

SAÉ 3.01 - Répondre à un besoin de nature industrielle

Problématique :

Analyser la station 2 dans l'objectif
d'optimiser et fiabiliser son fonctionnement



TAOUIL-- SOUFFLEUR Elias - GUTOWSKI Laura - GUYOT Maelle - MAZIVE Queen

Année 2023 -2024

SOMMAIRE

INTRODUCTION P1

PARTIE 1 – SUJET 1 P2

- 1) **Analyse fonctionnelle**
 - a) Bête à corne
 - b) Diagramme FAST
- 2) **Problématique**
 - a) Dispositif actuel
 - b) Problématique
 - c) Changement à faire
- 3) **Recherche de solutions**
 - a) Dosage
 - b) Fiabiliser la régulation du débit
- 4) **Choix de solution**
 - a) Evaluation des solutions
 - b) Explication
 - c) Schéma du système
- 5) **Conception**
 - a) Calculs préliminaires
 - b) Conception de la roue
 - c) Assemblage final

PARTIE 2 – SUJET 3 P11

Poster sur le flux d'informations entre les différents composants de la station 2

PARTIE 3 – ORGANISATION P12

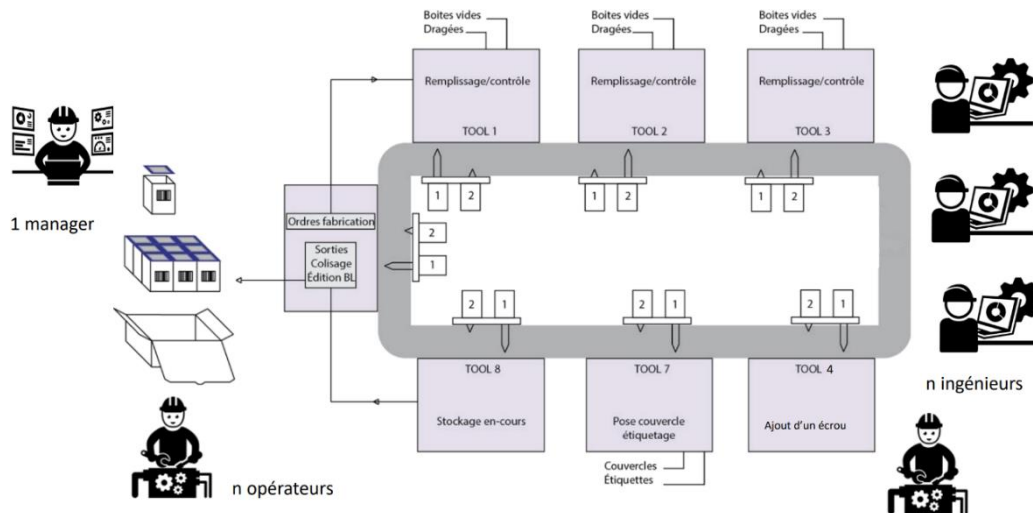
- 1) **Sujet 1**
- 2) **Sujet 3**

CONCLUSION P13

- 1) **TAOUIL-- SOUFFLEUR Elias**
- 2) **GUTOWSKI Laura**
- 3) **GUYOT Maelle**
- 4) **MAZIVE Queen**

INTRODUCTION

La cellule flexible de production permet le conditionnement de dragées pharmaceutiques par le biais d'un convoyeur. Dans un premier temps, les boîtes sont remplies de dragées puis leur poids est contrôlé. Dans un second temps, on peut y ajouter un écrou. Ensuite, la boîte est refermée par un couvercle qui est étiquetées suivant le contenant des boîtes. Enfin, les boîtes sont rangées sur des étagères. Pour finir, les boîtes sont placées dans des cartons, prêts à être expédiés.



Nous allons étudier 2 sujets liées à la station 2. Ces sujets vont donc nous permettre d'analyser la station 2 dans l'objectif d'améliorer et d'optimiser son fonctionnement.



Pour le sujet 1, nous étudierons plus précisément la manière d'optimiser la station 2 qui a pour fonction de remplir et contrôler le poids des boîtes. L'opérateur a la possibilité de spécifier trois poids différents : 15g, 30g et 45g. La trémie rencontre des problèmes lors de l'ouverture et la fermeture des vannes, ce qui empêche la précision du remplissage des boîtes. Il faudra donc trouver une solution afin de résoudre ce problème et de fiabiliser le remplissage.

Pour le sujet 3, nous devons étudier le flux d'informations entre les différents composants de la station précédente sous le format d'un poster.

PARTIE 1 – SUJET 1

1) Analyse fonctionnelle

Avant d'apporter des améliorations à un système, il est essentiel de comprendre en détail les fonctions qui sont réalisées. L'analyse fonctionnelle permet d'identifier ces fonctions de manière approfondie, en mettant en lumière ce qui est essentiel et ce qui peut être amélioré.

a) Bête à corne

A quoi rend-il service ?

Cellule flexible de production

Station 2

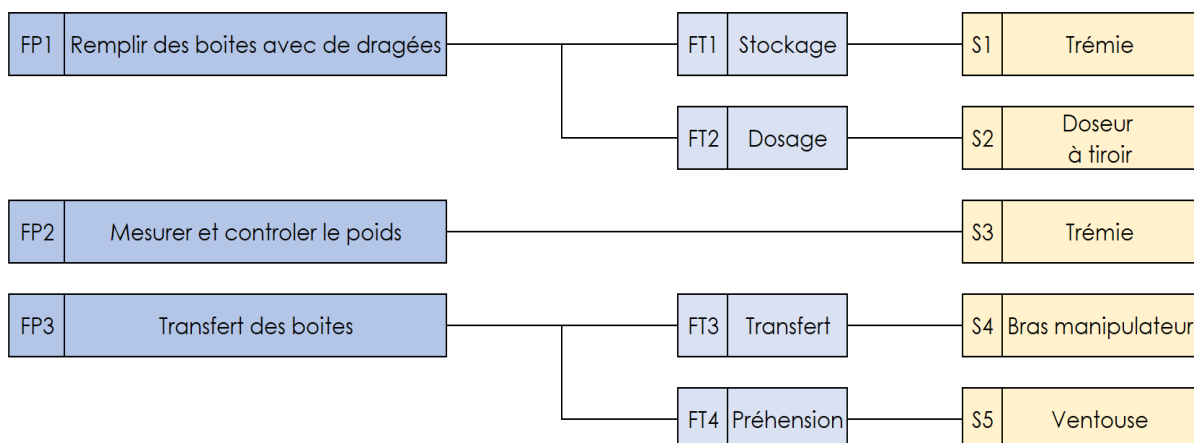
Sur quoi agit-il ?

Dragées pharmaceutiques

Dans quel but ?

Remplir les boîtes de dragées en fonction du poids spécifié par l'opérateur (15g, 30g et 45g) puis contrôler à l'aide d'une balance

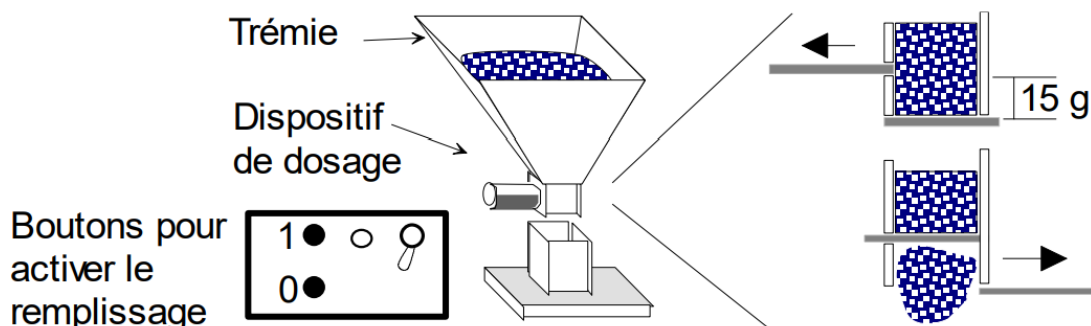
b) Diagramme FAST



2) Problématique

a) Dispositif actuel

Dans le dispositif actuel, le dosage de granulés se fait grâce à un doseur à tiroir. En effet, le dispositif de dosage effectue le remplissage par doses de 15g. Une boîte vide est placée sous la trémie qui contient les dragées à conditionner. Le dispositif de dosage est un tiroir manœuvré par un vérin, lui-même commandé par une électrovanne monostable. Un aller et un retour du vérin provoquent la chute de 15g de produit dans la boîte.



b) Problématique

Le remplissage des boîtes actuel pose problème : des granules peuvent bloquer l'ouverture ou la fermeture des trémies. Selon la hauteur de remplissage de la trémie, la quantité de granules qui s'écoulent varie pour un même temps d'ouverture. Notre projet est de concevoir un système qui fiabilise le dosage des boîtes en granule.

c) Changement à faire

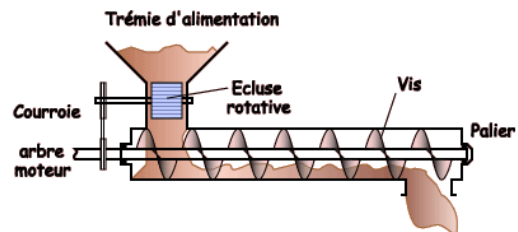
A partir de cette problématique, nous pouvons distinguer 2 changements à opérer. Tout d'abord, il faut trouver une solution pour réguler le flux des granulés avant leur introduction dans le système de dosage. Puis une analyse approfondie des systèmes de dosage permettra d'identifier celui qui est la plus adapté au besoin.

3) Recherche de solutions

a) Dosage

Solution 1 : doseur à vis

Au fond de la trémie, une vis hélicoïdale est positionnée. Cette vis est conçue sous la forme d'un tube en spirale qui s'étend sur toute la longueur du doseur. Elle est montée sur un arbre central et peut tourner autour de son axe. Lorsque la vis tourne, les pales hélicoïdales déplacent les matériaux le long de la vis. Le mouvement de rotation de la vis crée un effet de transport, poussant les matériaux vers l'extrémité de la vis. Le débit des matériaux est contrôlé en ajustant la vitesse de rotation de la vis. Une vitesse plus élevée augmente le débit, tandis qu'une vitesse plus basse le réduit. Cela permet un dosage précis.



Il existe plusieurs types de vis suivant le matériau qui est dosé.

Types de vis	Image	Application
Queue de cochon : Rotor rond sans tube intérieur		Matériaux légers avec tendance au tassement : farines, sucres, cacao, pellets, produits granulaires, oxydes légers
Ruban : Hélice à ruban avec tube intérieur		Matériaux légers, produits granulaires, pellets , PVC, polymères en pellets
Avec âme : Hélice avec tube intérieur		Matériaux lourds et fluides, grains de métal

La vis sans fin doit être positionnée horizontalement. En effet, si elle est à la verticale la gravité peut influencer le déplacement des matériaux, particulièrement s'ils sont de nature fine, ce qui peut entraîner des fluctuations de débit et compromettre la précision du dosage. De plus, les granulés peuvent avoir tendance à s'agglutiner ou à former des blocages le long de la vis. Cela peut entraîner des interruptions du flux et des problèmes de dosage.

Solution 2 : Doseur vibrant

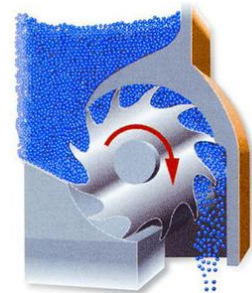
Son fonctionnement repose sur un moteur vibrant qui génère des vibrations transmises à une trémie de stockage. Ces vibrations déplacent le matériau le long d'un plateau vibrant, permettant un contrôle précis du débit. Les ajustements de l'amplitude et de la fréquence des vibrations permettent de réguler le débit de manière efficace.



En raison de la nature vibratoire du mécanisme, les risques de blocage sont réduits, ce qui contribue à maintenir un flux constant même avec de petits matériaux. Cependant les coûts d'installation et de maintenance sont élevés. De plus, pendant le dosage les dragées peuvent être pulvérisées dans l'environnement à cause des vibrations et cela entraîne un dosage moins précis.

Solution 3 : Dosage avec écluse rotative

Le matériau est stocké dans une chambre d'alimentation, et une roue à l'intérieur de l'écluse tourne autour d'un axe. En tournant, les pales de la roue capturent et libèrent le matériau de manière contrôlée à travers une sortie. La vitesse de rotation de la roue permet de réguler précisément le débit, offrant ainsi un moyen efficace de doser des matériaux.

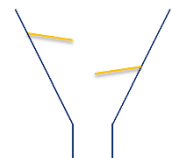


Les écluses rotatives sont généralement robustes et conçues pour résister à l'usure, ce qui les rendent adaptées à une utilisation prolongée dans des environnements industriels exigeants. De plus, la vitesse de rotation du rotor peut être ajustée pour modifier le débit, offrant ainsi une flexibilité dans le processus de dosage.

b) Fiabiliser la régulation du débit

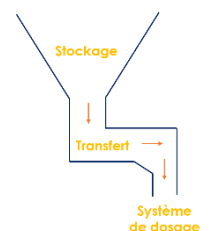
Solution 1

La première solution implique l'ajout de morceaux de tôle légèrement inclinés à l'intérieur de la trémie. Ces éléments serviront de support au poids des granulés, réduisant ainsi le flux.



Solution 2

La deuxième solution propose de séparer la fonction de stockage de la fonction de dosage. Cette séparation est réalisée en ajoutant une fonction de transfert, pouvant être assurée par une hélice ou un tiroir.



4) Choix de solution

a) Evaluation des solutions

Nous avons défini des critères pour évaluer les solutions, attribuant des notes sur une échelle de 1 à 5, 5 étant la meilleure. Ainsi, nous obtiendrons une note finale sur 20 pour chaque solution, facilitant la sélection de la solution optimale en termes de dosage et de fiabilité du débit.

Critère	Dosage			Fiabiliser le débit	
	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 1	Solution 2
Cout	2	1	4	4	2
Fiabilité	4	3	4	4	4
Précision	4	2	4	4	4
Encombrement	3	3	4	5	1
Total	13	9	16	17	11

En analysant ces résultats, il ressort que la solution 3 s'avère optimale en ce qui concerne le dosage, tandis que la solution 1 se distingue comme la meilleure option pour assurer un débit fiable dans cette situation.

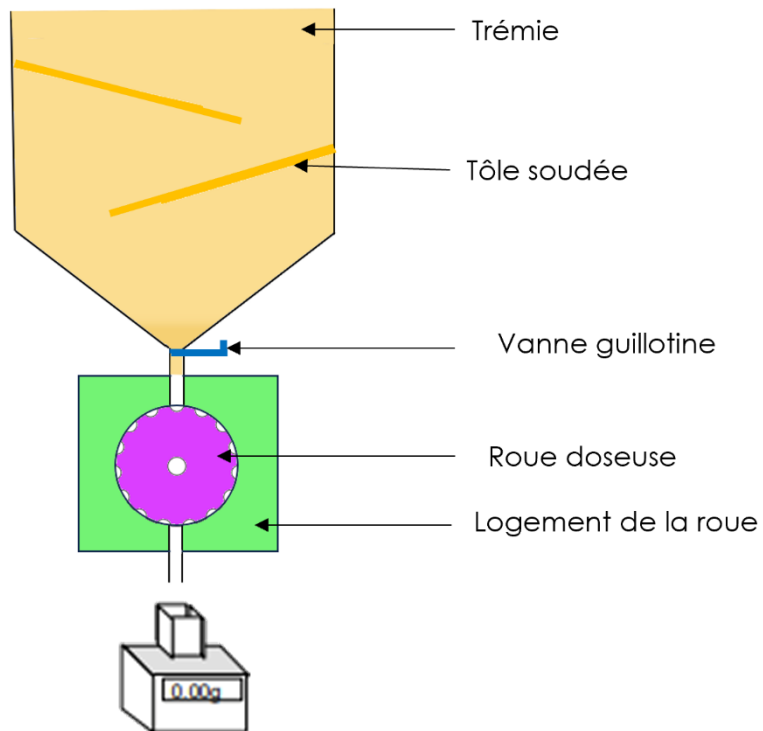
b) Explication

Pour notre choix final, nous nous sommes donc inspirés de la dernière solution pour le dosage. En effet, notre solution aura une roue doseuse à la place de l'écluse rotative. Cette roue comportera des compartiments qui seront remplis de granulés à mesure qu'ils passent par la trémie. La roue doseuse tourne, et à chaque rotation, les compartiments se vident les uns après les autres. Il y aura donc un moteur brushless afin de faire tourner cette roue, technologie très précise et compacte.

Pour diminuer le débit des granulés avant qu'ils arrivent dans la roue, des tôles seront soudées dans la trémie.

Nous incluons également une vanne dans notre conception afin de permettre l'interruption du flux de dragées, notamment pendant les opérations de maintenance.

c) Schéma du système



5) Conception

a) Calculs préliminaires

Nous avons effectué plusieurs pesées de 10 granulé chacune pour établir le poids moyen de cette quantité, le résultat est de 0,3 grammes. Dans la poursuite de cette étude, nous supposons que chaque dragée a une forme ronde avec un diamètre de 1 mm, même si, en réalité, elles présentent des formes diverses.

Avec ces hypothèses, nous pouvons déterminer le volume d'un granulé avec la formule :

$$V_{\text{sphère}} = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad \text{avec } D = 1 \text{ mm}$$

On trouve qu'un granulé a un volume égal à 0,52 mm³.

Avec ces informations, nous pouvons donc déterminer le nombre de dragées et le volume correspondant aux 3 poids qui peuvent être renseignés.

Voici le tableau récapitulatif avec toutes ces données :

	Nombres de granulés	Volume
15 g	500 granulés	261.8 mm ³
30 g	1000 granulés	523.6 mm ³
45 g	1500 granulés	738.4 mm ³

b) Conception de la roue doseuse

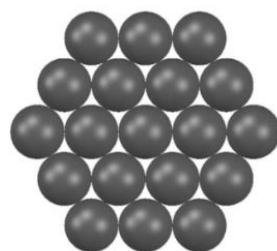
Sur la base de ces valeurs, nous avons entrepris plusieurs essais de conception de la roue doseuse. Notre choix final s'est porté sur une roue comprenant 15 compartiments, chacun ayant la capacité de contenir 3 grammes de granulés.

Avec cette conception, il est possible de mesurer toutes les doses qui sont des multiples de 3 notamment celles que l'opérateur peut spécifier.

	Nombre de tours
15 g	1/3 de tour
30 g	2/3 de tour
45 g	1 tour

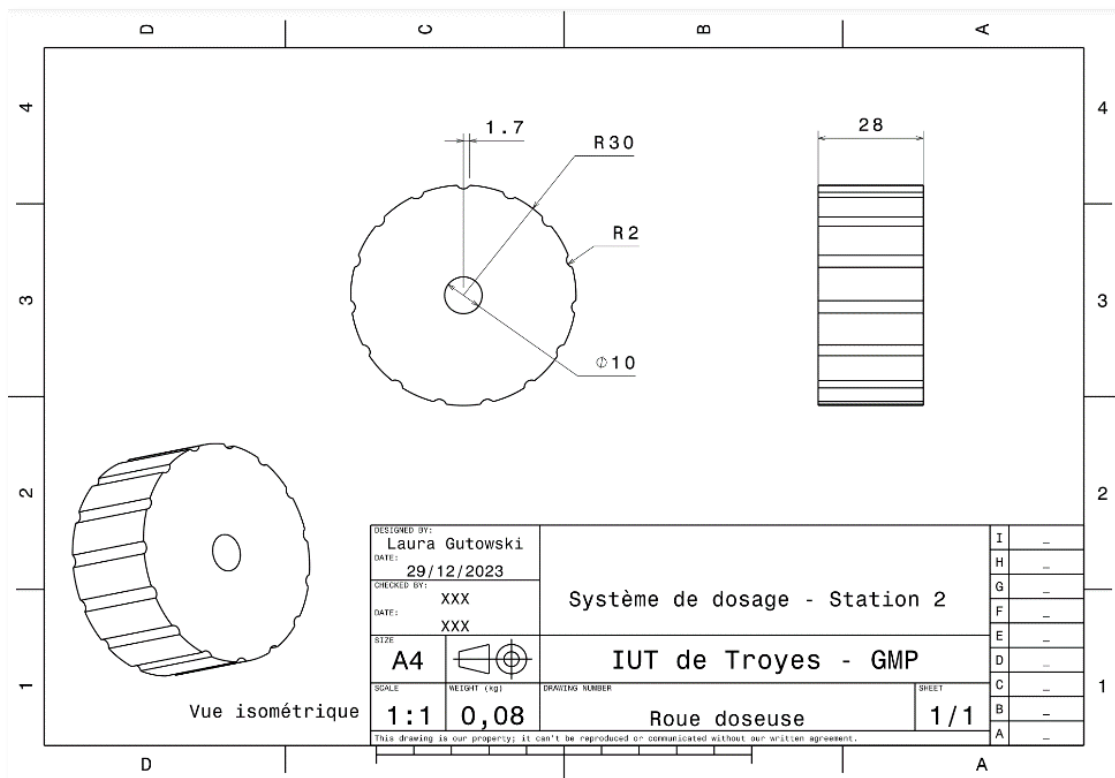
Cela nous permet de déterminer le volume de chaque compartiment qui pourra contenir 100 granulés soit un volume égal à 52,35 mm³.

Cependant, lorsqu'on empile des sphères de manière compacte, il existe un certain pourcentage d'espace vide entre les sphères. Ce pourcentage est souvent appelé "facteur de remplissage" ou "fraction d'occupation". Pour un empilement compact de sphères identiques, le facteur de remplissage est d'environ 74%. Cela signifie que 26% de l'espace entre les sphères est vide.



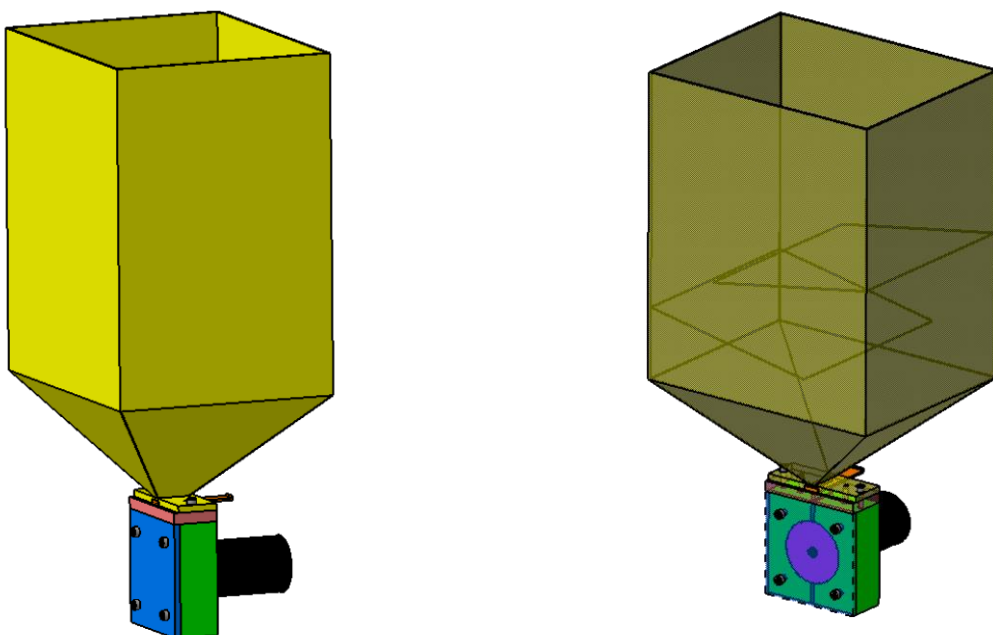
En augmentant le volume de 26%, nous en déduisons que chaque compartiment devra avoir un volume de 66 mm³.

Mise en plan de notre roue doseuse :

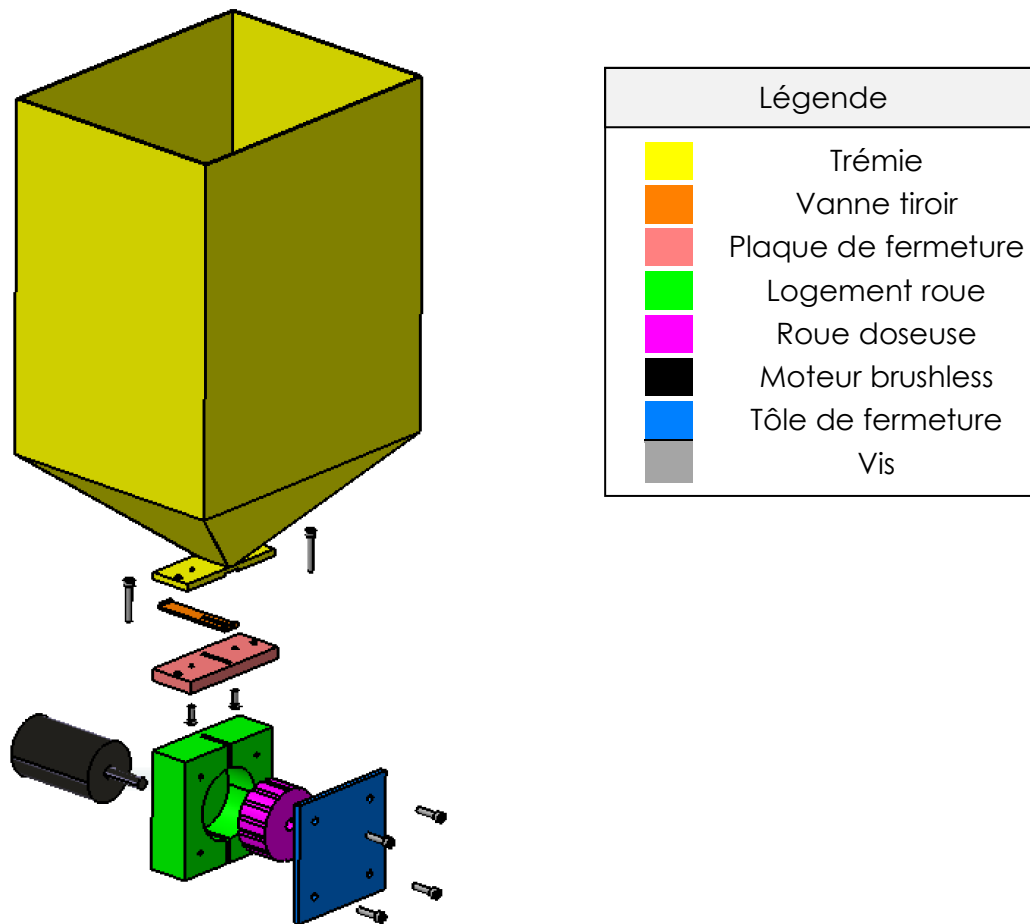


La précision de cette roue doseuse ne peut être garantie. Il est indispensable de créer un prototype pour effectuer divers essais et évaluer son fonctionnement. En effet, le prototype permet de valider, d'optimiser et d'ajuster la roue avant une mise en œuvre complète.

c) Assemblage final



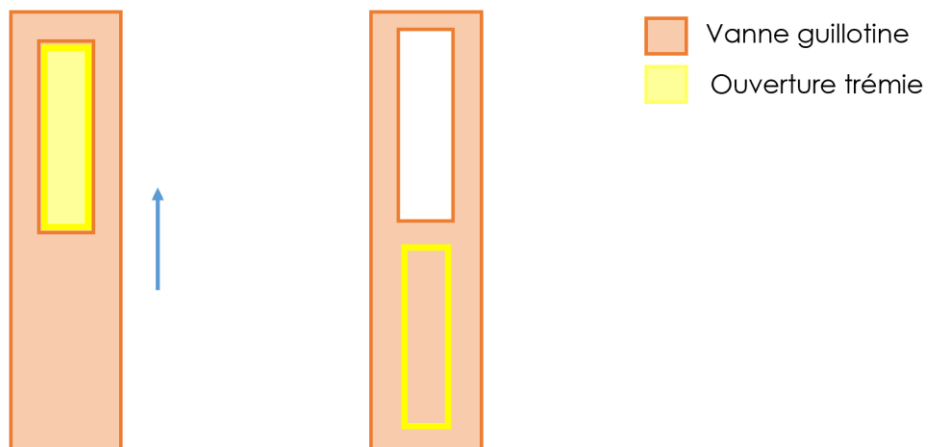
Vue éclatée



Fonctionnement de la vanne guillotine

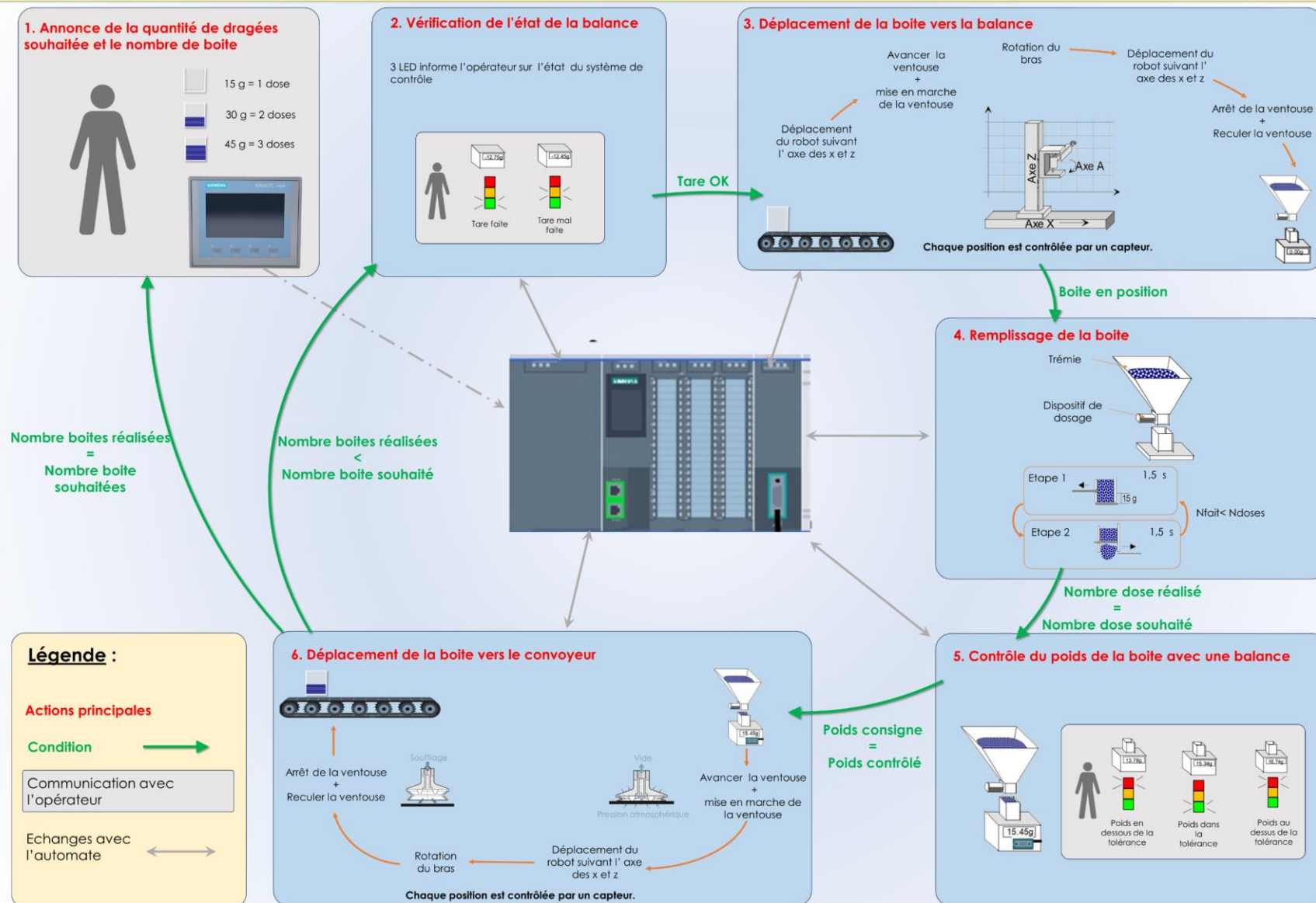
Position ouverte

Position fermée



PARTIE 2 – SUJET 3

Station 2 : Flux d'informations entre les différents composants



PARTIE 3 - ORGANISATION

Avant de commencer les 2 sujets à traiter, nous avons déterminé les étapes importantes à suivre pour les sujets. Nous avons par la suite élaboré un diagramme de Gantt pour chaque sujet pour planifier et répartir ces différentes tâches. Nous avons maintenu cette planification tout au long de son déroulement. Au sein de cette organisation, nous avons choisi d'initier notre travail sur le sujet 3 afin d'acquérir une compréhension approfondie du fonctionnement de la station 2, avant d'entamer le sujet 1 qui implique son amélioration.

1) Sujet 1

Tâches	Prénoms	Novembre				Décembre			
Semaine n°		1	2	3	4	1	2	3	4
Analyse fonctionnelle	Laura, Maëlle								
Analyse de la problématique	Laura, Elias, Maëlle								
Recherche de solutions	Laura, Queen, Elias, Maëlle								
Choix de la solution	Laura, Queen, Elias, Maëlle								
Conception	Elias, Queen								
Ecriture du rapport	Laura Queen								

2) Sujet 3

Tâches	Nom	Novembre				Décembre			
Semaine n°		1	2	3	4	1	2	3	4
Analyse de la problématique	Elias Laura Queen Maelle								
Analyse du système	Queen Laura								
Rassemblement d'information	Elias Maelle								
Création du Poster	Elias Maelle								
Rendu	Laura Maelle Elias Queen								

CONCLUSION

1) TAOUIL-- SOUFFLEUR Elias

Lors de l'élaboration du projet pour le premier sujet, j'ai trouvé l'utilisation de notre temps d'activité trop flou ce qui nous a obligé à travailler certaines fois à la hâte, cependant les TP sur les automatismes me semblait parfait afin de comprendre le fonctionnement de notre CPF. Ce qui fût une aubaine pour terminer nos deux sujets.

Le deuxième sujet quant à lui fût rapide à faire d'après moi ne pausant pas de grande difficulté.

2) GUTOWSKI Laura

Pour le sujet 1, nous avons pris du retard en nous penchant trop rapidement sur la recherche de solutions avant d'effectuer une analyse approfondie de la problématique. Ce sujet nous a permis de mettre en place une démarche de recherche de solution afin d'identifier, évaluer et sélectionner la meilleure solution à cette problématique. La partie la plus compliquée et la plus longue a été d'évaluer de manière objective les différentes solutions possibles en tenant compte des contraintes, en identifiant les avantages et les inconvénients de chacune. La mise en place de critère d'évaluation pour le choix de la solution aurait pu se mettre en place plus rapidement dans le projet afin de gagner du temps sur cette étape. Il aurait été également intéressant d'avoir plus de temps afin d'aller jusqu'au prototypage de la roue pour valider sa conception.

La mise en œuvre du sujet 3 a été facilitée par la compréhension acquise lors des travaux pratiques que nous avons réalisés. Bien que le regroupement des informations nécessaires ait été relativement aisé, synthétiser l'ensemble de ces informations sur un poster s'est avéré plus complexe. Au final, ce poster nous a offert une compréhension approfondie des flux entre les différents composants de la station 2, une connaissance essentielle en vue d'une optimisation des performances du système dans son ensemble.

Dans l'ensemble, la collaboration sur ces sujets en équipe s'est révélée très enrichissante, nous permettant de partager nos idées pour apporter des solutions optimales aux problèmes. De plus, cette expérience nous a enseigné l'importance de la coordination au sein du groupe pour une gestion efficace du projet.

3) GUYOT Maelle

Pour réaliser ce projet, nous avons dû nous organiser afin de travailler en équipe et se répartir correctement le travail. Cependant, je pense que nous avons perdu un peu de temps pour la recherche d'idées sur le sujet 1 car nous n'étions pas toujours dans la salle avec les automates.

Pour le sujet 1, nous avons eu plein d'idées différentes mais notre manque de connaissance et l'impossibilité de tester nos idées ne nous a pas permis de les vérifier et ainsi de savoir si elles répondaient à la problématique. Personnellement, je suis satisfaite de la solution que nous avons choisie mais je pense qu'il aurait été intéressant d'avoir la possibilité d'expérimenter nos idées.

Sur le sujet 3, nous avons été relativement efficace et nous n'avons pas rencontré de problème particulier.

Pour conclure, j'ai trouvé ce projet très intéressant. Nous avons dû étudier un système et chercher des solutions pour l'améliorer. Or, dans le groupe nous avons tous eu des idées différentes et c'est en les mettant ensemble que nous avons trouvé notre solution finale.

4) MAZIVE Queen

Lors de la réalisation de la SAE, nous avons été confrontés à plusieurs défis comme : la de gestion du temps, de répartition des tâches et de validation de chaque étape.

Pour le sujet 1, l'interaction entre les membres du groupe et l'enseignant était limitée et pour cette raison, une bonne coordination était nécessaire afin de respecter les délais fixés. La répartition des tâches nous a permis de gagner du temps de manière très efficace, facilitant ainsi l'avancement des travaux. À mon avis, la partie la plus difficile, qui a également été affectée par le temps, a été la validation de la conception du système, qui a pris beaucoup de temps pour la diversité des solutions et des idées.

Comme nous connaissions déjà le fonctionnement des différents postes de travail, le sujet 3 s'est avéré simple, car il consolidait tout ce que nous avions déjà fait au cours de la SAE.

En bref, cette SAE consistait à proposer une solution pour le système de dosage qui permettrait un dosage précis des grains, en tenant compte des problématiques existantes et en respectant le cahier de charge. Pour cela, nous avons étudié les solutions existantes et les avons adaptées en fonction de notre besoin.