

**SESSION 2003**

**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**

<p><b>PALETTISEUR DE BOUTEILLES VIDES</b></p>
---

TOUS LES DOCUMENTS SONT AUTORISÉS

Documents remis aux candidats :

- Présentation générale \_\_\_\_\_ pages blanches de 1 à 4
- Travail demandé \_\_\_\_\_ pages jaunes de 5 à 9
  - Partie 1 : Imaginer une solution technique de commande (durée conseillée 3 h 30)
  - Partie 2 : Décrire le fonctionnement détaillé d'une partie commande (durée conseillée 1 h )
- Documents ressource \_\_\_\_\_ pages vertes de 10 à 16
- Documents réponses \_\_\_\_\_ pages bleues de 17 à 18

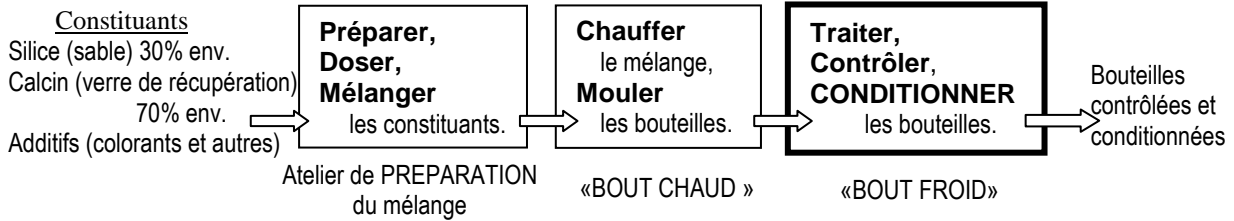
<p><b>Chaque partie sera traitée sur une feuille de copie séparée</b></p>
---

<p>Tous les documents réponse seront remis à la fin de l'épreuve, y compris ceux inutilisés</p>
---

# PRESENTATION GENERALE

Cette étude a pour support l'une des lignes de production d'une entreprise de fabrication de produits verriers : bouteilles, fioles, flacons,...

## Organisation du processus

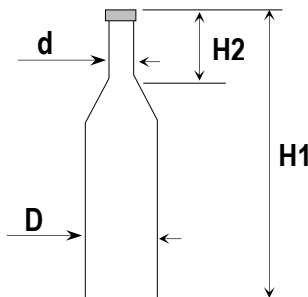


## Le produit

Les types de bouteilles produits par cette entreprise sont caractérisés par la forme, la contenance, la couleur et la qualité de verre.

Nous limiterons la présentation des produits aux types de bouteilles ci-dessous :

Type de bouteille	Code	Contenance en cl	Dimensions en mm				Masse théorique en grammes
			H1	D	d	H2	
Bordelaise tradition	042.012	76.7	300.5	76.6	28.7	69.5	540
Bordelaise évolution	402.002	76.7	300.5	76.3	28.7	76.5	450
Bordelaise allégée	226.005	77.0	279	76.5	28.5	66	370
Bourgogne tradition	195.109	76.7	296	82	28.7	55	580
Bourgogne grande tradition	415.601	76.7	293.8	86.6	28.7	56	660
Bourgogne allégée	110.005	77.0	272	81.3	28.7	60	380



Le code permet d'identifier les caractéristiques du verre :

- composition chimique,
- traitement de surface et qualité,
- couleur : transparent, vert clair, vert sombre, ....
- la variété des formes.

**D et H1** : Diamètre et hauteur de la bouteille.

**d et H2** : Diamètre et hauteur du goulot.

## Son conditionnement

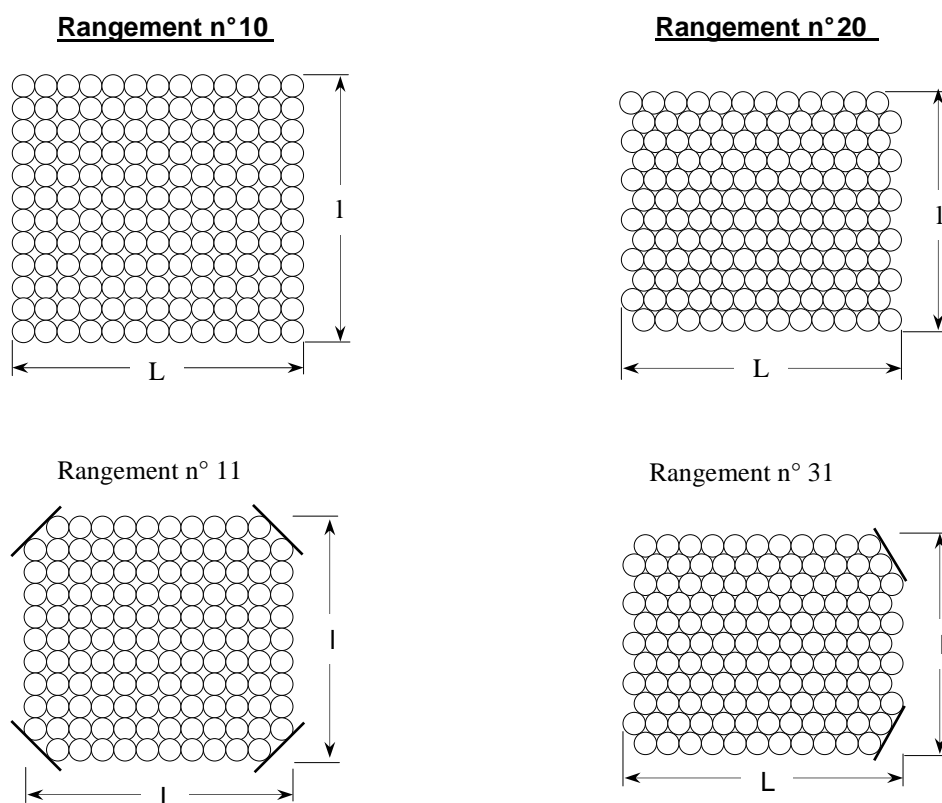
Le conditionnement en **palettes** des produits est très varié et découle de la diversité dimensionnelle des bouteilles fabriquées :

- voir Figure 1 et Figure 2 de la page 2.

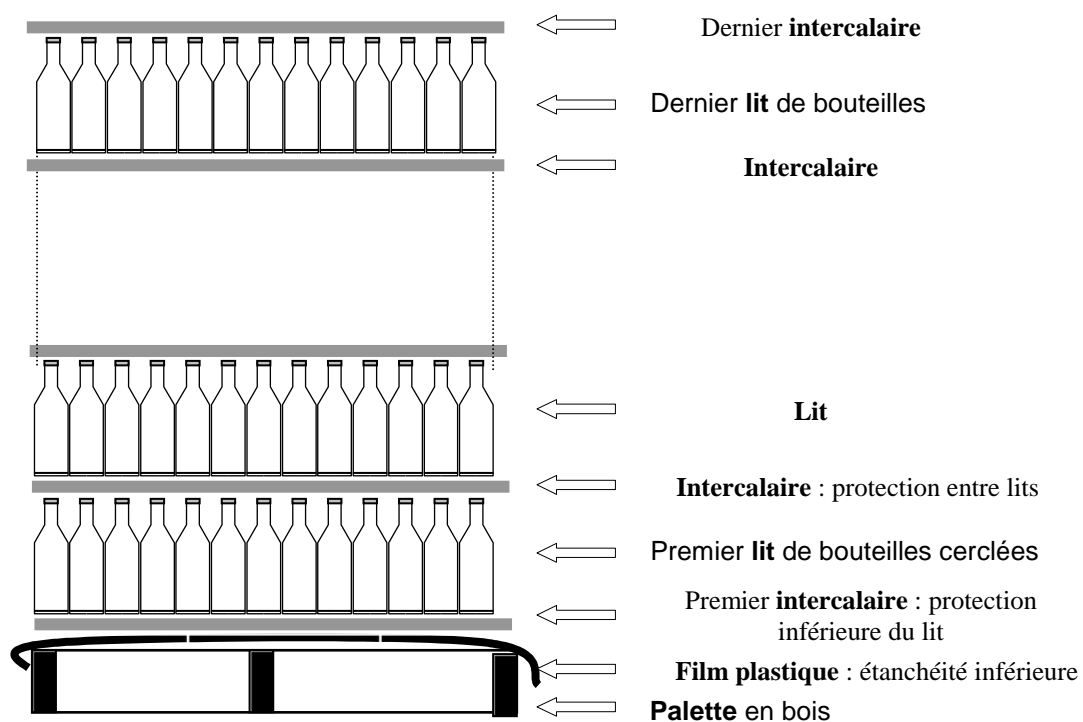
La caractéristique principale de palettisation est le nombre total de bouteilles qui dépend :

- du nombre de bouteilles par rangée,
- du nombre de rangées par couche (appelée **lit**),
- du nombre de lits par palette.

**Figure 1 : Exemples de rangements en lit**



**Figure 2 : Exemple de palettisation des lits cerclés**



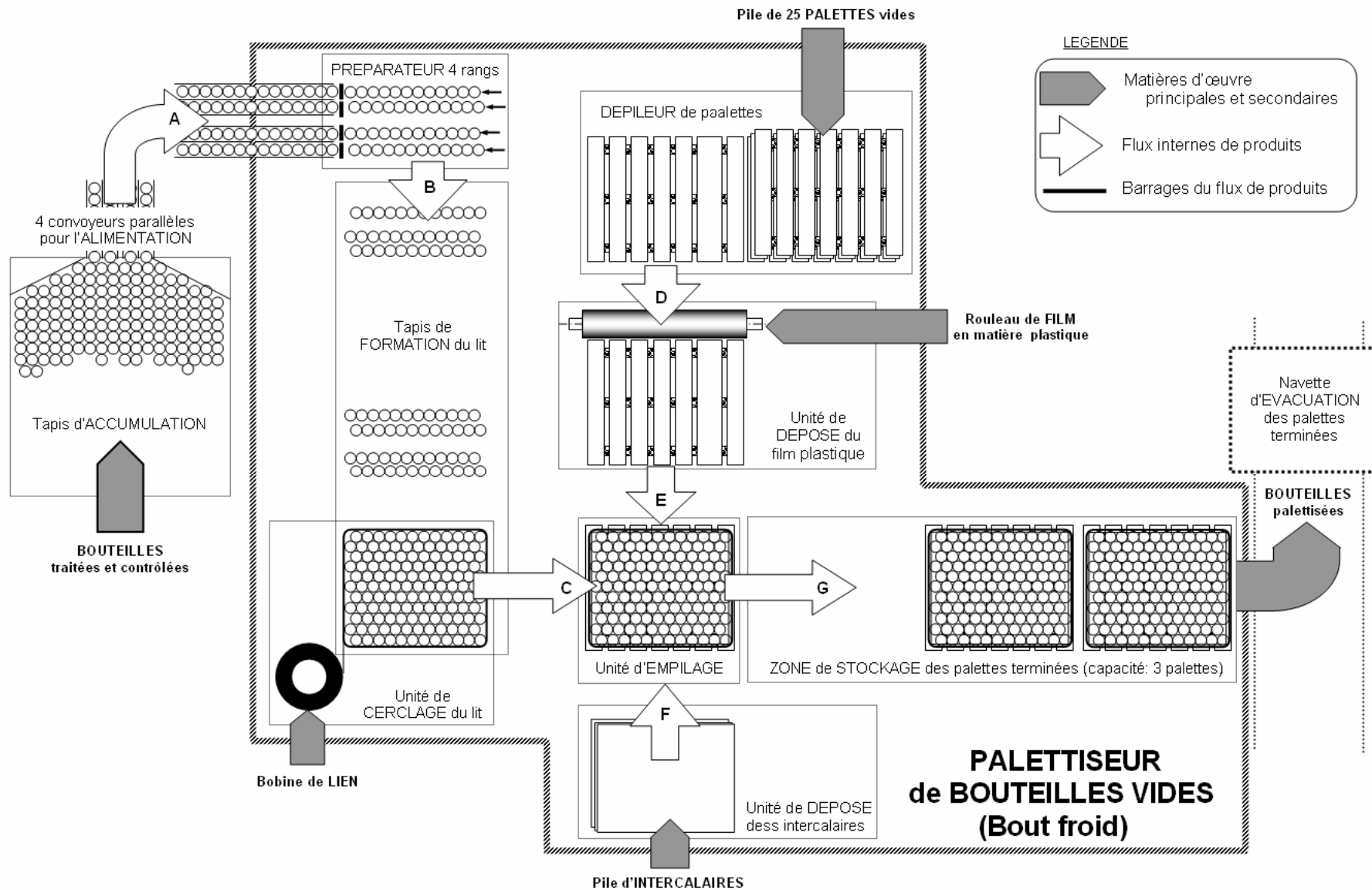
## Quelques éléments du cahier des charges fonctionnel (selon normes NF X50-150 à 151)

	Fonction	Critères d'appréciation	Niveau	Flexibilité
FS1	PALETTISER des bouteilles vides.	Type de bouteilles : dimensions, poids... Nombre de bouteilles par palettes : - nombre de bouteilles par rangée, - nombre de rangées par lit, - nombre de lit par palette. Cadence minimum : Temps de production : - journalier, - hebdomadaire. Disponibilité :	Voir page 1. Voir figure 1 et figure 2.  180 bouteilles par minute. 3 fois 8 heures. 7 jours sur 7. 90%	F0 F0  F0 F1  F1
FS2	EXPLOITER et MAINTENIR de façon aisée.	Nombre d'opérateurs : - en exploitation. - en maintenance.	1 opérateur sur 2 lignes. 2 opérateurs.	F0 F1
FS3	ASSURER la sécurité des personnes.	Risques sur cas de défaillance. Intervention de maintenance sécurisée.	Normes NF EN 292-1 et 2.	F0
FS4	PROTEGER les biens et matériels sur défaillance énergétique ou mécanique.	Pas de chute d'organes machine.	Temps d'immobilisation par verrouillage mécanique fonction de l'organe sécurisé.	F1

### Fonctionnement du palettiseur de bouteilles

Le principe de fonctionnement du palettiseur est décrit à la page 4 et complété par le tableau ci-dessous.

Déplacement	Fonction	Sous-ensembles opératifs	Observations
<b>A</b>	ALIMENTER en bouteilles traitées et contrôlées.	Quatre convoyeurs parallèles.	Fonctionnement continu. Vitesse : 15 à 30 m/min.
<b>B</b>	PREPARER et TRANSFERER une à quatre rangées de bouteilles selon le besoin.	Quatre barrières d'interruption de flux. Quatre butées automatiques. Préhenseur pneumatique à quatre rangées.	Non représenté.
<b>C</b>	FORMER, LIER et TRANSFERER le lit de bouteilles.	Tapis de formation du lit. Unité de cerclage. Préhenseur pneumatique à boudins.	Vitesse : 12 à 20 m/min. Non représenté.
<b>D et E</b>	DEPILER , COUVRIR d'un film et AMENER les palettes vides.	Convoyeur et poussoir.	Non représentés.
<b>F</b>	DEPOSER les intercalaires lors du montage de la palette.	Préhenseur à ventouses.	Non représenté.
<b>G</b>	EVACUER et STOCKER la palette terminée.	Convoyeurs à rouleaux motorisés indépendants.	Trois palettes peuvent être stockées en attente de la navette.



## Partie 1 : Imaginer une solution technique de commande

### 1 Amélioration du temps de cycle du palettiseur

Le palettiseur et son fonctionnement sont décrits pages 3, 4, 10, 11, 12.

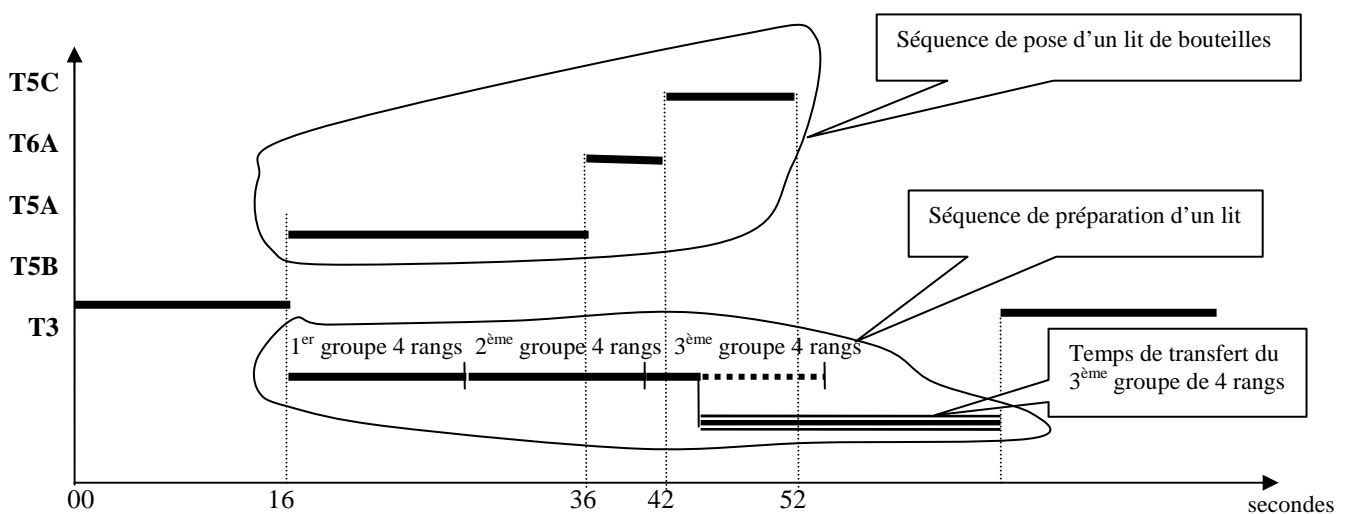
Les premiers essais de palettisation font apparaître un temps d'attente de bouteilles important entre la séquence de pose d'un lit de bouteilles par le préhenseur, tâches T5A, T6A, T5C et la tâche T3 d'alimentation en bouteilles. La décision d'améliorer le temps de cycle du palettiseur amène le bureau d'études de l'entreprise à envisager la modification de la tâche T3 d'alimentation des bouteilles.

#### 1.1 Analyse de la situation actuelle

L'étude porte sur l'alimentation en bouteilles du palettiseur réalisée par le sous-ensemble préparateur 4 rangs, tapis de

formation du lit et le cerclage (page 13). Le type de palettisation correspond au rangement N°10 (page 2). Le diagramme de

Gantt ci-dessous montre le temps d'attente entre la fin de la séquence de pose d'un lit (tâches T5A, T6A, T5C) et la fin de la



séquence de préparation d'un lit en zone de cerclage en bout de tapis.

#### QUESTION 1

- Calculer le temps de la séquence de préparation d'un lit en zone de cerclage et celui de la séquence de pose d'un lit de bouteilles.

#### QUESTION 2

- Calculer la cadence maximum possible et la comparer à celle fixée par le cahier des charges.

#### 1.2 Modification du processus

Pour améliorer cette cadence, il est décidé de modifier la tâche T3. Pour cela, on introduit une butée intermédiaire (page 14) permettant le stockage d'un lit sur le tapis. La tâche T3 est alors divisée en deux tâches :

- Tâche T3A : identique à la tâche T3, alimentation en bouteilles par le préparateur 4 rangs,
- Tâche T3B : gestion de stockage d'un lit intermédiaire (butée de stockage).

#### QUESTION 3

- Compléter sur le document réponse (page 17) le tableau d'antériorités des tâches et la partie du grafct de coordination des tâches correspondant à la zone concernée.

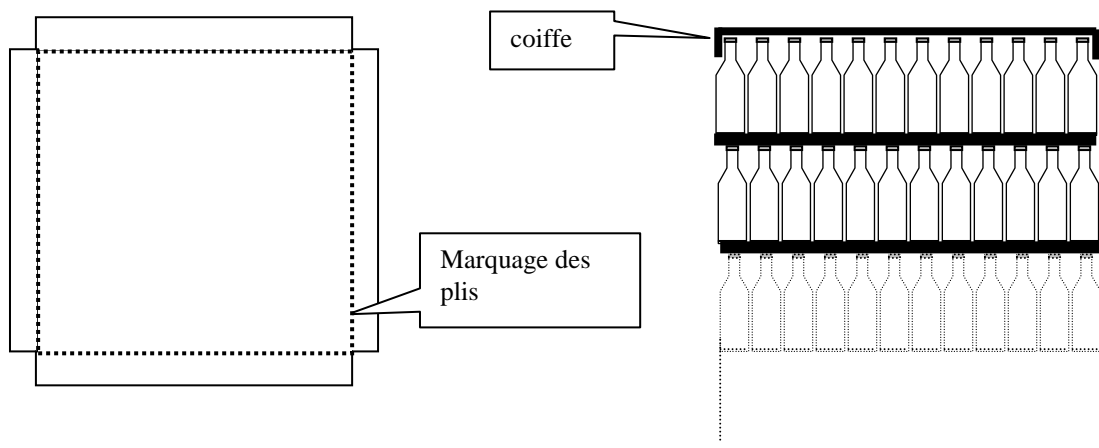
#### QUESTION 4

En faisant l'hypothèse de non glissement entre les bouteilles et le tapis au début de la tâche T3B :

- Calculer le temps de positionnement du lit dans la zone de cerclage,
- Calculer le temps de montage d'un lit complet dans la zone de stockage intermédiaire,
- Calculer la nouvelle cadence possible et la comparer à celle fixée par le cahier des charges.

## 2 Amélioration de la qualité du produit fini

Pour une meilleure protection des bouteilles sur les parcs de stockage, on décide le remplacement de l'intercalaire de dessus par une coiffe spéciale à bords pliés (voir ci-dessous).



Pour minimiser le coût de la mise en œuvre de cette fonction supplémentaire, on réutilise le transfert des intercalaires sur lequel on rallonge le mouvement longitudinal (page 15). Le reste du sous système est utilisé sans modification. Les coiffes sont en carton pré-marqué (au niveau des plis) pour un pliage rapide au travers d'un cadre spécifique.

Cette amélioration amène une modification de la tâche T7 qui pour respecter une structure homogène de la PC, gèrera le nouveau sous système complet des intercalaires et des coiffes. Elle assurera les quatre fonctions du sous système :

- préparer une coiffe,
- préparer un intercalaire,
- déposer une coiffe,
- déposer un intercalaire.

Le nouveau grafcet de Coordination des Tâches (page 18) intègre la gestion de cette nouvelle tâche T7.

#### QUESTION 5

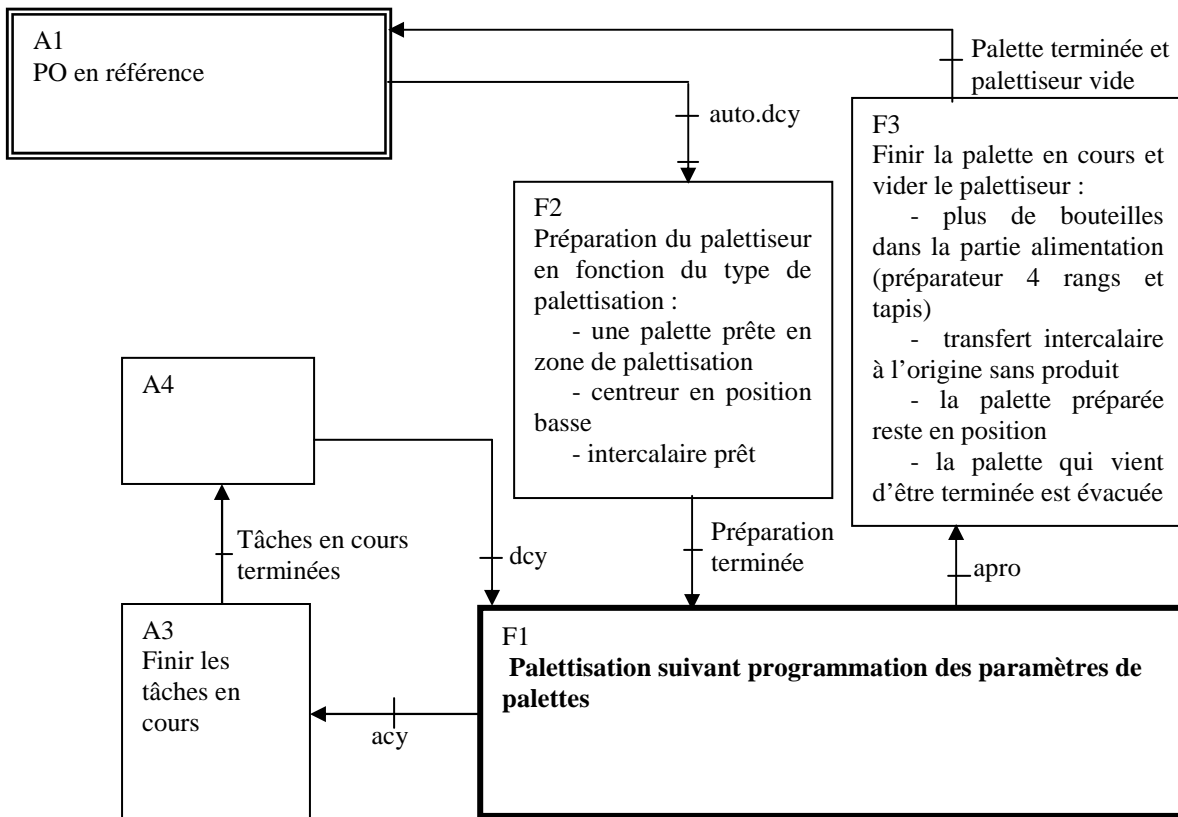
Compléter sur le document réponse page 18 le nouveau grafcet de coordination des tâches CGT modifié :

- en associant aux étapes 70, 73, 90, 93 la fonction correspondante parmi les quatre proposées,
- en associant aux transitions t71a, t71b, t60a, t60b les réceptivités nécessaires à l'évolution du grafcet conformément à la modification demandée,
- en complétant les liaisons orientées manquantes repérées par (>>)
-

### 3 Prise en compte des modes de marches et d'arrêts.

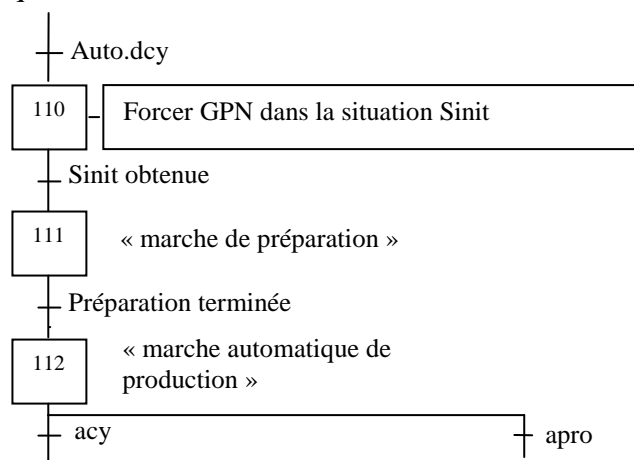
L'extrait du GEMMA page 7 définit les procédures de marche/arrêt du palettiseur. Le système fonctionne en 3x8 heures et 7 j / 7 j. Les arrêts prévus sont de deux types :

- arrêt de pause (acy),
- arrêt de changement de production (apro).



L'extrait du grafcet de conduite machine (GCM) ci-dessous décrit les séquences de démarrage après un changement de production.

- GPN : grafcet partiel de production normale composé des grafcet des tâches et du GCT
- GCT : grafcet de coordination des tâches appartenant au GPN
- Sinit : situation initiale du GPN
- Sinit obtenue : équation logique vérifiant l'obtention de Sinit





Pour toutes les questions suivantes on prendra pour l'étude le grafcet de coordination des tâches (page 10) et les grafcets de tâches ( page 11).

*QUESTION 6*

- *Décrire à l'aide d'un grafcet la marche de préparation.*
- *En déduire l'expression de la réceptivité « préparation terminée »*

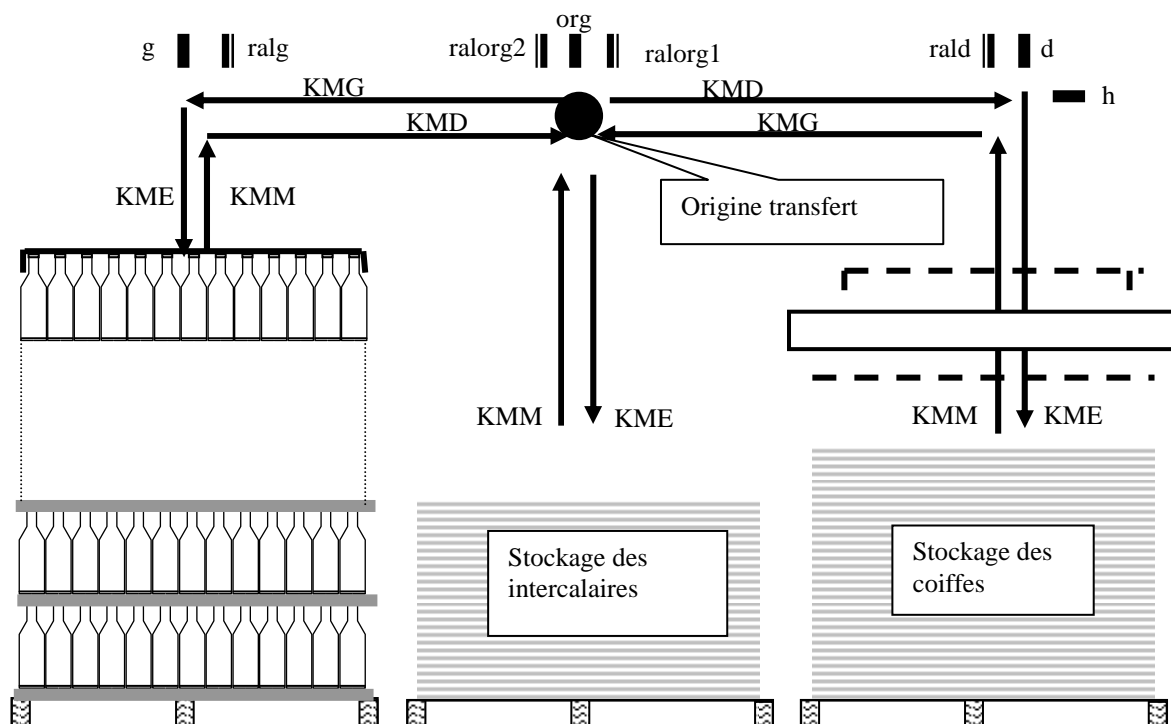
*QUESTION 7*

- *Compléter l'extrait du grafcet de conduite machine GCM (page 7) de manière à prendre en compte la boucle : F1 □ A3 □ A4 □ F1 du GEMMA*
- *Préciser comment est élaborée l'information « tâches en cours terminées »*

## Partie 2 : Décrire le fonctionnement détaillé d'une partie commande

### 4 Intégration de la gestion des coiffes

La tâche T7 intègre maintenant la gestion complète du transfert d'intercalaire et de coiffe. Cela comprend le cycle des anciennes tâches T7A et T7B pour les intercalaires mais aussi la modification due à l'utilisation des coiffes (schéma ci-dessous).



org	position origine du transfert
ralorg1	ralentissement d'origine sens gauche
ralorg2	ralentissement d'origine sens droit
d	position droite du transfert
rald	ralentissement droit
g	position gauche du transfert
ralg	ralentissement gauche
h	position haute du préhenseur à ventouse
b	position basse du préhenseur à ventouse
ralb	ralentissement position basse
aspi 1 et aspi 2	vacuostat d'aspiration du produit

**PC**  
**Commande de la**  
**tâche T7**

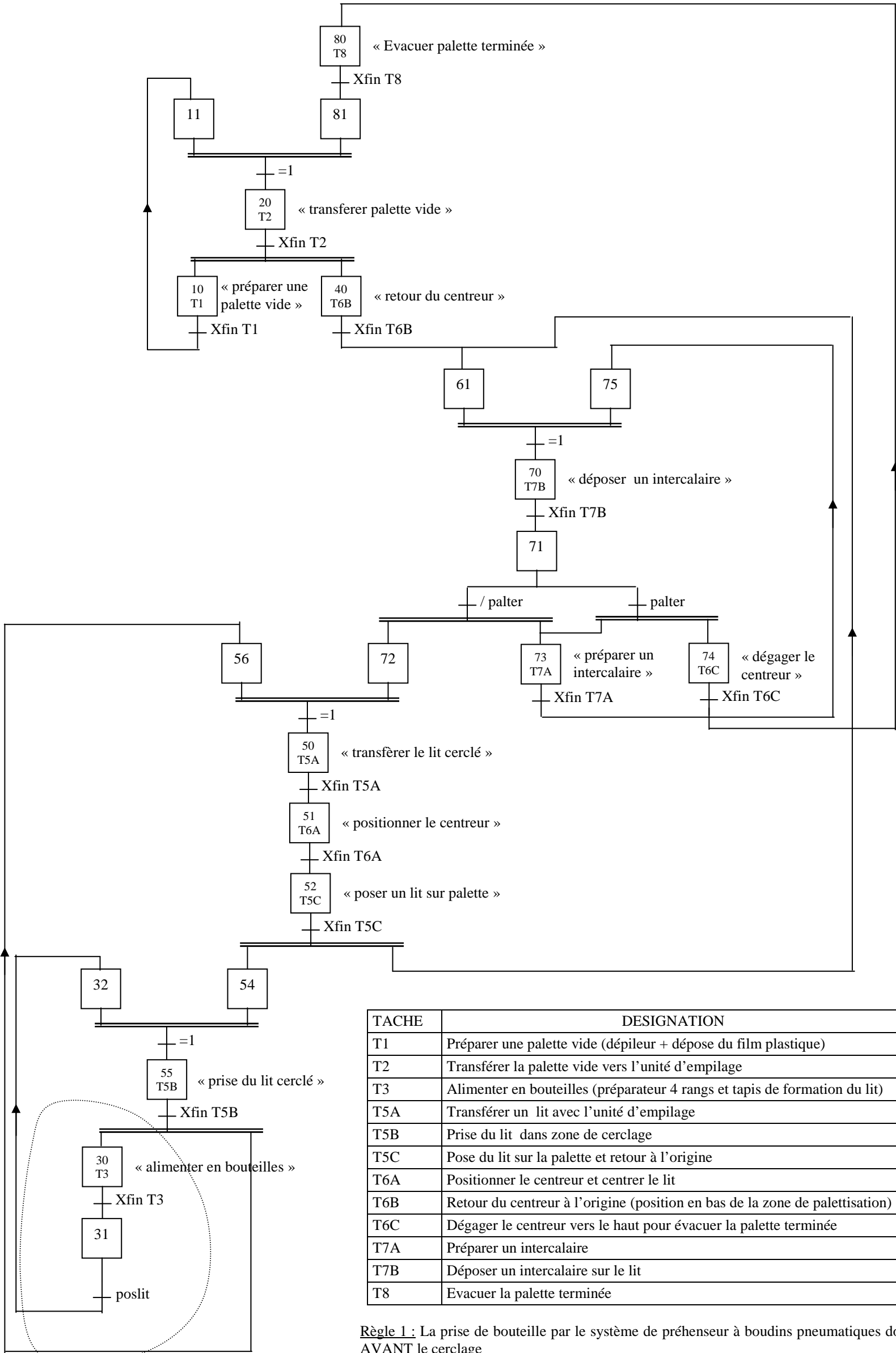
KMD	déplacement droit
KMG	déplacement gauche
KME	descente
KMM	montée
ASPI.1	aspiration 1
ASPI.2	aspiration 2
SOUF.1	soufflage 1
SOUF.2	soufflage 2
KVRH	grande vitesse (D ou G)
KVRV	grande vitesse (M ou E)

La prise d'intercalaire ou de coiffe ainsi que la dépose sur un lit de bouteilles utilise le même préhenseur à ventouses (page 16).

#### QUESTION 8

- Décrire à l'aide d'un grafcet la tâche T7 dans le cas d'appel par l'étape 73 du GCT modifié, correspondant à la préparation d'un intercalaire.
- Apporter les modifications nécessaires à ce grafcet pour prendre en compte l'appel par l'étape 90 du GCT modifié, correspondant à la préparation d'une coiffe.

GRAFCET DE COORDINATION DES TACHES : GCT



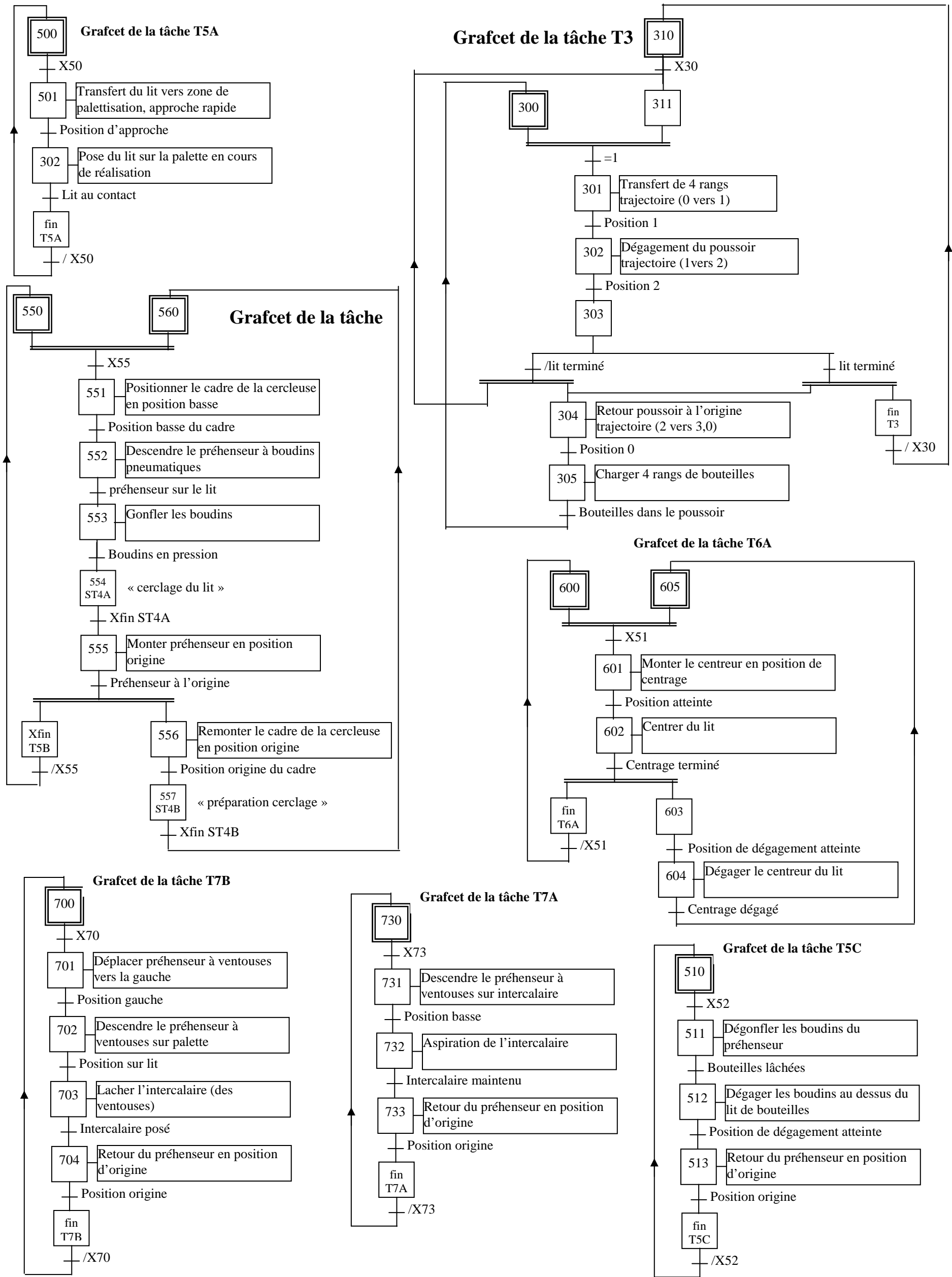
TACHE	DESIGNATION	TEMPS
T1	Préparer une palette vide (dépilleur + dépose du film plastique)	150s
T2	Transférer la palette vide vers l'unité d'empilage	10s
T3	Alimenter en bouteilles (préparateur 4 rangs et tapis de formation du lit)	
T5A	Transférer un lit avec l'unité d'empilage	20s
T5B	Prise du lit dans zone de cerclage	16s
T5C	Pose du lit sur la palette et retour à l'origine	10s
T6A	Positionner le centreur et centrer le lit	6s
T6B	Retour du centreur à l'origine (position en bas de la zone de palettisation)	20s
T6C	Dégager le centreur vers le haut pour évacuer la palette terminée	6s
T7A	Préparer un intercalaire	20s
T7B	Déposer un intercalaire sur le lit	10s
T8	Evacuer la palette terminée	18s

Règle 1 : La prise de bouteille par le système de préhenseur à boudins pneumatiques doit s'effectuer AVANT le cerclage

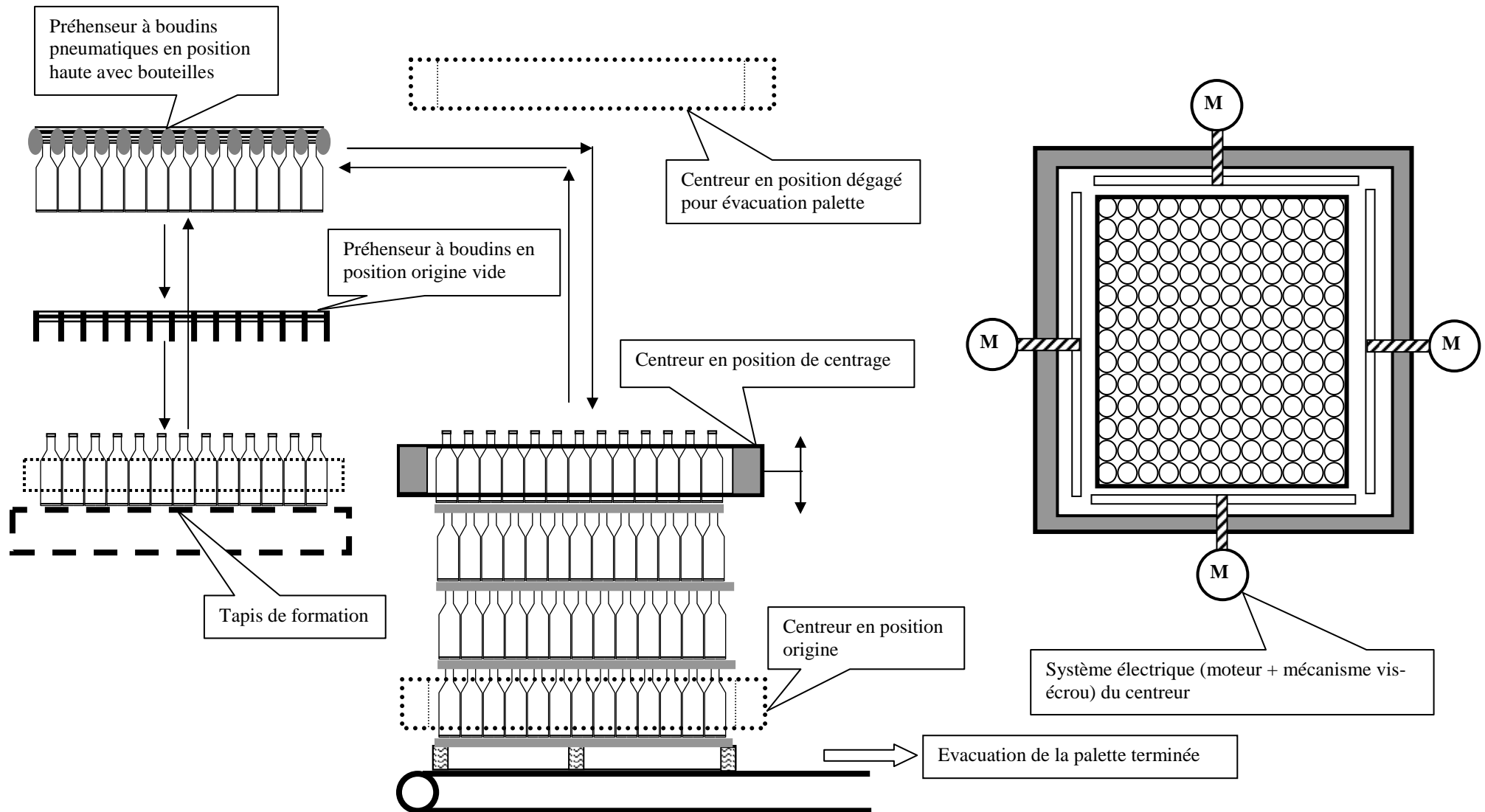
Règle 2 : Le centrage du lit sur la palette doit se faire AVANT de lâcher le lit de bouteilles avec le préhenseur

« palter » information palette terminée

« poslit » information du lit complet positionné en zone de cerclage

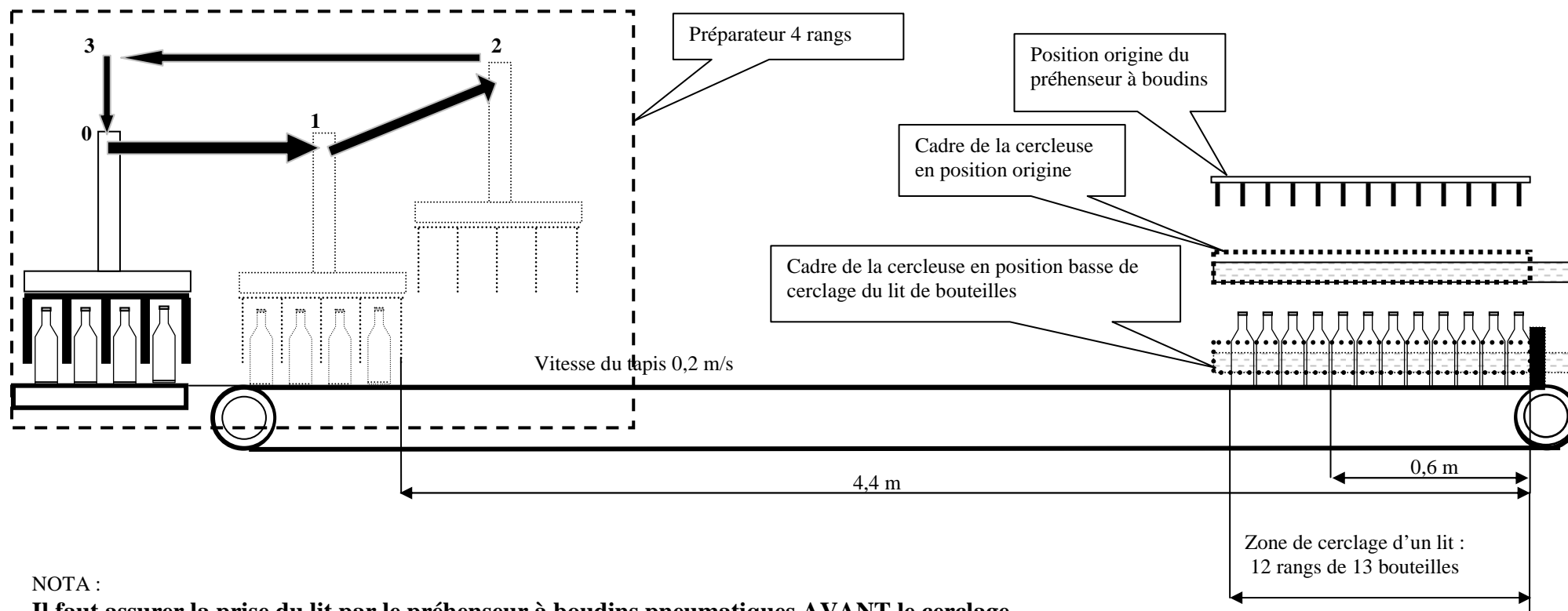


## SCHEMA DE L'UNITE D'EMPLAGE : PREHENSEUR A BOUDINS PNEUMATIQUES ET CENTREUR DE LIT



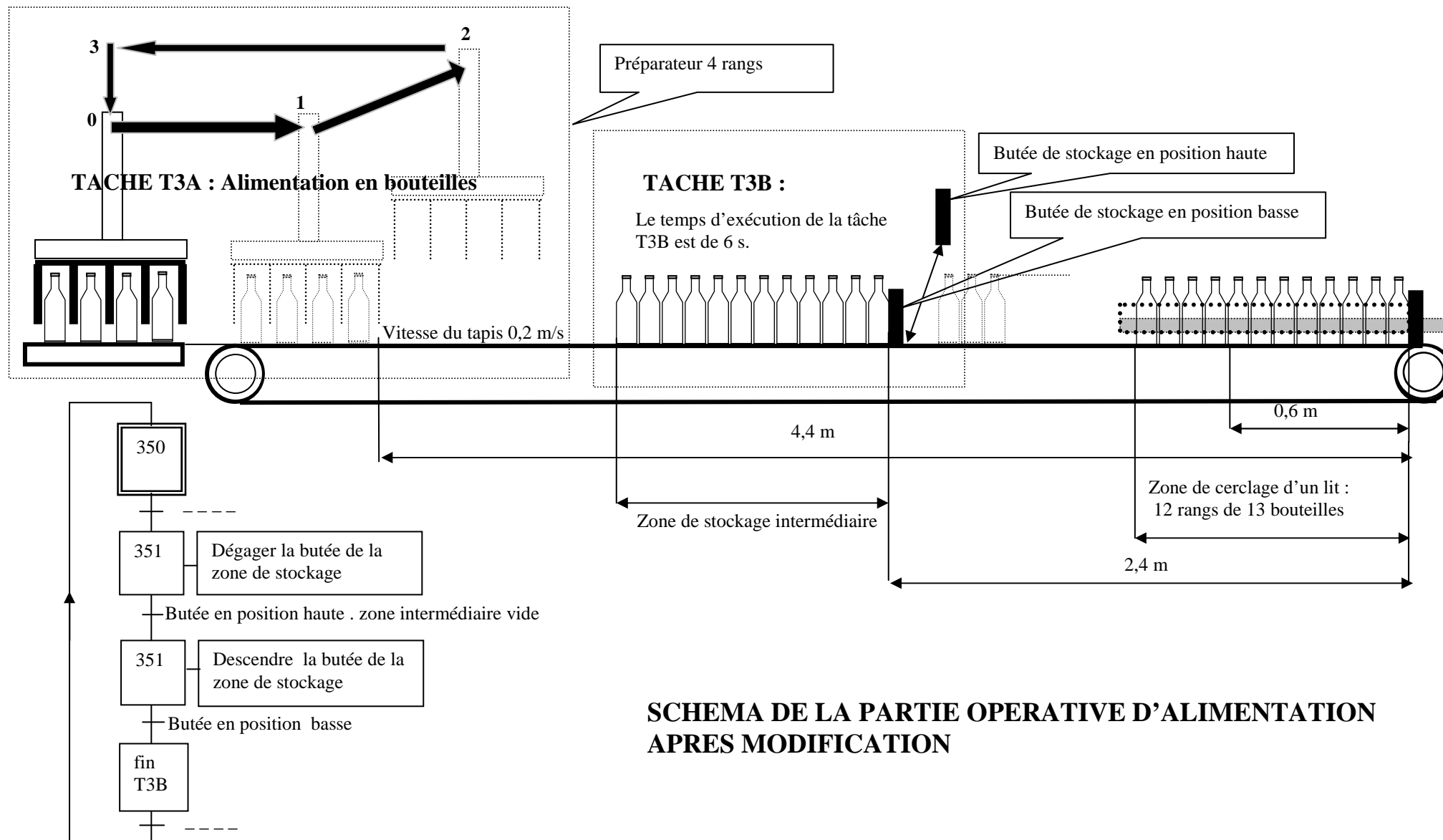
Trajectoire du préparateur 4 rangs	Commentaires	temps
Position 0	Chargement de 4 rangs de bouteilles	2 s
0 vers 1	Poussée des 4 rangs de bouteilles sur le tapis, vitesse synchronisée avec celle du tapis	4 s
1 vers 2	Dégagement du poussoir par mouvements combinés	2 s
2 vers 3	Retour du poussoir à vitesse rapide	3 s
3 vers 0	Descente du poussoir sur les bouteilles	1 s

## SCHEMA DE LA PARTIE OPERATIVE D'ALIMENTATION



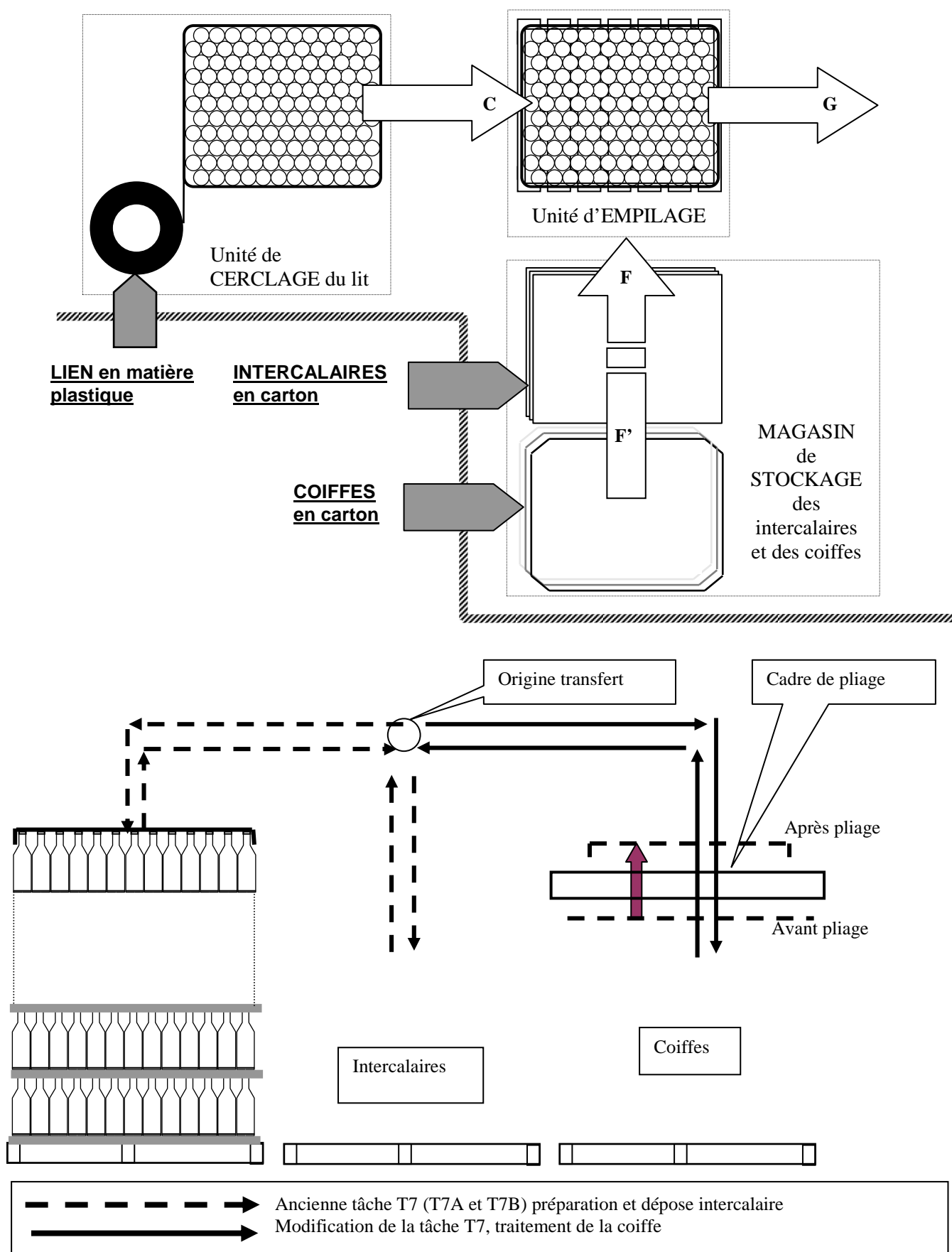
NOTA :

**Il faut assurer la prise du lit par le préhenseur à boudins pneumatiques AVANT le cerclage**



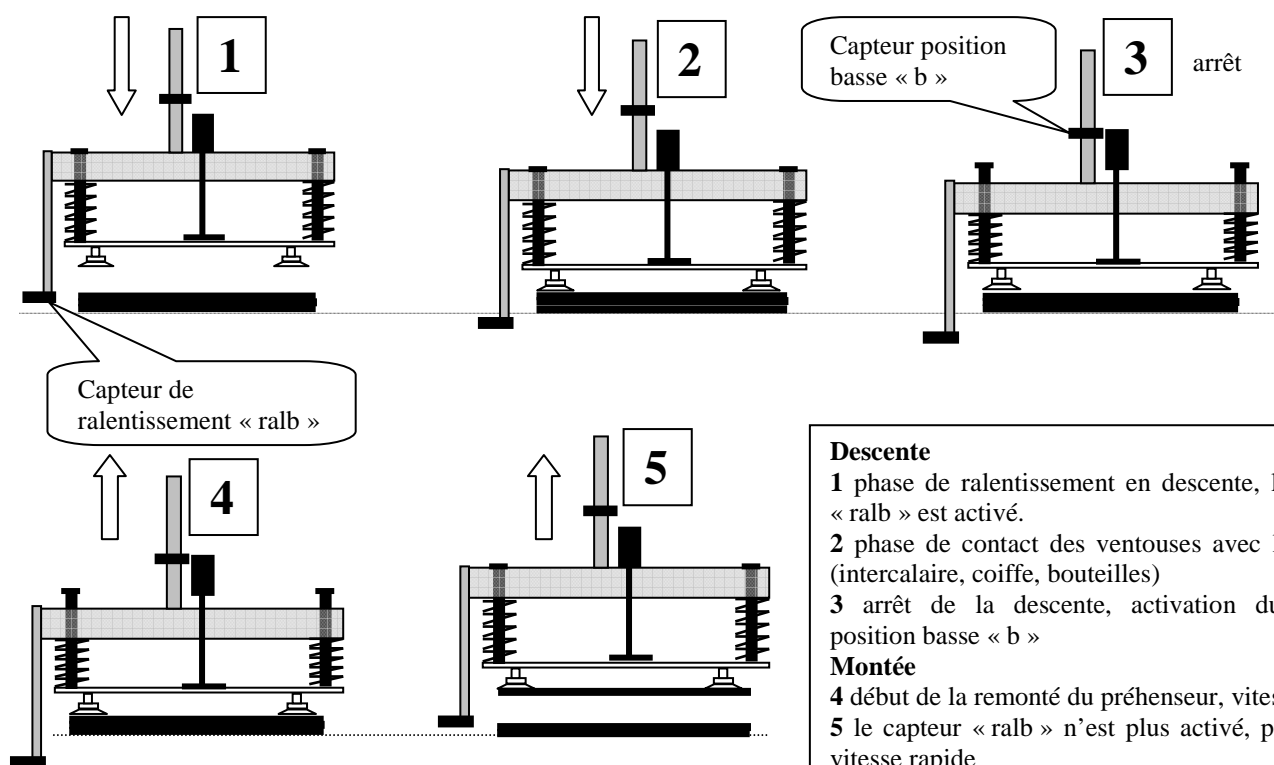
**SCHEMA DE LA PARTIE OPERATIVE D'ALIMENTATION APRES MODIFICATION**

## PARTIE OPERATIVE MODIFIEE

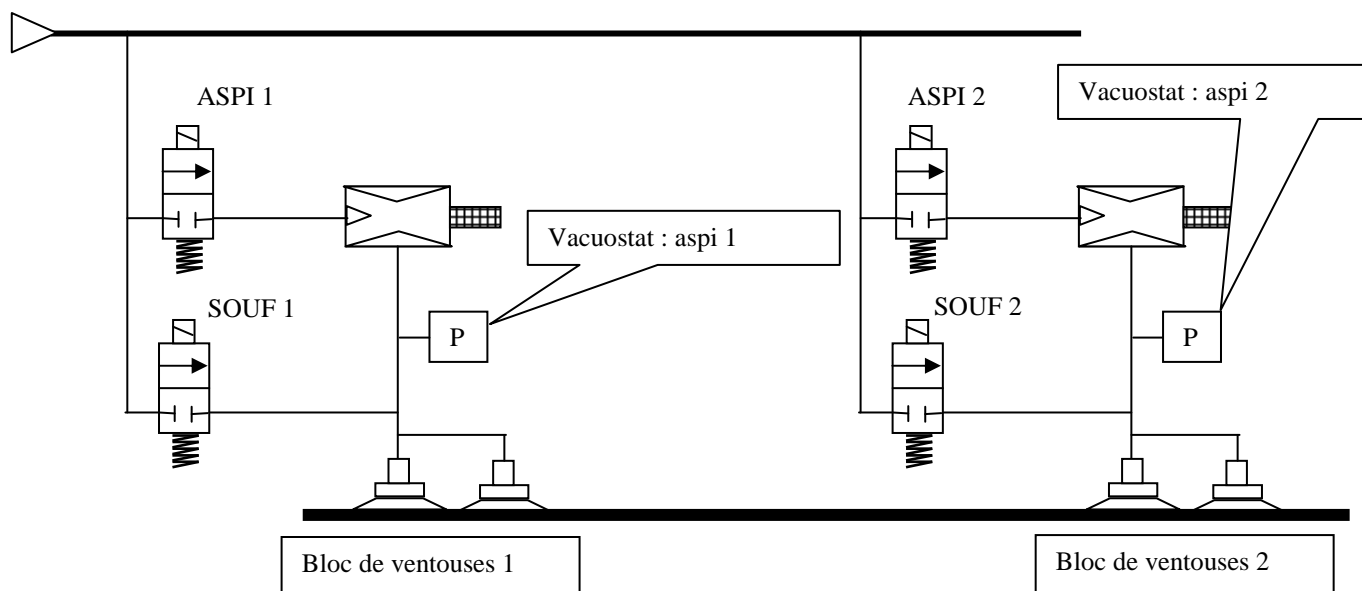




## PREHENSEUR A VENTOUSES



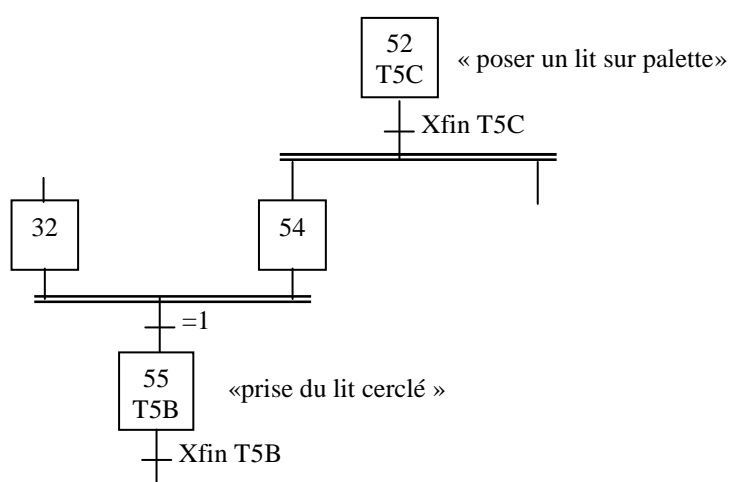
## SCHEMA PNEUMATIQUE DES VENTOUSES



## TABLEAU D'ANTERIORITES

Tâches	Début si	Fin autorise
Alimentation en bouteilles tâche T3A		
Gestion de stockage du lit intermédiaire tâche T3B		
Prise du lit cerclé Tâche T5B		

## PARTIE MODIFIEE DU GRAFCET DE COORDINATION DES TACHES GCT



GRAFCET DE COORDINATION MODIFIE (GCT MODIFIE)

