin d'insertion. A la fin de ce mouvement, l'ensemble sera en position de référence. La sous tâche T2\_B sera alors terminée (information XFT2B).

Bilan des entrées / sorties utiles à la question 11 :



**Question 11 (répondre sur le DOCUMENT REPONSE N°3 page 20)**

- Proposer sur le document réponse N°3 page 20 le grafcet décrivant la commande des préactionneurs de la sous tâche T2\_B « Insérer une étiquette » selon le cycle défini ci-dessus, en utilisant uniquement les entrées sorties proposées.

- Proposer sur ce grafcet une solution permettant de compenser l'absence de détection sur l'action « OUVRIER sachet ».