



Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention de la

Licence Sciences et Techniques

Spécialité : Conception et Analyse Mécanique

Titre :

Amélioration de l'entrée de la laveuse casier

Lieu :

La compagnie des boissons gazeuse du nord

FES

Présenté par :

- Ahmed EL GHRISSI.
- Alae MAKHOKH.

Encadré par :

- Adil MOUSSAOUI.
- Pr. Jalil ABOUCHITA.

Soutenu le 04/06/2018 devant le jury :

- Pr. Jalil ABOUCHITA.
- Pr. Ahmed EL BIYAALI.



R E M E R C I E M E N T

A l'issue de notre stage au sein de la compagnie des boissons gazeuses (**COCA COLA**), tout d'abord, nous tenons à remercier **Le Directeur** pour son accueil et la confiance qu'il nous 'a accordé pour effectuer ce stage.

Nous tenons aussi à remercier très chaleureusement notre **Pr. Jalil ABOUCHITA** pour son engagement et son soutien ainsi que pour la pertinence de ses remarques et de ses feedback et ses très précieux conseils.

Nous remercions aussi notre encadrant de stage **Mr. Mourad OUBAHOU** pour son accueil, son aide, son attention tout au long du stage.

Grand remerciement au **Pr. Mourad BELAATIK** pour son aide et son soutien dans la programmation du système.

Nous tenons également à présenter nos remerciements au **Pr. Ahmed EL BIYAALI**, d'avoir accepté d'être membre de ce jury.

Bien sûr nous n'oublions pas de remercier les personnes qui travaillent dans cette entreprise pour les moments que nous avons passés ensemble.

Ces remerciements vont aussi au corps professoral et administratif de la **Faculté des sciences et techniques de Fès**, pour la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Nous adresserons enfin une pensée spéciale à nos parents pour leur soutien dans nos choix et aussi pour leur encouragement.



Merci



INTRODUCTION

Le Maroc est l'un des nombreux pays où le leader des boissons du Cola « Coca Cola » a choisi d'investir. Ainsi sept sociétés d'embouteillage ont été créées au royaume afin de répondre aux besoins du consommateur marocain. Parmi ces sociétés : la Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord, à savoir « la CBGN ». Durant notre visite au sein de la CBGN, on a essayé de suivre le processus de production des boissons gazeuses ainsi que les relations interpersonnelles et le travail effectué par les ouvriers (tâches parfois répétitives, conditions de travail : Rythme, horaires, responsabilités, etc.). Cela nous a énormément aidés à bien cerner les contraintes de production et le travail effectué par les opérateurs et les responsables de la chaîne de production.

Notre stage à la compagnie des boissons gazeuses du nord n'était pas une coïncidence, bien sûr c'était le fruit d'une longue et sérieuse réflexion.

Notre rapport s'articule autour des quatre chapitres, le premier consacré à une présentation de la société, dans le deuxième nous rappellerons le processus de fabrication et le troisième chapitre concernant la problématique et le cahier de charge, finalement le quatrième chapitre qui traite la résolution du problème et on a le terminé par un prototype.



SOMMAIRE

REMERCIEMENT.

INTRODUCTION.

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA CBGN

I.	La CBGN.....	5 -
1.	L’histoire de la CBGN	5 -
2.	Couverture géographique	8 -
II.	La CBGN-FES.	9 -
1.	Histoire De La CBGN-FES.....	9 -
2.	Fiche d’identification de la CBGN.	10 -
3.	Organigramme de l’entreprise.	12 -
4.	Activités de l’entreprise.....	13 -

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DE LA LIGNE DE PRODUCTION.

I.	LES LIGNES DE PRODUCTION.	15 -
II.	LES ETAPES DE PRODUCTION.....	15 -
1.	Traitement des eaux :	15 -
2.	Production de la boisson gazeuse (la siroperie) :	15 -
3.	le mixage :	16 -
4.	L’embouteillage :	16 -
☐	Dépalettiseur :	18 -
☐	Décasseuse :	18 -
☐	Laveuse de caisses :	19 -
☐	Lavage des bouteilles (laveuse bouteilles)	24 -
☐	Inspectrice : (Mirage vide).....	25 -
☐	Soutirage : (soutireuse).....	26 -
☐	Le codage (Dateuse).....	27 -
☐	Mirage plein : (contrôle niveau)	27 -
☐	Etiquetage : (étiqueteuse).....	27 -
☐	Encaissage et stockage (encaisseuse).....	28 -
☐	Le palettiseur	28 -



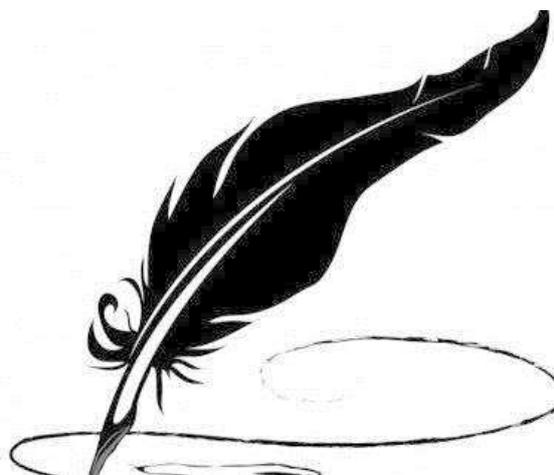
CHAPITRE 3 : PROBLEMATIQUE ET CAHIER DE CHARGE.

I.	Trajectoire des caisses.....	- 30 -
II.	Problématique.	- 34 -
III.	Cahier de charge fonctionnel.....	- 35 -
1.	Notions des besoins.....	- 35 -
2.	Analyse fonctionnel.....	- 37 -
3.	Deroulement du projet.....	- 38 -

CHAPITRE 4 : RESOLUTION DU PROBLEME ET CAHIER DE CHARGE.

I.	RESOLUTION DU PROBLEME.	- 41 -
1.	Généralité sur le système proposé.....	- 41 -
2.	Principe de fonctionnement.....	- 42 -
II.	PROTOTYPAGE.	- 46 -
1.	définition.	- 46 -
2.	Les objectifs d'un prototype.....	- 46 -
3.	materiels utilisés.....	- 48 -
4.	Montage.	- 53 -
5.	les parties du Programme.	- 54 -
6.	Programme utilisé :	- 55 -
7.	Teste du prototype.....	- 57 -

CONCLUSION





CHAPITRE 1

PRESENTATION DE LA





I. La C-B-G-N.

1. L'histoire de la CBGN

L'histoire de **The Coca Cola Company** est divisée en cinq étapes depuis la découverte de produit et jusqu'à sa forme actuelle et ses différentes sous marques.

1 .1ère Etape : De 1886-1892 :

Durant cette période, la marque a connu ces débuts, avec la découverte de recette mystérieuse par le pharmacien **John styth Pemberton** qui a été à la base un remède contre les maux de tête et les problèmes de digestion. Quelques temps plus tard la marque a été officialisée par **Frank Robinson** le comptable de **Pemberton** avec le même logo utilisé jusqu'à aujourd'hui. Puis la marque a été achetée par l'homme d'affaire (*ASA CANDLER*) qui a mené la marque à ses grands succès.

2.2ème Etape : De 1893-1904 :

Durant cette période la boisson a commencée à se faire connaitre dans les Etats Unis.

Partant du principe que la soif est mondiale, *Asa Candler* a pensé à des méthodes inventives de pur marketing pour lancer son produit sur le marché, allant de la distribution gratuite de sirop de Coca Cola à la distribution des accessoires portant le fameux cigle de la marque, ce qui a induit la nécessité de mettre en place de nouvelle unités pour couvrir le besoin du marché.

Jusqu'à là, le produit a été commercialisé en flacons ou en gros emballages, or la popularité de la boisson a exigé la mise en place de nouvelles formes de consommation, ceci a poussé l'homme d'affaire américain **John Biedenharn** à être le premier qui a pensé à conditionner Coca Cola en bouteilles. **Candler** à l'époque n'ayant pas vu les avantages de la mise en bouteilles, n'a pas été motiver pour



Le projet, ce qui l'a poussé cinq ans plus tard à vendre à un dollar symbolique l'exclusivité des droits de mise en bouteille et de vente de produits aux deux juristes Benjamin Thomas et Josef Whitehead.

3.3ème Etape 1905-1918 :

Le succès de la marque et de produit ont incité plusieurs à l'imiter. Ceci n'a pas été apprécié par **The Company Coca Cola**. Il fallait donc protéger la marque et le produit, les publicités sont donc concentrées sur l'authenticité de **Coca cola**, en rappelant les consommateurs à « exigés l'authentique » et « n'accepter aucune contre façon ». Action de plus la marque a pensé à mettre en place une nouvelle forme d'emballage 'unique et identifiable même dans le noir' d'où la naissance de la bouteille contour qui est effectivement reconnaissable dans le noir et qui compte parmi les symboles de la marque jusqu'à présent, en parallèle la marque a fait des grands investissements en installant des unités de productions en Amérique et en Europe ainsi que dans des territoires coloniaux.

4.4ème Etape 1919-1940 :

Durant cette période, la marque a connue des succès grandioses. Après avoir racheté par le père **Wood Ruff**, son fils **Roberts Wood Ruff** qui a été un génie du marketing, a pris les rênes de la boîte et l'a conduite au succès. Il a engagé l'expansion de Coca Cola à l'étranger et il a été le premier à introduire la boisson dans l'univers des jeux lors des jeux olympiques en 1928 à Amsterdam. Il a en parallèle favorisé le développement des méthodes de distribution et d'exposition du produit à la vente. La nouvelle qu'a connue la marque durant les soixante années de direction du fameux **Wood Ruff Roberts** a contribué à faire de Coca Cola non seulement



Un énorme succès commercial mais aussi un élément incontournable dans le quotidien des gens.

5.5ème Etape : De 1941-1959 :

La seconde guerre mondiale a positivement contribué dans l'histoire de la marque. **Wood Ruff** a voulu que chaque soldat défendant le drapeau puisse avoir la boisson à un prix symbolique quel qu'en soit le prix à payer par l'entreprise. Ceci a augmenté remarquablement la consommation de la boisson et poussé le général Eisenhower à demander d'urgence à l'entreprise la construction de dix nouvelles unités dans les territoires de guerre. Ainsi, une fois la paix rétablie, les usines construites ont fourni les marchés locaux et les actions marketing sur ce territoire ont permis de véhiculer une image positive de produit comme étant la source du bonheur des familles, des amis et des jeunes couples à l'époque.

6.6ème Etape : De 1960 jusqu'à aujourd'hui :

C'est dans cette étape que la compagnie a envahi le monde entier, en diversifiant ces produits, en rachetant de nouvelles marques boissons gazeuses à différents goûts, on s'introduisant dans le marché de jus de fruits, en créant de nouvelles variétés de son produit de base pour s'adapter à tous les goûts et répondre à tous les besoins.

2. Couverture géographique



II. La CBGN-FES.

1. Histoire De La CBGN-FES.



Coca-cola a fait son apparition pour la 1^{ère} fois au Maroc en 1947 grâce à un contingent de l'armée américaine qui était basé à Tanger à l'époque.

Une année plus tard, le 1^{er} embouteilleur a été mis en place à Tanger par JIM HALL avec un capital totalement américain. En 1952 la mise en place de la CBGN : embouteilleur franchisé de la compagnie Coca-cola, elle a été implantée à la place de l'actuel hôtel **SOFIA**.

En 1971, une nouvelle unité construite au quartier industriel **SIDI BRAHIM**.



De 1952 à 1987, la compagnie des boissons gazeuses du nord (CBGN) ne fabriquait que Coca-cola et Fanta Orange, Mais après et pour augmenter sa part de marché, La compagnie a décidé la diversification de ses produits. Elle a commencé à produire **Fanta Florida, Fanta Lemond, Bonaqua, Hawaï Ananas, Hawaï Tropical Et Sprite**, elle a lancé en 1992 les bouteilles en plastique PET. Elle a même acheté une nouvelle machine d'une grande capacité, rapide et Effectuant plusieurs tâches en même temps. En 1997, elle acquit la SIM (Société Industrielle Marocaine) principal concurrent lui permettant ainsi d'augmenter sa capacité de production et d'élargir sa gamme de produits.

En 2002, la CBGN devient filiale de l'Equatorial Coca-cola Bottling Company (ECCBC), qui elle aussi filiale du groupe COBEGA à 70%, de The Coca-Cola Holding à 30%. La CBGN reste parmi les anciens embouteilleurs dont sept filière qui existe actuellement au Maroc tel que :

- SCBG : Société des Boisson Gazeuses à casa et Salé.
- ABC : Atlas Bottling Compagnie à Tanger et Oujda.
- CBGS : Compagnies des Boissons Gazeuses du sud à Marrakech.
- CBGN : Compagnies des Boissons Gazeuses du Nord à Fès.
- SCGS : Société des Boissons Gazeuses de Sousse à Agadir.

2. Fiche d'identification de la CBGN.

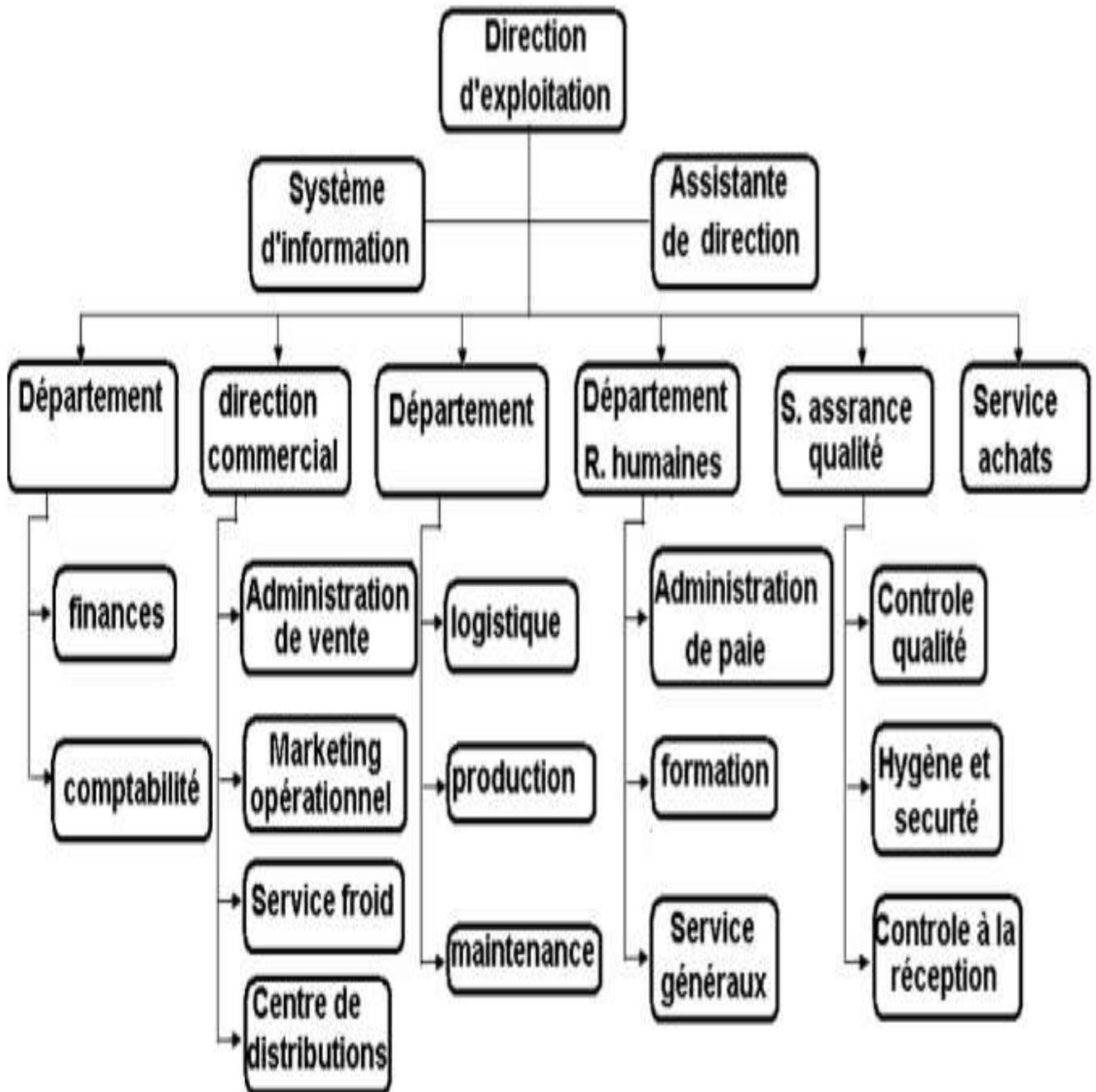


Raison sociale	compagnie des boissons gazeuses du nord
Forme juridique	Société anonyme
Capital social	3 720 000 DHS
Activité	embouteillage et distribution des boissons gazeuses non alcoolisées
Secteur d'activité	agroalimentaire

Adresse	quartier industriel sidi Brahim – Fès				
Date de création	26 juin 1953				
Boite Postal	2284				
N° d'enregistrement	102054				
N° Patente	13245421				
Identifiant Fiscal	102054				
N° C.N.S.S	1349952				
Numéro RC	11 286				
TEL	0535 965 000				
FAX	0535 965 025				
Directeur Général	M ^r Fayçal ZITOUNI				
Administrateur Directeur Général	M ^r . Mly HFID MRINI				
Effectif	24 cadres	35 agents de maîtrise	65 employés	395 ouvriers	Un total de 519



3. Organigramme de l'entreprise.



ORGANIGRAMME DIRECTION USINE.

4. Activités de l'entreprise.

La CBGN a comme activité principale la mise en bouteilles des boissons gazeuses fabriquées dans les ateliers de production sur la base concentrée importée de la société mère à Atlanta. Concernant les produits de la compagnie, celle-ci a opté pour la diversification de la gamme en produisant :





CHAPITRE 2

PRESENTATION DE LA CHAÎNE DE PRODUCTION



I. LES LIGNES DE PRODUCTION.

L'usine comporte une seule ligne de production, une ligne de verres.

- La ligne verre : une capacité nominale de 1500 produit /h, tous les produits de 1l ,35cl et 20 cl.

II. LES ETAPES DE PRODUCTION.

1. Traitement des eaux :

L'eau potable distribuée par la RADEEF est utilisée par le service de traitement des eaux qui s'occupe de le traiter avant d'être utilisé par la siroperie, la production et le rinçage des bouteilles soufflés.

Le traitement des eaux est nécessaire pour :

- Diminuer l'alcalinité.
- Éliminer les impuretés susceptibles d'affecter le goût ou l'aspect du produit.
- Éliminer les matières en suspension pouvant être présentes dans l'eau de ville.

2. Production de la boisson gazeuse (la siroperie) :

Après avoir traité l'eau, il reste une deuxième étape qui est la production de la boisson gazeuse, c'est la siroperie. Cette opération peut être subdivisée en deux grandes parties, la préparation du sirop simple puis du sirop fini.

3. le mixage :

Le mixage constitue la dernière phase de production de la boisson. Cette étape consiste à mélanger le sirop avec l'eau traitée refroidie par l'eau glycolé et du gaz carbonique dans des proportions bien définies.



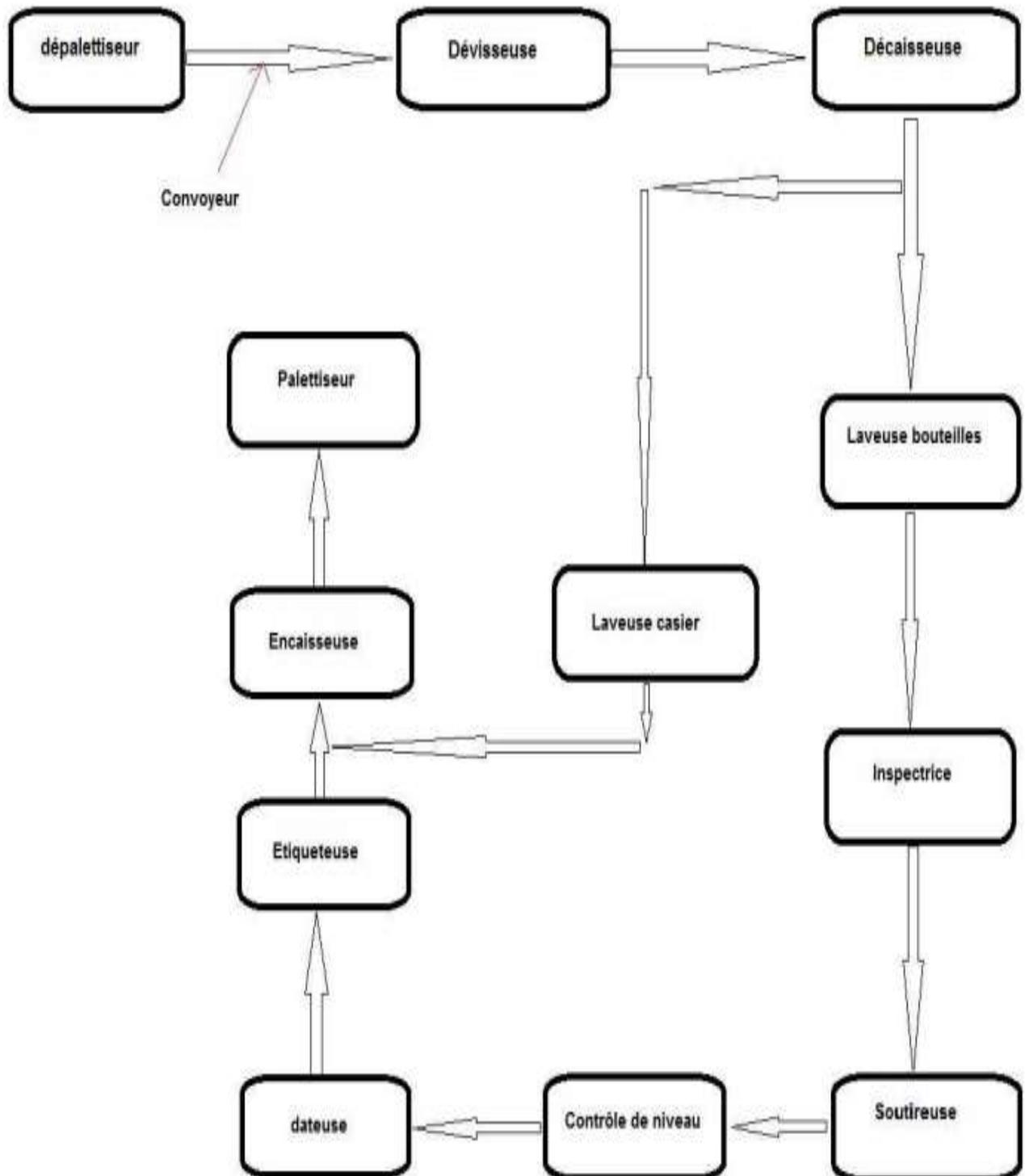
Machine de mixage.

4. L'embouteillage :

L'embouteillage est une étape primordiale dans le processus de la production de la boisson gazeuse.

Les bouteilles en verre passent par les machines suivantes :

Schéma de la ligne de production verre.



- **Dépalettiseur :**

Cette machine représente un système presque automatisé concernant la mise en caisse sur les convoyeurs, ces caisses sont placés les uns sur les autres sous forme d'un parallélogramme.



- **Décaisseuse :**

Elle se trouve après le dépalettiseur, elle reçoit 4 caisses, des têtes vendeuses équivalentes à chaque caisse portant des bouteilles sur une table d'accumulation afin de les transporter vers la laveuse des bouteilles.



Les caisses vides se transportent à l'aide d'une chaîne vers la laveuse caisiers.

- **Laveuse de caisses :**

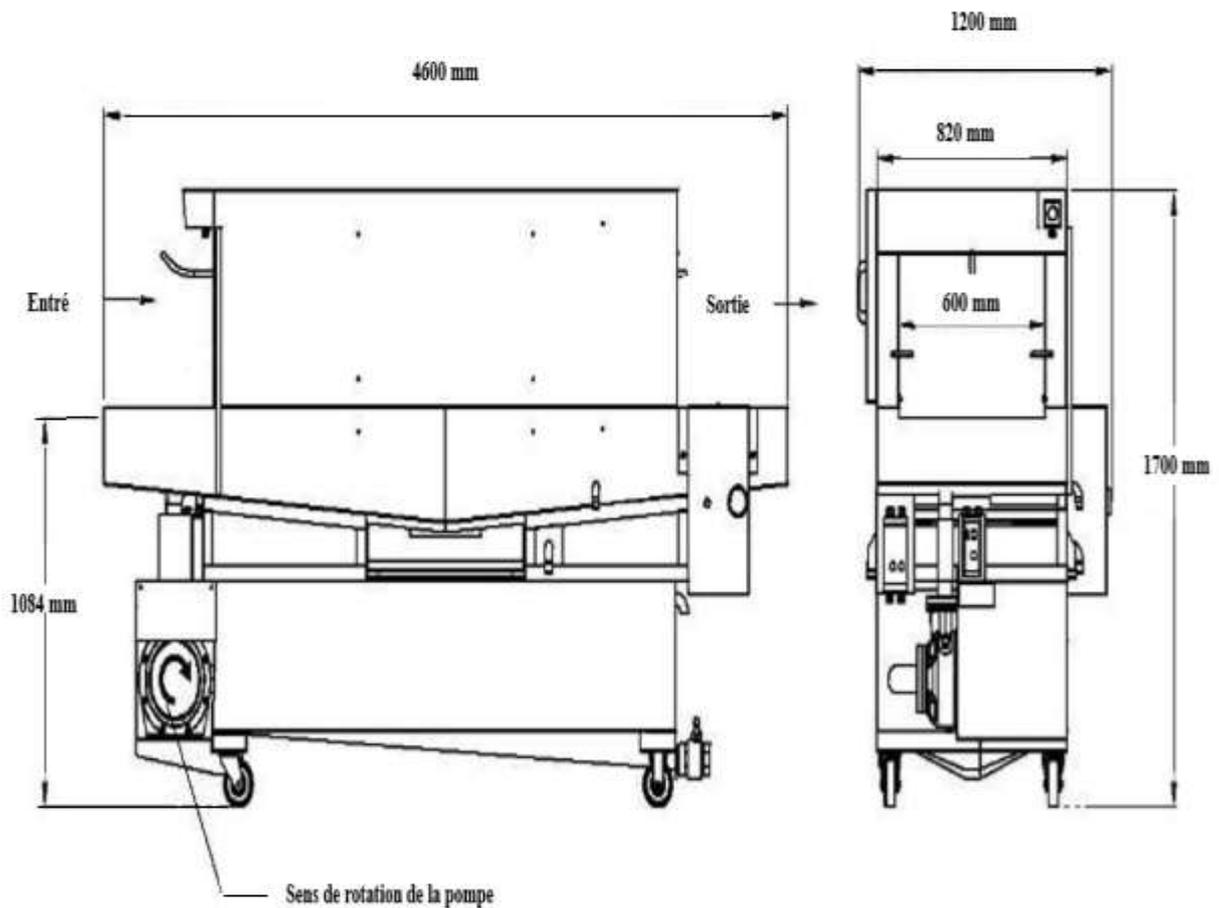
La laveuse de caisses est une machine de traitement qui assure un nettoyage optimal du matériel d'emballage. Elle se compose d'un système de transport de caisses, d'un transporteur à chaîne charnière, d'un système de filtrage automatique de l'eau, d'un système automatique de réchauffement et d'un système de contrôle de niveau d'eau pour éviter les brûlures de la pompe et les éléments de chauffage.



Dans notre cas on parle de la laveuse de caisses LAMBRECHTS type KL151 destinée par les caractéristiques suivantes :

Nom de la machine	Laveuse de caisses LAMBRECHTS
Type de la machine	KL 151
Capacité de la machine	1500 caisses / heure
Dimensions de la machine	<ul style="list-style-type: none">• Longueur : 4600 mm• Largeur : 1200 mm• Hauteur : 1700 mm• Poids : 2 t
Dimension max du casier	<ul style="list-style-type: none">• Longueur : 600 mm• Largeur : 500 mm• Hauteur : 450 mm

Schéma de la laveuse casiers



Fonctionnement et description :

Cette laveuse est composée d'une chaîne centrale qui entraîne une caisse dans un tunnel de buse expulsant de l'eau à haute pression. L'entrée et la sortie sont facilitées par un convoyeur à chaîne charnière. La caisse passe par un tunnel de 50 buses positionnées judicieusement pour permettre de nettoyer toute les surfaces de la caisse.



En fonction de niveau de saleté des caisses, l'opérateur a la possibilité de choisir la vitesse de passage des caisses à travers le tunnel de buse. Plus la vitesse est petite plus le décapage est intense.

De plus il y'a la possibilité de rajouter l'option « eau chaude » pour améliorer le décapage. L'eau qui est utilisée pour laver les caisses retombe dans un bac central. Ce dernier est pourvu de différents niveaux de filtre qui permet de se débarrasser des principaux agrégats. Afin d'optimiser la consommation en eau, cette eau est filtrée et réutilisée en étant réexpédiée dans les buses de nettoyage via une pompe centrifuge à pression constant. il est évident que nous avons la possibilité de renouveler l'eau quand nous le souhaitons.

Les composantes de la laveuse casier :

Cette machine est composée nécessairement de deux sections une section principale de lavage (section détergent) et une section de rinçage :

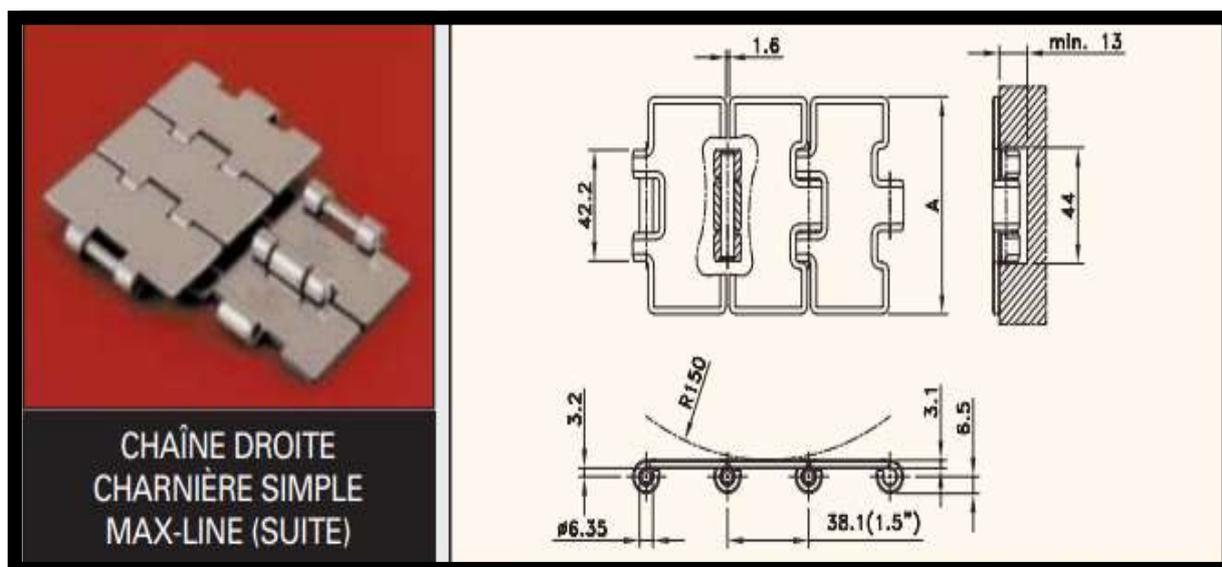
- **Section détergent :**

- Un bain de contenu 350L contient un thermomètre pour détecter la température de l'eau chauffée désiré.
- Un système de recirculation.
- Une pompe de type KSB Etabloc, 50 m³/h à 3,5 bars avec un filtre panier double et un manomètre.
- Un moteur électrique de type IP 55, 7,5 KW.
- 50 injecteurs de type Flajet nr. $\frac{1}{4}$ P3540-Inox

- **Section de rinçage :**

- Un bain de capacité 350L.
- un système de recirculation.
- une pompe de type KSB Etabloc, 10 m³/h à 3,5 bars.
- Un moteur électrique de type IP 55, 3KW.
- 10 injecteurs de type Flajet nr. $\frac{1}{4}$ P3540-Inox.

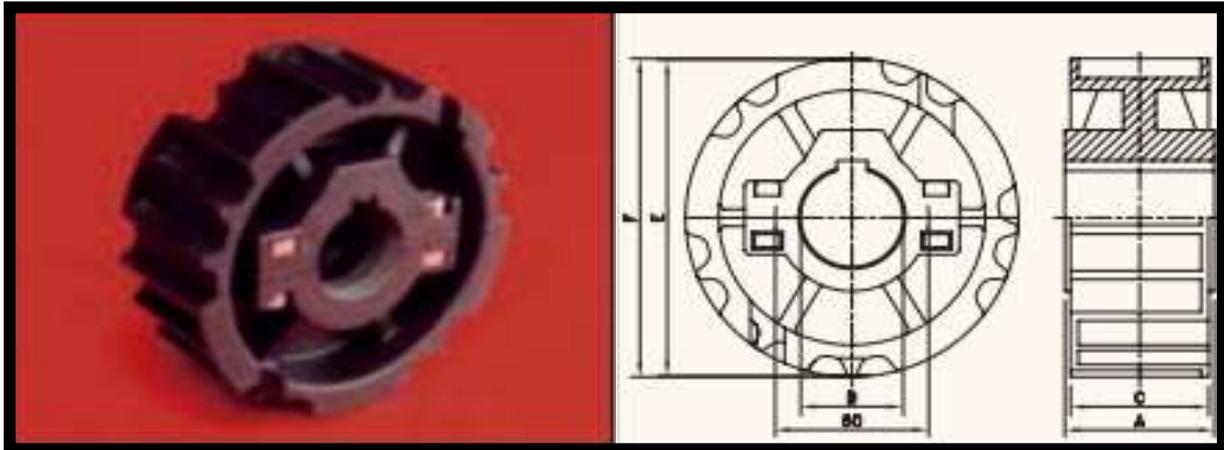
- **Chaîne à charnière du convoyeur :**



Les caractéristiques de cette chaîne :

Type de chaîne	N°. de code	Largeur de palette		Poids	Planéité de la surface (max.)	Surface polie	Charnières polies	Charge de travail (max.)
		mm	inch					
66 S 72 M	762.03.72	190,5	7,50	4,99	0,60	Non	non	6000

- **Pignon de transmission du mouvement :**



Les caractéristiques de ce pignon :

Type de pignon	N°. de code	Nbr. de dents	Alésage	Diamètre primitif	Diamètre extérieur	Largeur (Dent)	Largeur du moyeu	Diamètre du moyeu
			B	E	F	C	A	H
			mm/inch	mm	mm	mm	mm	mm
NS815 25-45	L0815665351	25	45	153,2	154,2	54,0	58,5	60

- **Lavage des bouteilles (laveuse bouteilles)**

Le lavage s'effectue selon les étapes suivantes :

Le pré inspection : c'est une opération qui a pour but l'élimination des bouteilles non conformes, elle est effectuée manuellement.

Le pré lavage : avec une eau adoucie.

Le lavage à la soude caustique : il s'effectue à une température de 82 °C combiné à un additif « le triphosphate de sodium » qui comme rôle

D'empêcher le passage de la mousse provenant de Na OH et donner la brillance aux bouteilles.

Le pré rinçage : élimination des trace de détergents (eau chaude).

Le rinçage final : par de l'eau traité froide et chloré pour éliminer les résidus caustiques et refroidir les bouteilles jusqu'à température ambiante.

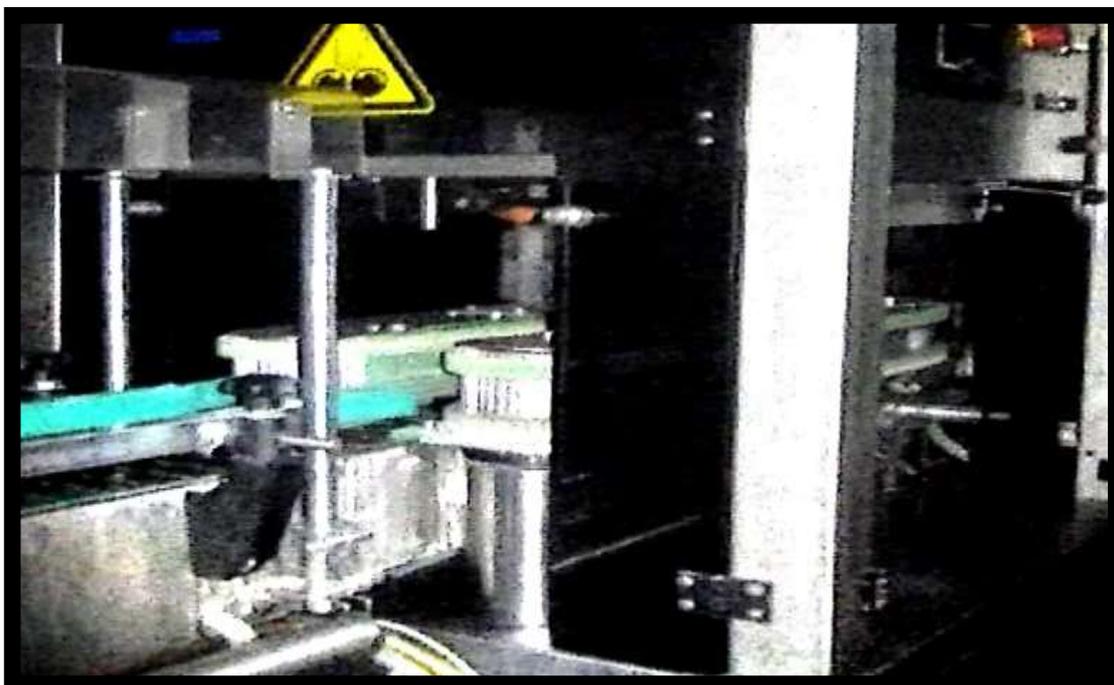


- **Inspectrice : (Mirage vide)**

C'est une opération de pré inspection visuelle des bouteilles lavées, elle se fait par une équipe de mireurs qui contrôlent toutes les bouteilles et enlèvent celles présentant un certain défaut, parmi les suivants :

- Les bouteilles sales.
- Les bouteilles ébréchées.

- Les bouteilles très usées.
- Les bouteilles contenant des traces de soude.
- Les bouteilles avec des goulots ébréchés.
- Inspection électronique : cette tâche sert à accomplir le rôle du mirage en détectant les anomalies difficiles à vérifier à grande vitesse et à l'œil nu.



- **Soutirage : (soutireuse)**

Cette opération consiste à remplir les bouteilles lavées par la boisson et les fermer par la suite. Elle s'effectue grâce à Une soutireuse. Les bouteilles sortant de la soutireuse passent directement dans une autre machine appelée visseuse, celle-ci est constituée de têtes Permettant la fermeture des bouteilles par

Des vices ou des bouchons (pour les bouteilles de 1L) avec une pression bien déterminée.



- **Le codage (Dateuse)**

Lors de cette opération, un dateur se charge de jeter de l'ancre sur les capsules ou les bouchons afin de mentionner la date de production, la date d'expiration et la ligne de production.

- **Mirage plein : (contrôle niveau)**

C'est une opération similaire à celle de mirage vide, cette fois l'opérateur ajoute, aux conditions précédentes, contrôlées et éliminer les bouteilles mal remplies ou mal fermées.

- **Etiquetage : (étiqueteuse)**

L'étiquetage est l'habillage de la bouteille par une étiquette à l'aide d'un appareil, elle contient tous les informations sur le produit.



- **Encaissage et stockage (encaisseuse)**

Une fois la bouteille est étiquetée, elle est acheminée vers l'encaisseuse qui met les bouteilles en caisse, son fonctionnement est similaire à celui de la décaisseuse.

- **Le palettiseur**

Ce système consiste à mettre les caisses les uns sur les autres d'une façon bien organisée sous forme d'un parallélogramme à l'aide des barrières motorisées par des cylindres, ce parallélogramme est posé sur une planche appelée palette.





Chapitre 3

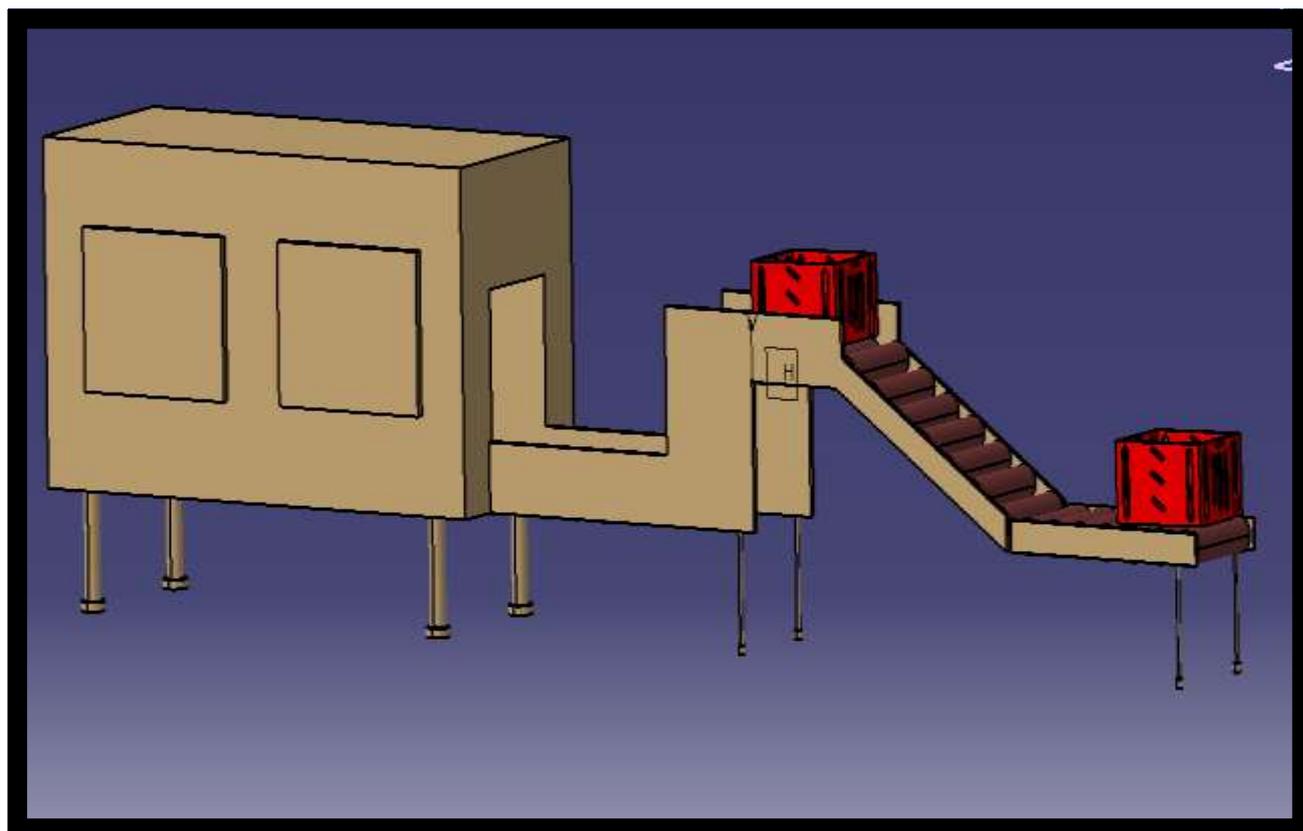
Problématique et cahier de charge.

- Dans les parties suivantes on va s'intéresser à la performance du système qui s'occupe du positionnement des caisses pour qu'elles arrivent à l'entrée de la laveuse d'une manière correcte.

I. TRAJECTOIRE DES CAISSES.

- **Etape 1 :**

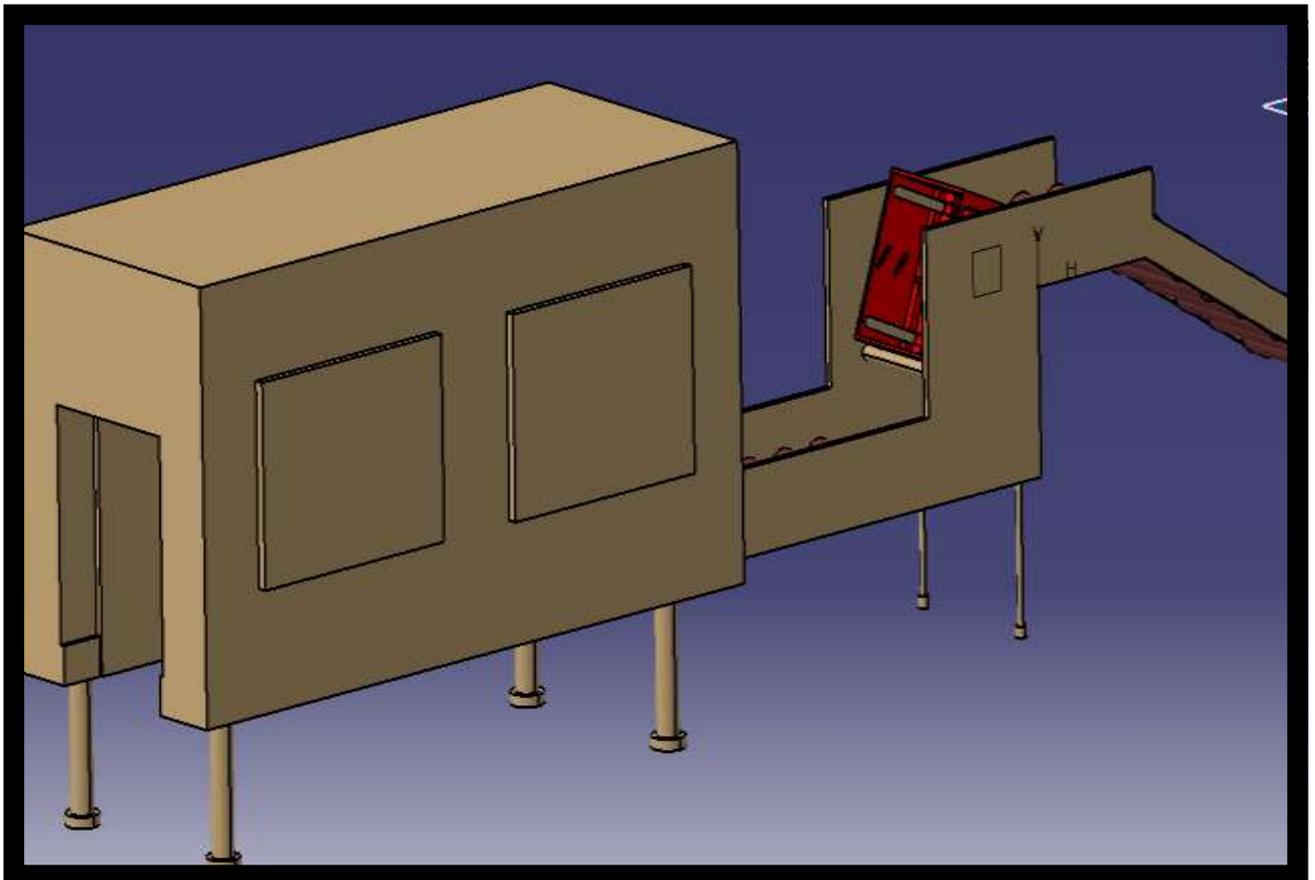
Lorsque les caisses vides arrivent de la décaisseuse le convoyeur à chaine charnière les emmène à une position avec une hauteur de 600 mm du deuxième convoyeur qui importe les caisses à l'entrée de la machine.



Dessin approché de la laveuse des caisses.

- **Etape 2 :**

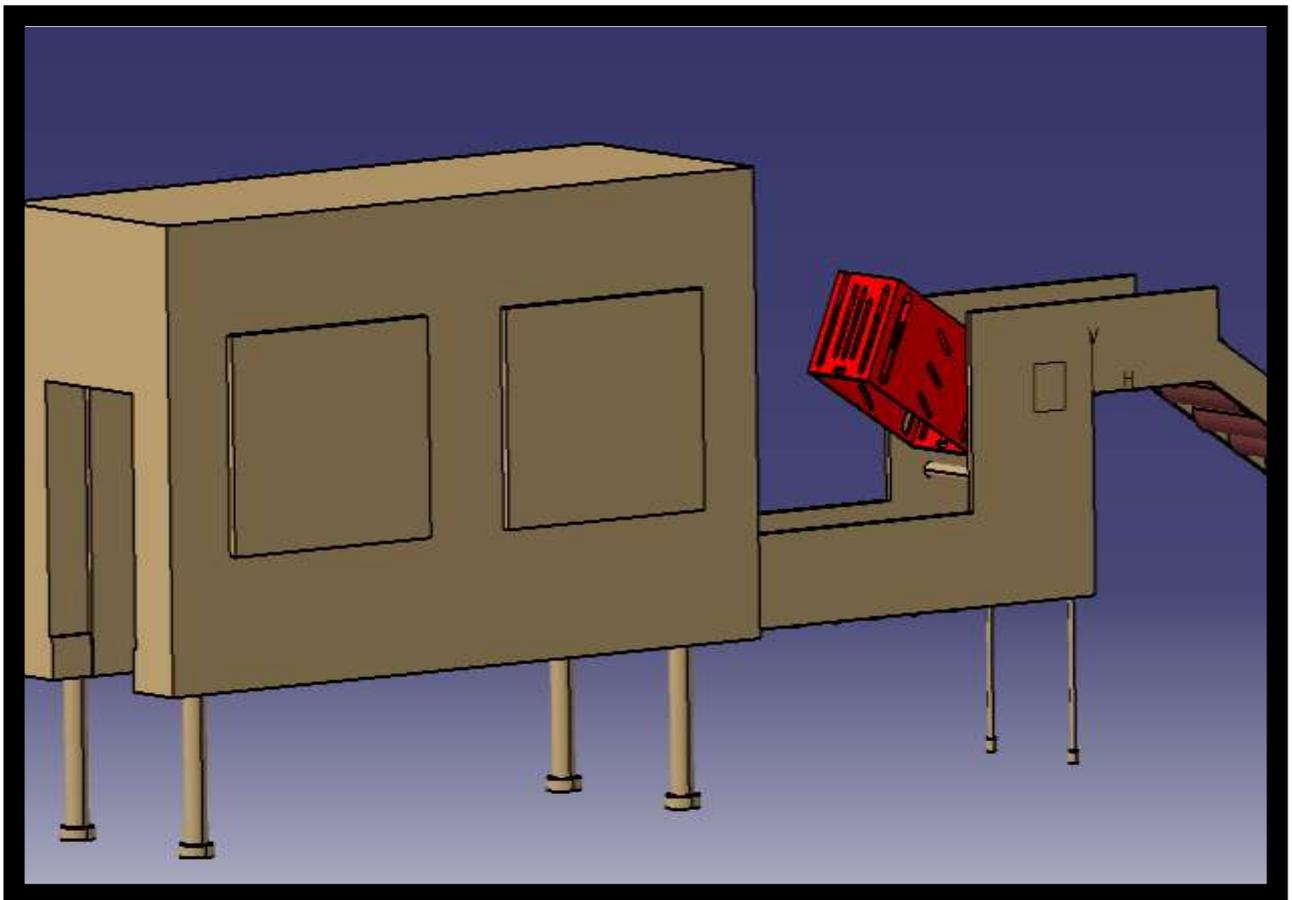
Grâce à cette hauteur les caisses tombent librement sur une barre en acier située d'une distance de 300 mm entre les deux convoyeurs.



Dessin approché de la laveuse des caisses.

- **Etape 3 :**

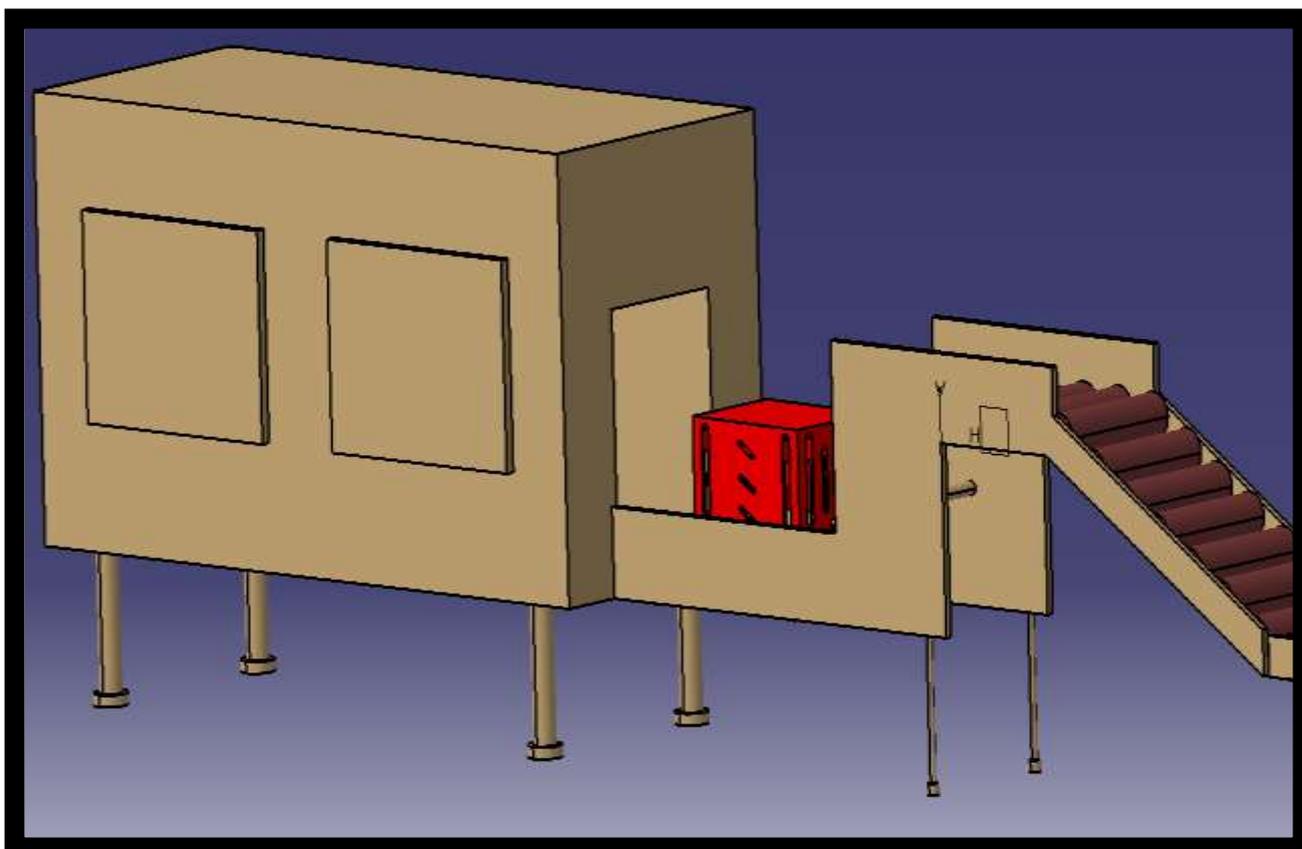
Cette chute libre donne un mouvement de rotation aux caisses pour les positionner sur la face correcte afin d'effectuer l'opération de lavage.



Dessin approché de la laveuse des caisses.

- **Etape 4 :**

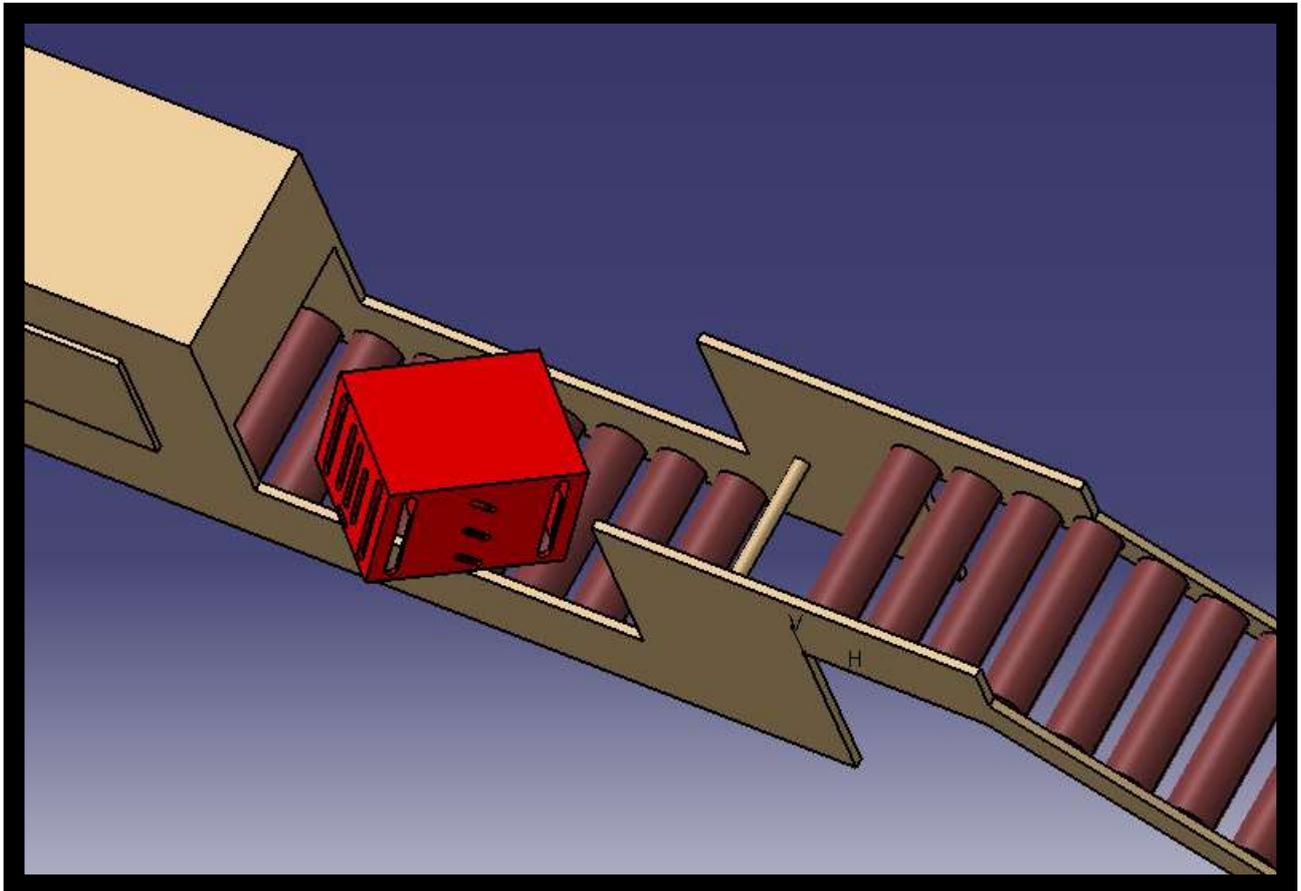
Enfin l'entrée du casier dans la laveuse
(Manière correcte).



Dessin approché de la laveuse des caisses.

II. PROBLEMATIQUE.

Notre travail c'est l'amélioration de l'entrée de la machine laveuse casier. C'est une machine ancienne (LAMBRECHTS model 1991 type kl 151), qui utilise un système mécanique simple pour faire tourner les caisses, parfois ce système ne fonctionne pas de la façon désirée, ce qui aboutit à un blocage devant l'entrée de la laveuse.



Dessin approché du mauvais positionnement du casier.

III. CAHIER DE CHARGE FONCTIONNEL.

C'est un document contractuel par lequel on exprime les besoins en termes des fonctions.

1. Notions des besoins.

Le besoin c'est une notion très importante dans la science de l'ingénieur car les mécanismes ou bien les systèmes qu'on étudie répond à un besoin et par définition le besoin correspond à une nécessité ou un désir exprimé par l'utilisateur.

Cette étape va permettre de justifier l'existence du besoin par ce qu'on appelle le diagramme de « **bête à cornes** ».

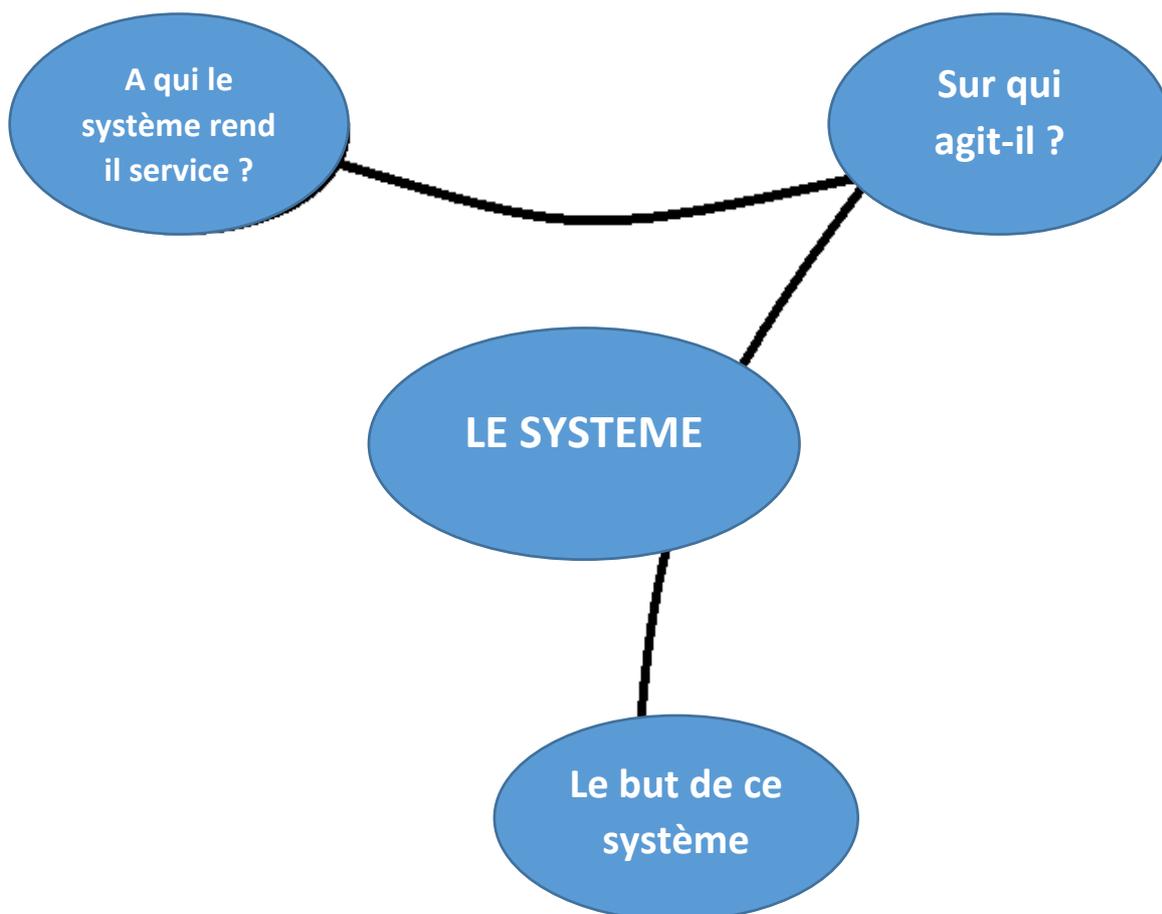


Diagramme « Bête à cornes ».

Réponses aux questions du diagramme.

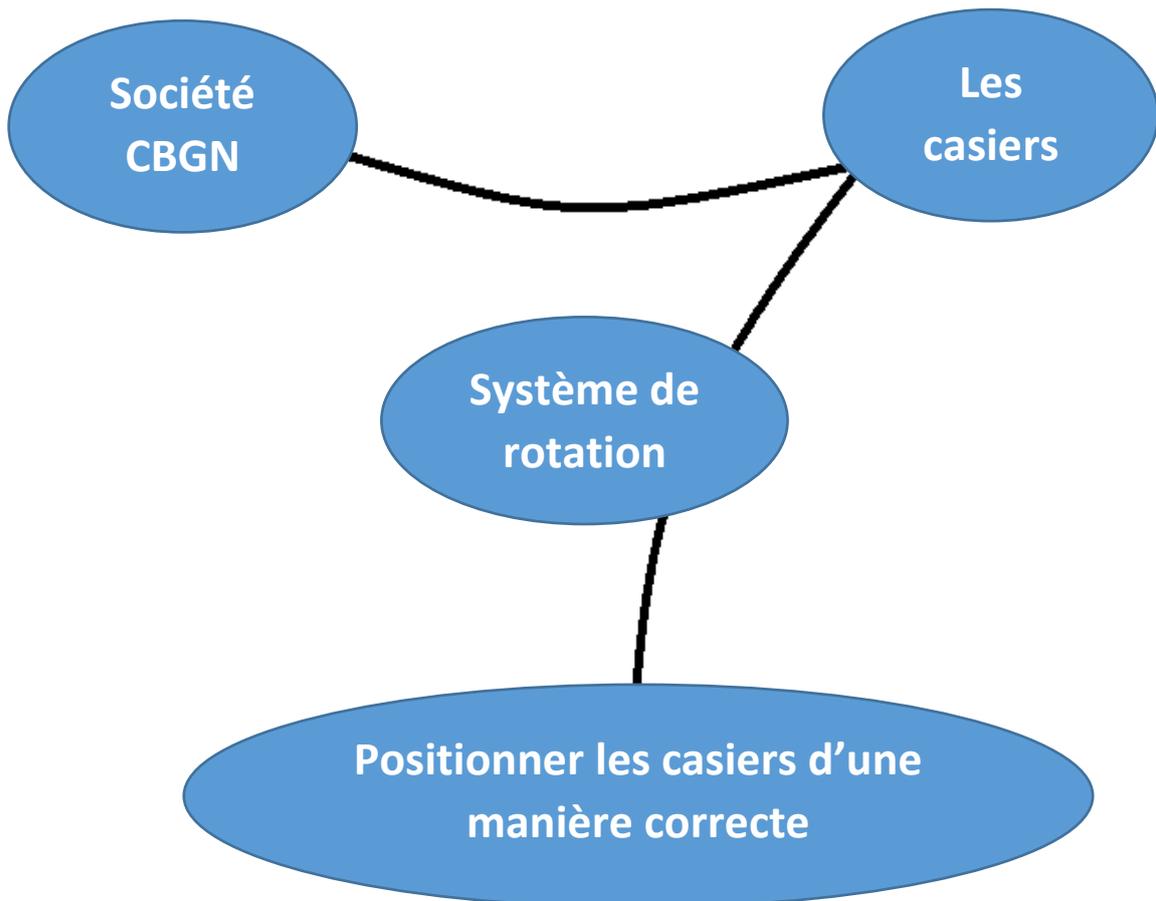


Diagramme « Bête à cornes ».

2. Analyse fonctionnel.

- Fonctions principales (FP) :
Elles sont les raisons d'être du système.
- Fonctions contraintes (FC) :
Elles sont des limitations à l'imagination du récepteur.
- Milieux extérieurs :
Tous les éléments ayant une interaction avec le système

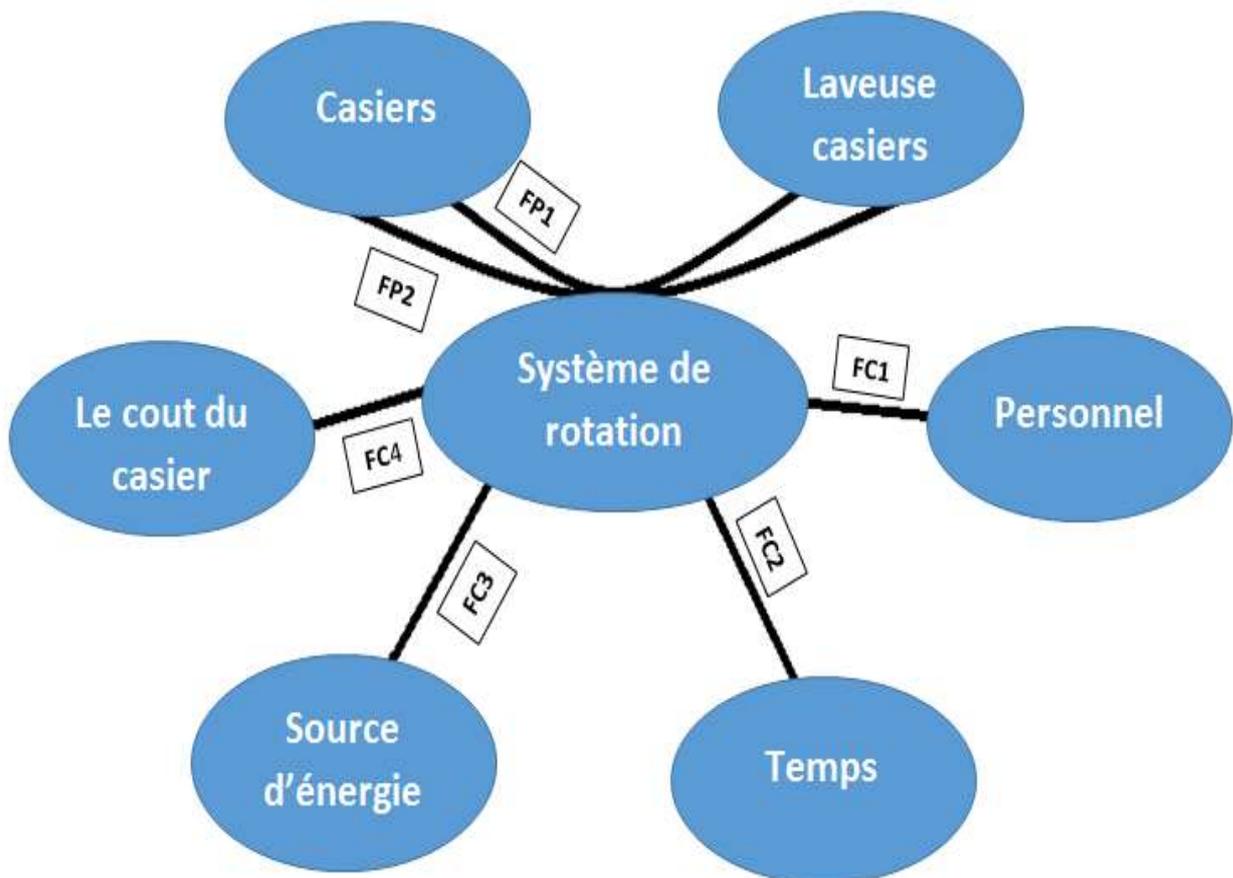


Diagramme Pieuvre.



Fonctions principales.

PF1 : permettre de tourner les casiers pour qu'ils arrivent à la laveuse.

PF2 : permettre de garantir la continuation de la trajectoire des casiers vers la laveuse.

Fonctions contraintes.

FC1 : profiter des personnels dans autres emplois.

FC2 : éviter le gaspillage du temps en cas de blocage.

FC3 : ne pas consommer trop d'énergie.

FC4 : minimiser le cout des caisses endommagées.

3. Déroulement du projet.

Tache 1 : Le choix du projet. (Durée 5 jours)

Tache 2 : L'analyse du système utiliser par l'entreprise. (Durée 10 jours)

Tache 3 : Recherche des solutions. (Durée 7 jours)

Tache 4 : La réalisation de la solution sur CATIA (Durée 10 jours)

Tache 5 : Rédaction des deux premiers chapitres. (Durée 5 jours)

Tache 6 : Réalisation du cahier de charge. (Durée 5 jours)

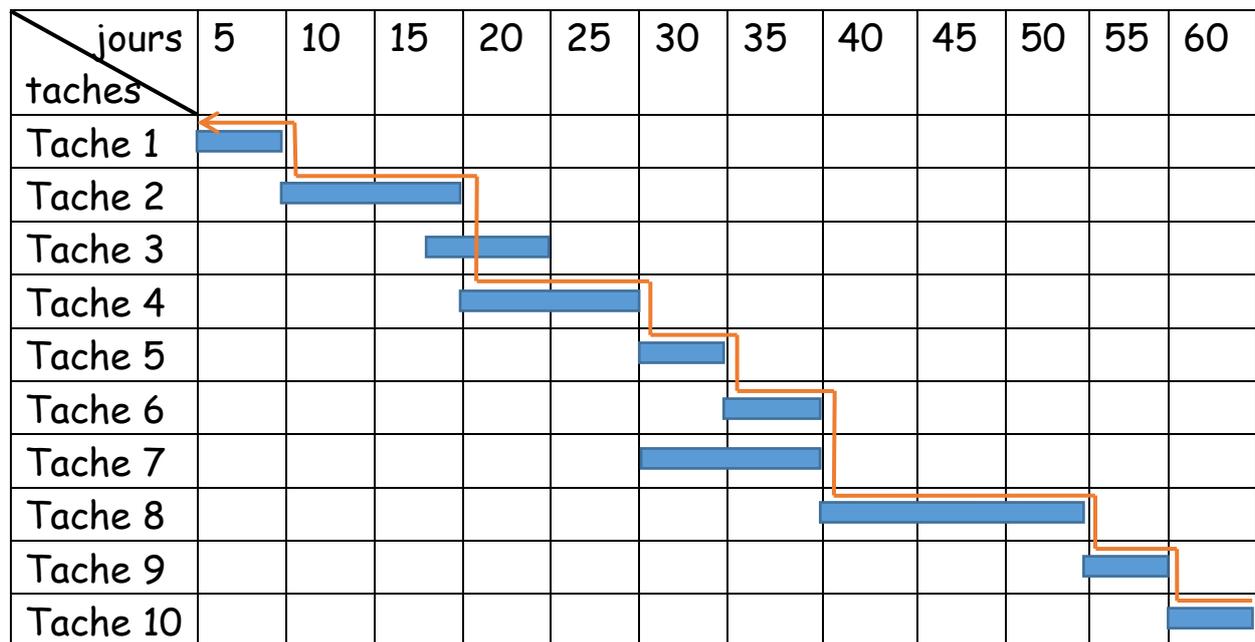
Tache 7 : Recherche des éléments nécessaire pour la réalisation du prototype. (Durée 10 jours)



Tache 8 : conception du prototype. (Durée 15 jours)

Tache 9 : rédaction du chapitre 4. (Durée 5 jours)

Tache 10 : teste du prototype. (Durée 5 jours)



→ : Chemin critique.

Diagramme GANTT.



CHAPITRE 4

Résolution du problème et prototypage.

I. Résolution du problème.

1. Généralité sur le système proposé.

Pour répondre au cahier de charge nous avons pensé à automatiser ce système pour avoir mieux de fiabilité et de rigourosité. On a remarqué que le système classique utilisé par l'entreprise emmène les casiers au deuxième convoyeur avec un potentiel très élevé ce qui cause beaucoup de problèmes comme on a montré dans la partie précédente (problématique). Alors notre idée c'est d'utiliser un support (**figure1**) pour garantir le bouleversement des caisses et minimiser le potentiel causé par la chute libre et l'effet du poids.

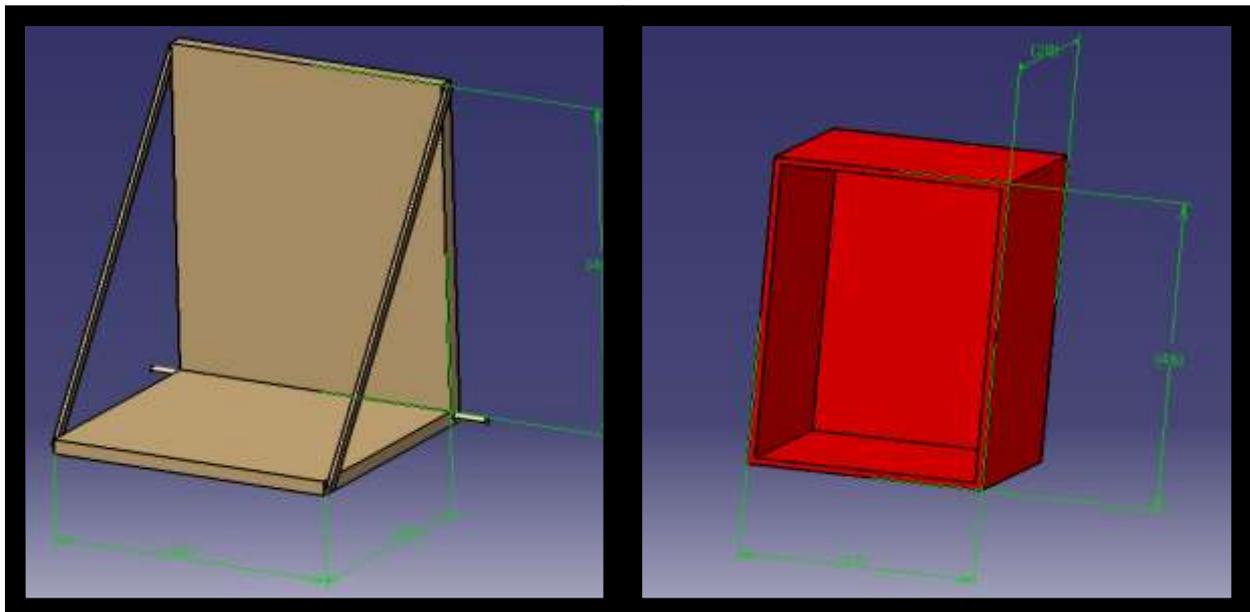


Figure (1) : Support casiers (Dimensions réels).

2. Principe de fonctionnement.

Lorsque le casier arrive au support, sa détection est réalisée par le blocage du faisceau entre l'émetteur et le réflecteur (**figure2**) cette action empêche le moteur de faire tourner le support (90°), quand le capteur ne détecte aucun objet, le faisceau émis est renvoyés par le réflecteur alors le moteur retourne le support à son état initial.

Donc ce nouveau système assure le bon positionnement du casier afin d'arriver à l'entrée de la laveuse d'une manière correcte.

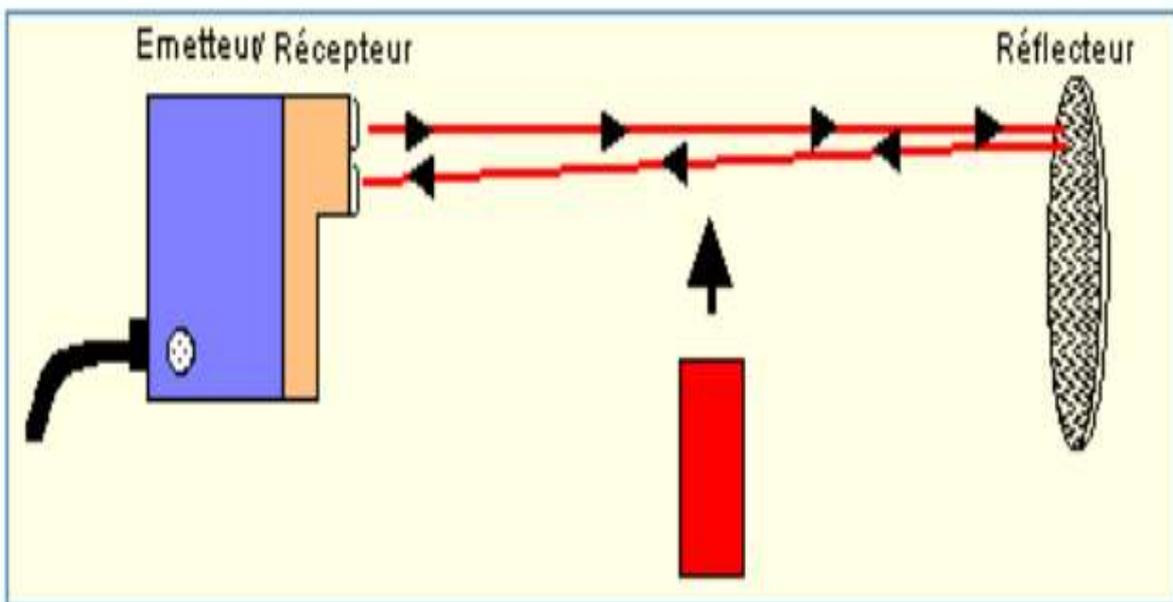
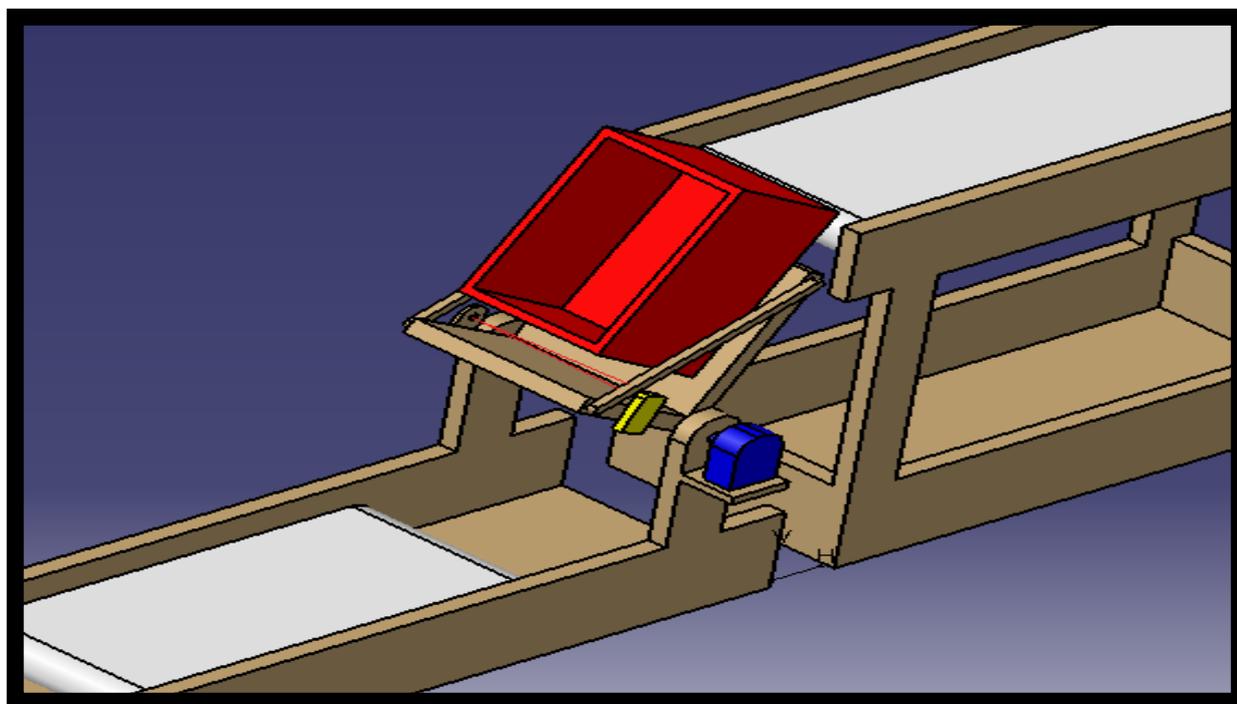
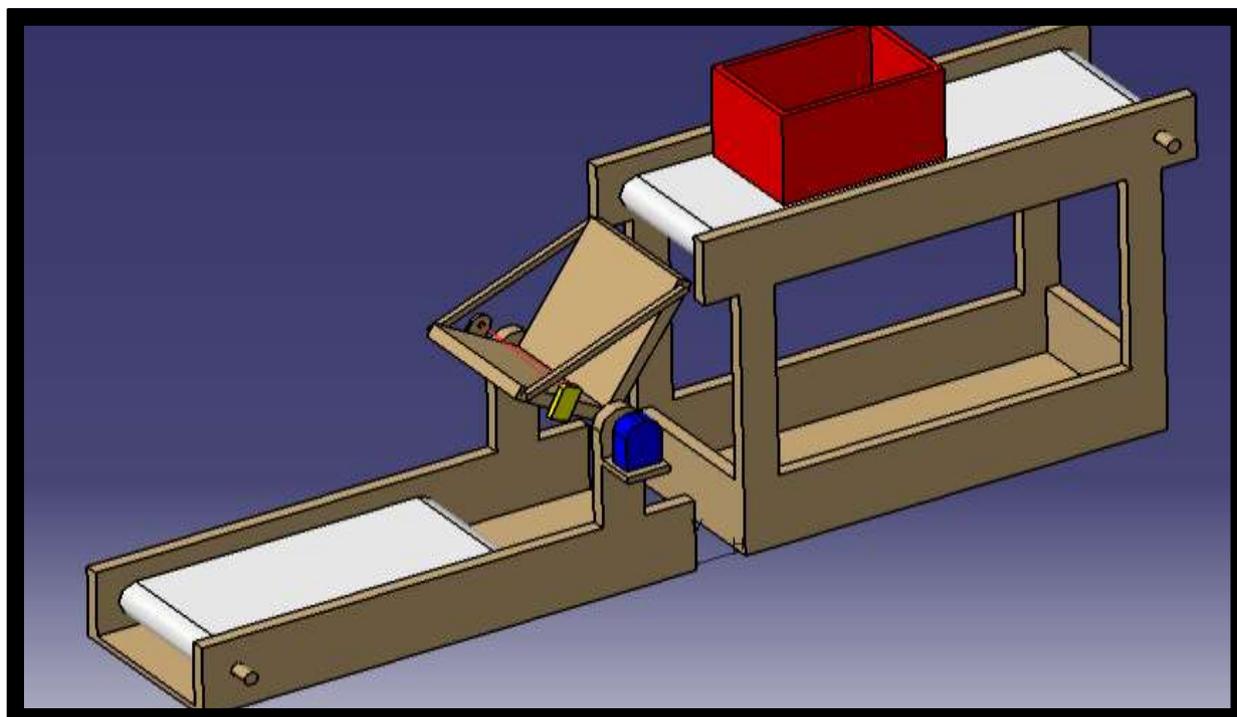
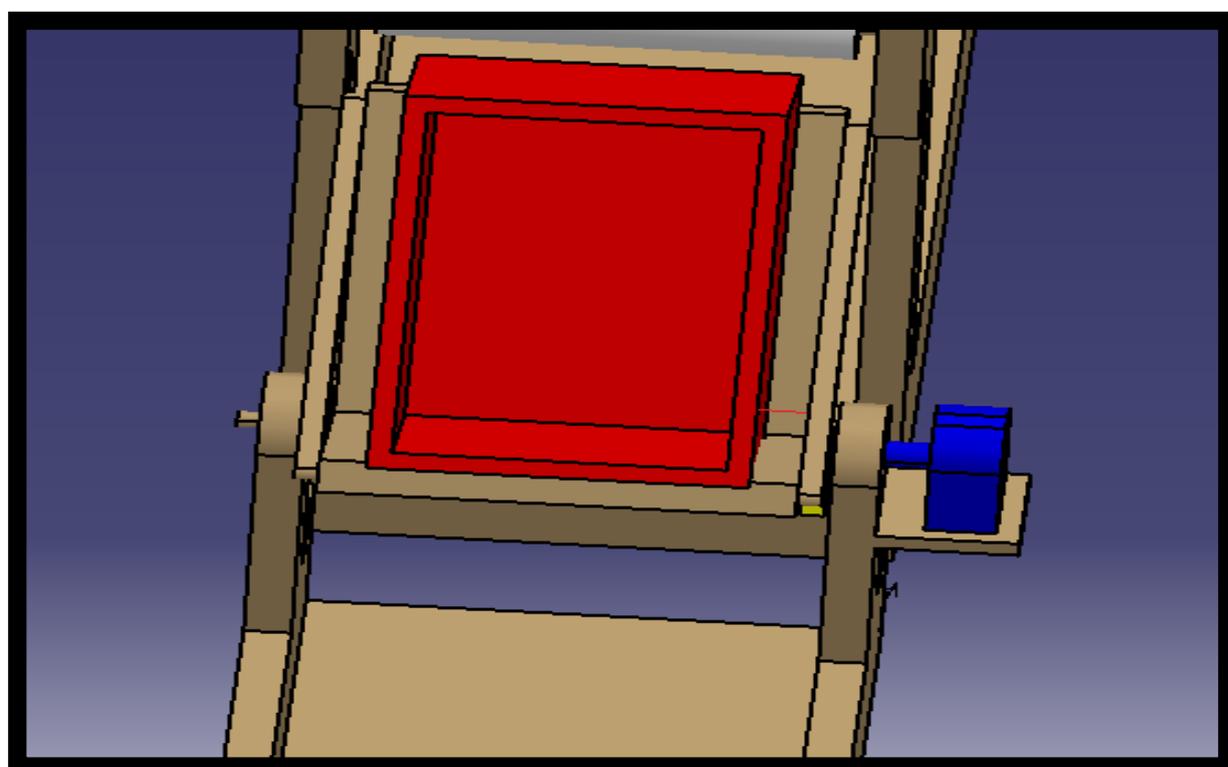
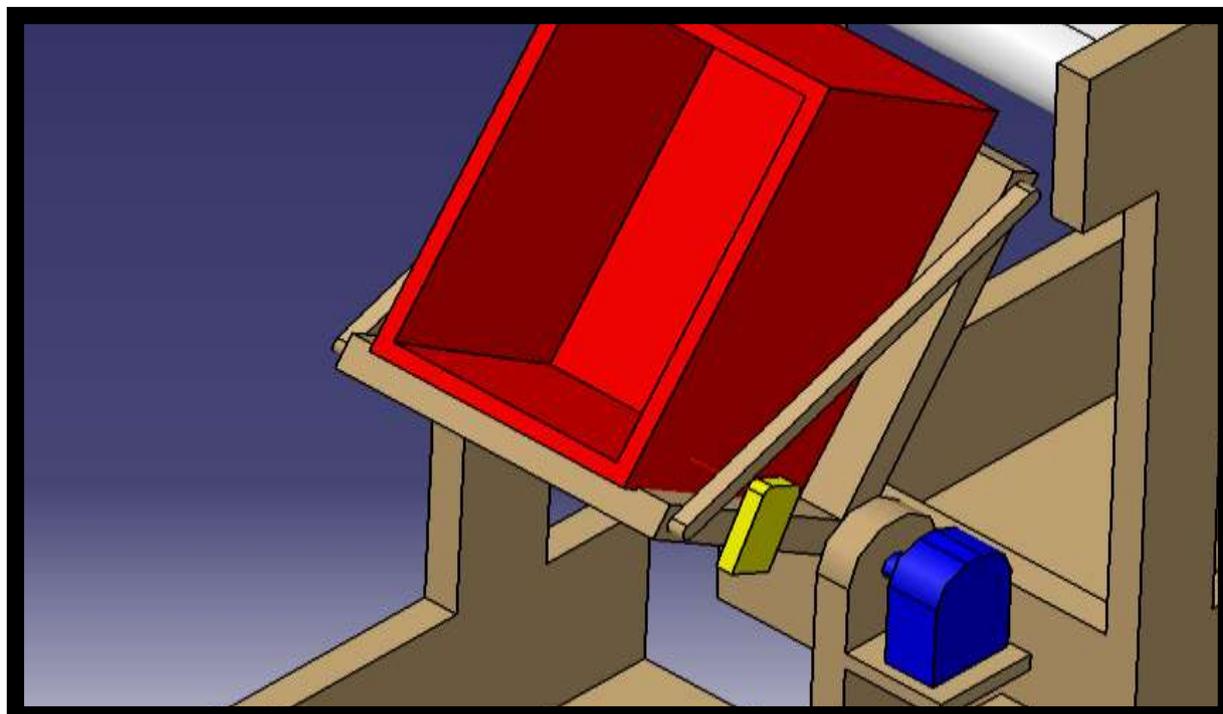


Figure (2) : Capteur photo-électrique.

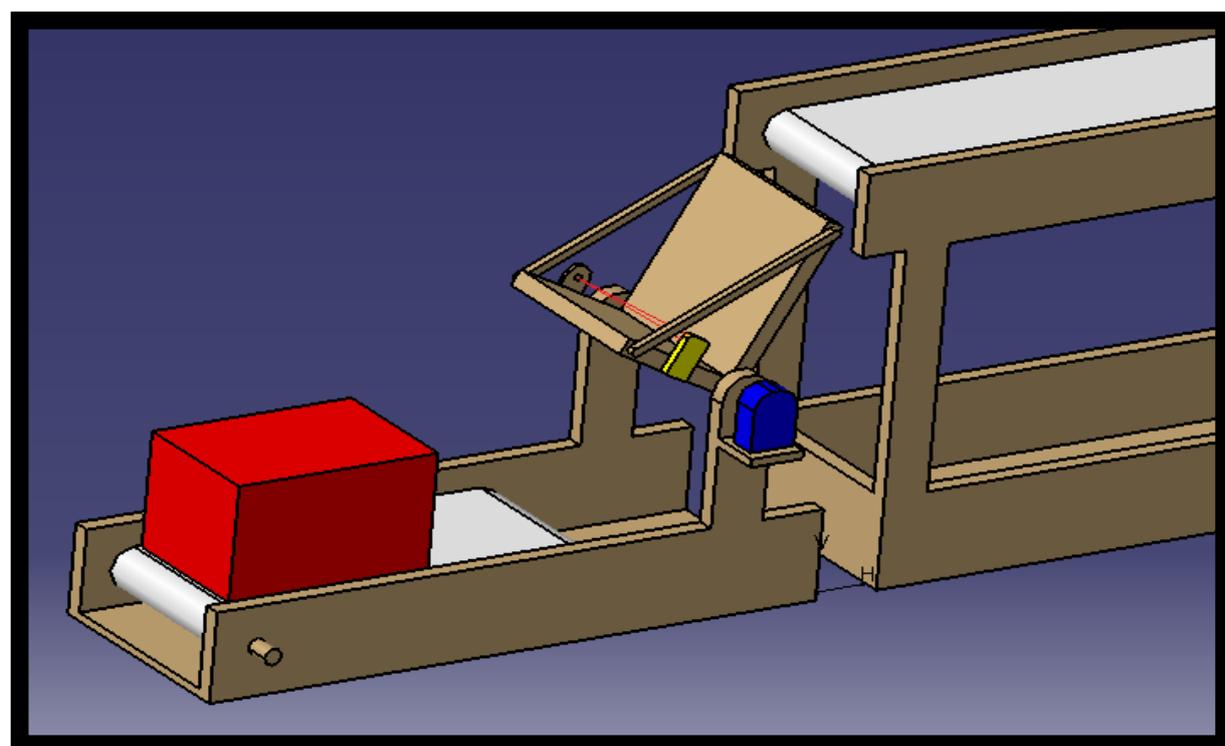
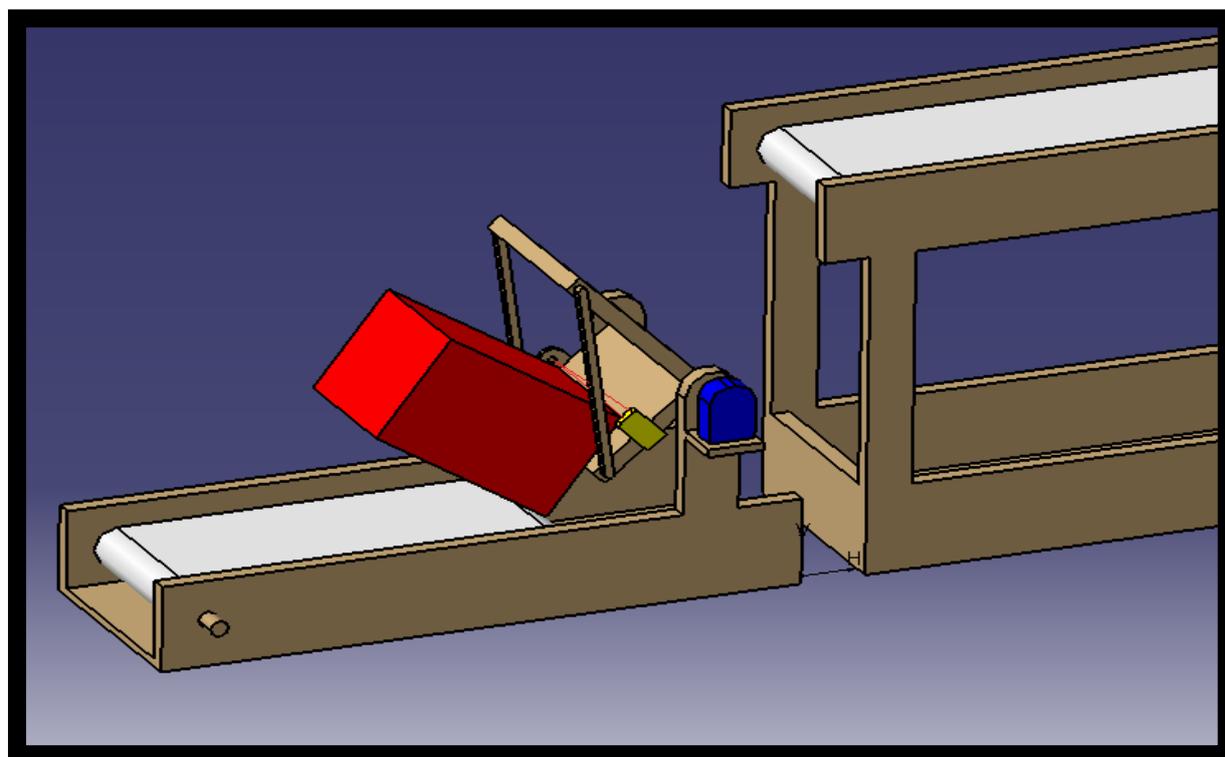
Etape 1 :



Etape 2 :



Etape 3 :





II. Prototypage.

1. définition.

Le prototypage est la démarche qui consiste à réaliser un prototype. Dans le domaine de l'industrie et plus généralement de la recherche et développement (R&D) un prototype est selon la définition de l'OCDE un modèle original qui possède toutes les qualités techniques et toutes les caractéristiques de fonctionnement d'un nouveau système ou d'un nouveau produit mais il s'agit aussi parfois d'un exemplaire incomplet (et non définitif) de ce que pourra être un produit ou un objet matériel final.

Le prototype matérialise une étape d'évolution d'un projet, souvent pour démontrer ou infirmer le bien-fondé d'un ou plusieurs concept(s) mis en jeu dans ce projet, avant toute valorisation commerciale.

2. Les objectifs d'un prototype.

La réalisation d'un prototype est une des phases de recherche et développement et de la conception d'un produit (ou service).

Un prototype suit une première phase d'études (Concept, illustré par un texte des plans et dessins en général, ou aujourd'hui par un modèle 3D informatique...). Il peut être réalisé en un ou plusieurs exemplaires afin de permettre des tests (éventuellement partiels mais cherchant à être réalistes) pour :



- Valider les choix faits lors de la conception de l'ensemble (choix sont faits de préférence avec le concours du donneur d'ordre et/ou des futurs utilisateurs).
- Échanger ou acquérir de l'expérience sur un concept ou produit matériel.
- Préparer des données ou divers éléments de retour d'expérience utiles pour valider des hypothèses.
- Élaborer de nouvelles formules de produits (par exemple dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue).
- Concevoir un cadre, des équipements ou structures nécessaires pour un procédé nouveau.
- Tester les réactions de futurs utilisateurs ou consommateurs.
- Préparer des spécifications techniques.
- Illustrer des publicités, rédiger des instructions ou des manuels d'exploitation ou de montage.

3. materiels utilisés.

Moteur pas à pas.



- Définition :

Les moteurs pas à pas sont des moteurs d'une conception particulière, différentes des moteurs classiques. Ils transforment une impulsion électrique en une énergie mécanique, leur structure permet, par une commande électronique appropriée, d'obtenir une rotation du rotor d'un angle égal à n fois un angle élémentaire appelé « pas ».

Un moteur pas à pas est considéré comme **un actionneur** électrique où l'on control :

- Le sens de rotation (en changeant l'ordre des pas).



- L'angle de rotation (en changeant le nombre de pas).

$$\Delta\alpha = \frac{360^\circ}{N_p}$$

- $\Delta\alpha$: Angle de rotation du rotor.
- N_p : nombre de pas.

- La vitesse (par la fréquence à laquelle on envoie des impulsions).

$$V = \frac{f}{N_p}$$

- V : vitesse de rotation du rotor.
- f : fréquence.
- N_p : nombre de pas.

Ces moteurs ont connu ces dernières années, un développement important lié à leurs applications en péri-informatique (imprimantes, unités de disque, lecteur de bande ...), en commande numérique et en robotique. Ces applications concernent pratiquement toujours Du positionnement en boucle ouverte, c'est-à-dire sans détecteur de position (codeur, résolveur, potentiomètre, etc.).

- **Avantages et Inconvénients :**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">- Grande précision.- Dimensions réduites.- Bon marché.	<ul style="list-style-type: none">- Puissance faible.- Vitesse faible.- Couple résiduel sans courant

Arduino uno.



- **Définition.**

L'Arduino est une plateforme de prototypage électronique open-source, basée d'une part sur du matériel et d'autre part sur un ensemble de logiciels faciles à utiliser. Il existe plusieurs cartes Arduino (UNO, MCU, NANO ...). La carte la plus utilisée est l'Arduino

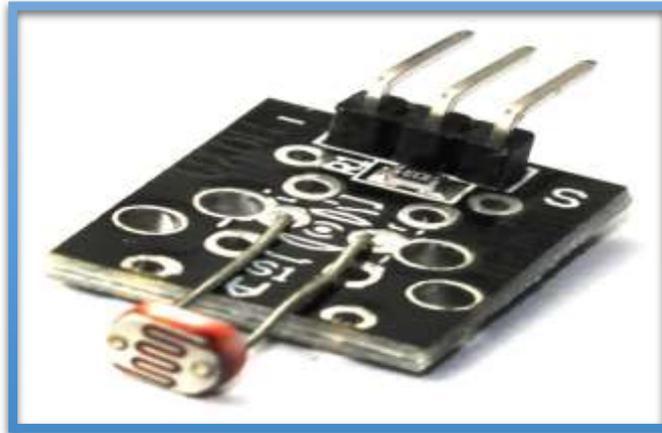


Uno. Il s'agit d'une carte équipée d'un microcontrôleur de la famille AVR 8 bits.

- **Caractéristiques de la carte Arduino uno.**

- Microcontrôleur : ATmega328.
- Tension d'alimentation interne = 5V.
- Tension d'alimentation (recommandée)= 7 à 12V, limites =6 à 20 V.
- Entrées/sorties numériques : 14 dont 6 sorties PWM.
- Entrées analogiques = 6.
- Courant max par broches E/S = 40 mA.
- Courant max sur sortie 3,3V = 50mA.
- Mémoire Flash 32 KB dont 0.5 KB utilisée par le boot loader.
- Mémoire SRAM 2 KB.
- Mémoire EEPROM 1 KB.
- Fréquence horloge = 16 MHz.
- Dimensions = 68.6mm x 53.3mm.
- La carte s'interface au PC par l'intermédiaire de sa prise USB.
- La carte s'alimente par le jack d'alimentation (utilisation autonome) mais peut être alimentée par l'USB (en phase de développement par exemple).

Capteur photorésistance.



- **Définition.**

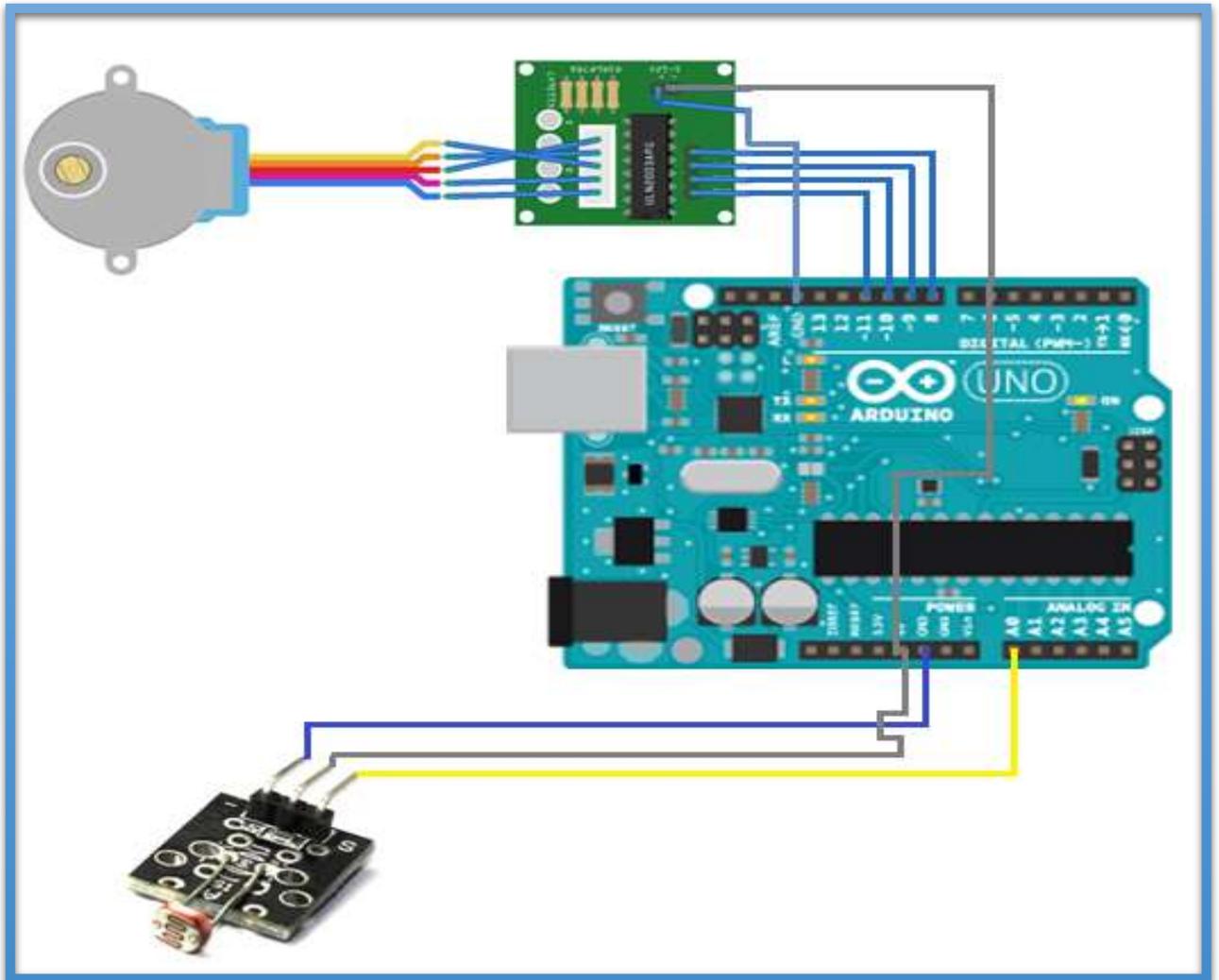
Une photorésistance (également appelée résistance photo-dépendante ou cellule photoconductrice) est un composant électronique dont la résistivité varie en fonction de la quantité de lumière incidente : plus elle est éclairée, plus sa résistivité baisse.

Autrement dit et comme son nom l'indique dans la langue de Shakespeare : LDR (**L**ight **D**épendent **R**ésistor), la photorésistance est un dipôle dont la résistance dépend de la lumière qu'il reçoit.

- **Avantages et Inconvénients :**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">- Faible coût.- Facilité de mise en œuvre.- Sensibilité élevée.	<ul style="list-style-type: none">- Instabilité dans le temps.- Refroidissement nécessaire dans certains cas.- Temps de réponse élevé.

4. Montage.



- Montage moteur - arduino.

Il est nécessaire d'utiliser un driver pour lier le moteur à l'arduino.

Les sorties du driver (IN1, IN2, IN3, IN4) sont branchées respectivement aux entrées numériques (8, 9, 10, 11) pour ne pas endommager l'arduino on doit utiliser une tension de 5V alors le « + » du driver correspond au 5V est branché sur la broche de l'alimentation



5V de l'Arduino et le « - » est branché sur la broche de terre **GND** (la masse).

- Montage capteur - arduino.

Le plus du capteur (**fil gris**) est branché sur la broche de l'alimentation (5V) de la carte arduino.

Le moins du capteur (**fil bleu**) est branché sur la broche de terre **GND** (la masse).

Le signal (**fil jaune**) est branchée sur la broche analogique (A0).

5. les parties du Programme.

- Définition des variables :

Pour notre montage on a utilisé les sorties numériques de la carte (8, 9, 10, 11) ces variables doivent être nommées ici on leur donne les noms suivant :

```
const int motorpin1 = 8;
const int motorpin2 = 9;
const int motorpin3 = 10;
const int motorpin4 = 11;
// initialize the stepper library on pins 8 through 11:
```

Int : c'est la syntaxe pour désigner un nombre entier.

```
int sensorPin = A0 ;
int ledPin = 13 ;
int sensorValue = 0 ;
int default = 0 ;
int angle = 512 ;
```



Sensor : signifie capteur.

Pin : signifie Broche.

Led: signifie le voyant sur la carte arduino.

Digital : signifie numérique.

Write : signifie écrire.

- configuration des entrées – sorties void setup () :

Les broches numériques de l'arduino peuvent aussi bien être configurées en entrées numériques ou en sorties numérique. Dans notre programme on a utilisé les fonctions suivantes :

PinMode (nom, état) : fonction relative au entrées-sorties numériques.

DigitalWrite (nom, état) : fonction relative au entrées-sorties numériques.

SetSpeed : fonction pour définir la vitesse du moteur.

- Programmation des itérations void loop () :

Dans cette boucle on définit les opérations à effectuer.

DigitalWrite : (nom, état) : fonction relative au entrées-sorties numériques.

Delay (temps en millisecondes).

6. Programme utilisé :



```
Sketch_pr_Prototype__LDR-Stepper__renversement_des_caisses
#include <Stepper.h>
const int stepsPerRevolution = 64; // change this to fit the number of steps per revolution
// for your motor

const int motorpin1 = 8;
const int motorpin2 = 9;
const int motorpin3 = 10;
const int motorpin4 = 11;
// initialize the stepper library on pins 8 through 11:

Stepper myStepper(stepsPerRevolution, motorpin1,motorpin3,motorpin2,motorpin4);

int sensorPin = A0 ; // Selecting A0 as the sensor input pin.
int ledPin = 13 ; // Selecting pin 13 as the LED pin
int sensorValue = 0 ; // variable to store the value coming from the sensor
int default = 0 ;
int angle = 512 ;

void setup ( ) {

  pinMode(motorpin1, OUTPUT); // set the digital pins as output:
  pinMode(motorpin2, OUTPUT);
  pinMode(motorpin3, OUTPUT);
  pinMode(motorpin4, OUTPUT);
  pinMode ( ledPin , OUTPUT ) ; // Declaring pin 13 as output pin
  digitalWrite ( ledPin , LOW ) ;
  myStepper.setSpeed(200); // rpm
}

void loop ( ) { // Code written in it will run repeatedly

  sensorValue = analogRead ( sensorPin ) ; // Reading data from pin A0 and storing in Sensor value

  if (default == 1 && sensorValue >500) { // le default persiste
    digitalWrite ( ledPin , HIGH ) ;
    delay(100);
    digitalWrite ( ledPin , LOW ) ;
    delay(100);
  }

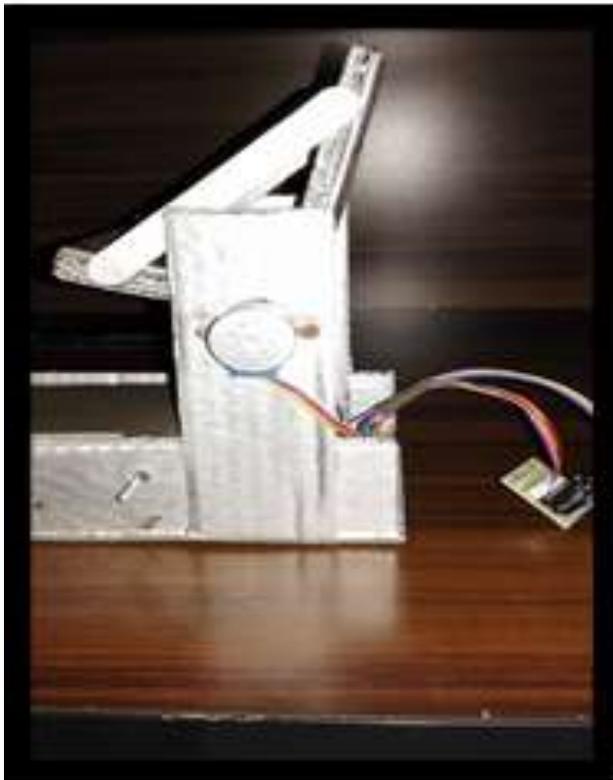
  if (default == 1 && sensorValue <500) { // le default a disparue
    default = 0;
    delay(1000); // attente de la caisse qu'elle quite le tombour correctement
    myStepper.step(-angle);
    delay(1000);
  }

  if ( sensorValue >500 && default==0) { // caisse presente

    delay(1000); // attente de la caisse qu'elle s'installe correctement
    digitalWrite ( ledPin , HIGH ) ;
    myStepper.step(angle); // 1/4 revolutions
    delay(1000); // Temps de renversement de la caisse

    sensorValue = analogRead ( sensorPin );
  }
}
```

7. Teste du prototype.





CONCLUSION

le stage que nous avons effectué à la **CBGN** était pour nous une occasion de mettre en évidence et on exécution les prés requis que nous avons obtenue durant notre période d'étude à la FST.

Aussi ce stage nous a permet de résoudre un problème concret et réel au niveau de l'entreprise à savoir l'ensemble des arrêts et des problèmes rencontrés au poste contenant la laveuse. Ces retards engendrent une diminution de la production à savoir aussi la qualité, sous cette optique nous avons entamé nos travaux par l'analyse de l'existant, définition du problème et bien sur sa résolution.

Nous avons ainsi proposé un prototype issu d'une nouvelle conception de certaines parties de la laveuse, la programmation du microcontrôleur de notre prototype est faite avec arduino.

Le prototype fait preuve d'un bon succès, la réalisation réelle de la nouvelle conception de la laveuse permettra certainement de résoudre le problème rencontré avec l'ancienne conception, donc l'amélioration plus la production.

Nous nous sommes satisfaits de la solution qu'on a proposée et du prototype qu'on a réalisé et espérons nous qu'on a convaincus les responsables de l'entreprise par notre idée.

Fin.