

# RAPPORT DE CAO 4

## STATION D'EMBALLAGE

---



**mai 1**

---

HEIG

EL DIK AHMAD

---

## Contents

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Introduction :</b> .....                    | <b>3</b>  |
| <b>Fonctions et exigences du système</b> ..... | <b>3</b>  |
| <b>Processus d’emballage :</b> .....           | <b>4</b>  |
| <b>Solutions pour ce système :</b> .....       | <b>5</b>  |
| <b>Solution choisit :</b> .....                | <b>7</b>  |
| <b>Mouvement :</b> .....                       | <b>7</b>  |
| <b>Loi de cames :</b> .....                    | <b>8</b>  |
| <b>Transporteur des chocolats :</b> .....      | <b>9</b>  |
| <b>Conclusion :</b> .....                      | <b>10</b> |

## Introduction :

Ce projet est une composante essentielle de la deuxième année de formation à l'HEIG-VD. Son objectif principal est de concevoir une station d'emballage adaptée pour des chocolats demi-sphériques de 25 [mm] de diamètre, avec une capacité de traitement de 900 chocolats par minute. Les étudiants seront impliqués dans toutes les phases du projet, de la conception initiale à la réalisation des plans d'assemblage et la rédaction d'un rapport détaillé sur la conception.

Tout au long du semestre, les étudiants seront immergés dans ce projet pratique, mettant en pratique leurs connaissances théoriques et développant leurs compétences en ingénierie. Ce projet témoigne de l'engagement de l'école à offrir une expérience éducative enrichissante et à préparer les étudiants à relever les défis de l'ingénierie dans le monde réel.

## Fonctions et exigences du système :

| <b>Fonctions de services</b>           | <b>Exigences</b>   |
|--|--|
| Doit emballer 900 chocolats par minute | Le système doit produire une cadence de 900 chocolats par minute |

| <b>Fonctions techniques</b>  | <b>Exigences</b>  |
|--|---|
| Le chocolat doit être transporter automatiquement à la zone d'emballage    | Le processus d'emballage commence par l'acheminement automatique du chocolat vers la zone de préparation. |
| Le chocolat doit être emballer automatiquement                             | Le chocolat est soigneusement emballé à travers différentes étapes du système.                            |
| Le chocolat doit être injecter automatiquement dans le système a emballage | Le chocolat est automatiquement inséré dans le logement prévu à cet effet.                                |
| Ejecter le chocolat une fois l'emballage est fini                          | Une fois emballé, le chocolat doit être éjecter pour pouvoir emballer le chocolat suivant                 |

| <b>Fonctions contraintes</b>   | <b>Exigences</b>   |
|--|--|
| Pouvoir couper le papier d'emballage   | La découpe de la feuille d'emballage se fait directement sur la station d'emballage. |
| Le chocolat doit entrer et sortir de la machine d'emballage sans déformation | Le processus d'emballage doit préserver l'intégrité du chocolat sans l'endommager.   |

---

## Processus d'emballage :

### 1. Transport par Tapis Roulant :

Dans cette étape, les chocolats sont acheminés avec précision à travers un système de tapis roulant jusqu'à la zone d'emballage désignée. Cela garantit un flux continu et régulier des produits vers la prochaine étape du processus.

### 2. Soulèvement et Alignement :

Un mécanisme sophistiqué suit le mouvement des chocolats à la même vitesse que le tapis roulant, les soulevant délicatement tout en assurant leur alignement optimal pour une manipulation précise lors de l'emballage.

### 3. Injection et Positionnement :

Une fois soulevés, les chocolats sont injectés avec précision dans le système d'emballage par un dispositif d'injection spécialisé. Cela garantit un positionnement parfait et uniforme à chaque étape du processus.

### 4. Emballage et Éjection :

Le système d'emballage entre rapidement en action, enveloppant les chocolats avec efficacité et précision. Une fois emballés, les chocolats sont ensuite éjectés du système d'emballage, retournant ainsi au tapis roulant pour être acheminés vers la prochaine phase du processus de production.

Ces étapes assurent non seulement une production efficace, mais également la préservation de l'intégrité du produit, garantissant ainsi une qualité constante et une esthétique impeccable tout au long de la chaîne de fabrication.

## Solutions pour ce système :

Pour ce projet, un système est nécessaire pour mettre en mouvement le mécanisme qui prend les chocolats du convoyeur et sur lequel sera monté le système d'emballage. Ce mécanisme doit exécuter les étapes suivantes :

- Accélérer depuis sa position de départ jusqu'à atteindre la vitesse constante, correspondant à celle du convoyeur transportant les chocolats ;
- Maintenir cette vitesse constante assez longtemps pour permettre au mécanisme de descendre, saisir un chocolat et monter vers l'étape suivante, l'emballage, en maximisant ce temps ;
- Revenir à sa position de départ avant l'arrivée du prochain chocolat pour être prêt à être introduit dans le cycle d'emballage suivant.

Le système de came est identifié comme le plus efficace pour cette tâche, car il élimine les problèmes de désynchronisation entre la découpe du papier d'emballage et l'introduction des chocolats au système d'emballage. Le calcul de la came est régi par une loi de came, et nous avons opté pour un polynôme de degré 7 pour obtenir un mouvement assez fluide qui puisse supporter le cycle sur une durée au moins aussi longue que la durée de vie demandée. Les coefficients du polynôme, A, B, C et D, sont recherchés pour réaliser le mouvement souhaité.

Pendant un cycle, une partie du mouvement est à vitesse constante. Pour assurer des transitions fluides entre les différentes étapes et éviter les à-coups, nous avons adapté la formule en incluant des termes de jerk. En dérivant cette équation trois fois, nous pouvons déterminer l'accélération, la vitesse et le jerk. Le jerk, en particulier, est crucial pour réduire les secousses entre les étapes du mouvement.

### ➤ Solution 1 :

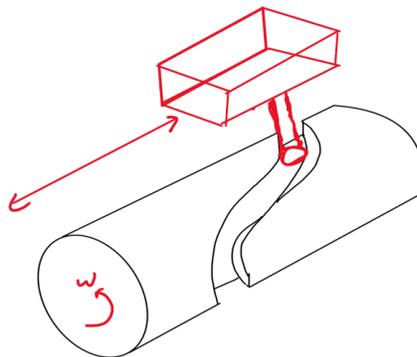
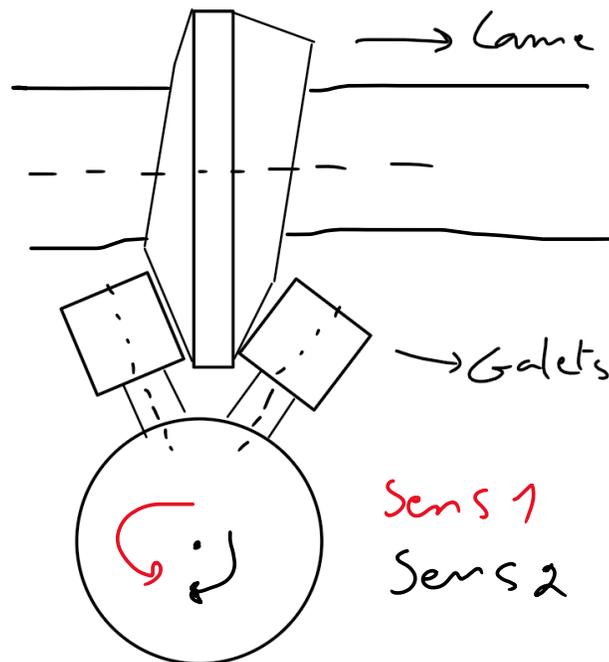


FIGURE 1: SOLUTION 1 CAME

La première solution envisagée consiste à contrôler le mouvement linéaire à l'aide d'une came à rainure. Dans cette configuration, le plateau mobile, illustré en rouge sur la figure, serait relié à la came à l'aide d'un galet qui glisse le long de la rainure. Ce plateau serait monté sur un rail fixe, qui le guiderait de manière qu'il effectue un mouvement exclusivement de droite à gauche.

| Avantages   | Inconvénients   |
|---|---|
| Permet de guider en contrôlant l'aller et le retour précisément | Le galet s'appuiera sur une seule face à la fois pour le laisser rouler ce qui implique du jeu dans le système. |
| Facile à mettre en place  | Durée de vie limitée due aux frottements  |
|   | Sensible aux charges et forces intenses   |
|   | Lubrification nécessaire pour assurer la durée de vie demandée  |

➤ Solution 2 :



Le système de guidage comprend deux bras disposés de chaque côté d'un rail. Chaque bras est équipé de d'un galet à son extrémité, qui roulent le long du rail cylindrique. Une came rotative cylindrique est également intégrée au système pour fournir un mouvement rotatif ou de translation selon l'application spécifique. Les galets sont en contact avec le rail, assurant un guidage précis et réduisant le jeu.

| Avantages                                | Inconvénients                    |
|--|----------------------------------|
| Guidage très précis                      | Complexe                         |
| Vitesse de rotation constante de la came | Coûteuse                         |
| Jeu très faible                          | Mise en place plus minutieuse    |
| Guidage contrôlé de l'aller et du retour | Nécessite un usinage très précis |

## Solution choisit :

La décision d'opter pour le système avec deux bras, chacun équipé d'un seul galet à son extrémité, découle d'une analyse minutieuse des besoins spécifiques du projet (solution 2). Mettant l'accent sur la précision, la fiabilité et la stabilité, cette solution a été jugée la plus appropriée pour répondre aux exigences. Le choix d'un seul galet par bras permet de réduire le jeu dans le système de guidage, garantissant ainsi un mouvement cohérent et précis, essentiel pour satisfaire aux normes rigoureuses du projet. De plus, cette configuration permet une répartition efficace de la charge, améliorant la durabilité du système et assurant des performances constantes sur la durée. La stabilité et la précision offertes par cette conception sont essentielles pour assurer un fonctionnement fluide, en particulier dans les applications nécessitant un mouvement précis et contrôlé. En choisissant une solution éprouvée et efficace, l'accent est mis sur la maximisation de la fiabilité et de l'efficacité du projet. En somme, cette décision reflète une approche stratégique qui répond de manière optimale aux besoins spécifiques, capitalisant sur une technologie éprouvée.

## Mouvement :

Pour faciliter la conception du système, une approche simplifiée a été adoptée. Plutôt que de viser immédiatement la cadence de production finale de **15 chocolats par seconde**, il a été décidé de fixer un intervalle de production de **0,06 seconde par chocolat**. Bien que cette valeur soit légèrement inférieure à la fréquence cible, elle offre une marge de sécurité pour garantir le bon fonctionnement du système. Cette approche permet également de simplifier la conception initiale du système, en évitant des calculs complexes et en facilitant la définition des paramètres de mouvement. Une fois le système opérationnel, il sera possible d'ajuster sa vitesse pour atteindre la cadence de production désirée de 15 chocolats par seconde. Cette approche pragmatique permet de concilier efficacité et flexibilité dans la conception du système, en minimisant les risques et en facilitant les ajustements ultérieurs en fonction des conditions réelles de fonctionnement.

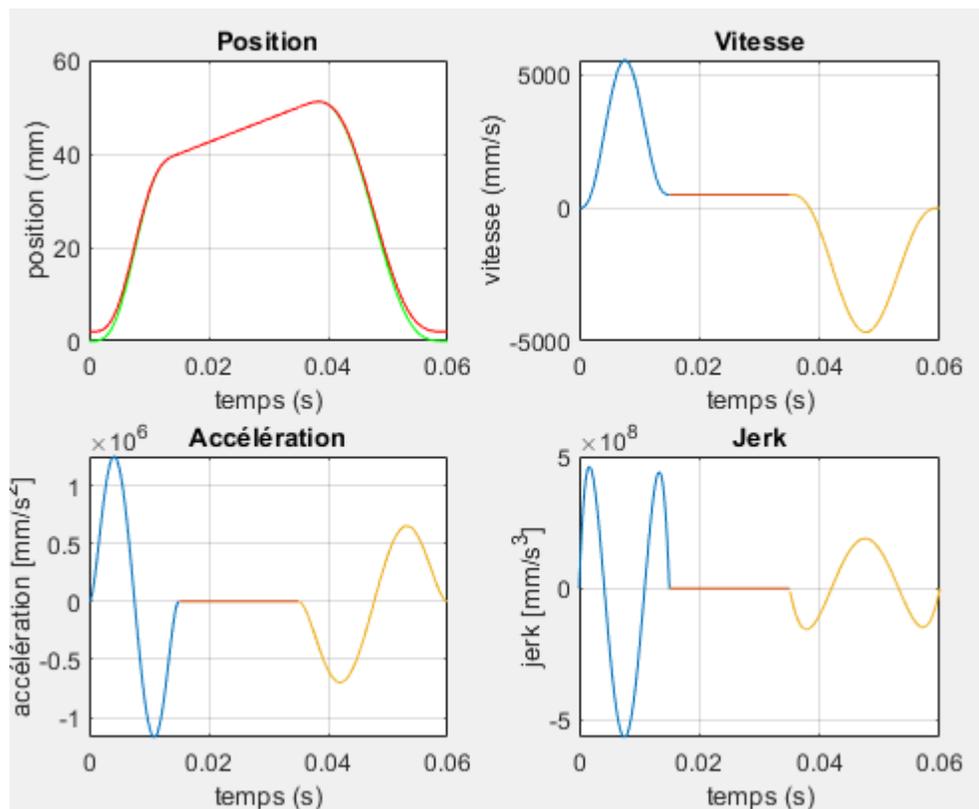
|  |             |
|--|-------------|
| Distance                                   | 50 mm       |
| Temps d'un cycle complet (aller et retour) | 0,06 s      |
| Vitesse de rotation moteur came            | 1000 tr/min |

## Loi de cames :

Avec les paramètres d'entrée définis précédemment pour le solveur, soit un trajet de 50 mm, un temps de cycle de 0,06 seconde et une vitesse de rotation du moteur de came de 1000 tr/min, nous avons établi une base solide pour résoudre notre problème de conception. Ces paramètres constituent les fondations sur lesquelles nous pouvons construire et optimiser notre système.

En spécifiant un trajet de 50 mm, nous avons déterminé la distance que le système doit parcourir pour transporter les chocolats vers le revolver. Le temps de cycle de 0,06 seconde par chocolat assure une production régulière dans le délai imparti, tandis que la vitesse de rotation du moteur de came à 1000 tr/min détermine la vitesse de déplacement du système.

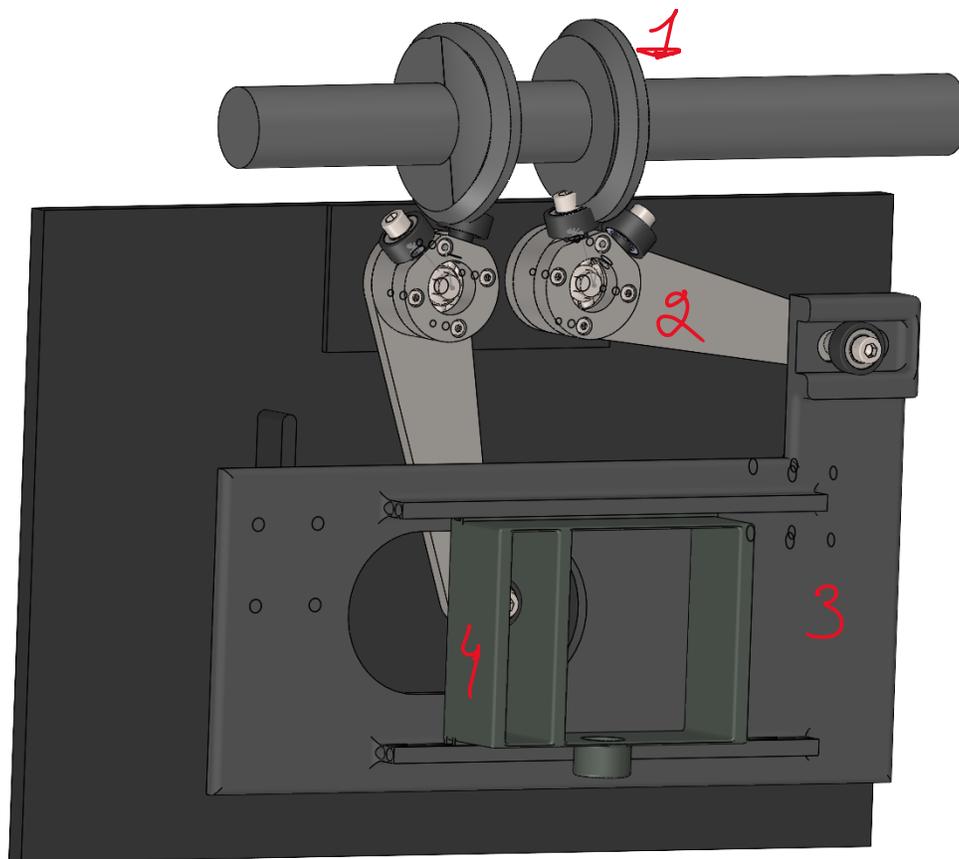
Ces paramètres d'entrée ont été soigneusement sélectionnés pour répondre à nos objectifs de conception tout en tenant compte des contraintes techniques et opérationnelles. Ils serviront de référence pour le développement et l'optimisation ultérieurs de notre système de production de chocolats.



## Transporteur des chocolats :

Le système comprend deux comes : la came (1) est fixée à un bras (2) via deux galets, tandis que ce même bras comporte un autre galet de l'autre côté, connecté à la partie (3) qui peut se déplacer verticalement le long de rails. Sur la partie 3, il y a un autre rail auquel est fixée la partie (4), responsable de la prise des chocolats, et qui peut se déplacer horizontalement. La partie (4) est également reliée à un système similaire de galet, bras et came pour son mouvement horizontal.

Cette configuration permet un mouvement à la fois vertical et horizontal, assurant ainsi le déplacement efficace des chocolats à travers le système de production. En utilisant des comes, des bras et des galets, le mouvement est contrôlé de manière précise et fiable, garantissant un positionnement précis des chocolats à chaque étape du processus. Cette conception modulaire et articulée permet également une flexibilité dans le mouvement, ce qui peut être essentiel pour s'adapter à différentes configurations de production ou à des exigences spécifiques du processus.



---

## Conclusion :

En conclusion, le projet a fait des avancées significatives dans la conception et l'implémentation d'un système de production de chocolats efficace. Une analyse approfondie des exigences et une planification méticuleuse ont permis de définir les paramètres clés et de concevoir une solution robuste, utilisant des cames, des bras et des galets pour assurer un mouvement précis et fiable des chocolats à travers le processus de production. Cependant, à ce stade, l'intégration du système d'emballage des chocolats n'est pas encore réalisée. L'objectif pour le reste du semestre est de compléter cette phase du projet, en mettant en place un système d'emballage efficace qui viendra compléter le processus de production de chocolats. Avec un engagement continu et une détermination à atteindre les objectifs fixés, il est attendu que cette étape importante soit achevée et qu'un système de production de chocolats entièrement fonctionnel soit livré d'ici la fin du semestre.