

SESSION 2008  
BTS Mécanique et Automatismes Industriels

EPREUVE E4

CONCEPTION DETAILLEE DE LA  
PARTIE OPERATIVE

Sous-Epreuve 41

Dimensionnement et Validation des Parties Opératives

**Compétence CP 33** : dimensionner, évaluer les performances d'une solution opérative et choisir un constituant ou un composant opératif.

**Durée** : 3 heures.

**Coefficient** : 2

**ENSACHEUSE DE PRODUITS SURGELES**

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE

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

DOCUMENTS REMIS AUX CANDIDATS :

- PRESENTATION GENERALE (feuilles blanches) pages 1 à 3
- TRAVAIL DEMANDE (feuilles jaunes) pages 4 à 7
- DOCUMENTS RESSOURCES (feuilles vertes) DR1 à DR5 pages 8 à 12

# ENSACHEUSE DE PRODUITS SURGELES

## 1 PRESENTATION GENERALE

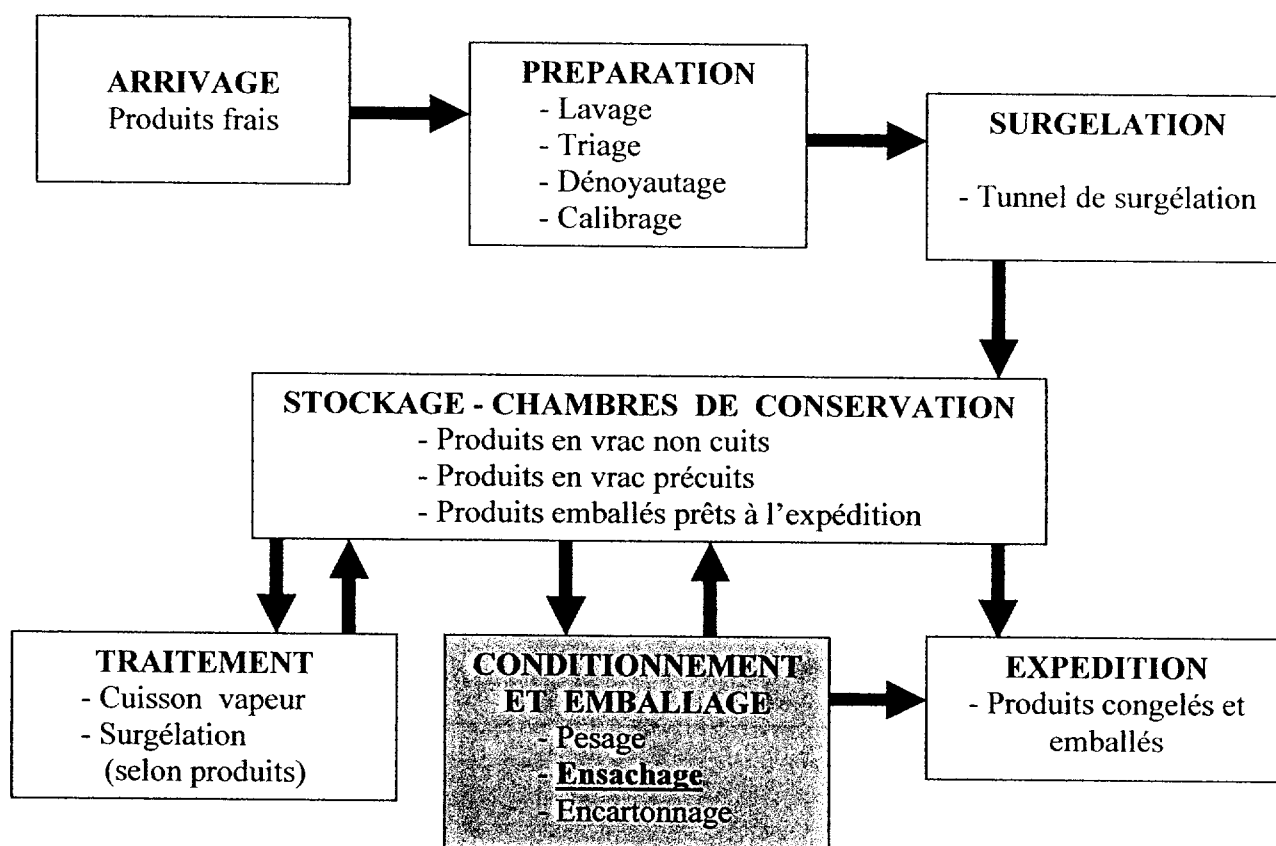
L'étude a pour support une ligne de préparation et de conditionnement de produits surgelés agro-alimentaires :

- 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.

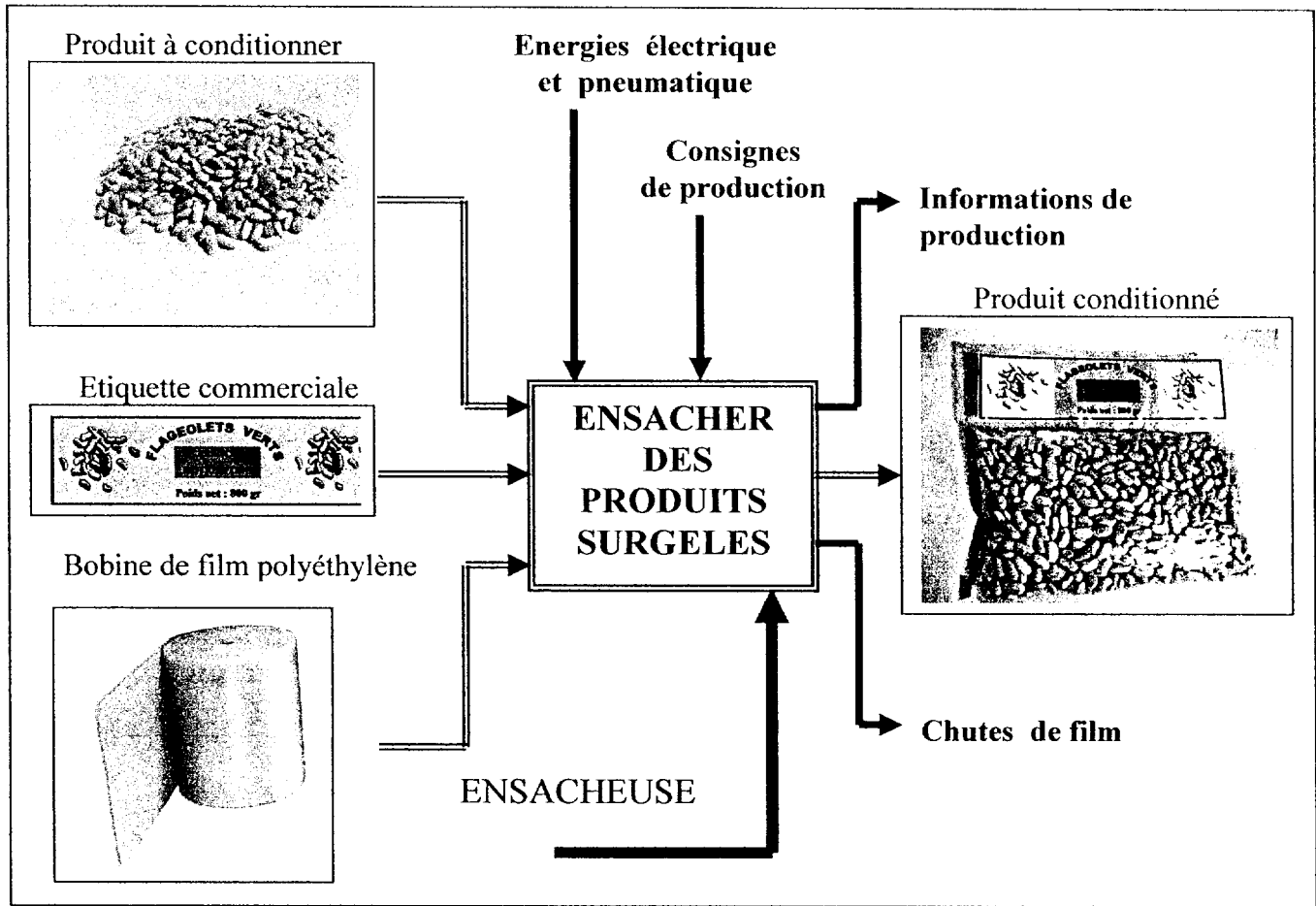
## 3 PRESENTATION DU PROCEDE DE CONDITIONNEMENT

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. Eléments du cahier des charges fonctionnel : ( Norme NF X50-151 )

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

## 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).

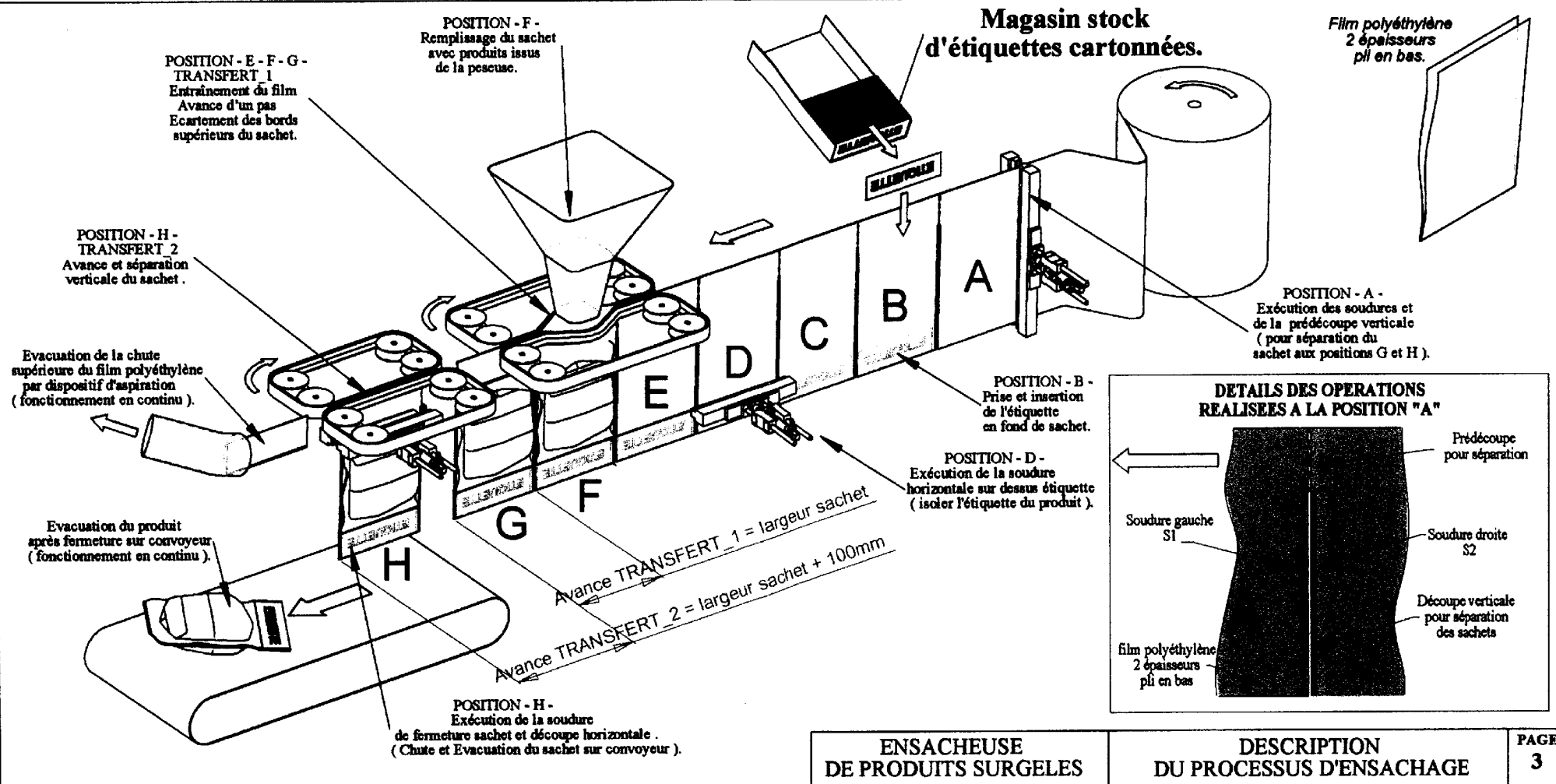
L'avance du film s'effectue pas à pas (1 pas = largeur du sachet) grâce à un entraîneur à courroies TRANSFERT\_1.

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.

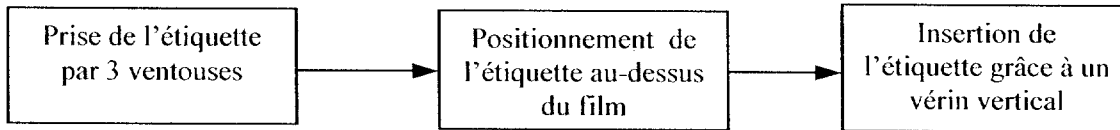
La partie supérieure du film restante est évacuée lors du mouvement TRANSFERT\_2 par un dispositif d'aspiration fonctionnant en continu.



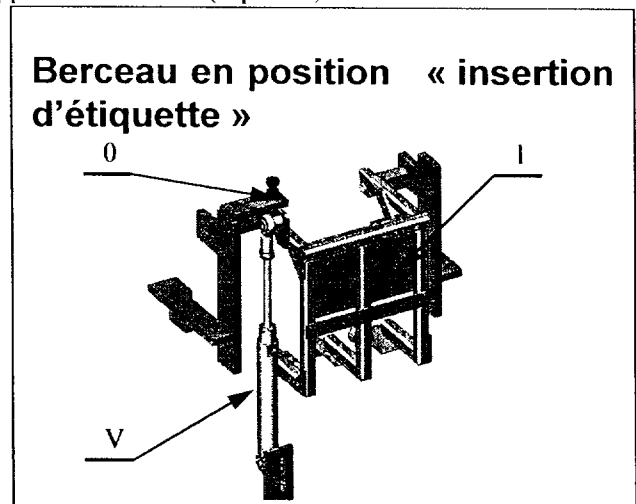
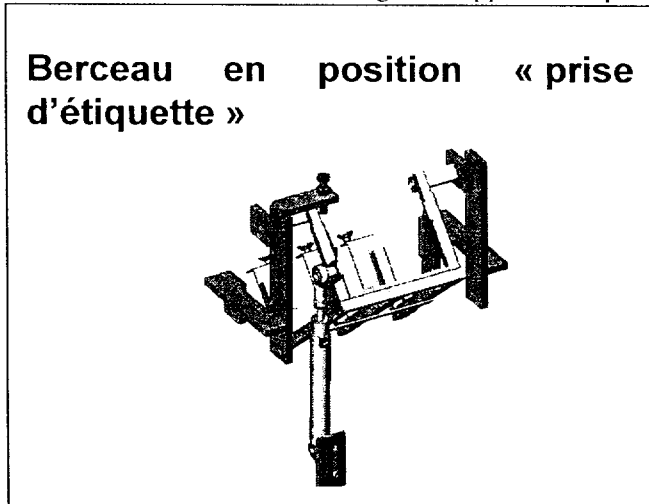
## A – Etude du guidage du berceau

### PROBLEME TECHNIQUE 1 : Choix des paliers lisses sur le mécanisme de prise d'étiquette.

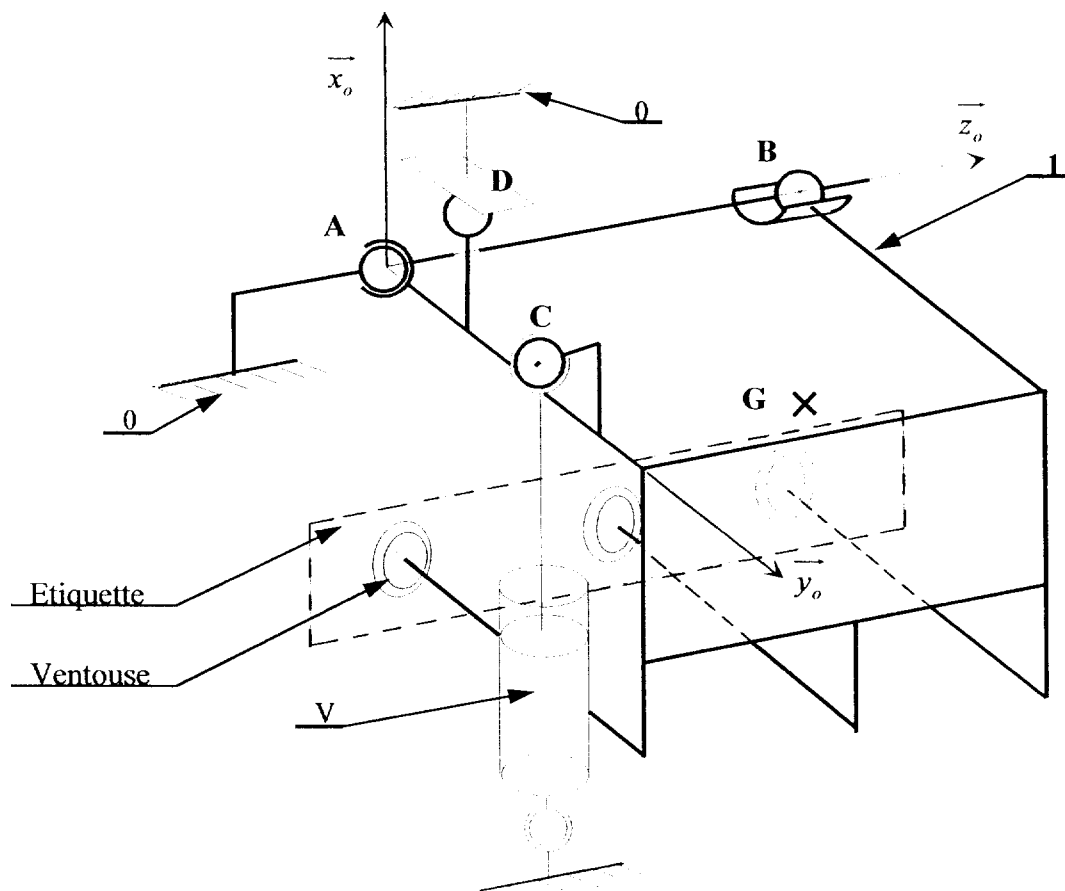
Lorsque le film plastique est en **position B** (Présentation générale, page 3), l'opération - prise et insertion de l'étiquette - s'effectue en 3 phases :



Cette insertion nécessite l'escamotage du support d'étiquette appelé « berceau » (repère 1).



#### Modélisation.



Le schéma cinématique ci-dessus représente le mécanisme en position « insertion d'étiquette ».

### Géométrie et Hypothèses :

- Repère  $R_0(A, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  galiléen, lié au bâti.
- Unité de longueur : mm
- Masse du berceau 1 :  $M = 2,4 \text{ kg}$ .
- Accélération de la pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .
- G centre de gravité du berceau 1 :  
 $\vec{AG} = 30.\vec{x}_0 + 102.\vec{y}_0 + 100.\vec{z}_0$
- Toutes les liaisons sont supposées parfaites.
- $\vec{AB} = 200.\vec{z}_0$

- La butée réglable B permet le maintien en position « insertion d'étiquette » du berceau 1.

- L'action mécanique en D est modélisable par un glisseur tel que :

$$\vec{D}_{B \rightarrow 1} = X_D.\vec{x}_0 \text{ avec } \vec{AD} = 35.\vec{x}_0 + 35.\vec{y}_0$$

- L'action mécanique du vérin au point C est modélisée par un glisseur de résultante  $\vec{F}_{V \rightarrow 1}$  telle

$$\text{que : } \vec{F}_{V \rightarrow 1} = F_V.\vec{x}_0$$

$$\text{avec : } \vec{AC} = 40.\vec{x}_0 + 120.\vec{y}_0 - 20.\vec{z}_0$$

**Définir l'ensemble des actions mécaniques agissant sur le berceau 1 au point A, dans  $R_0$ .**

#### Question A-1 :

Ecrire sous forme de torseurs, les actions mécaniques de  $0 \rightarrow 1$  transmissibles par les liaisons situées en A et B.

#### Question A-2 :

Définir les autres torseurs d'actions mécaniques extérieures agissant sur le berceau 1.

#### Question A-3 :

Calculer la composante algébrique  $F_V$  de l'action mécanique du vérin sur le solide 1 en C, sachant que la pression de service  $p = 0,6 \text{ Mpa}$ , et que le vérin  $\varnothing 32$  (tige  $\varnothing 12$ ) travaille en poussant.

**Analyser les résultats informatiques obtenus à partir d'un logiciel de mécanique.**

A partir des données précédentes et en appliquant le Principe Fondamental de la Statique, un logiciel informatique nous donne les résultats suivants (unités N et mm) :

**SOLIDE ISOLE : Berceau      REPERE : 1**

**Nombre d'Actions Mécaniques Extérieures : 5**

Systeme d'équations correspondant à l'application du Principe Fondamental de la Statique au point A

$$X_A + X_B + X_D + 459 = 0$$

$$Y_A + Y_B = 0$$

$$Z_A = 0$$

$$-200 Y_B = 0$$

$$200 X_B - 12004,8 = 0$$

$$-35 X_D - 55503,72 = 0$$

**Actions Mécaniques Calculées**

$$\left\{ \begin{array}{c} \mathbf{T}_{0/1} \\ \mathbf{A} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{cc} 1066,82 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{R_0}$$

$$\left\{ \begin{array}{c} \mathbf{T}_{0/1} \\ \mathbf{D} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{cc} -1585,85 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{R_0}$$

$$\left\{ \begin{array}{c} \mathbf{T}_{0/1} \\ \mathbf{B} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{cc} 60,03 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{R_0}$$

#### Question A-4 :

Déduire des résultats ci-dessus l'effort radial maxi sur les paliers A et B.

#### Question A-5 :

A partir de la documentation fournie (document DR1 page 8) choisir la bague à mettre en place sachant que l'axe a un diamètre de 10 mm et que l'on prendra un coefficient de sécurité de 2.

Remarques : Le calcul se fera à partir de la valeur de pression de surface statique admissible sur la bague.

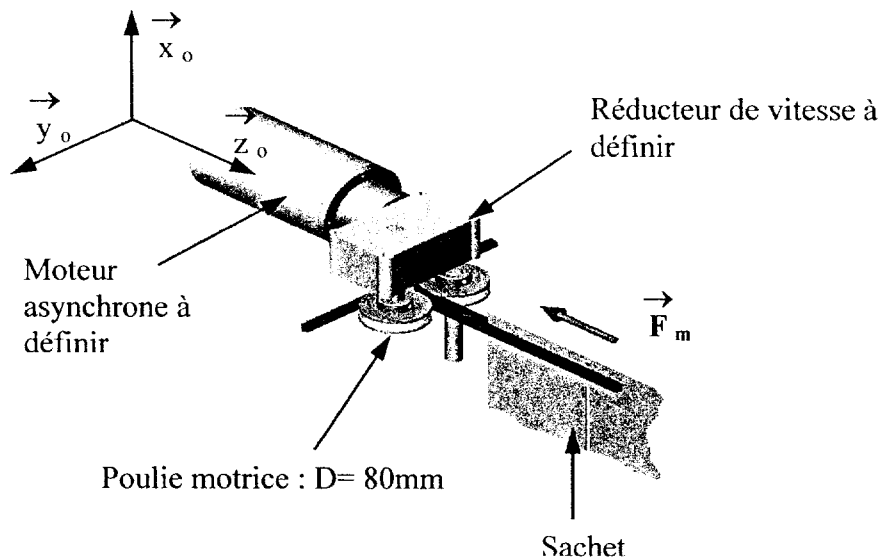
Pour des raisons de standardisation les 2 bagues seront identiques.

## B – Etude du système de découpe du sachet.

### PROBLEME TECHNIQUE 2 : Choix du moteur et du réducteur de vitesse du transfert 2

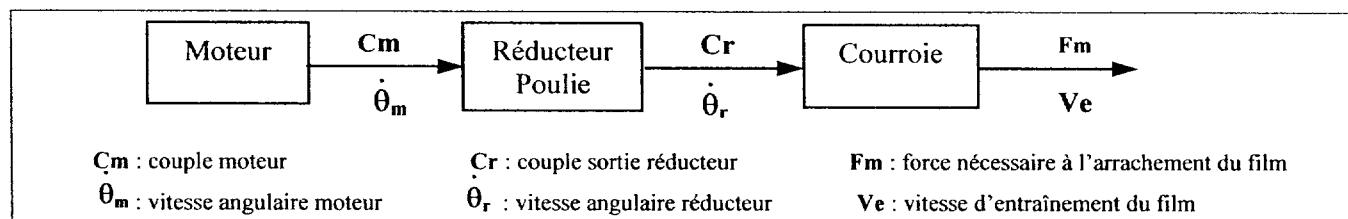
#### Données et Hypothèses :

Repère  $Ro(O, \vec{x}_o, \vec{y}_o, \vec{z}_o)$  galiléen lié au bâti.



L'entraînement du transfert 2 (Présentation générale, page 3, POSITION H), permettant de détacher le sachet fini, est réalisé par adhérence à partir d'un système poulies – courroies entraîné par un moteur asynchrone via un réducteur mécanique.

La chaîne cinématique est définie par le schéma ci-dessous



-Vitesse d'entraînement du film :  
 $V_e = 0,32 \text{ m/s}$  (tolérance + ou - 10%).  
 -Diamètre de la poulie d'entraînement :  $D = 80 \text{ mm}$ .  
 -Force motrice nécessaire pour obtenir l'arrachement du film :  $F_m = 400\text{N}$ .

-Rendement mécanique de la transmission :  $\eta = 0,8$ .  
 -Inertie à entraîner par l'arbre de sortie du réducteur (calculée à partir des différents éléments en mouvement : sachets, poulies, courroies) :  $J_r = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg.m}^2$ .

#### Calcul des caractéristiques mécaniques du moteur et du réducteur.

##### Question B-1 :

Calculer la puissance du moteur  $P_m$  en tenant compte du rendement de la transmission.

##### Question B-2 :

Choisir le moteur asynchrone (document DR2 page 9) et en déduire sa vitesse nominale.

##### Question B-3 :

Calculer le rapport de réduction théorique puis choisir le rapport de réduction adapté (document DR3 page 10), vérifier la compatibilité par rapport à la tolérance de vitesse donnée.

##### Question B-4 :

Définir le rapport d'inertie du réducteur (document DR3 page 10). En déduire le facteur de service  $f_s$ . Le cahier des charges général précise que la machine produit 450 sachets à l'heure, 16 heures par jour.

##### Question B-5 :

Calculer  $C_r$  le couple théorique nécessaire en sortie de réducteur. En déduire  $C_s$  (document DR3 page 10). Choisir le modèle du réducteur en tenant compte du rapport de réduction.

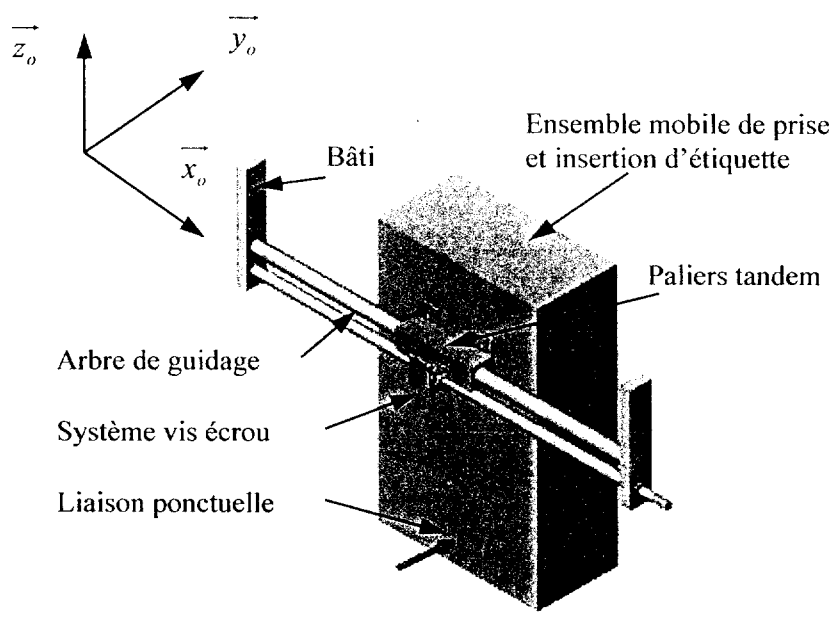
##### Question B-6 :

Pour obtenir le détachement du sachet fini des essais ont démontré que l'effort radial maxi sur l'arbre de sortie du réducteur atteint :  $F_r = 900\text{N}$ . Vérifier la compatibilité avec le modèle de réducteur choisi.

## C – Etude du système de positionnement du système de prise et d'insertion d'étiquette

### PROBLEME TECHNIQUE 3 : Validation du dimensionnement de l'arbre de guidage de l'ensemble mobile de prise et d'insertion d'étiquette.

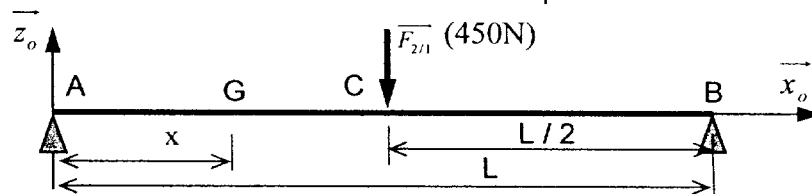
Le système de réglage de la largeur du sac s'effectue au poste « prise et insertion d'étiquette » (Présentation Générale, page 3, POSITION B), suivant le schéma ci-dessous.



L'étude consiste à vérifier si :

- l'on a un coefficient de sécurité acceptable pour les contraintes
- la déformation de l'arbre de guidage suivant l'axe  $\vec{z}_0$  (flèche) est compatible avec la précision de mise en place de l'étiquette et de soudage du sachet,

La modélisation choisie ci-dessous représente le système dans la position la plus défavorable (charge centrée).



#### Données et Hypothèses :

- Longueur de la barre de guidage :  $L = AB = 700 \text{ mm}$ .
- Charge équivalente sur la barre :  $F_{2/1} = 450\text{N}$ .
- Arbre Cylindrique Diamètre 25 mm.
- Matériau :
  - Inox alimentaire nuance 316L (Z2CND17-12).

- Caractéristiques mécaniques :
  - $R_{\text{mini}} = 400 \text{ MPa}$     $R_g = 240 \text{ MPa}$     $A\% = 40$ .
  - Module de Young :  $E = 200\,000 \text{ MPa}$ .
- Précision verticale demandée < 1mm.**
- Coefficient de sécurité > 3**

#### Renseigner le document informatique.

##### Question C-1 :

Calculer le moment quadratique de la poutre 1 (axe  $\varnothing 25$ ).

Le calcul des paramètres d'efforts et de déformation est réalisé à partir d'une application informatique. La page écran est présentée sur le document ressource DR4 page 11.

##### Question C-2 :

Renseigner le document en complétant les cases grisées de la partie A (les valeurs seront reportées sur votre copie).

#### Vérifier la compatibilité entre les résultats obtenus et la précision demandée.

Les résultats informatiques obtenus à partir des INFORMATIONS ci-dessus sont donnés sur le document ressource DR4 (page 11, partie B).

##### Question C-3:

Calculer la contrainte *maxi* à partir des conditions de résistance (document DR5 page 12). En déduire le coefficient de sécurité.

##### Question C-4:

Vérifier la déformation suivant l'axe  $\vec{z}_0$  subit par la poutre. Conclure.