

TRAVAUX DIRIGÉS n°3-2

Mécanique du solide 2^{ème} Année

Centre d'intérêt :
Détermination de grandeurs mécaniques

Support d'étude :
ENSACHEUSE DE PRODUITS SURGELES

Dossier Pédagogique

Objectif : Réaliser l'étude mécanique du système.

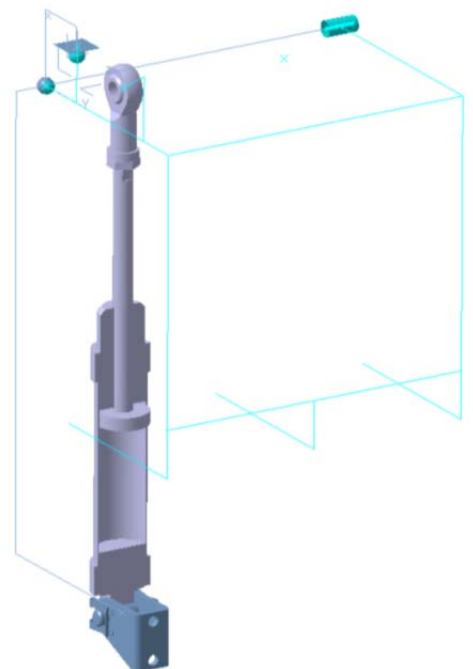
Pré-requis : C&F S1, S2, S3

Durée approximative du TD : 4H

Matériel à utiliser : Statique 4.2, CATIA V5

Critères d'évaluation : présentation du TD, pertinence des raisonnements, rigueur de l'analyse, justesse des calculs mis en œuvre, rapidité d'exécution et compréhension.

Observations :



ENSACHEUSE DE PRODUITS SURGELES

1 PRESENTATION GENERALE

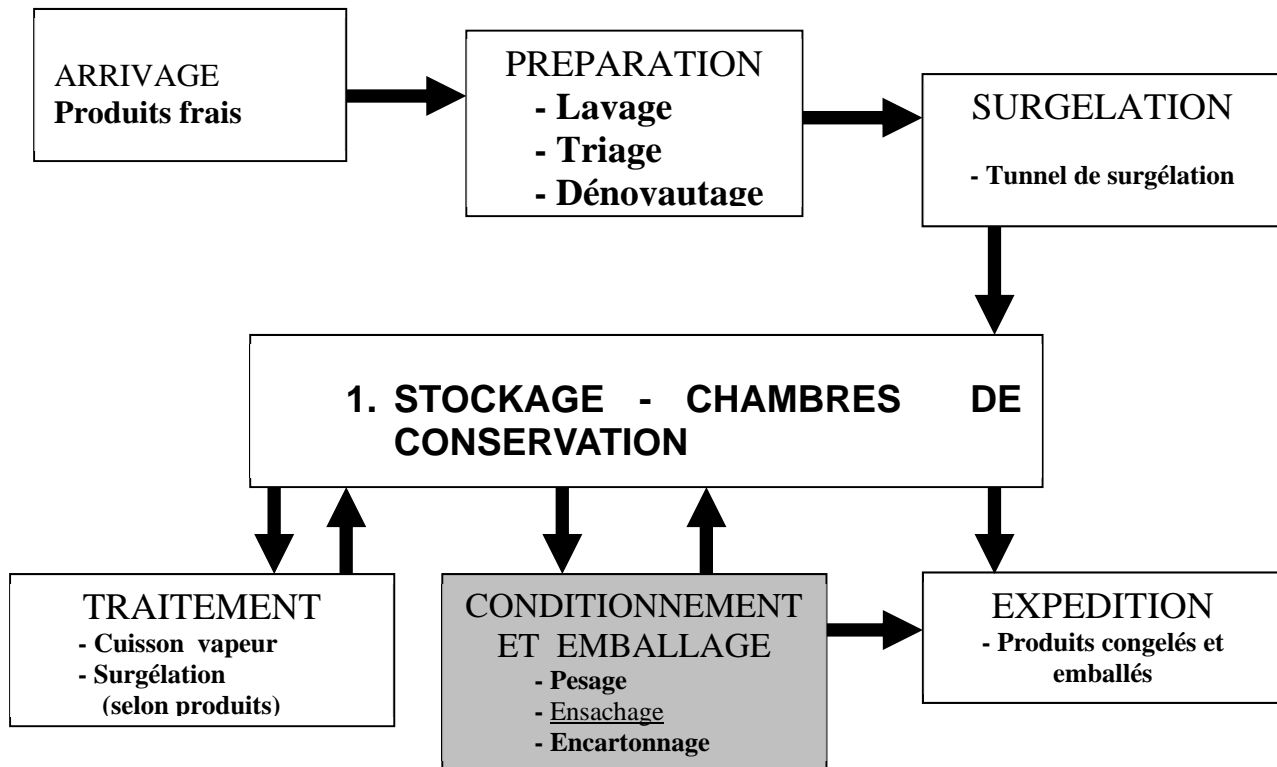
L'étude a pour support une ligne de préparation et de conditionnement de produits surgelés agro-alimentaires :

- 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, dénoyautuse, calibreuse),
- le tunnel de surgélation,
- les chambres de conservation,
- les machines de traitement (cuiseurs 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.

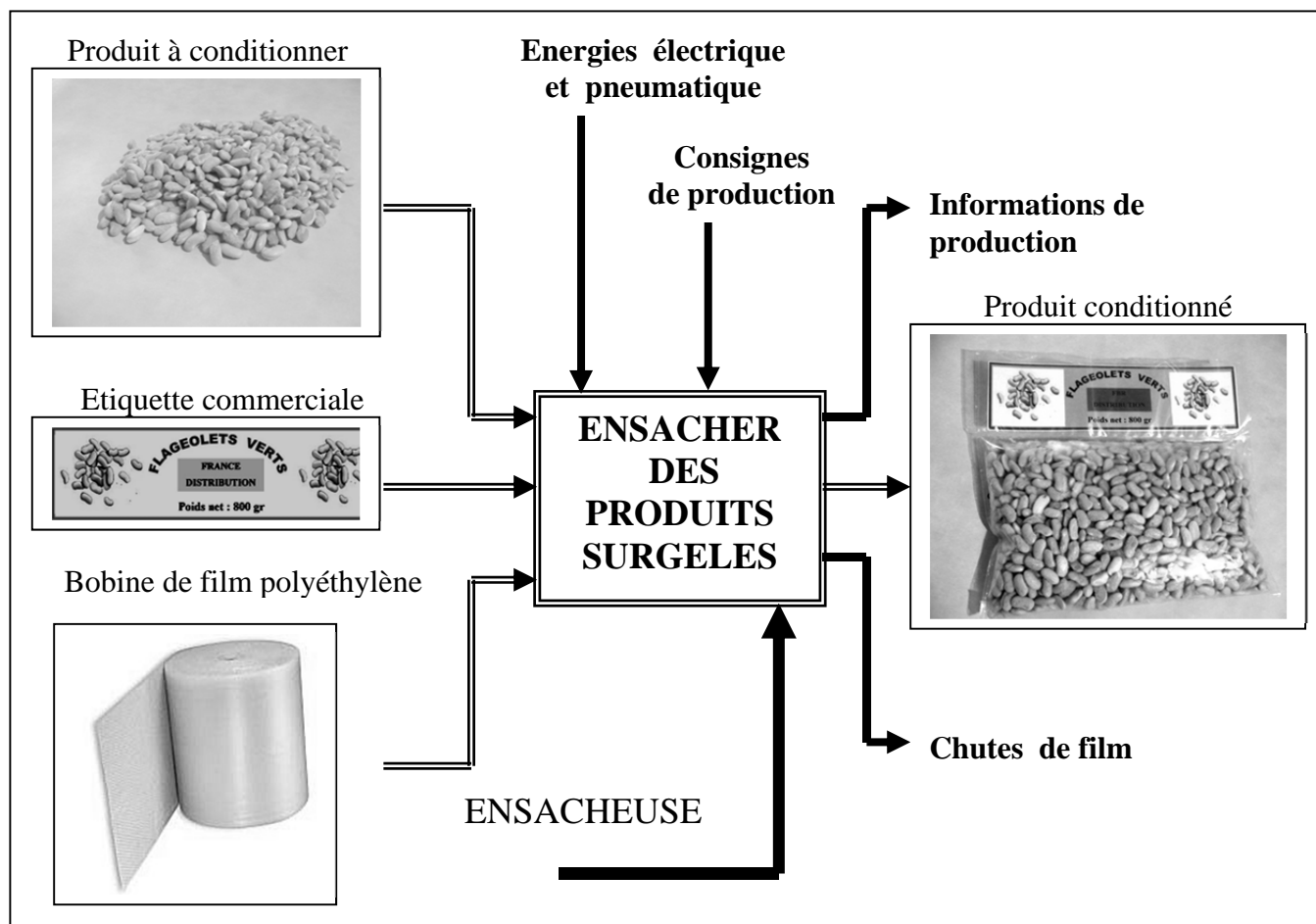
3 PRESENTATION DU PROCEDE DE CONDITIONNEMENT

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 | 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).

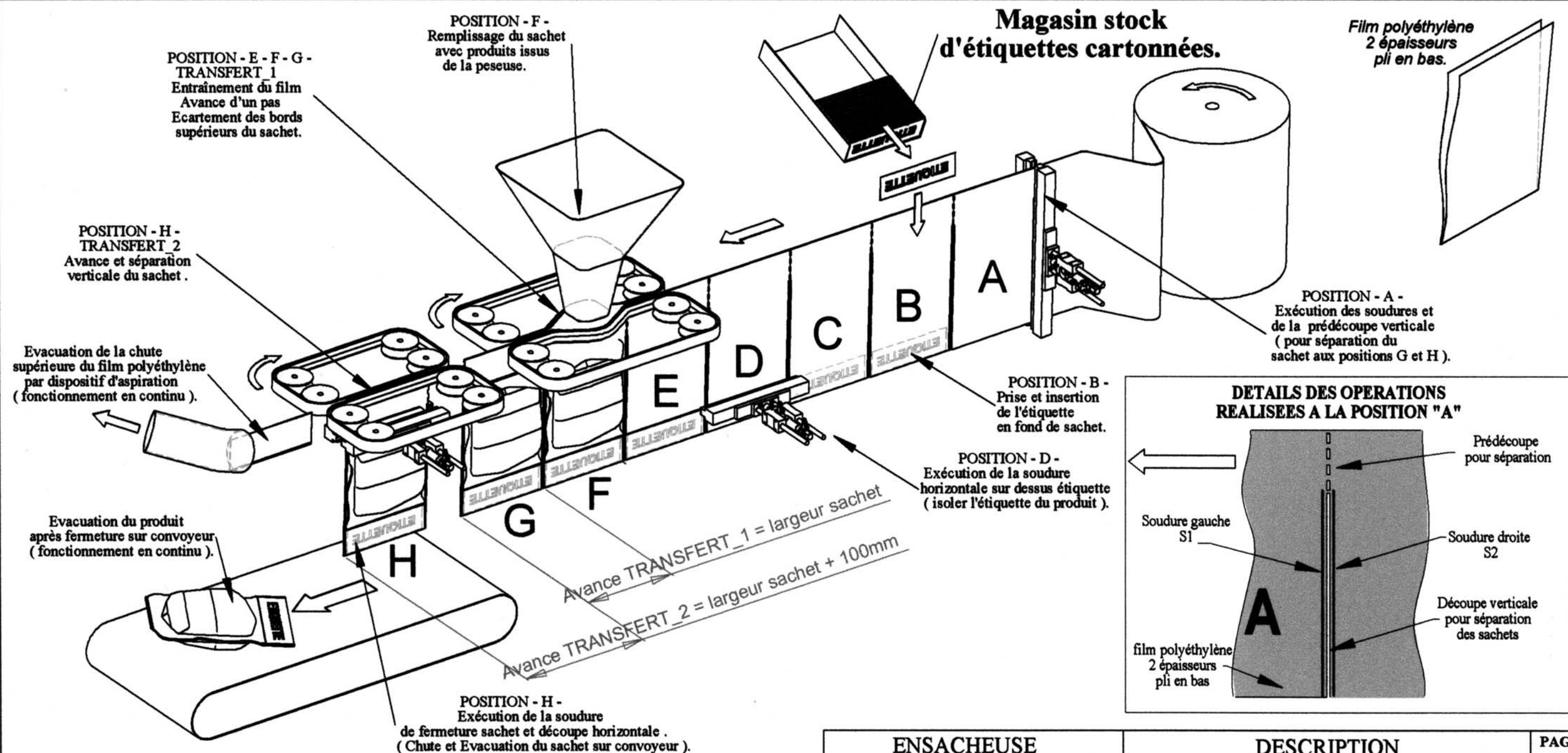
L'avance du film s'effectue pas à pas (1 pas = largeur du sachet) grâce à un entraîneur à courroies TRANSFERT_1.

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.



ENSACHEUSE
DE PRODUITS SURGELES

DESCRIPTION
DU PROCESSUS D'ENSACHAGE

PAGE
3

Etude de grandeurs mécaniques

Détermination des efforts dans les 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 :

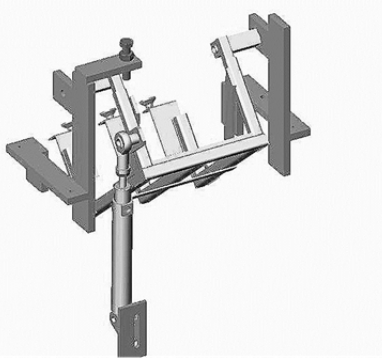
Prise de l'étiquette
par 3 ventouses

Positionnement de
l'étiquette au-dessus
du film

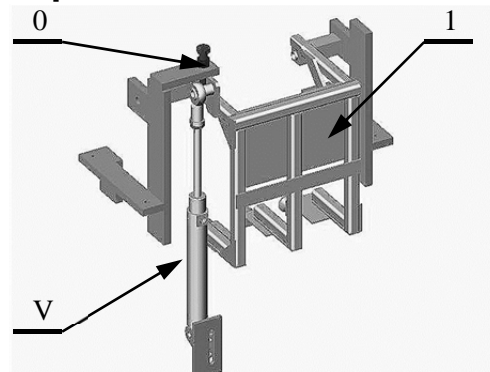
Insertion de
l'étiquette grâce à un
vérin vertical

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

Berceau en position « prise d'étiquette »

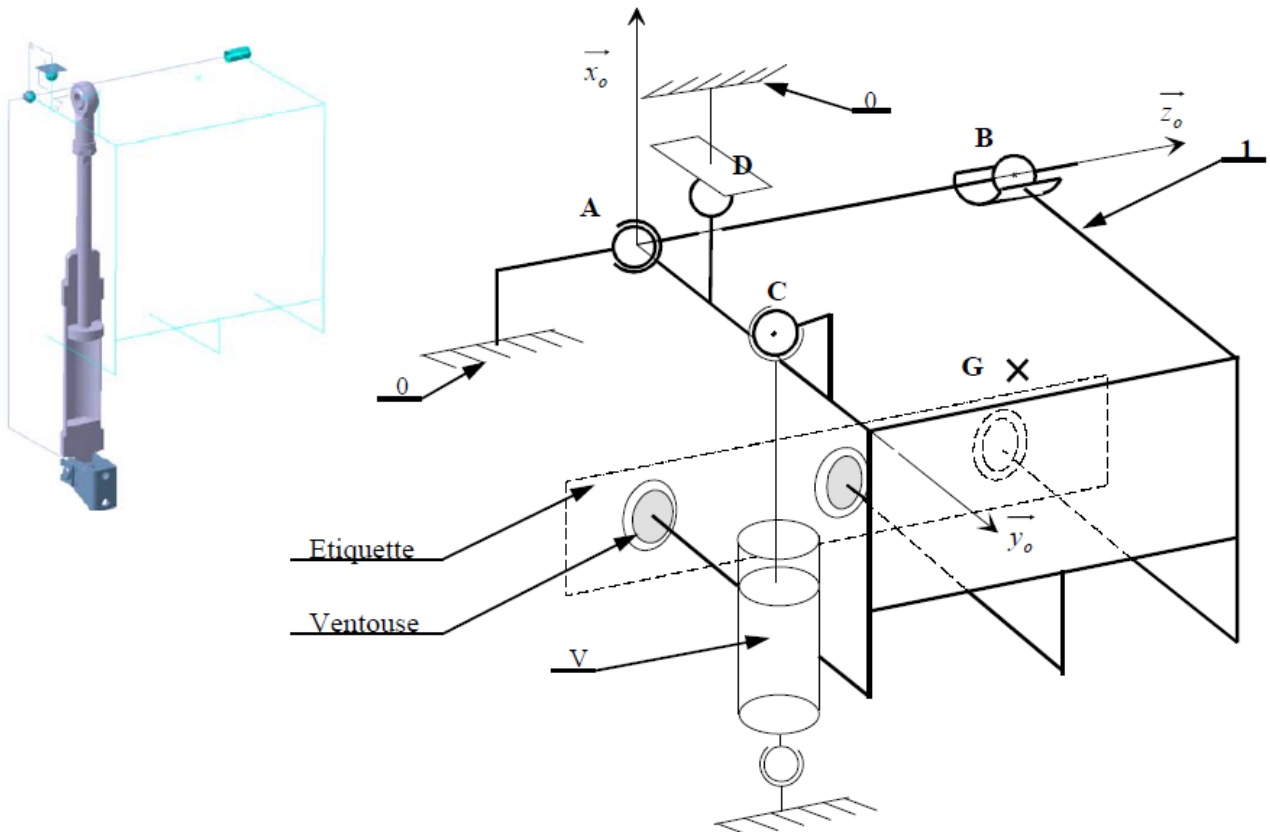


Berceau en position « insertion d'étiquette »



Modélisation (voir également le fichier CAO).

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



Géométrie et Hypothèses :

- Repère $Ro(A, \vec{x}_o, \vec{y}_o, \vec{z}_o)$ 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 : $\vec{AG} = 30.\vec{x}_o + 102.\vec{y}_o + 100.\vec{z}_o$
- Toutes les liaisons sont supposées parfaites.
 - $\vec{AB} = 200.\vec{z}_o$

- La butée réglable D permet le maintien en position "insertion d'étiquette" du berceau 1.
- L'action mécanique en D est modélisable par un glisseur tel que :
 $\vec{R}_{0 \rightarrow 1}'' = X_{0 \rightarrow 1}''.\vec{x}_o$ avec $\vec{AD} = 35.\vec{x}_o + 35.\vec{y}_o$
- L'action mécanique du vérin au point C est modélisée par un glisseur de résultante $\vec{R}_{V \rightarrow 1}$ telle que : $\vec{R}_{V \rightarrow 1} = X_{V \rightarrow 1}.\vec{x}_o$
avec : $\vec{AC} = 40.\vec{x}_o + 120.\vec{y}_o - 20.\vec{z}_o$

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

Question 1 :

Isoler le berceau 1 (faire un graphe).

Question 2 :

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

On respectera la syntaxe suivante : $\{T_{i \rightarrow j}\}_A = \left\{ \begin{array}{c} \vec{R}_{i \rightarrow j} \\ \vec{M}_{A, i \rightarrow j} \end{array} \right\}_A = \left\{ \begin{array}{c} X_{i \rightarrow j} \\ Y_{i \rightarrow j} \\ Z_{i \rightarrow j} \end{array} \middle| \begin{array}{c} L_{i \rightarrow j} \\ M_{i \rightarrow j} \\ N_{i \rightarrow j} \end{array} \right\}_\beta$, torseur d'action du solide i sur le solide j

exprimé dans une base β . ($\beta = (\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$)

Question 3 :

Définir les autres torseurs d'actions mécaniques extérieures agissant sur le berceau 1 (en D, en G).

Question 4 :

A l'aide de Catia et de théorèmes de statique expliquer pourquoi la composante algébrique $X_{V \rightarrow 1}$ de l'action mécanique du vérin sur le solide 1 est verticale.

Question 5 :

Calculer la composante algébrique $X_{V \rightarrow 1}$ 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 $\varnothing 32$ travaille en poussant.

Ecrire sous forme torsorielle cet effort en C.

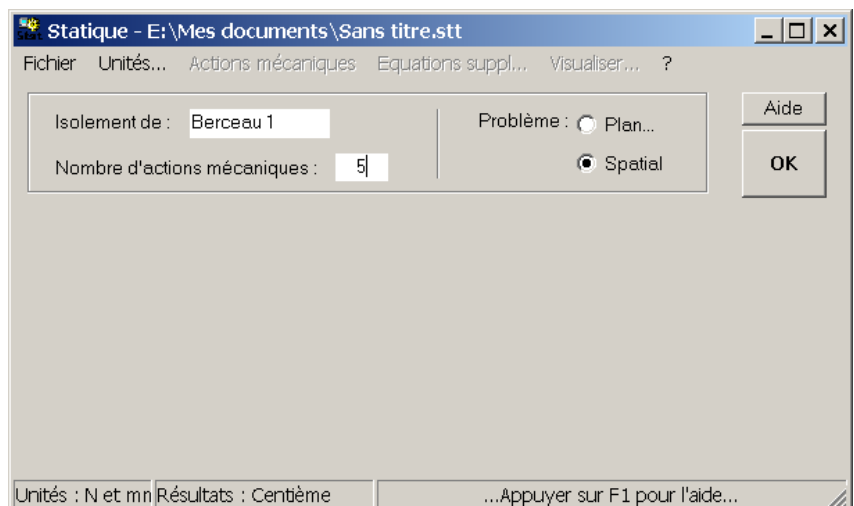
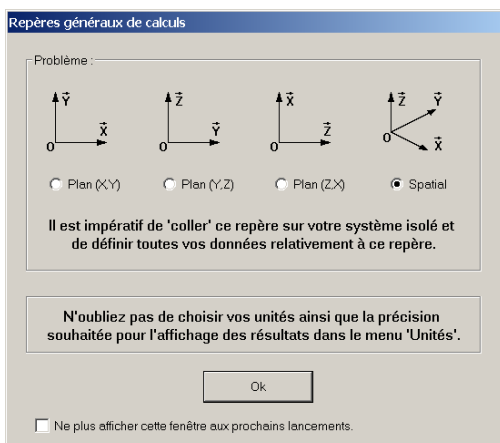
Question 6 :

Combien y a-t-il d'inconnues, le PFS vous permettra d'écrire combien d'équations ?

En appliquant le principe fondamental de la statique au point A, déterminer les actions inconnues en A et B (Normes des résultantes)

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

A partir des données de l'énoncé, utiliser le logiciel de calcul de statique Statique 4.2 (unités N et mm) pour retrouver les éléments précédents.



Imprimer votre résultat (équations...) après vérification de l'enseignant.

Question 7 :

Déduire des résultats ci-dessus l'effort radial maxi sur les paliers A et B. En quel point est-il maximum ?

Remarques :

Dans quelques mois, vous serez à même de choisir les paliers qui seront capables de tenir à ces efforts...