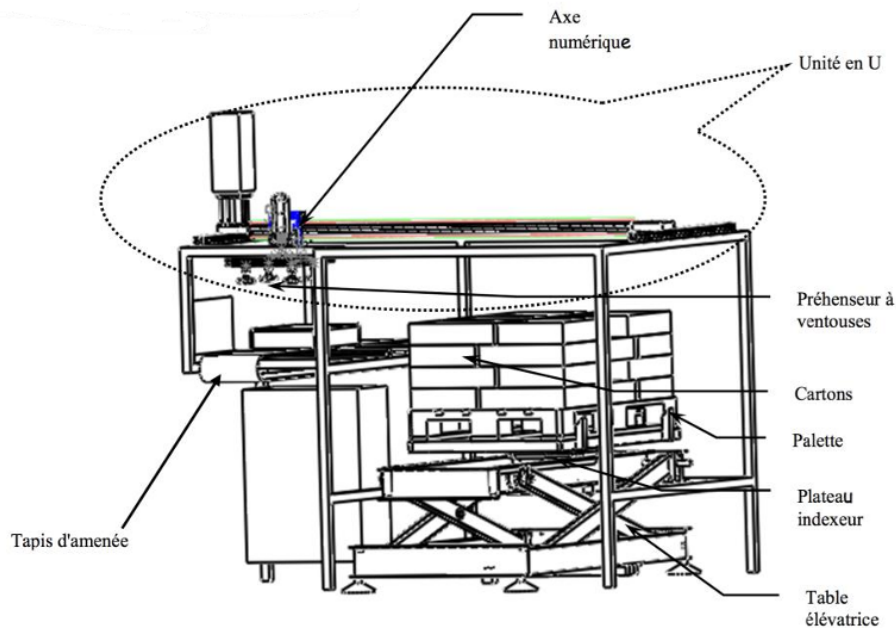




1 Mise en situation

La société Sonaréma-Fondex assemble, conditionne et diffuse des réchauds à gaz portables de grande puissance. Ces réchauds sont conditionnés et vendus en cartons. La société possède pour le conditionnement de cartons un système automatisé commercialisé sous l'acronyme MLPS pour Multi Level Packaging System.



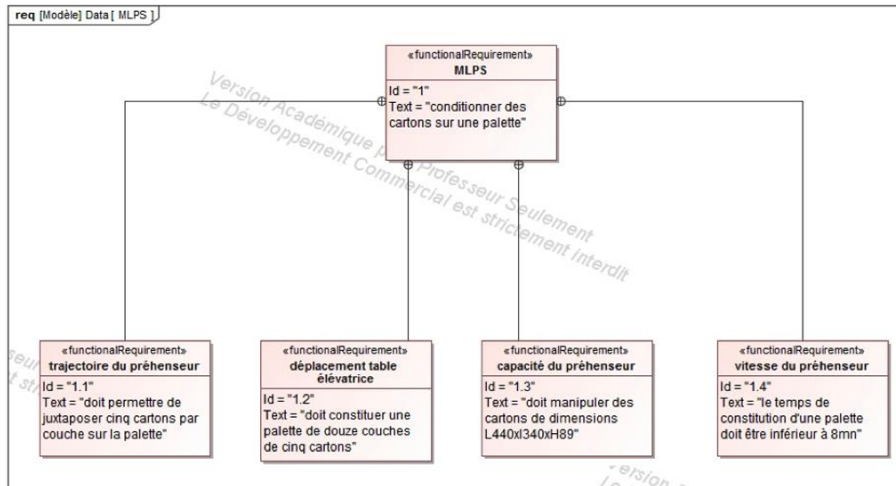
Le système permet d'agencer les cartons sur la palette. Ses principaux éléments constitutifs sont:

- un **tapis d'amenée** permet d'acheminer les cartons au poste de préhension.
- une **unité en U**, composée d'un axe numérique et d'un préhenseur à ventouses, permet la saisie, l'élévation, la translation, la descente et la dépose d'un carton à une position précise sur la palette.
- une **table élévatrice** permet de descendre la palette de la hauteur d'un carton quand une couche est terminée.
- un **plateau indexeur** permet de faire tourner la palette par pas de 90° dans le sens horaire et en fonction des besoins du cycle.

2 Description fonctionnelle

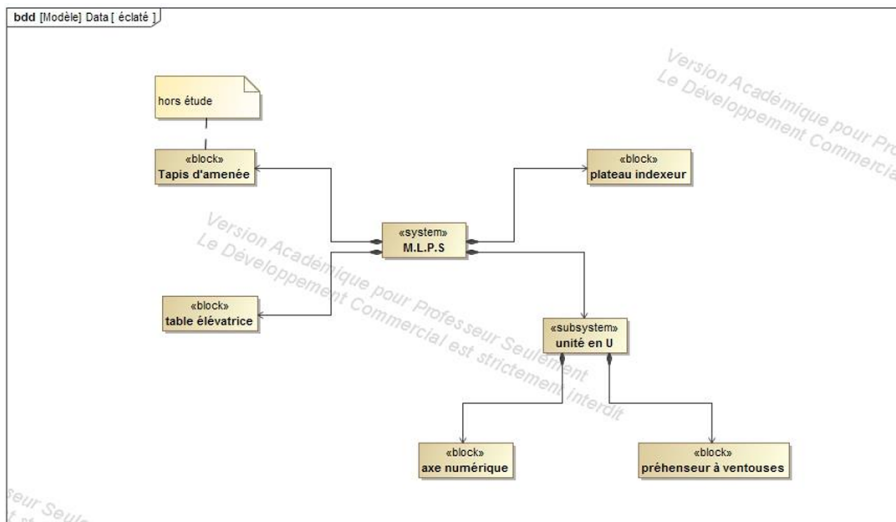
2.1 Diagrammes des exigences

Le diagramme des exigences modélise les exigences que devra satisfaire le système MLPS en précisant les besoins exprimés dans le cahier des charges et les solutions techniques mises en œuvre sur le système. Seules les exigences techniques sont présentées sur le diagramme.



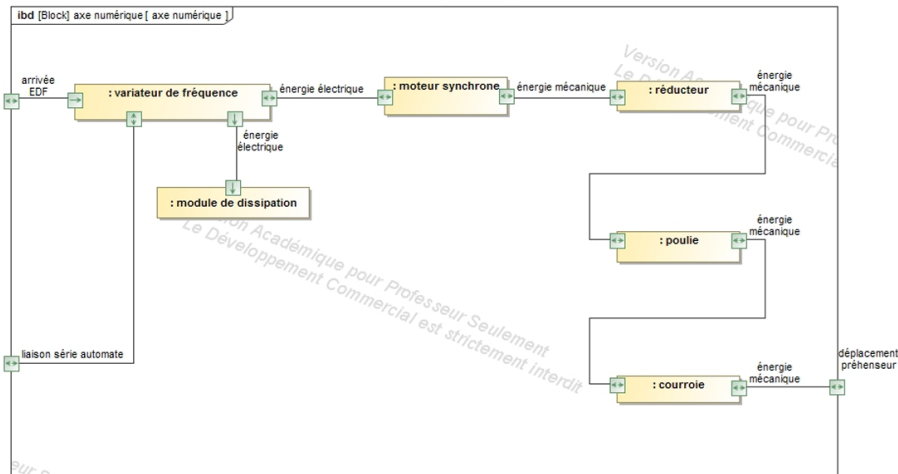
2.2 Diagramme de définition des blocs

Le diagramme de définition de blocs décrit les différentes entités constitutives du système MLPS.



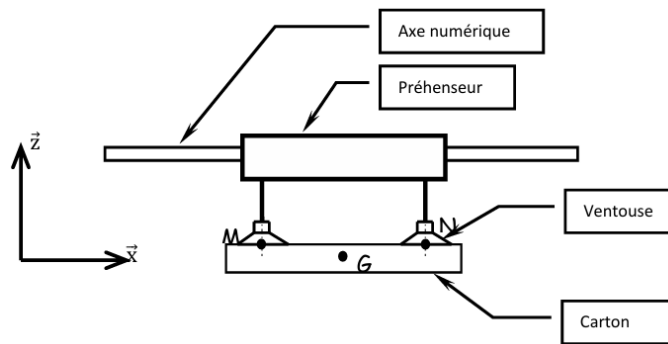
2.3 Diagramme de blocs interne

Le diagramme de blocs interne est rattaché au bloc "axe numérique". Il explicite ses éléments constitutifs et ses liens avec l'extérieur.



3 Validation des ventouses du préhenseur

Il faut s'assurer qu'il n'y ait pas glissement entre le carton et les ventouses. En effet, si le carton glisse par rapport aux ventouses il risque soit d'être lâché soit de se déplacer par rapport aux ventouses et sera mal positionné sur la palette. Le paramètre permettant d'éviter ce glissement est la valeur de l'accélération. Nous devons à présent déterminer l'accélération maximale admissible par l'unité en U pour qu'il n'y ait pas glissement entre le carton et les ventouses.



Notations :

- le repère $(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ lié au bâti est supposé galiléen.
- l'ensemble préhenseur + carton est en translation rectiligne d'axe \vec{x}
- $\vec{V}_{G, carton/0} = V(t) \cdot \vec{x}$
- $\vec{\Gamma}_{G, carton/0} = a(t) \cdot \vec{x}$
- la masse du carton est noté m .
- le centre d'inertie est noté G .
- le coefficient d'adhérence carton/ventouse est noté μ .

Données

- $m = 8kg$
- $g = 10m \cdot s^{-2}$
- $\vec{GN} = 0.1 \cdot \vec{x} + 0.07 \cdot \vec{z}$ en mètre
- $\vec{GM} = -0.1 \cdot \vec{x} + 0.07 \cdot \vec{z}$ en mètre
- $\mu = 0.4$

Hypothèses :

- le plan (\vec{x}, \vec{z}) est plan de symétrie pour la géométrie et les efforts.

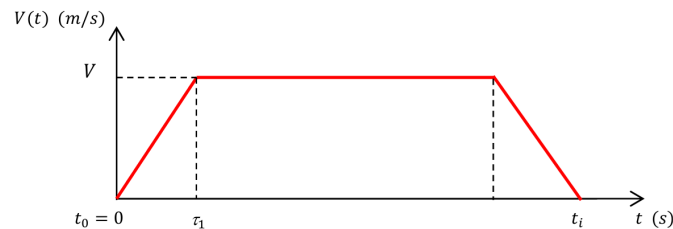
- en M, la ventouse de gauche exerce sur le carton une action mécanique modélisable par un glisseur:

$$\{\mathcal{T}_{ventouse^M \rightarrow carton}\} = \underset{M}{\left\{ \begin{array}{cc} X_M & 0 \\ 0 & 0 \\ Z_M & 0 \end{array} \right\}}_R$$

- en N, la ventouse de gauche exerce sur le carton une action mécanique modélisable par un glisseur:

$$\{\mathcal{T}_{ventouse^N \rightarrow carton}\} = \underset{N}{\left\{ \begin{array}{cc} X_N & 0 \\ 0 & 0 \\ Z_N & 0 \end{array} \right\}}_R$$

- On trouvera en Annexe les caractéristiques des ventouses. Les ventouses utilisées sont des ventouses SAPELEM D=75 en caoutchouc naturel.
- Le graphe des vitesses de déplacement du préhenseur est le suivant :



Question 1 À la limite du glissement, donner la relation entre X_M et Z_M et entre X_N et Z_N .

A la limite du glissement :

$$\frac{|X_N|}{|Z_N|} < \mu$$

$$\frac{|X_M|}{|Z_M|} < \mu$$

Or les ventouse tire le carton vers le haut et accélère le carton vers la droite:

$$\frac{X_N}{Z_N} < \mu$$

$$\frac{X_M}{Z_M} < \mu$$

Question 2 À la limite du glissement, appliquer le principe fondamental de la dynamique au carton et en déduire l'accélération maximale admissible.

On détermine le torseur dynamique du carton dans son mouvement par rapport à 0, en prenant en compte que le carton est en mouvement de translation:

$$\{\mathcal{D}_{carton/0}\} = \underset{G}{\left\{ \begin{array}{c} m.\overrightarrow{\Gamma_{G, carton/0}} \\ \vec{0} \end{array} \right\}} = \underset{G}{\left\{ \begin{array}{c} m.a.\vec{x} \\ \vec{0} \end{array} \right\}} = \underset{M}{\left\{ \begin{array}{cc} m.a.\vec{x} & \\ -0,07.m.a.\vec{y} & \end{array} \right\}}$$

On isole le carton :

BAME:

- Pesanteur sur le carton : $\{\mathcal{T}_{pes \rightarrow carton}\} = \underset{G}{\left\{ \begin{array}{c} -m.g.\vec{z} \\ \vec{0} \end{array} \right\}} = \underset{M}{\left\{ \begin{array}{cc} -m.g.\vec{z} & \\ 0,1.m.g.\vec{y} & \end{array} \right\}}$

- Action de la ventouse de gauche : $\{\mathcal{T}_{ventouse^M \rightarrow carton}\} = \underset{M}{\left\{ \begin{array}{cc} X_M.\vec{x} + Z_M.\vec{z} \\ \vec{0} \end{array} \right\}}$

- Action de la ventouse de droite : $\{\mathcal{T}_{ventouse^N \rightarrow carton}\} = \begin{Bmatrix} X_N \cdot \vec{x} + Z_N \cdot \vec{z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_N = \begin{Bmatrix} X_N \cdot \vec{x} + Z_N \cdot \vec{z} \\ -0,2 \cdot Z_N \cdot \vec{y} \end{Bmatrix}_M$

Le PFD donne :

$$\{\mathcal{T}_{pes \rightarrow carton}\} + \{\mathcal{T}_{ventouse^M \rightarrow carton}\} + \{\mathcal{T}_{ventouse^N \rightarrow carton}\} = \{\mathcal{D}_{carton/0}\}$$

On obtient les deux équations vectorielles:

$$\begin{cases} -m \cdot g \cdot \vec{z} + X_M \cdot \vec{x} + Z_M \cdot \vec{z} + X_N \cdot \vec{x} + Z_N \cdot \vec{z} & = & m \cdot a \cdot \vec{x} \\ 0,1 \cdot m \cdot g \cdot \vec{y} + \vec{0} - 0,2 \cdot Z_N \cdot \vec{y} & = & -0,07 \cdot m \cdot a \cdot \vec{y} \end{cases}$$

Ce qui donne en projection :

$$\begin{cases} X_M + X_N & = & m \cdot a \\ Z_M + Z_N & = & m \cdot g \\ 0,1 \cdot m \cdot g - 0,2 \cdot Z_N & = & -0,07 \cdot m \cdot a \end{cases}$$

En multipliant par μ la deuxième équation on obtient:

$$\mu \cdot Z_M + \mu \cdot Z_N = m \cdot \mu \cdot g$$

A l'aide des équations de la limite de glissement on obtient :

$$X_M + X_N = m \cdot a = m \cdot \mu \cdot g$$

et on en déduit :

$$a = \mu \cdot g$$

l'accélération limite pour assurer l'adhérence.

La troisième équation donne :

$$0,1 \cdot m \cdot g - 0,2 \cdot Z_N = -0,07 \cdot m \cdot a$$

Donc:

$$0,1 \cdot m \cdot g + 0,07 \cdot m \cdot a = 0,2 \cdot Z_N \Rightarrow Z_N = \frac{(0,1 + 0,07 \cdot \mu) \cdot m \cdot g}{0,2}$$

Et avec la deuxième équation on obtient:

$$Z_M = \frac{(0,1 - 0,07 \cdot \mu) \cdot m \cdot g}{0,2}$$

Les équations d'adhérence permettent d'obtenir:

$$\begin{cases} X_N & = & \mu \cdot \frac{(0,1 + 0,07 \cdot \mu) \cdot m \cdot g}{0,2} \\ X_M & = & \mu \cdot \frac{(0,1 - 0,07 \cdot \mu) \cdot m \cdot g}{0,2} \\ Z_N & = & \frac{(0,1 + 0,07 \cdot \mu) \cdot m \cdot g}{0,2} \\ Z_M & = & \frac{(0,1 - 0,07 \cdot \mu) \cdot m \cdot g}{0,2} \end{cases}$$

Question 3 À la limite du glissement, déterminer les efforts encaissés par les ventouses.

Question 4 Les ventouses sont-elles capables d'encaisser les efforts qui leur sont appliqués? Justifier.

Les équations d'adhérence permettent d'obtenir:

$$\begin{cases} X_N & = & \mu \cdot \frac{(0,1 + 0,07 \cdot \mu) \cdot m \cdot g}{0,2} = 20,48N \\ X_M & = & \mu \cdot \frac{(0,1 - 0,07 \cdot \mu) \cdot m \cdot g}{0,2} = 11,52N \\ Z_N & = & \frac{(0,1 + 0,07 \cdot \mu) \cdot m \cdot g}{0,2} = 51,2N \\ Z_M & = & \frac{(0,1 - 0,07 \cdot \mu) \cdot m \cdot g}{0,2} = 28,8N \end{cases}$$

La ventouse en N est la plus sollicitée:

$$\|\overrightarrow{R_{\text{ventouse}^N \rightarrow \text{carton}}}\| = \sqrt{X_N^2 + Z_N^2} = 55.14N$$

La ventouse peut tenir 60N (6kg) elle est bien dimensionnée.

Les ventouses utilisées imposent une accélération linéaire limite $a = 4m.s^{-2}$.

Le respect du cahier des charges (cadence de production) impose que la relation entre la vitesse V et l'accélération a soit :

$$5.525 = 7.5 \times V - \frac{5.V^2}{a}$$


Question 5 Calculez les vitesses solutions de l'équation précédente.

Question 6 Pour chaque solution, calculer la durée Δt_{acc} et montrer qu'une seule solution est compatible avec la condition $\Delta t_{acc} < 0,75s$.

Annexe :



Série 80 Ventouses plates sans butée



Précision optimale, rigidité du maintien

- Forte capacité de levage
- Cadences élevées
- Retournement de produits

La matière:

Matière	Environnement						
	Usage général	État de surface irrégulier	Produits chauds	Graisses huiles	Abrasion	Produits souples ou déformables	Résistance mécanique
Nitrile (NBR)	👉	👉		👉			
Silicone (SI)	👉		👉				
Caoutchouc Naturel (NR)		👉				👉	
Polyuréthane (PU)					👉		👉

👉
Bien adapté

👉
Moyennement adapté

👉
Pas adapté

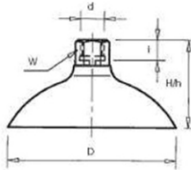
Capacité de levage:

La CMU (Charge Maximale Unitaire) dépend principalement de la surface active de la ventouse $F = \Delta p \times S$

F: Force en DaN, Δp différence de pression en mbars, S surface en mm²

D'autres facteurs comme la matière peuvent intervenir il est donc conseiller de se reporter aux tableaux de force contenus dans nos documentations

Raccord Femelle



ØD	H	h	e (H-h)	d	i	W	Volume cm3	Poids g
34	30	27	3	1/4	12	17	5	12
53	33	28	5	1/4	12	17	10	21
75	43	36	7	1/4	14	21	25	58
96	53	40	13	1/4	14	21	75	107

CMU en kg

ØD	Nitrile	Silicone	Caoutchouc Naturel	Polyuréthane
34	2,70	2,50	2,30	2,80
53	5,80	3,40	2,70	5,60
75	11,00	8,00	6,00	10,00
96	13,00	9,00	6,00	12,00