

Mise en place d'un système de pilotage de la chaîne de production

Réalisé par :

DARHAI Imad

Encadré par :

Mr. André BENINE NETO

MR. ESSEBAR Abdeljalil

Projet réalisé au sein de l'entreprise

COSUMAR - 2016

DÉDICACE

Je dédie ce travail à :

A ma mère, qui par sa bienveillance, son accompagnement, son amour et ses sacrifices, a pu faire de moi ce que je suis et ce dont je suis fier.

A mon père, pour les efforts qu'il n'a cessé de prodiguer à mon égard, tout au long de mon long parcours scolaire et universitaire, un merci ne lui suffira jamais.

A mon frère, que ce travail soit le témoignage d'une fraternité indéfectible et d'amour éternel.

A mes Professeurs de l'université bordeaux 1, surtout les gens de la formation EAPS, ainsi qu'au personnel et les responsables du service de la production de la COSUMAR.

A toute ma famille et mes amis.

REMERCIEMENT

Au terme de ce travail, je saisie cette occasion pour exprimer mes vifs remerciements à toute personne ayant contribuée, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

A Mr. André BENINE NETO,

Professeur à l'université Bordeaux 1, qui a bien voulu m'encadrer pour l'accomplissement de ce travail. Il n'a cessé de me prodiguer conseils et recommandations, sa critique constructive et ses propositions concrètes m'ont été d'un apport précieux. Je me permets aussi de lui faire part de ma haute considération.

A Mr. ESSEBAR Abdeljalil,

Ingénieur à COSUMAR qui m'a encadré tout en mettant à mon profit sa parfaite connaissance du métier. Je tiens à lui adresser ici mes plus vifs remerciements.

A Mr. GHILANE Aziz,

Chef d'atelier électrique et automatisme qui m'a encadré au niveau de tous ce qui est automatisme et logiciel et tous ce qui concerne les machines de production. Je tiens à lui adresser ici mes plus vifs remerciements.

Je ne raterai pas l'occasion d'adresser ma sincère reconnaissance à l'ensemble du corps professoral de l'université Bordeaux 1 qui n'a eu d'autres soucis que celui de nous assurer la meilleure formation possible.

Enfin que tous ceux et celles qui m'ont aidé ou soutenue de près ou de loin, trouvent ici l'expression de ma reconnaissance.

RÉSUMÉ

Afin d'assurer une productivité à moindre coût et de satisfaire le besoin et les exigences du marché Marocain, COSUMAR a adopté un logiciel QUBES. Pour cela elle est appelé à améliorer son processus de production, la disponibilité des installations et par suite sa productivité et la qualité des produits. Mon projet de fin d'étude a pour objectif l'amélioration de l'indicateur de performance TRS et la fiabilité de l'information TRS ainsi que numériser l'archive papiers de la production.

L'analyse des données recueillies a révélé la présence de deux causes majeures influençant négativement le TRS à savoir: les arrêts des machines et le taux de rebut.

Mon travail consiste donc à proposer des solutions et des plans d'actions efficaces, pour atteindre l'objectif fixé par la direction et de recueillir toutes les informations qui permet de rendre le fonctionnement de notre logiciel MES le plus efficace possible.

L'analyse de l'état actuel du TRS et de l'historique des pannes et de rebut nous a permis de classifier les lignes et les machines selon le niveau de criticité, le jugement du niveau de criticité a été défini par l'équipe de travail.

Après nous avons pris la décision d'installer le logiciel MES sur la machine Kautz, et de réaliser la modification au niveau du programme de l'automate programmable.

Ce qui permet par la suite la direction de surveiller en temps réel ce qui se passe sur toutes les lignes de production et d'avoir des informations précise et fiable du taux de rendement synthétique.

Liste de figure

Figure 1:Filiales de COSUMAR.....	17
Figure 2: Pain de sucre	18
Figure 3: Sucre en morceaux.....	18
Figure 4: Sucre granulé.....	19
Figure 5: Sucre en lingots	19
Figure 6:Chaîne de valeur de COSUMAR.....	20
Figure 7: Organigramme de la COSUMAR.....	21
Figure 8: Vue extérieure et intérieure des silos du stockage.....	24
Figure 9:La bête à corne de la ligne de production.....	26
Figure 10:Diagramme des interactions	26
Figure 11:Schéma global d'une ligne de production.....	34
Figure 12:Cheminement de sucre jusqu'au KAUTZ.....	35
Figure 13:Vue de l'ensemble KAUTZ.	36
Figure 14:Bac de Pré-compression.....	37
Figure 15:Processus de moulage de KAUTZ	39
Figure 16: Langhammer et tunnel de refroidissement.	40
Figure 17: La machine Flottman.....	41
Figure 18:Les étapes d'encollage du papier.....	42
Figure 19:Le sabot.	43
Figure 20:Le pliage haut.	43
Figure 21: Histogramme du TRS durant les trois mois.....	51
Figure 22: Diagramme causes et effets.....	52
Figure 23:Diagramme de Pareto de nombres de panne	57
Figure 24:Histogramme du taux de rebut des lignes de production durant les trois mois.	59
Figure 25:Répartition du rebut.....	60
Figure 26: Bloc d'alimentation de l'automate programmable SIEMENS.....	63
Figure 27: Microprocesseur S7 300 CPU 313 C.	65
Figure 28:Module d'entrée/Sortie.	65
Figure 29: insertion du bloc Ethernet dans la configuration matériel.....	66
Figure 30: Paramètres du bloc Ethernet.	67
Figure 31:Présentation du concept Computer Integrated System.	72
Figure 32:Positionnement du MES dans les flux d'informations de l'entreprise.....	73
Figure 33: Les 11 fonctionnalités au MES.....	74
Figure 34: Implémentation physique de notre MES.	76
Figure 35:Page web d'ouverture de session d'un opérateur.....	78
Figure 36: Liste de matricule des opérateurs.....	79
Figure 37: L'historique des arrêts machines.	80
Figure 38:Tableau de bord TRS.....	81
Figure 39:Diagramme explicative du Bête à corne.....	85
Figure 40:Diagramme explicative Pieuvre.....	86
Figure 41: Diagramme explicative du FAST.....	87
Figure 42: Diagramme explicative de la méthode 3QOCP.	88
Figure 43:Diagramme d'Ishikawa.	89
Figure 44:Tableau d'Ishikawa.....	89

Liste de Tableau

Tableau 1: filiales SNI	13
Tableau 2: La fiche d'identification de Cosumar	14
Tableau 3:Synthèse de calcul du TRS durant les trois mois.	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 4: Classification des causes de chutes du TRS.	53
Tableau 5:Nombre de pannes de la ligne 5.....	53
Tableau 6:Nombre de pannes de la ligne 6.....	54
Tableau 7:Nombre de pannes de la ligne 7.....	54
Tableau 8:Nombre de pannes de la ligne 8.....	54
Tableau 9:Nombre de panne de la ligne 9.	55
Tableau 10:Nombre de pannes de la ligne 10.....	55
Tableau 11:La moyenne des sommes de pannes des équipements de la ligne de production.....	56
Tableau 12:Les données de Pareto de nombres de pannes.	56
<i>Tableau 13:Tableau de production et rebut du mois d'Avril.</i>	58
Tableau 14:Les données du taux de rebuts des lignes de production.	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 15:Répartition de rebuts du mois d'Avril.	60
Tableau 16:Differentes fonctions du diagramme FAST.....	87
Tableau 17:Différentes étapes de la méthode Pareto.	90

Table des matières

DÉDICACE	2
REMERCIEMENT	3
RÉSUMÉ.....	4
INTRODUCTION	9
Chapitre 1 :	10
Présentation de la Société et de l'environnement de travail.....	10
L'HISTOIRE DU SUCRE.....	12
1.1 Présentation de l'organisme d'accueil	12
1.1.1 Le groupe SNI.....	12
1.1.2 COSUMAR.....	13
1.1 Contexte général du travail.....	23
1.1.3 Processus de production du sucre granulé	23
1.1.4 Processus de production du pain de sucre.....	25
.....	44
Chapitre 2 :	44
Problématique et analyse.....	44
1. Introduction.....	45
2. Contexte du projet	45
2.1.1 Situation actuelle.....	45
2.1.2 Objectif du projet	45
3. Cahier de Charge :	47
4. Etude préliminaire du projet	48
5. Justification des choix.....	53
6. Conclusion	61
Chapitre 3 :	61
Résolution du Problématique.....	61
1. Introduction.....	62
2. Automate programmable SIEMENS	62
3. Programmation de l'API	66
4. Introduction sur le Manufacturing execution system (MES)	70
5. Historique et besoins.....	71
6. Les fonctionnalités du MES	73
7. Processus d'implémentation d'un MES.....	76

CONCLUSION	82
BIBLIOGRAPHIE.....	83
ANNEXE 1 :.....	84
PARTIE ANALYSE FONCTIONNELLE ET PRODUCTIQUE.....	84
ANNEXE 2 :.....	91
PARTIE AUTOMATISME.....	91

INTRODUCTION

Le Maroc fait partie des pays grands consommateurs du sucre au monde, sa consommation annuelle s'élève à environ 37Kg par personne, et qui augmente par une moyenne de 2,5%, ceci montre l'importance de société COSUMAR dans le tissu économique marocain, pour répondre aux besoins de la population, de plus en plus croissant, COSUMAR doit augmenter sa productivité tout en optimisant le coût, la qualité et la satisfaction de la clientèle. Pour cela elle a fixé comme objectif l'amélioration de l'indicateur de performance TRS.

Les résultats escomptés de notre travail doivent permettre:

- ✚ *Réduire l'écart entre TRS objectif et TRS réel.*
- ✚ *Réduire les pannes des machines.*
- ✚ *Réduire le taux de rebut.*
- ✚ *Améliorer la production.*

Durant ce stage, les contraintes majeures étaient le court délai du projet qui est 4 mois et demi, ainsi que le non disponibilité de documentation.

- ✚ *Chapitre 1 : Présentation de la Société et de l'environnement de travail.*
- ✚ *Chapitre 2 : Problématique et analyse.*
- ✚ *Chapitre 3 : Proposition des solutions.*

Chapitre 1 :

Présentation de la Société et de l'environnement de travail.

L'HISTOIRE DU SUCRE

Le sucre a été d'abord découvert dans la canne à sucre qui poussait à l'état naturel dans les îles du Pacifique Sud. L'Inde a été le premier pays à extraire le jus naturel de la canne à sucre pour en faire le premier sucre brut que l'on appelait "gur". Depuis l'Inde, le savoir-faire pour l'extraction du sucre s'est propagé vers l'Ouest, jusqu'au Moyen-Orient, puis en Europe lors des croisades.

Pendant des siècles, le sucre constituait une "épice", très prisée et coûteuse, utilisée uniquement par la noblesse et les rois. Christophe Colomb emporta la canne à sucre pour la planter dans les Antilles, donnant ainsi le coup d'envoi à la production de sucre dans le Nouveau Monde. Au Maroc, le pain de sucre fit son apparition au XII siècle. Il était fabriqué à partir de la canne à sucre cultivée dans les régions de Souss et de Chichaoua.

Vers le milieu du XVIII siècle, un scientifique allemand trouva un substitut à la canne à sucre : La betterave à sucre. Depuis, la betterave à sucre est devenue la source première de sucre en Europe et pour certains pays de l'Afrique du Nord, notamment le Maroc. La production moderne du sucre raffiné à partir du sucre brut importé remonte à 1929 avec la construction de la raffinerie COSUMAR à Casablanca par la firme française Saint Louis. La production du sucre à partir de la betterave a commencé dès 1963 et celle de la canne à sucre à partir de 1972.

1.1 Présentation de l'organisme d'accueil

1.1.1 Le groupe SNI

Mission, vision et objectifs du groupe :

La Société Nationale d'Investissement SNI est une holding d'investissement marocaine privée créée en 1966, contrôlée par la famille royale marocaine à travers la holding COPROPAR. En mars 2010, la SNI et l'ONA ont annoncé leur réorganisation et leur changement de vocation matérialisée dans un premier temps par leur fusion, et le retrait de leurs actions de la bourse, puis par la réorganisation de leur portefeuille.

Secteurs Stratégiques :

Opérant au Maroc, en France et en Afrique subsaharienne, le Groupe SNI est constitué d'un holding et de sociétés organisées en quatre métiers stratégiques : Mines & Matériaux de Construction, Agro-alimentaire & Boissons, Distribution et Activités Financières. Sa position de leader, ses valeurs et ses principes de management en font l'un des principaux moteurs de modernisation de l'économie marocaine et de développement du progrès social.

La figure ci-dessous montre les différents secteurs stratégiques de la SNI :

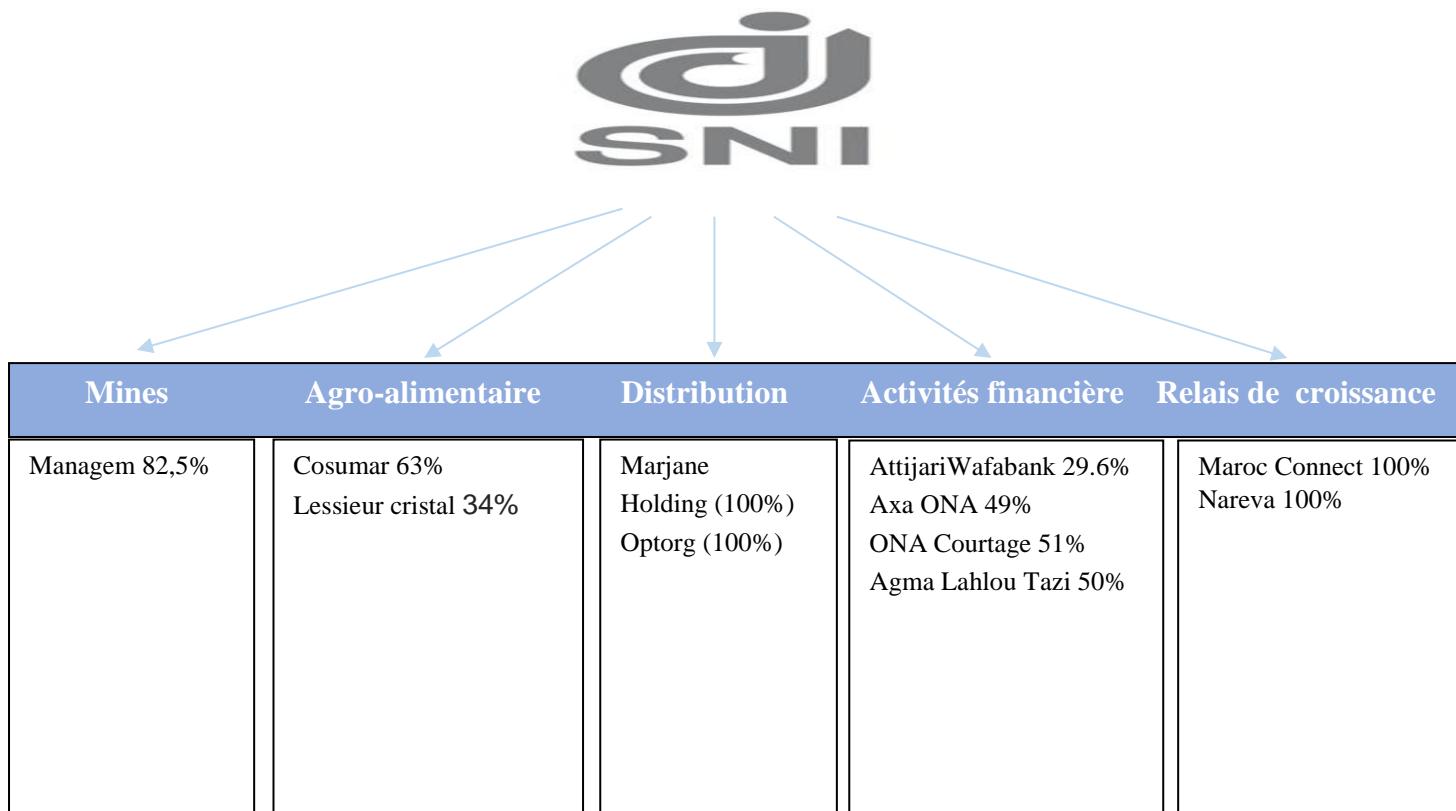


Tableau 1: filiales SNI

1.1.2 COSUMAR

1.1.2.1 Présentation du groupe

COSUMAR « Compagnie Sucrière Marocaine de Raffinage » est un groupe marocain, filiale de la SNI spécialisé dans l'extraction, le raffinage et le conditionnement du sucre sous différentes formes. Aujourd'hui, COSUMAR couvre par la production agricole nationale ,60% des besoins marocains, classée dans les premiers rangs des consommateurs de cette denrée avec 34 Kg/an. Depuis 2005, elle monopolise le secteur avec l'acquisition des quatre sucreries SURAC, SUNABEL, SUCRAFORT, et SUTA, visant moyen le développement de la production du sucre en accordant plus d'importance à l'amant agricole ainsi que qu'à l'amélioration des techniques de production à l'échelle industrielle.

Logo	
Dénomination	Compagnie Sucrière Marocaine de Raffinage
Activité	Production et raffinage du sucre
Forme juridique	Société anonyme
Création	1929
Siège social	8 rue El Mouatamid Ibnou Abbad BP3098 20 000 Casablanca Maroc
Amont Agricole	80 000 agriculteurs -90 Hectares sur 5 régions (Gharb, Loukouss, Moulouya, Doukkala-abda et Tadla)
Superficie	20 Hectares
Téléphone	212 5 22 67 83 00 / 212 5 29 02 83 00
PDG actuel	Mohammed Fikrat
Effectif	3000
Chiffre d'affaires	5810,9 MDH (31 décembre 2010)
Capitaux propres	2821,1 MDH (31 décembre 2010)
Identification fiscale	01640353
Site Web	WWW.COSUMAR.CO.MA

Tableau 2: La fiche d'identification de Cosumar.

1.1.2.2 Historique De La COSUMAR

✚ 1929 : Naissance de COSUMAR :

Création du site historique de la raffinerie de Casablanca par la Société des raffineries de sucre de SAINT LOUIS de Marseille : elle produit 100 tonnes de sucre par jour, exclusivement sous forme de pains sucre.

✚ 1967 : COSUMA devient COSUMAR

L'état marocain acquiert 50% du capital de la société.

 1985 : COSUMAR : Filiale du 1er Groupe Privé, L'ONA

Le groupe ONA prend le contrôle du capital de COSUMAR, désormais cotée à la bourse des valeurs à Casablanca.

 1993 : Acquisition des sucreries des Doukkala.

COSUMAR absorbe des sucreries des Doukkala (Zemamra et sidi Bennour), dont il détenait déjà une part significative.

 2002 : Les Premiers investissements

Passage en blanc de la sucrerie de Sidi Bennour c'est-à-dire : Production de sucre granulé destiné à la consommation directe.

 2003 : Lancement de la démarche QSE

Certification des sucreries des Doukkala ISO 9001 V 2000 par l'organisme AFAQ.

 2005 : Naissance d'un groupe

Acquisition des 4 Sociétés sucrières Publiques, SUTA, SURAC, SUNABEL et SUCRAFOR

 2006 : Début du processus de modernisation et de mise à niveau

Projet d'extension de la capacité de traitement de betteraves à 15000 t betteraves /jour de la sucrerie de Sidi bennour, montant de l'investissement : 850 MDH

 2009 : COSUMAR fête ses 80 ans

Sortie d'un timbre dédié à l'industrie sucrière marocaine.

1.1.2.3 Filiales de COSUMAR

COSUMAR se compose de cinq sociétés spécialisées dans l'extraction, le raffinage et le conditionnement du sucre sous différentes formes.

 COSUMAR SA

Raffinerie de Casablanca, produit le pain de sucre, le lingot et le morceau et le granulé sous la marque « Panthère ». Les sucreries des DOUKKALA (deux sites Sidi BENOUR et ZEMAMRA) : Procèdent à la transformation de la betterave, avec une capacité de 15 000 tonnes de betterave /jour, et au conditionnement des produits finis, pelles et mélasse. La campagne betteravière démarre en Mai et s'étale en moyenne sur une période de 3 mois.

 SUNABEL

Premier acteur économique de la région du Gharb –LOUKKOS, SUNABEL est formé de deux unités de production MACHRAA Bel KSIRI qui existent depuis 1968 et Ksar EL KBIR, crée en 1978. Commercialisés sous les marques « EL BELLAR », SUBABEL produit du sucre granulé, du lingot et morceau, ainsi que les coproduits pellets et mélasse. La campagne betteravière démarre en mai et se termine en moyenne en juillet.

SURAC

SURAC est constitué de deux unités industrielles : MACHRAA Bel Ksiri, qui existe depuis 1975, KSIBIA, créée en 1981. La campagne de canne débute en janvier et s'étale sur une période de six mois selon les conditions climatiques. Commercialisés sous la marque « AL KASBAH », SURAC produit le lingot et le morceau, le sucre de canne granulé, ainsi que des coproduits tels que la mélasse et la bagasse.

SUTA

SUTA, situé à OULAD AYAD dans la région du Tadla, elle produit du pain de sucre, du sucre granulé et le lingot, conditionné sous la marque « Palmier » et des coproduits ; pellets, pulpe et mélasse .La campagne betteravière démarre en Mai et se termine en moyenne en juillet.

SUCRAFOR

Situé dans la province de Nador, SUCRAFOR est l'unique sucrerie créée en 1972 dans la région de l'oriental.

Elle possède une capacité de transformation de 3 000 tonnes de betteraves par jour et produit du sucre blanc granulé conditionné en 2 kg et 50 kg sous la marque « La Gazelle », et des coproduits tels que les pellets et la mélasse .La campagne betteravière démarre en Mai et s'étale en moyenne sur une période de 3 mois.

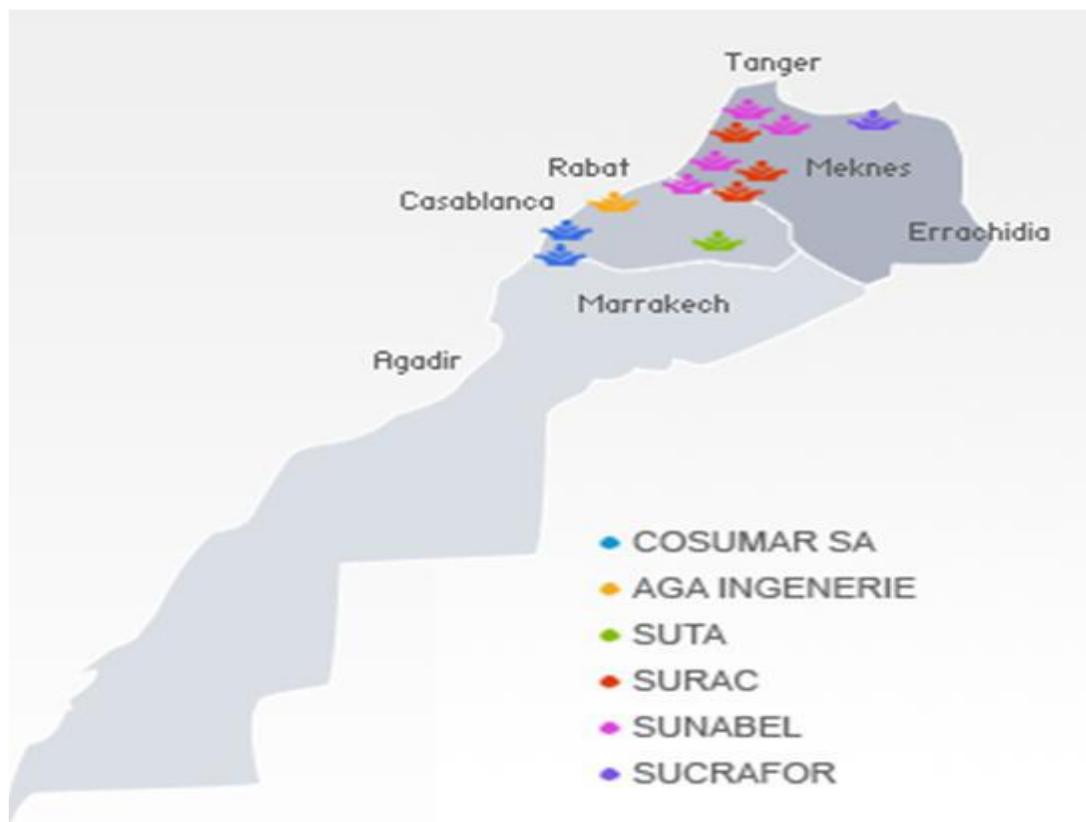


Figure 1: Filiales de COSUMAR

1.1.2.4 Les produits de la COSUMAR

A. Le pain de sucre

Le pain de sucre est ancré dans les habitudes de consommation des marocains. Pendant longtemps, cette forme s'est confondue avec le sucre. Il est utilisé essentiellement pour préparer le thé.

- ✚ Emballage : individuel en papier, par pain de 2 kg.
- ✚ Conditionnement : cartons de 24 Kg.



Figure 2: Pain de sucre

B. Le morceau

Des petits lingots utilisés essentiellement pour sucrer le café.

- Emballage : boîtes en carton de 1Kg.
- Conditionnement : fardeaux de 5 Kg.



Figure 3: Sucre en morceaux

C. Le granulé

Forme utilisée par les industriels comme par les ménages

- Emballage : papier et polyéthylène.
- Conditionnement : sachets de 2 kg regroupés par 6, 12 ou 15 et sacs de 50 Kg.



Figure 4: Sucre granulé

D. Le lingot

Des lingots utilisés de sucre.

- ✚ Emballage : boîtes en carton de 1Kg.
- ✚ Conditionnement : fardeaux de 5 Kg.



Figure 5: Sucre en lingots

En 2009, la production de la COSUMAR SA s'est élevée à 727 400 tonnes, avec un accroissement de 4,7% par rapport à l'année précédente. La répartition de la production par produit ressort comme suit :

- ✚ Pain de sucre : 247 316 Tonnes (+1,5%) ;
- ✚ Sucre en lingots et en morceaux : 94 562 Tonnes (-0,6%);
- ✚ Sucre granulé : 358 522 Tonnes (+12,8%).

1.1.2.5 Chaine de valeur COSUMAR

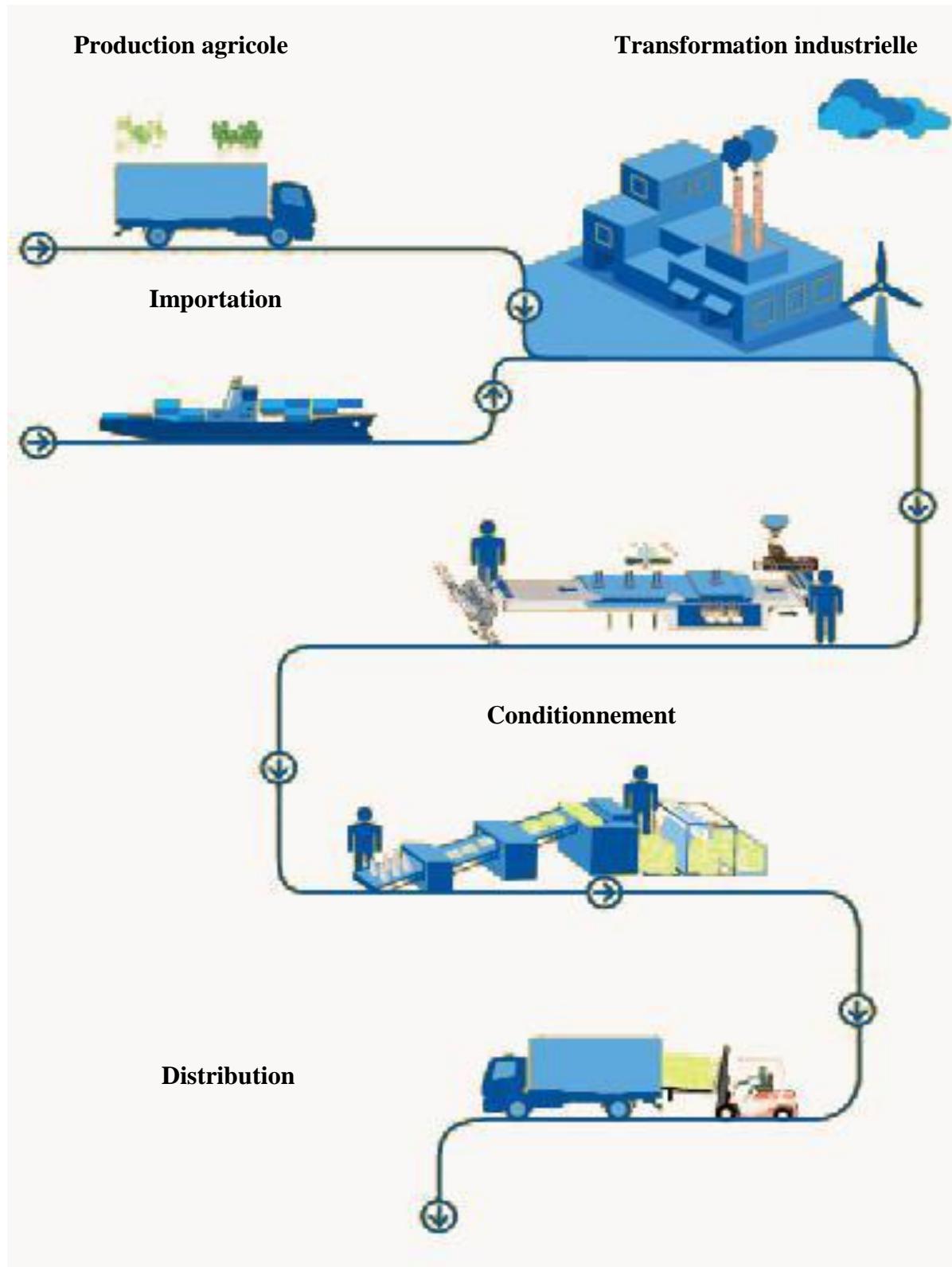


Figure 6:Chaîne de valeur de COSUMAR

1.1.2.6 Organigramme de l'organisme d'accueil

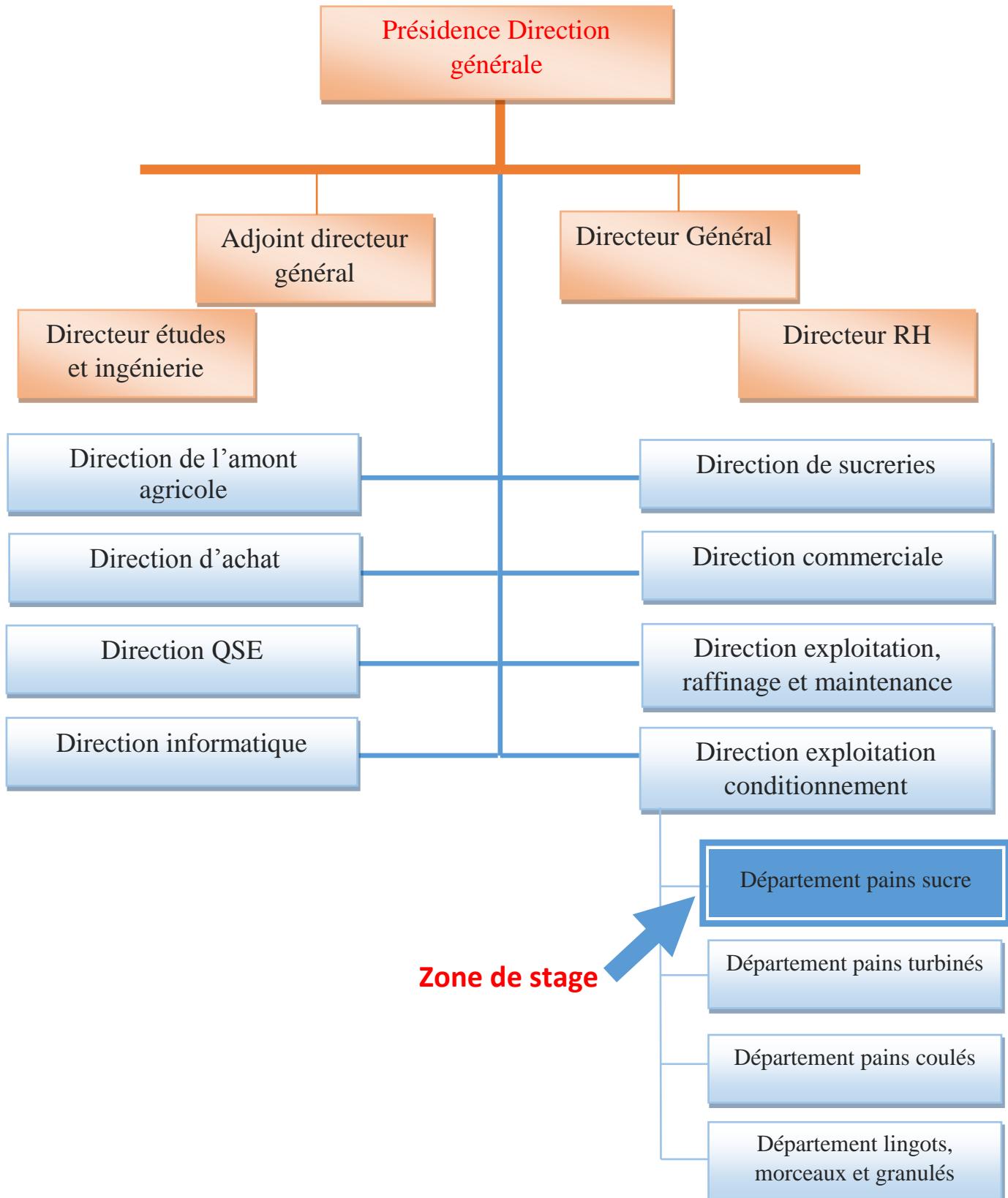


Figure 7: Organigramme de la COSUMAR

1.1.2.7 Les agences commerciales

La COSUMAR dispose d'un réseau de distribution se propageant dans tout le royaume. Chaque agence couvre plusieurs provinces et préfectures, ce qui permet d'assurer la disponibilité du sucre dans les différentes régions, et d'être proche aux clients.

Ces agences commerciales sont citées comme suit:

- L'agence de Rabat.
- L'agence de Meknès.
- L'agence de Fès.
- L'agence d'Oujda.
- L'agence de Marrakech.
- L'agence d'Agadir.

La particularité de la raffinerie de Casablanca (lieu de stage) et la sucrerie raffinerie de Doukkala, est la commercialisation sur place des produits, chose qui pousse les clients à charger les marchandises à partir de l'usine.

1.1.2.8 Environnement

A. Les fournisseurs

La matière première de la raffinerie est le sucre brut. L'approvisionnement local de ce dernier est assuré par certaines sucreries nationales. Le sucre brut importé provient de divers pays étrangers : Le Brésil, la Colombie et le Mexique.

La matière première des sucreries de Doukkala est la betterave. Leurs principaux fournisseurs sont des betteraviers. Le prix d'achat de la betterave est en fonction de sa richesse en sucre, actuellement le prix est de 325 DH la tonne pour une richesse de 16,5%. La COSUMAR peut assurer un approvisionnement régulier pour ses sucreries à travers un partenariat avec l'amont agricole de la région des Doukkala qui contribue au tiers de la production nationale du sucre. Le transport des différents produits, matières premières et matières consommables est souvent assuré par l'ONCF (Office National des Chemins de Fer) et l'ONT (Office national du Transport).

B. Les clients

La COSUMAR travaille exclusivement avec des professionnels. Ceux-ci se décomposent en 3 catégories :

- Les industriels :

Le sucre est pour eux un produit de consommation intermédiaire, il est intégré dans leur processus de fabrication. Puisqu'il est plus maniable, les industriels n'utilisent que le sucre en granulé.

Exemple d'industriels client de la COSUMAR : COCA-COLA, BIMO, CENTRALE LAITIERE.

 *Les Grandes et Moyennes Surfaces*

Il s'agit des supermarchés tels que MARJANE, ACIMA et METRO qui réalisent des commandes hebdomadaires. C'est le transporteur HIBAT qui prend en charge la distribution des produits vers tous les clients du Maroc.

 *Les Grossistes et semi grossistes*

Ces clients achètent tous les types des produits de la COSUMAR, ils sont soumis à un quota mensuel à respecter.

1.1 Contexte général du travail

Le site de la COSUMAR de CASA a comme mission principale le raffinage et le conditionnement du sucre. Pour cela il s'avère intéressant de découvrir les différentes phases par lesquelles le sucre doit nécessairement passé.

1.1.3 Processus de production du sucre granulé

1.1.3.2 Le stockage du sucre brut

Le sucre brut arrive par camion provenant des sucreries du Maroc ou de l'importation (Brésil, Australie, ...). Ils déversent leur contenu sur des bandes transporteuses qui acheminent le sucre vers les silos. La Raffinerie de Casablanca reçoit quotidiennement une quantité moyenne de 3500 tonnes, stockées dans trois silos sous forme de cône offrant une capacité totale de 75000 tonne.

Le sucre est conduit par d'autres bandes transporteuses vers deux balances pour la pesée, puis en direction d'un tamis et d'un aimant pour isoler les grosses impuretés et enfin vers la station d'affinage.



Figure 8: Vue extérieure et intérieure des silos du stockage.

1.1.3.3 Le raffinage du sucre

Le raffinage est le procédé qui permet d'obtenir à partir d'un sucre brut, un sucre raffiné de haute pureté. Au cours du raffinage, certains nombres d'opérations consistent à:

❖ Affinage

Le sucre contient des impuretés aussi bien internes qu'externes qu'il faut les éliminer. Pour le cas des impuretés externes (acide organique et composés azotés) l'affinage est l'opération adéquate pour les éliminer ce procédé passe par deux étapes :

❖ L'empattage

Le sucre est transporté à travers des bandes équipées par des aimants qui éliminent les métaux ferreux, cette opération est réalisée dans deux malaxeurs à système d'agitation, tout en faisant circuler de l'eau chaude pour chauffer le mélange.

❖ Turbinage

Le mélange passe alors dans des turbines pour être essorée. Le sirop obtenu appelé « égout riche d'empattage », filtré à travers la toile de la turbine, tandis que le sucre reste dans le panier. Ce sucre subit un clairçage qui est une sorte de rinçage. Le but de cette opération est d'éliminer la totalité des impuretés extérieures.

❖ Carbonatation

La carbonatation a pour but d'enlever les impuretés internes telles que les matières organiques, le principe repose sur l'addition d'un lait de chaux au mélange arrivant avec un débit de 130

m^3/h , ensuite le sucre passe par un dé poussiéreux puis il subit un lavage à l'eau courante pour éliminer des matières indésirables.

❖ *Filtration*

Le but de la filtration est l'élimination des impuretés non dissoutes contenues dans la commune carbonatée. Cette dernière passe tout d'abord dans un malaxeur, puis dans un préchauffeur, avant d'être acheminée vers des appareils Switlands où se fait la filtration.

❖ *Décoloration*

La station de décoloration comporte trois colonnes échangeuses, qui marchent en continu. En effet, pendant que deux colonnes sont en phase de production et de filtration, la troisième est en régénération ou en attente.

❖ *Evaporation*

C'est une opération qui consiste à faire évaporer par réchauffage, l'eau contenue dans le sirop sortant de la filtration. Elle s'effectue dans des chaudières pour but d'évacuer une quantité d'eau présente dans le sirop.

1.1.4 Processus de production du pain de sucre

1.1.4.2 *Présentation de la Maamoura*

En 2007 COSUMAR avait lancé à SIDI BENNOUR région DOUKKALA, un projet dédié à la fabrication du pain de sucre conditionné en 2 kg, dont le but d'améliorer la production et de satisfaire le besoin du marché marocain et de remplacer les anciennes usines.

Une année après COSUMAR a décidé de lancer son projet pain sucre au site AIN SBA. Ce projet est initialement lancé à quatre lignes de production en 2009 en zone Maamoura1. Il a connu une extension en 2013, en construisant huit nouvelles lignes au même site. L'objectif principal de ce projet est l'augmentation de la production journalière en matière du pain de sucre avec le minimum de rebut afin de satisfaire les besoins de la clientèle.

1.1.4.3 *Description d'une ligne de production*

A. Analyse fonctionnelle

❖ Bête à corne

La première question à se poser lorsque l'on étudie un système est : « pourquoi cette ligne de production existe-t-elle ? ». Pour comprendre le processus de fabrication, on a posé trois questions:

- ❖ *A qui le produit rend-il service* : Plate-forme.
- ❖ *Sur quoi le produit agit-il* : Sucre granulé.
- ❖ *Dans quel but* : Fabrication des pains-sucre.

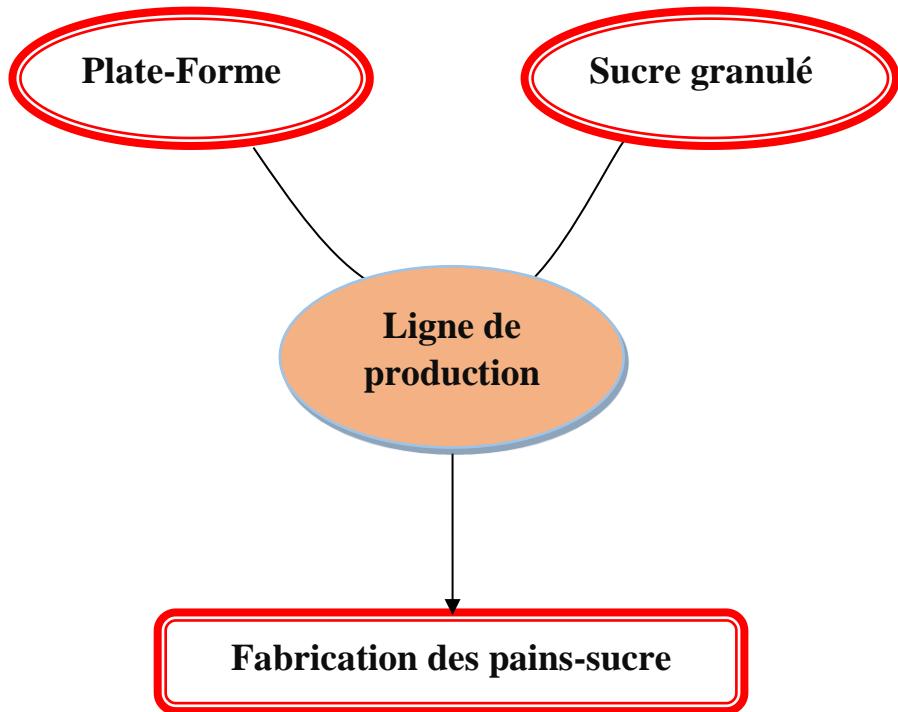


Figure 9:La bête à corne de la ligne de production.

❖ Pieuvre

Ce diagramme consiste à trouver les relations entre l'environnement et la machine.

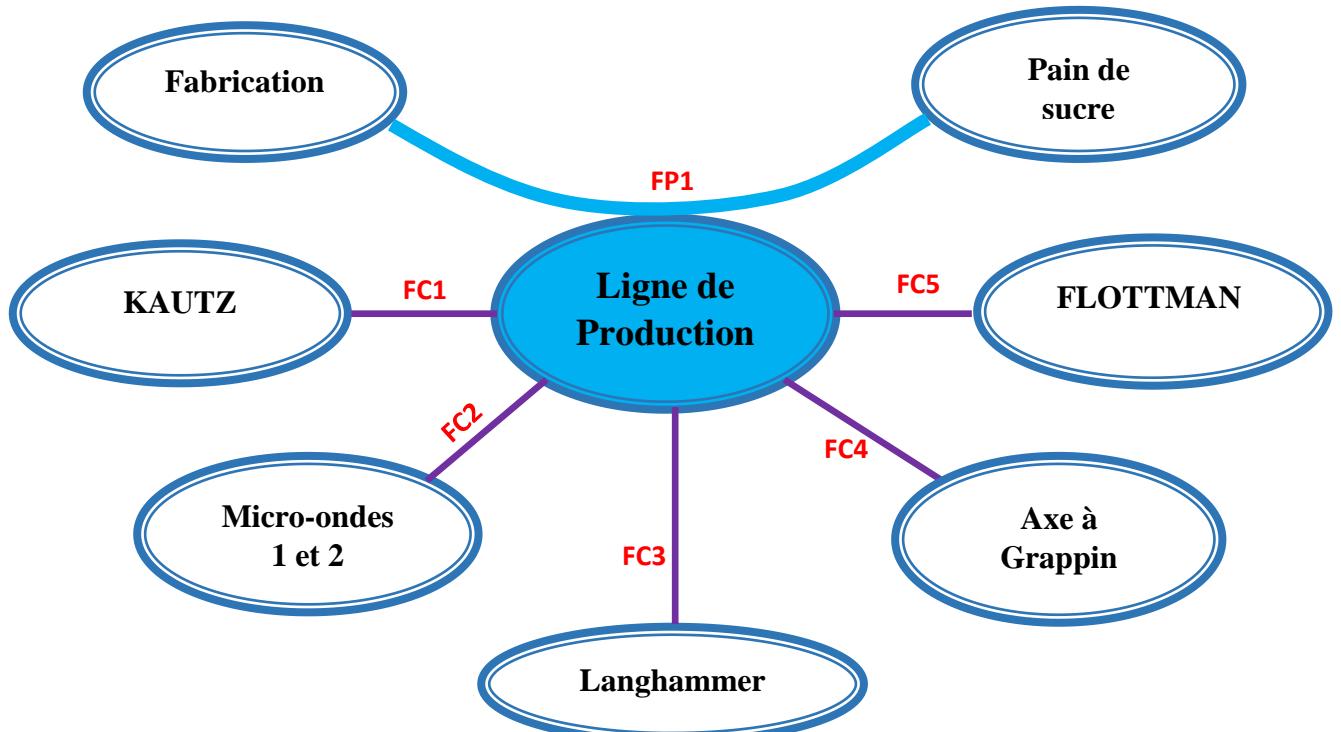


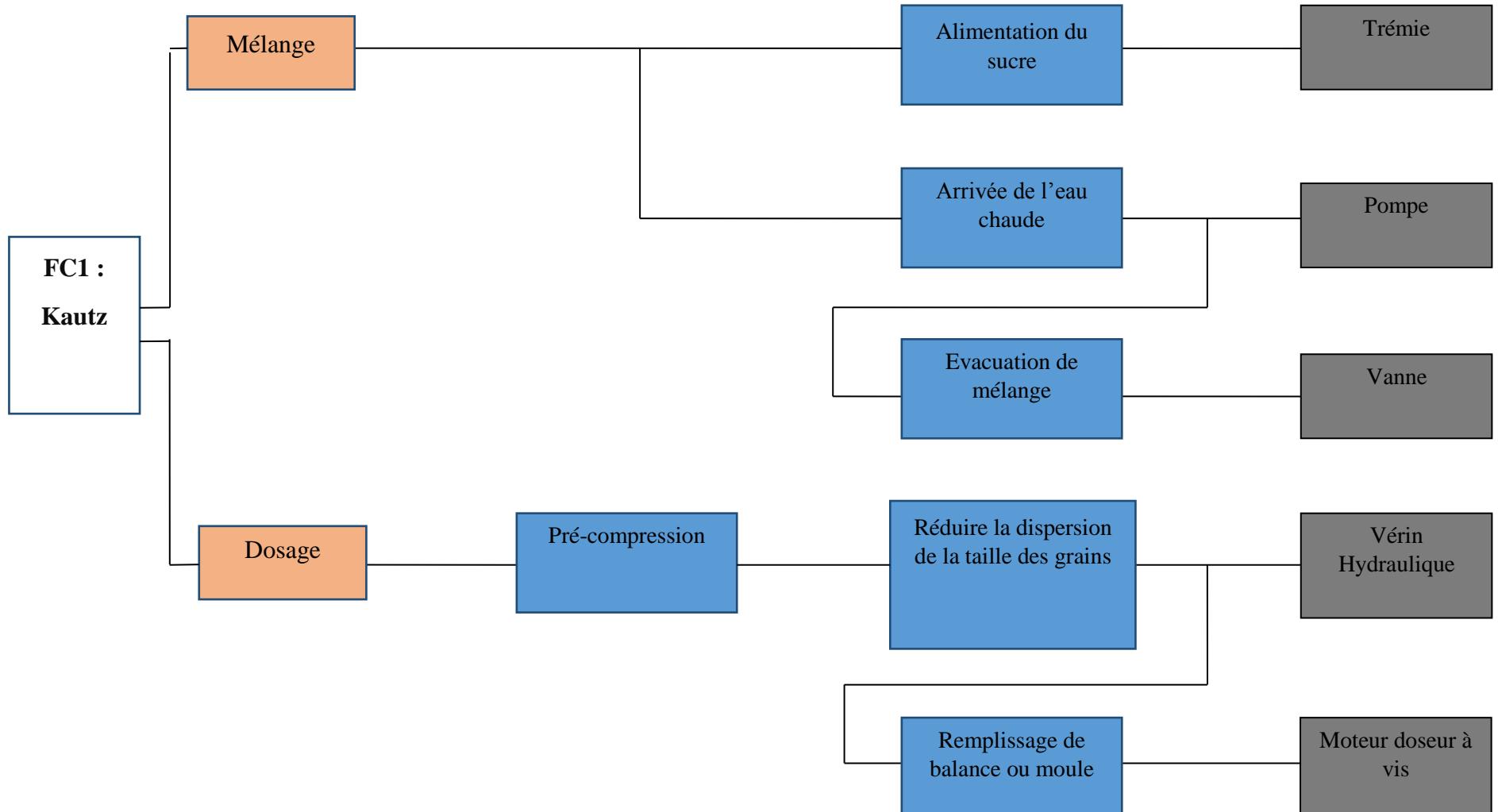
Figure 10:Diagramme des interactions.

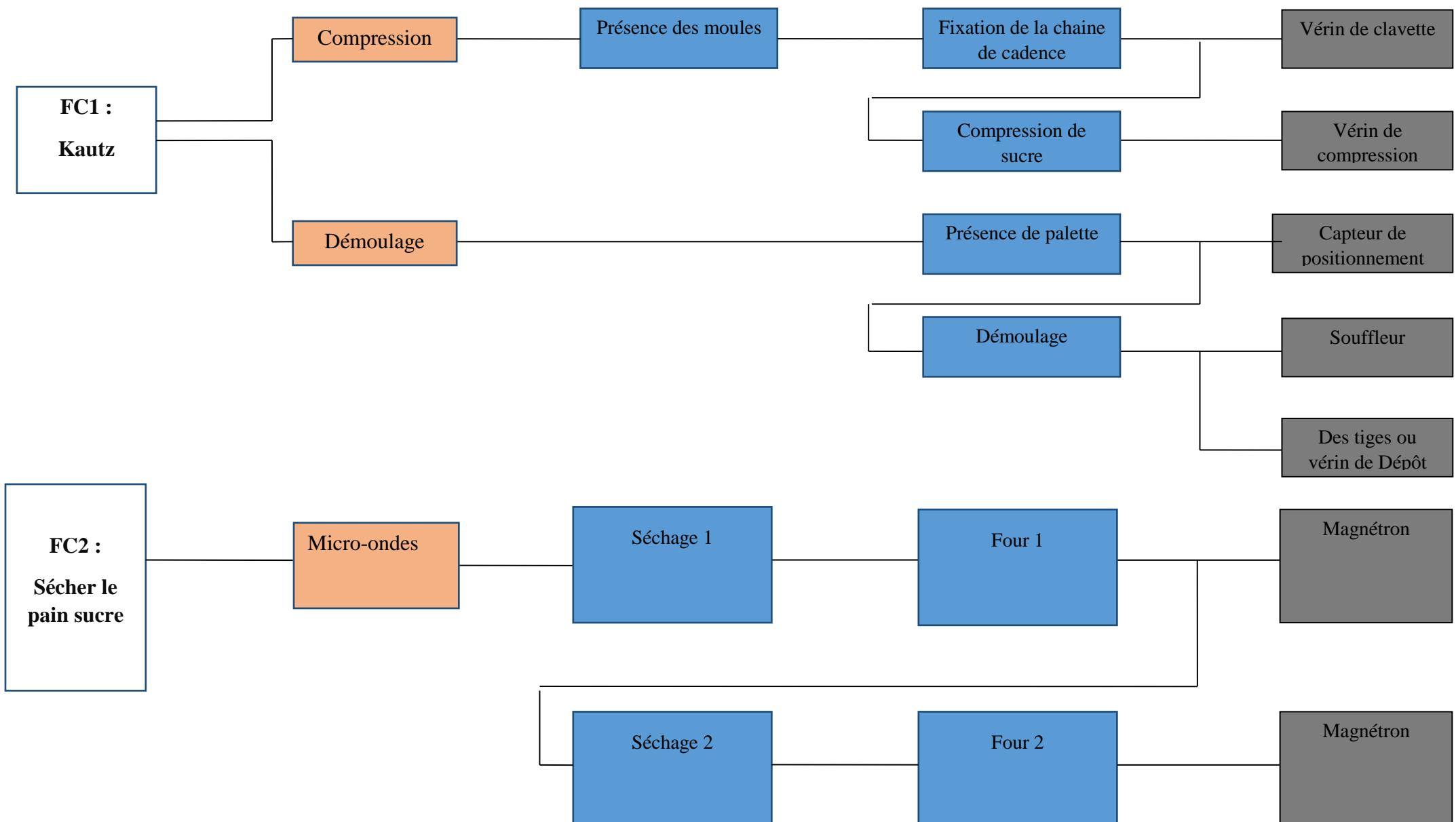
- FP1 : Fabriquer le pain sucre
- FC1 : Mouler le pain sucre
- FC2 : Sécher le pain sucre
- FC3 : Refroidir le pain sucre
- FC4 : Décharger la palette du pain sucre
- FC5 : Habiller le pain sucre

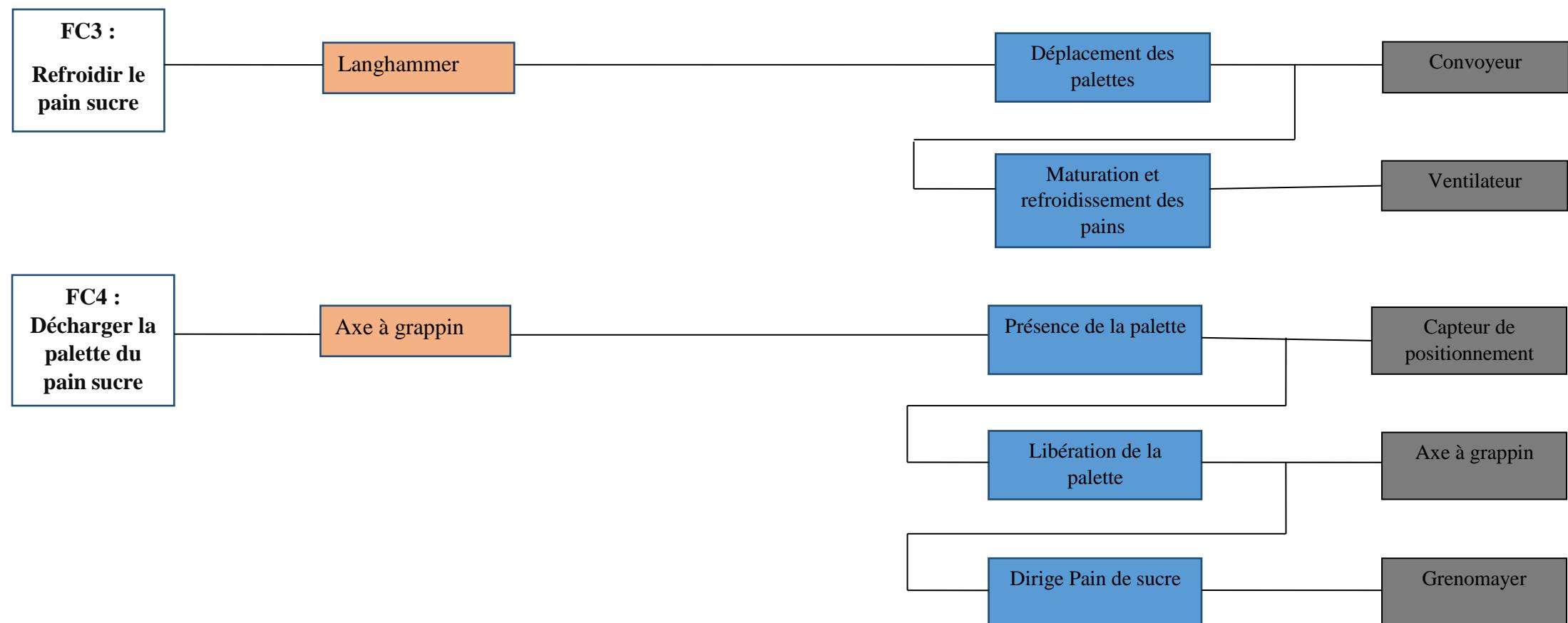
❖ Fast

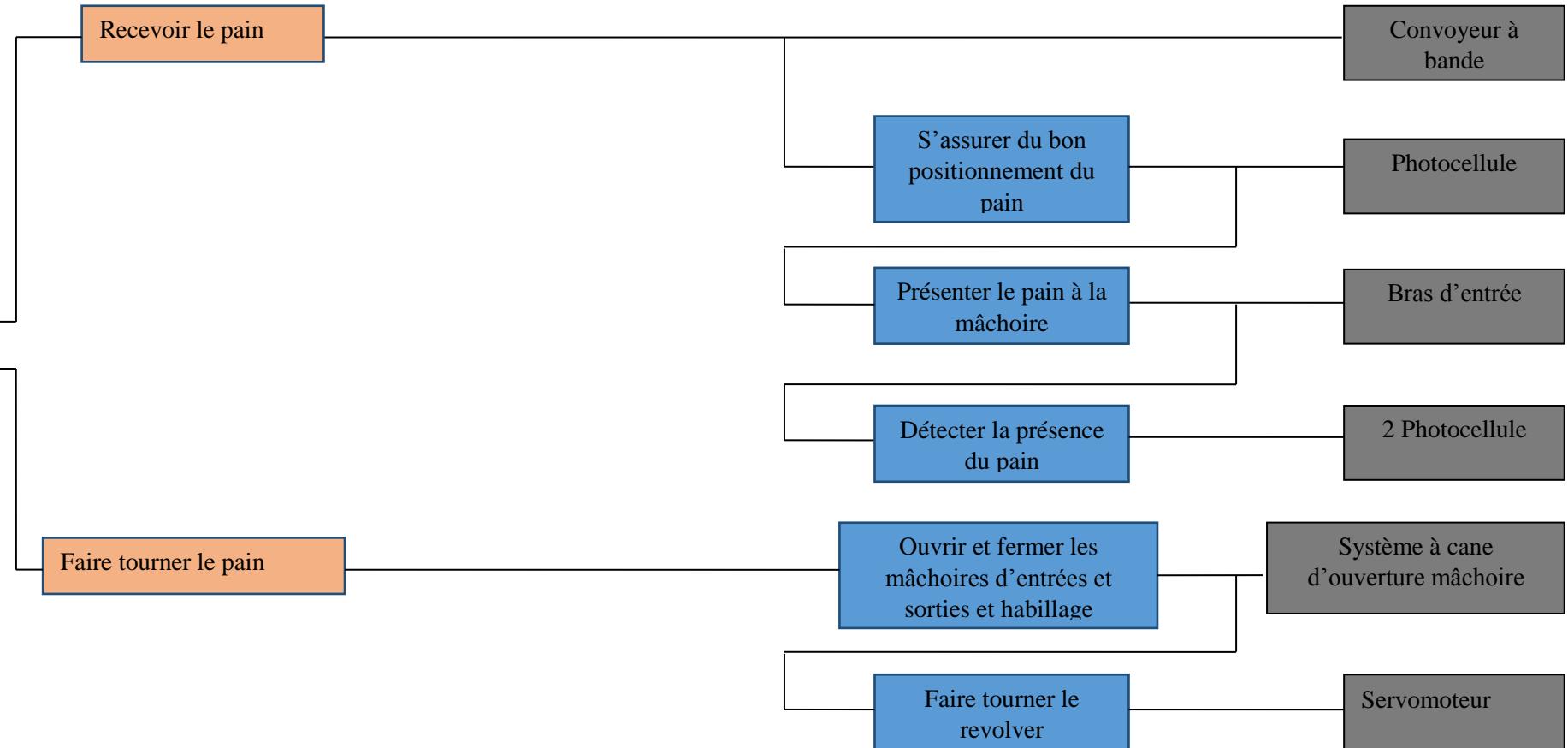
Après l'analyse fonctionnelle, on passe au diagramme FAST qui représente une traduction rigoureuse de chacune des fonctions de la ligne de production en fonction(s) technique(s).

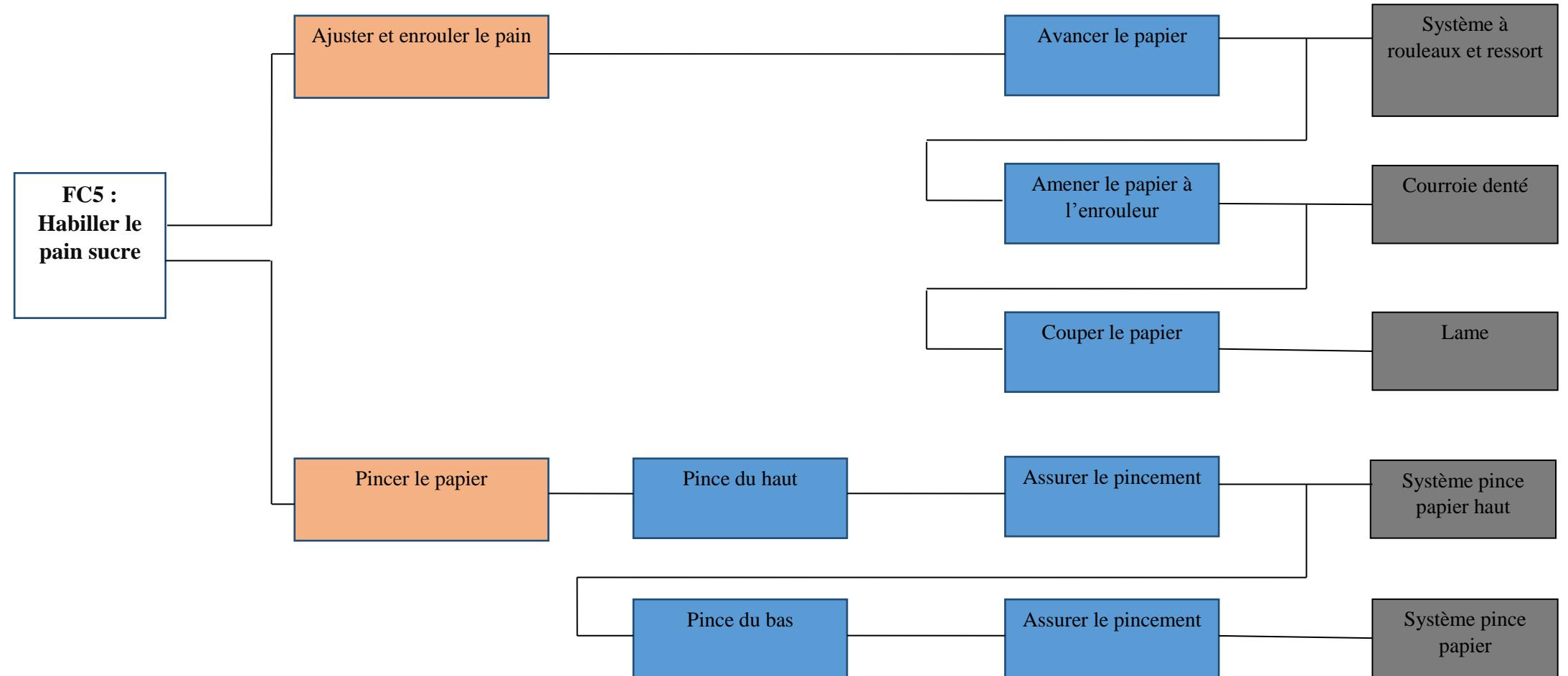
FP1 :
Fabriquer
le pain
sucre

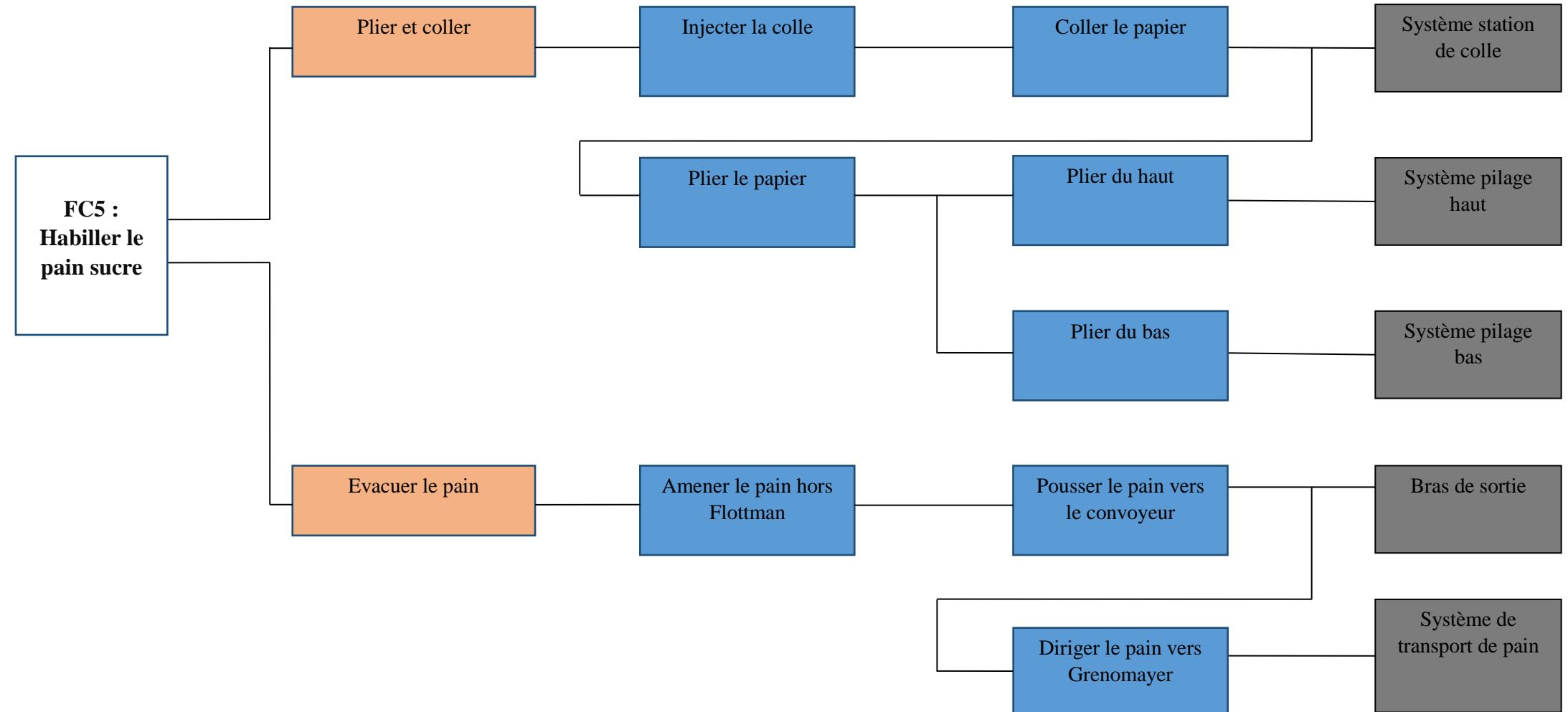












B. Descriptif des différents équipements

Le processus de fabrication de pain de sucre passe par plusieurs étapes au sein de l'unité Pain sucre allant de l'approvisionnement en sucre granulé jusqu'au stockage et livraison à la plate-forme, Ci-dessous le schéma global d'une ligne de production :

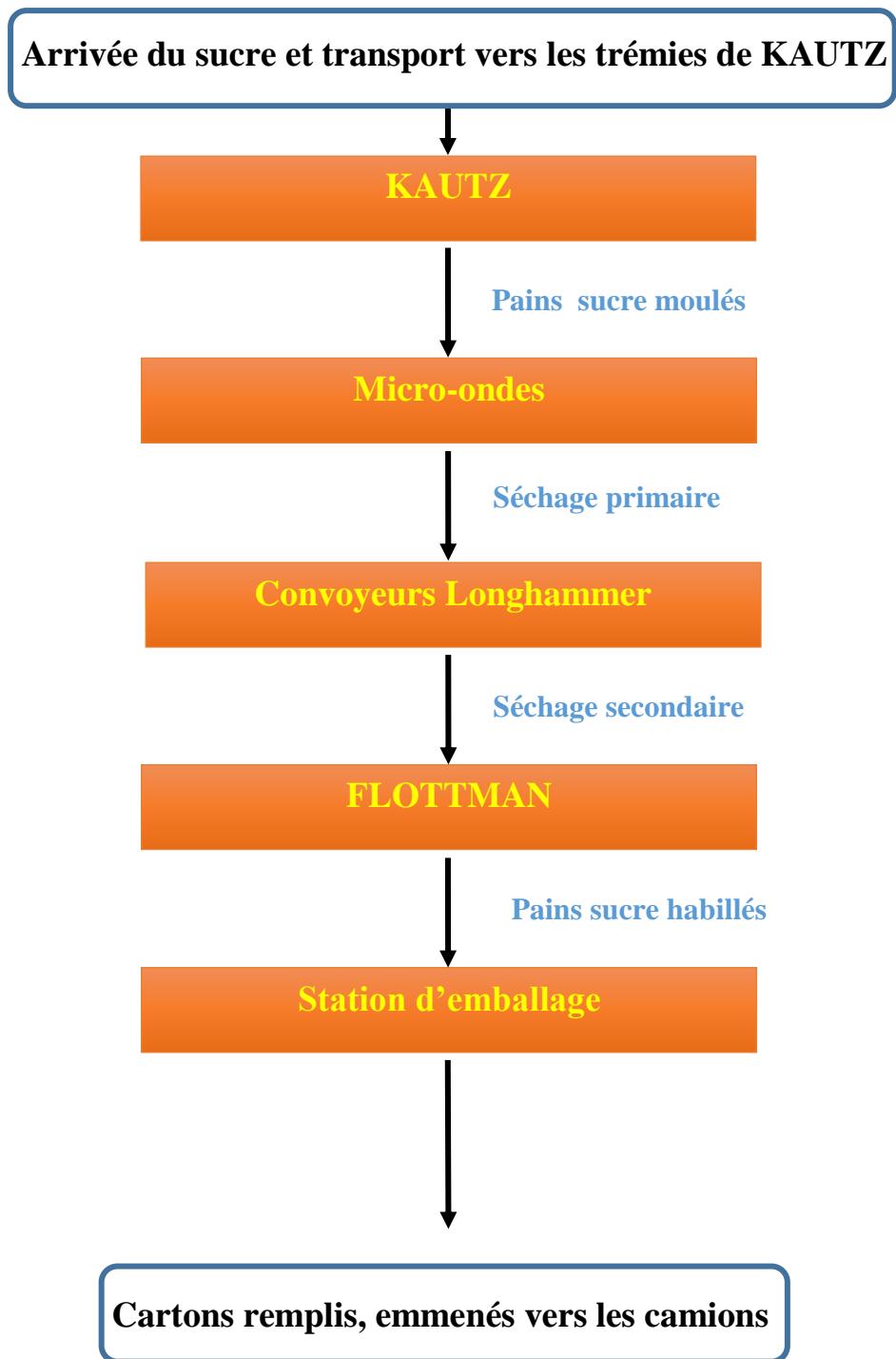


Figure 11: Schéma global d'une ligne de production.

❖ Arrivé du sucre :

La matière première principale utilisée dans la confection des pains de sucre est le sucre granulé. Cet élément provient de l'usine principale se situant approximativement à 200 mètres de l'usine de fabrication de pain de sucre. Ce sucre sera stocké dans un silo de 160T suivant le principe suivant :

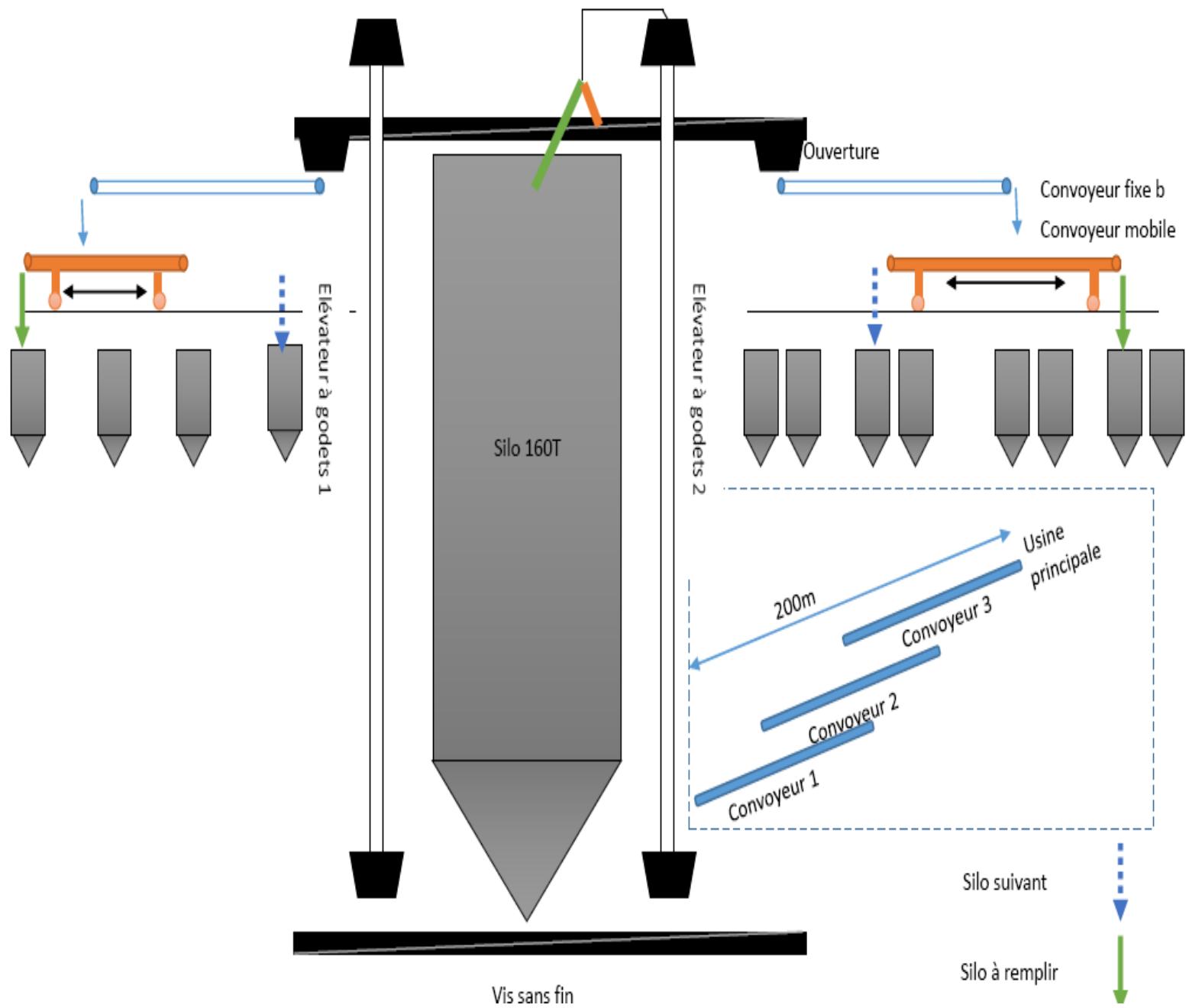


Figure 12: Cheminement de sucre jusqu'au KAUTZ.

Le sucre arrive depuis l'usine principale à travers le convoyeur 1, où il est amené à l'élévateur à godets. Cet élévateur permet son stockage au Silo 160T par le haut. En bas du silo, le sucre retombe sur la vis sans fin de dessous qui le transporte vers un deuxième élévateur à godets. Ce dernier le fera remonter vers la vis sans fin de dessus.

La vis sans fin de dessus permet d'alimenter en sucre granulé l'un des convoyeurs à bande fixes a ou b. Le convoyeur a étant celui chargé de l'alimentation de la Maamoura 1 et le convoyeur b étant celui chargé de l'alimentation de Maamoura 2 et 3.

Au-dessous de chacun de ces deux convoyeurs fixes se déplace un convoyeur à bande mobile qui s'alimente par le convoyeur fixe de dessus et qui alimente les trémies selon le besoin. Ces trémies sont liées chacune à une machine KAUTZ qui permet la compression du sucre.

❖ **KAUTZ :**

La « KAUTZ » est une machine de moulage de sucre sous forme de pain. Conçue par une société allemande spécialement pour COSUMAR, elle assure la production de pain de sucre. Moulage des pains de sucre à partir d'un mélange de granulé de sucre. On va expliquer chaque partie de la machine KAUTZ à part :

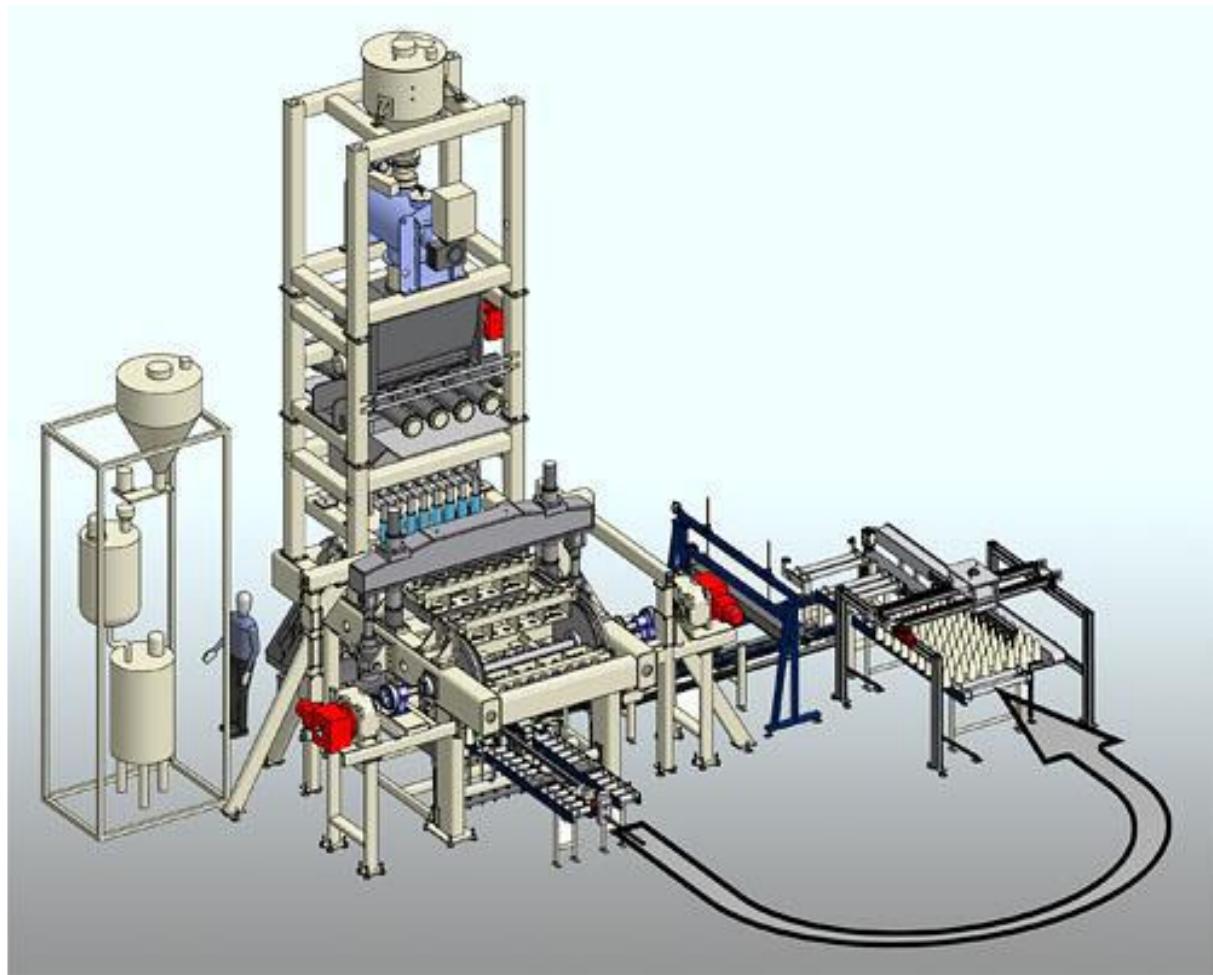


Figure 13:Vue de l'ensemble KAUTZ.

❖ Mélangeur :

La préparation du sirop se fait dans une citerne, on mélange l'eau de chaux avec le sucre à une température et une concentration bien déterminée, cependant le sirop est remplacé par l'eau distillé, car il perturbe fréquemment le démoulage. Après avoir préparé le sirop, le mélangeur reçoit 120Kg pesé à travers des jauge se trouvant au-dessous du silo 15T, ainsi l'électrovanne s'ouvre pour doser de l'eau en fonction de l'humidité déterminée par l'opérateur de la machine KAUTZ (mouleuse).

❖ Pré-compression :

La pré-compression est une compression initiale du mélange afin de réduire la dispersion de la taille des grains du sucre. Elle est faite à l'aide de huit vérins à commande hydraulique, quatre vérins à riposter et quatre vérins de compression.

La pré-compression est réalisée à l'aide de 8 vérins disposés les uns en face des autres :

- ✚ 4 vérins à riposter (150 bars)
- ✚ 4 vérins de compressions (150 bars)

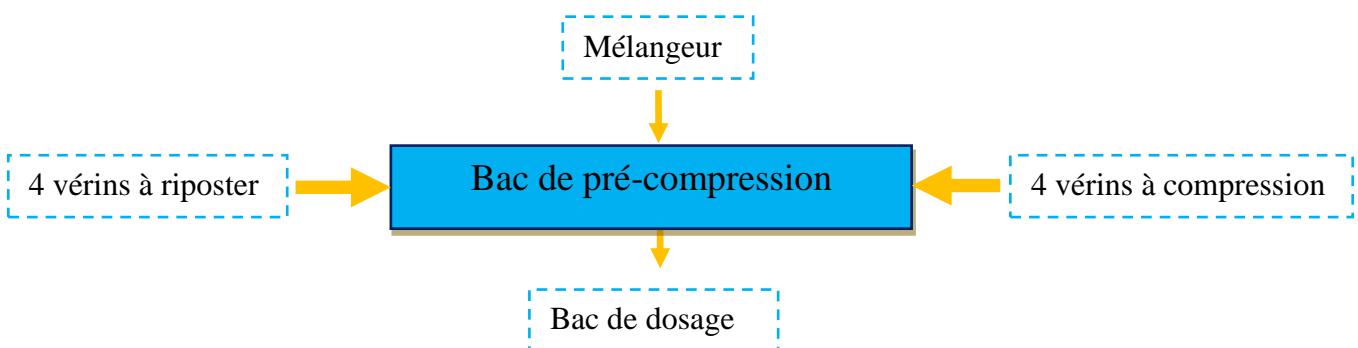


Figure 14:Bac de Pré-compression.

avancent à leurs tours pour comprimer le sucre jusqu'à atteindre une pression de 150 bars, ensuite les vérins à riposter reculent pour que les vérins de compression puissent continuer leurs courses et vider le sucre pré comprimé dans le bac du dosage.

❖ Dosage :

Après l'étape de pré-compression, le sucre passe par la suite à l'opération du dosage, pour se faire on a : 8 moteurs agitateurs, 8 moteurs doseurs (à vis), 8Sondes niveau haut, 8 vérins pour l'ouverture et la fermeture des trappes, et 8 jauge de contrainte. Lorsque les balances sont vides, les moteurs à vis amènent le sucre vers les balances. Ces balances comparent la valeur pesée à la consigne qui est dans les environs de 2000g et quand la valeur pesée s'approche de la valeur consigne, les moteurs diminuent de vitesse pour avoir plus de précision.

Quand la valeur est atteinte, les moteurs arrêtent de fonctionner, et les trappes s'ouvrent pour laisser descendre le sucre vers les moules présentes en chaîne de cadence.

❖ Compression :

Quand les moules sont en position, les vérins de clavette avancent pour fixer et centrer le véhicule. Ensuite, huit vérins de compression descendent avec une pression de 150 bars pour comprimer le sucre dans les moules. Arrivés à leurs fins de course, les vérins de compression reculent à leurs positions initiales puis les vérins de clavette reculent à leurs tours permettant ainsi à la chaîne de cadence de tourner.

❖ Démoulage :

Après la compression, la chaîne de cadence tourne vers la position de démoulage, une fois la palette arrive à sa position, 8 vérins de dépôt avancent vers la base du sucre, arrivés à leurs fins de course, les souffleurs soufflent de l'air sous pression de 0.4 bars à la tête du pain sucre pour le démoluer, le démoulage sera maintenu par des tiges appelées Mercedes. Par la suite, les vérins de dépôt reculent et les pains sucre prennent place sur une colonne de la palette. Après le dépôt des 8 pains de sucre à leur colonne sur la plaque, l'axe linéaire permet le déplacement de cette palette pour permettre à KAUTZ de déposer une nouvelle colonne. Après avoir remplir toutes les lignes de la palette (80 pains), le vérin de l'axe linéaire pousse la palette vers le four N°1.

On regroupe le processus de la machine KAUTZ dans le schéma suivant :

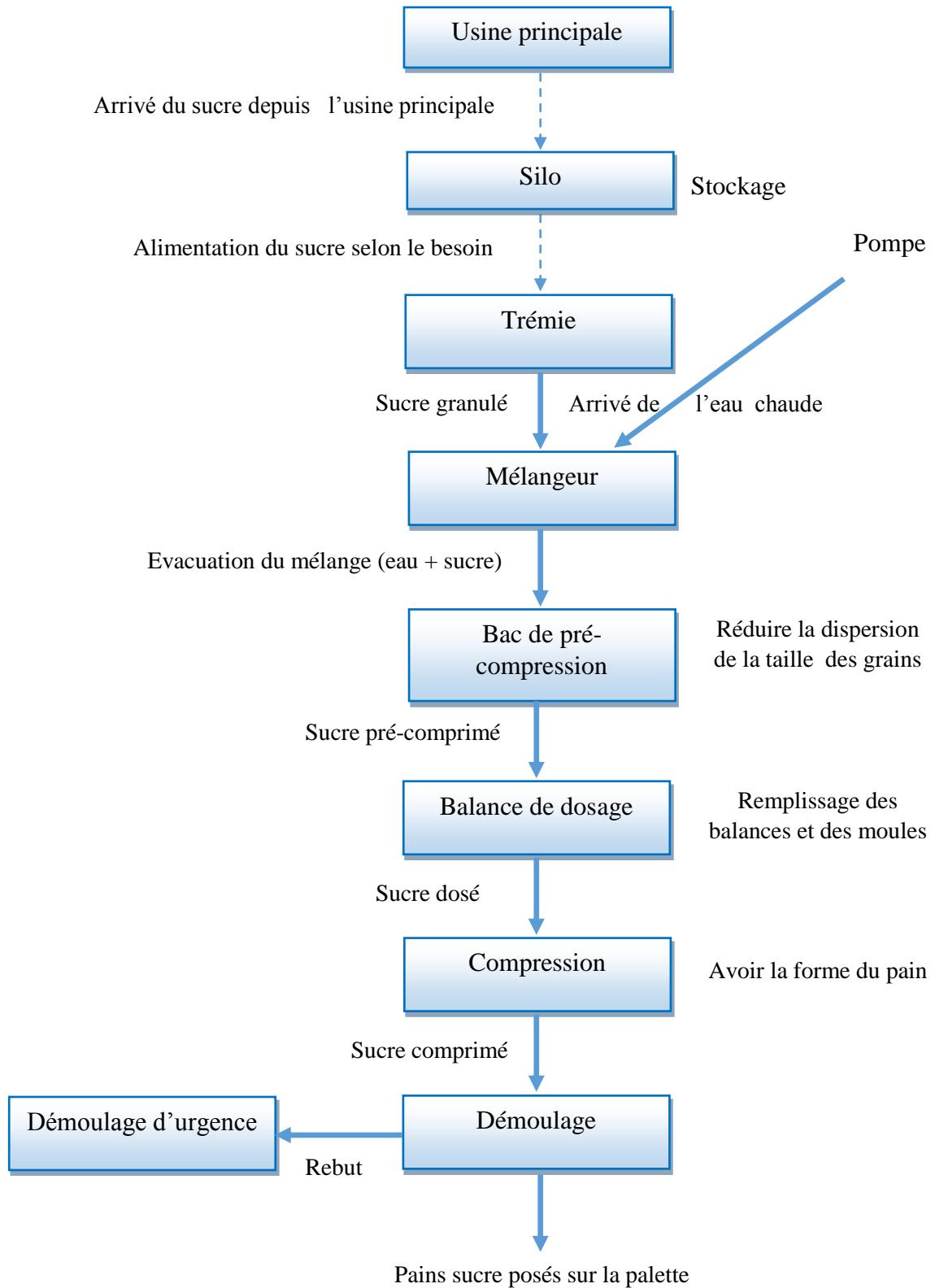


Figure 15: Processus de moulage de KAUTZ.

❖ Micro-ondes :

Les micro-ondes permettent un séchage primaire des pains sucre. Il s'agit de deux fours en série, le pain sucre en sortie du deuxième four est supposé avoir une température entre 90° et 95°. Principe de fonctionnement : Le chauffage des fours à micro-ondes est réalisé grâce aux magnétron. Un magnétron est un tube à symétrie circulaire constitué d'une anode cylindrique creuse, dans l'axe de laquelle se trouve une cathode à chauffage direct ou indirect.

❖ Longhammer :

Longhammer est un convoyeur fixe qui permet de déplacer la palette sur un circuit de refroidissement, une fois la palette sort de la deuxième micro-onde, elle est en contact direct avec l'air ambiant pendant 2 heures, avant qu'elle passe à travers un tunnel pour être refroidie à l'aide des ventilateurs (refroidissement forcé). Par la suite, grâce à un pince à grappins, qui contient dix bras, chacune contient 3 doigts, les pains sucre sont déposés sur le convoyeur Gronnemeyer qui les emmènera à Flottmann.

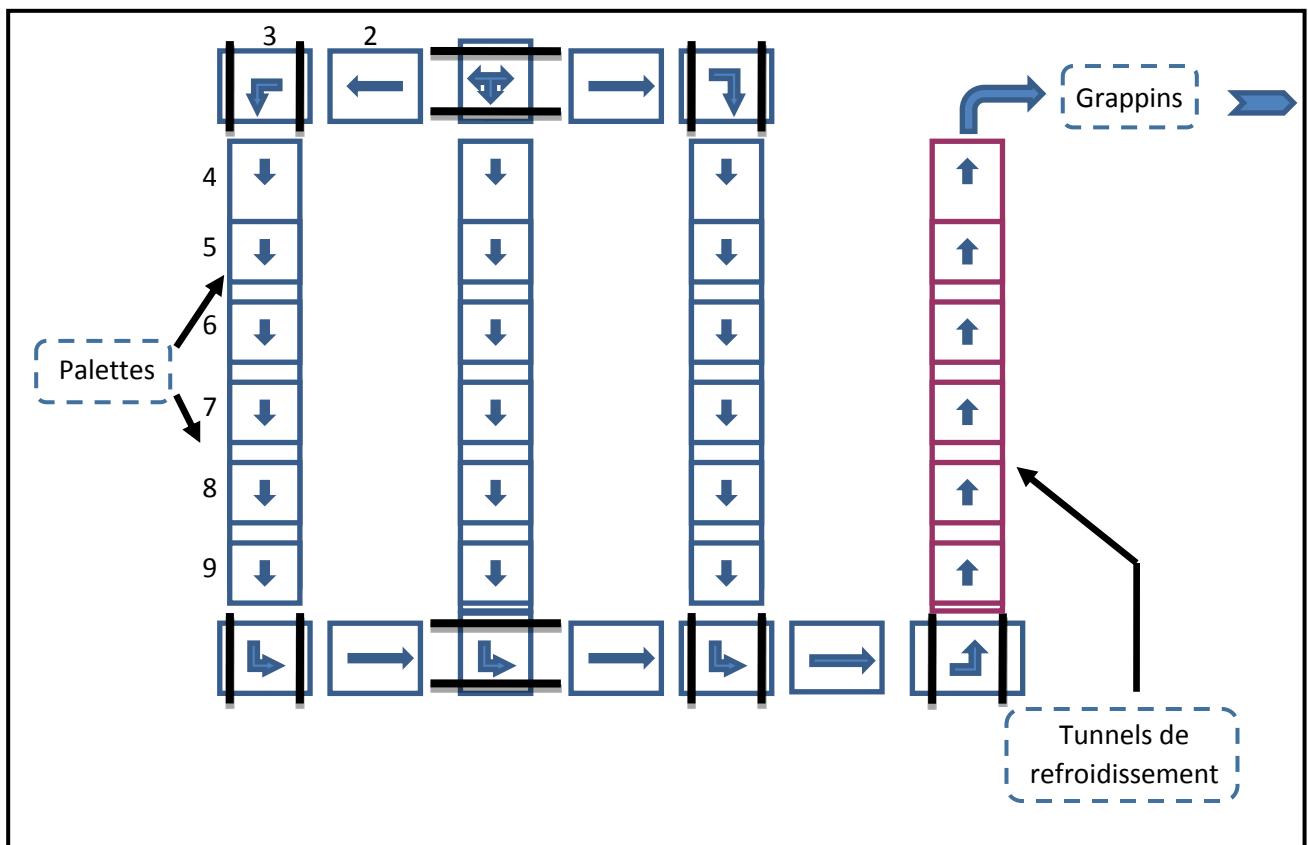


Figure 16: Langhammer et tunnel de refroidissement.

❖ Flottman :

La machine FLOTTMANN Type SFS 391 permet l'habillage des pains sucre de 2Kgs. Elle peut atteindre 35 pains par minute. Elle se compose de 3 stations :

- ❖ Station de papier.
- ❖ Station d'habillage.
- ❖ Station de colle.



Figure 17: La machine Flottman.

❖ Entrée (Recevoir le pain) :

L'entrée de FLOTTMAN se décompose en deux parties :

- ✓ Bande d'entrée : Convoyeur fixe qui permet le transfert et guidage des pains sucre vers FLOTTMAN.
- ✓ Système d'entrée : Il permet de présenter le pain à la mâchoire à l'aide d'un bras d'entrée.

❖ Station de papier :

La station de papier se décompose en trois parties :

- ✓ Le dérouleur :

Qui s'offre comme support pour la bobine papier, et en tournant le papier se déroule et avance vers le sous-système suivant.

✓ Tendeur papier :

Le tendeur papier a pour rôle de laisser le papier tendu durant l'emballage, on peut régler l'état du papier en modifiant son réglage (avancer/reculer) de la porte à papier ou bien varier le débit des vérins de serrage à la sortie.

✓ Couteau :

Afin d'exécuter la découpe, le vérin couteau retire la lame mobile, puis le papier passe entre la lame et la contre lame. Ensuite la lame se remet à sa place à l'aide du ressort de rappel.

❖ Système de colle :

Le système de colle est composé d'un réservoir de capacité 5.4Kgs, dans lequel on met des granulés de colle qui seront chauffées à l'aide d'une résistance, pour maintenir la colle à une température entre 140°C et 160°C. La colle est pompée par la suite à l'aide d'un vérin pneumatique situé en haut du réservoir vers les injecteurs à travers des flexibles.

Les flexibles permettent à leur tour de maintenir la colle chaude à l'aide d'isolateurs internes de chaleur.

Les injecteurs injectent une dose précise de colle dès lors que la photocellule lui donne la consigne. Il existe trois stations d'encollage, en chacun la colle est injectée vers un endroit précis et un timing précis.

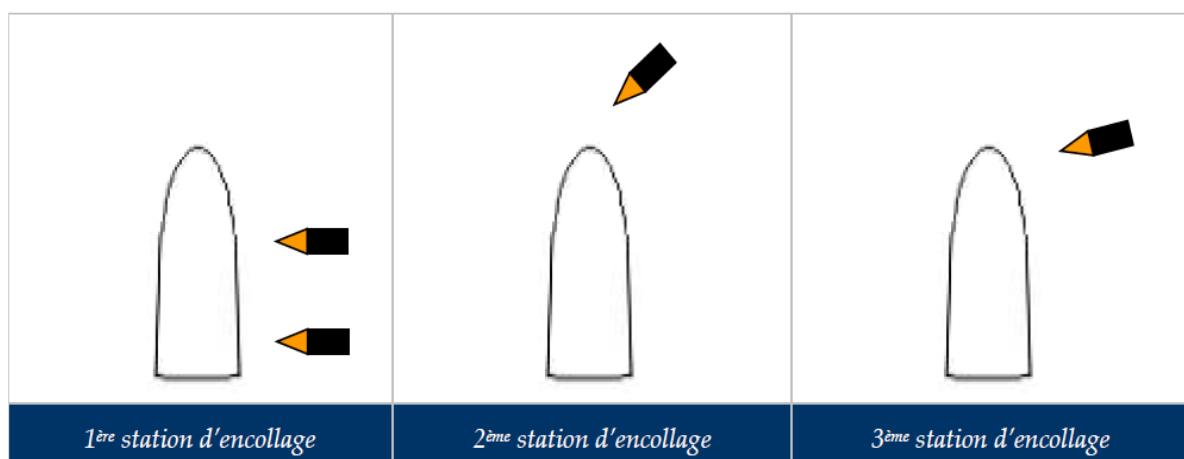


Figure 18: Les étapes d'encollage du papier.

❖ Station d'habillage :

Station d'habillage a pour fonction d'enrouler le papier sur le pain.

❖ Station pliage :

Le pliage se décompose en trois parties : Pliage haut, Pliage bas puis Sabot.

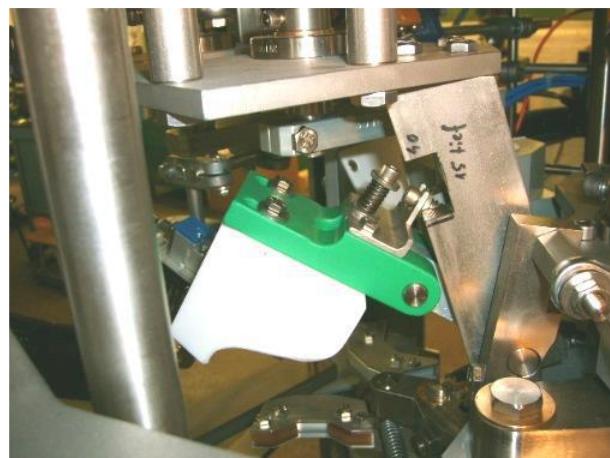


Figure 19:Le sabot.



Figure 20:Le pliage haut.

❖ Conclusion :

Ce chapitre avait pour but d'éclaircir le processus de fabrication de pain sucre et le mode de fonctionnement des machines présentes sur la ligne de production. La connaissance de ces informations m'a permis de progresser rapidement dans le projet.

Chapitre 2 :

Problématique et analyse

1. Introduction

Nous avons vu dans le chapitre précédent la représentation de la société ainsi que l'environnement du travail et tous ce qui concerne le processus de la production dans ma zone du stage. Dans ce chapitre nous allons voir la méthode de calcul du TRS et du taux de rebut ainsi que le TRS actuel de l'entreprise, nous allons voir aussi les objectifs de notre projet et le cahier de charge. Nous allons voir une étude par diagramme d'Ishikawa pour avoir les causes principales de la chute du TRS ainsi qu'une analyse de Pareto pour savoir la classe critique qui représente les problèmes les plus importants le chapitre qui suit sera donc l'implantation d'un logiciel MES (Manufacturing execution system) pour remédier à cette problématique de la chute du TRS et avant d'entrer bien sûr dans le détail de ce chapitre, il est impératif de décrire la situation actuelle de l'usine du pain sucre.

2. Contexte du projet

2.1.1 Situation actuelle

L'usine de pain sucre est une unité de production consacrée à la production de pain de sucre. La production de pain sucre se fait d'une manière développée en exploitant des nouvelles technologies qui ont rendu le procédés de fabrication de pain de sucre automatisé, chose qui facilite la tâche pour les opérateurs de ligne et en même temps augmenter la production afin de répondre aux exigences du client (coût, qualité, délai).

La moyenne de production de pains à LA COSUMAR qu'il faut atteindre est de **720 T/jour** en regroupant l'ensemble de production des lignes, la direction impose un taux de TRS de 90% et un taux de rebut qui ne dépasse pas 1%, ces deux chiffres ne sont pas atteints à cause des arrêts fréquents des machines, un taux de rebut élevé, et des mouvements qui ne représentent aucune valeur ajoutée pour la production. Nous allons voir par la suite la définition et des exemples de calcul du TRS ainsi que du taux de rebut.

2.1.2 Objectif du projet

Afin de bien définir notre projet, on s'est basés sur la méthode 3QOCP (Qui - Quand - Quoi - Où -Comment - Pourquoi ?). Vous trouverez bien l'explication et les objectifs de cette méthode dans l'annexe 1.

❖ Qui ?

Qui a le problème?	Département de production de pain sucre, service de conditionnement.
Qui est intéressé par le résultat ?	La direction, les clients, les techniciens, ingénieur qualité, ingénieur maintenance.
Qui est concerné par la mise en œuvre?	La direction, les responsables production, les responsables maintenance, et les opérateurs surtout.

❖ Quoi ?

C'est quoi la problématique ?	Ecart entre TRS objectif et TRS réel et le non suivi de la production et la fiabilisation de la donnée TRS sur MES.
Quelles sont les conséquences?	Objectif de production non atteints Objectif de taux de rebut non atteints Coût de revient du produit plus élevé Le non suivi de la production et des opérateurs et la digestion de la production.

❖ Quand ?

Caractéristique temporelle du projet.	Durant la période de stage (Du 11 Avril jusqu'au fin Aout 2016).
---------------------------------------	--

❖ Où ?

Où le problème apparaît-il?	Dans l'usine Maamoura de production des pains sucre
-----------------------------	---

❖ Comment ?

Comment se produit le problème?	Arrêts fréquents, quantité élevée de rebut, non atteinte des objectifs (production, rebut), manque de plan d'action précis lors des arrêts de maintenance préventive, contrôle insuffisant de la qualité, le manque de la précision des informations.
Comment réagir?	Mettre en place un system de pilotage de production MES

❖ Pourquoi ?

Pourquoi ce projet	<ul style="list-style-type: none"> -Réduire l'écart entre TRS objectif et TRS réel. -Réduire les pannes des machines. -Avoir une base de données numérique sur les pannes machines fréquent. -Réduire le taux de rebut. -Améliorer la production. -Améliorer la maintenance. -Eliminer l'archive papiers des rapports journalier des opérateurs des machines KAUTZ et le rendre numérique. -Donner à l'encadrement un meilleur suivi de la performance de la production en temps réel.
--------------------	--

	-Donner une meilleure visibilité, accompagner et responsabiliser les opérateurs sur les différentes tâches à effectuer.
--	---

3. Cahier de Charge :

❖ **Sujet :**

Mise en place d'un system de pilotage MES (Manufacturing execution system) pour l'amélioration de l'indicateur de performance industriel TRS au sein de l'usine pain de sucre.

❖ **Mission :**

- ✚ Visite d'intégralité.
- ✚ Etat du lieu (*Calcul du TRS, fiabilité et fail de la méthode actuelle*).
- ✚ Rédaction du cahier de charge.
- ✚ Etude technique du programme de l'automate principal de la ligne SIEMENS 7 pour pouvoir on sortir avec les risques et les limites d'installation du nouveau système.
- ✚ Préparer les interfaces et les ressources matériels pour la mise en service.

❖ **Maitre d'ouvrage :**

Le maitre d'ouvrage est la société COSUMAR, et précisément la zone Maâmoura de CASABLANCA qui est l'usine de production du pain de sucre.

❖ **Maitre d'ouvrage :**

L'Université Bordeaux 1 qui est représentée par :

- ✚ L'étudiant : **Mr DARHAI Imad.**
- ✚ L'encadrant pédagogique : **Mr André BENINE NETO.**

❖ **Contexte pédagogique :**

Ce projet se situe dans le cadre de projet de fin d'étude que l'étudiant ingénieur du Master Automatique & Mécatronique Automobile Aéronautique et Spatial de l'université Bordeaux 1 est amené à le réaliser dans une zone industriel, ce stage a pour but de faire le lien entre la théorie acquise jusqu'à présent et son application dans un problème réel auquel pourrait être confronté un ingénieur dans le cadre de ses fonctions.

❖ **Contraintes à respecter :**

- Délai : La contrainte majeure est le temps. Le projet est limité par une durée de quatre mois, donc il est impératif de prendre en considération ce facteur dans les solutions proposées, ce qui nécessite une planification rigoureuse des tâches du projet.

- La collecte des données : c'est un facteur très important pour l'avancement du projet d'une manière correcte, donc il est nécessaire d'agir d'une façon efficace pour surmonter cette contrainte.
- Savoir-faire : c'est la connaissance des moyens qui permettent l'accomplissement et la réalisation du projet.

❖ Accord de confidentialité :

Attendu que la Société Cosumar - sollicite la société soumissionnaire, pour le projet de mise en œuvre d'un MES.

Il est compréhensible que la Société Cosumar n'accepte de divulguer, sans accord de protection, des informations sur les formules ou les modes opératoires dont elle est l'inventeur et propriétaire. La violation de cette obligation entraînera immédiatement de la part de Cosumar la résiliation de plein droit du présent contrat sans sommation et sans préjudice de tous dommages et intérêts qui pourraient en résulter.

La Société Cosumar demande donc à la société soumissionnaire, de s'engager à ne pas divulguer les plans d'implantation des lignes de conditionnement, les modes opératoires, ainsi que toutes autres informations sur les procédés industriels de Cosumar qui lui sont fournis ce jour, et à prendre toutes les dispositions pour les garder secrètes vis à vis de tous tiers.

❖ Objectifs :

Cosumar souhaite renforcer et améliorer le pilotage de l'outil de production. Les principales attentes de l'installation d'un MES (manufacturing execution system) sont :

- ❖ *Donner une meilleure visibilité, accompagner et responsabiliser les opérateurs sur les différentes tâches à effectuer.*
- ❖ *Donner à l'encadrement un meilleur suivi de la performance de la production en temps réel.*
- ❖ *Sécuriser le produit (Qualité, traçabilité).*

4. Etude préliminaire du projet

❖ Introduction :

Dans cette étude, on commence par la collecte des différentes données (production, rebut, arrêt des machines...), qui vont nous aider à déterminer les causes principales de la diminution de l'indicateur TRS, que nous devrons normalement afficher sur notre système de pilotage MES.

❖ Définition du TRS :

Le TRS est un indicateur de performance de production exprimé en pourcentage % qui peut être calculer soit par unité de temps ou de quantité et pour notre cas la société Cosumar le calcul

par unité de quantité le tonne. C'est un indicateur riche d'informations, il permet de déterminer les dysfonctionnements qui font diminuer la rentabilité.

❖ Calcul du TRS :

Pour bien comprendre le calcul du TRS nous allons voir comment calculer le TRS par la méthode de l'unité temps, parce que je trouve que c'est la plus facile à comprendre. Mais pour le faire d'une autre manière par l'unité de quantité il suffit juste d'appliquer la règle de trois.

Normalement le TRS est égal à :

$$\text{TRS} = \frac{\text{Temps utile}}{\text{Temps requis}}$$

$T_u = T_n - \text{Temps perdu sur rebuts.}$

$T_n = T_f - \text{Temps perdu sur écarts de cadence.}$

$$T_f = T_r - \text{arrêts non programmés.}$$

Pannes machines Absence d'opérateur Changement de série Rupture de stock

```
graph LR; T_o["Tr = To - arrêts prévus."] --> S["Sous charge prévue"]; T_o --> M["Maintenance préventive"]; T_o --> P["Personnel Formation"]; T_o --> N["Nettoyage ou entretien programmé"]
```

T_o = Temps d'ouverture.

❖ Exemple de calcul d'un TRS (Transfert entre le temps et la quantité)

Une entreprise fabrique des stylos, l'horaire du travail est de 8h à 00h c'est-à-dire 16h journalières donc $T_0 = 16h$.

La capacité théorique de production horaire est de 400 tubes, c'est-à-dire de

$$C_0 = 400 \times 16 = 6400 \text{ Stylos/jours.}$$

L'entreprise décide faire du nettoyage ce jour, la durée prévue de cette opération est de 4 h. Le temps de production est donc de :

T_r = 16-4 = 12h

Donc pour aller vers des valeurs par unité de quantité (nombre de pièces, litres, tonnes, mètres), il nous suffit d'appliquer la règle de trois :

$$\begin{aligned} 6400 &\rightarrow 16\text{h} \\ C_r &\rightarrow 12\text{h} \end{aligned}$$

Donc :

$$C_r = \frac{12 \times 6400}{16} = 4800 \text{ stylos.}$$

Et ainsi de suite jusqu'au l'on trouve T_u et C_r .

❖ TRS de l'état actuel :

La zone Maâmoura comprend 3 unités de production, chacune contient quatre lignes, et pour bien cerner et déterminer les dysfonctionnements, il s'avère nécessaire de faire une étude globale sur les 12 lignes de production. En se basant sur l'historique de trois derniers mois (Février, Mars, et Avril), durant le mois de Février et Mars les quatre premières lignes étaient en état d'arrêt.

L'usine tourne à pleine régime en trois équipes 24 heures par jour, elles même en rotation de 6h à 14h et de 14h à 22h et de 22h à 6h. Dans le cas idéal, chaque équipe produit 38 tonnes par ligne, ce qui donne 114 tonnes par jour. Lorsqu'une équipe réalise la maintenance préventive le nombre des équipes démunie à 2 par jour, et la production idéale de ce jour à 76 tonnes.

Le tableau qui synthétise le TRS calculés pour chaque ligne est présenté dans L'annexe. Après avoir calculé la moyenne du TRS pour chaque ligne, on trouve l'histogramme suivant :

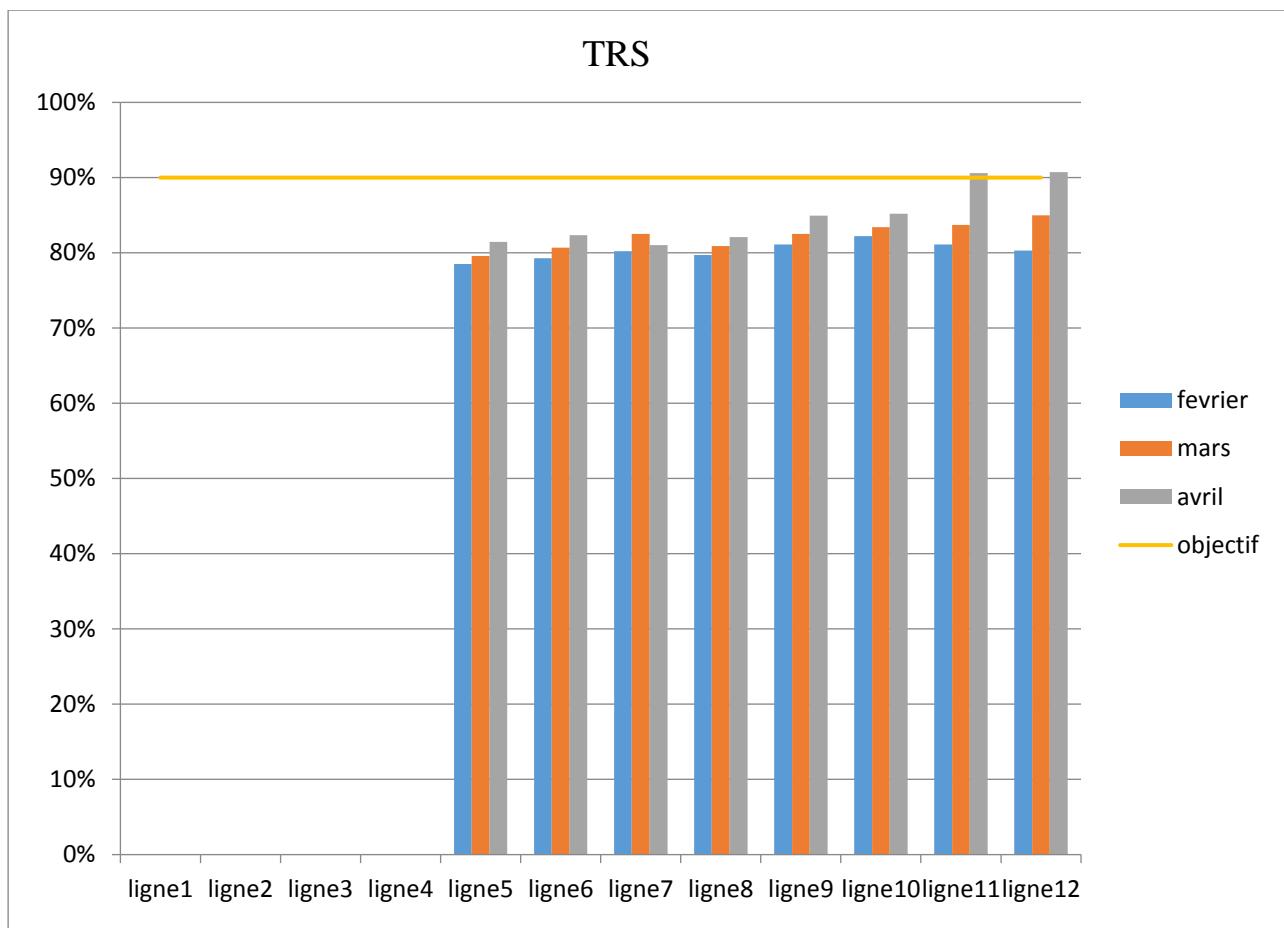


Figure 21: Histogramme du TRS durant les trois mois.

On constate que la ligne 11 et 12 ont atteint l'objectif durant le mois d'avril, pour les autres lignes il y'a un écart (un peu près de 10%), l'étape suivante sera d'identifier les causes de cet écart. Normalement les lignes 1, 2, 3, 4 était en arrêt durant ces trois mois pour une raison de satisfaction clientèle.

❖ **Diagramme causes / effets :**

Afin d'avoir une vision partagée et précise des causes possible d'une situation et approfondir d'avantage la recherche des dysfonctionnements au sein de l'unité de production de pain de sucre, il sera judicieux de réaliser un diagramme cause/effet. Ensuite, on a recensé l'ensemble des facteurs potentiels qui peuvent causer le problème. Ces facteurs sont présentés ci-dessous à l'aide du diagramme cause-effet d'ISHIKAWA. Vous trouverez dans l'annexe 1 l'explication et les objectifs de la méthode.

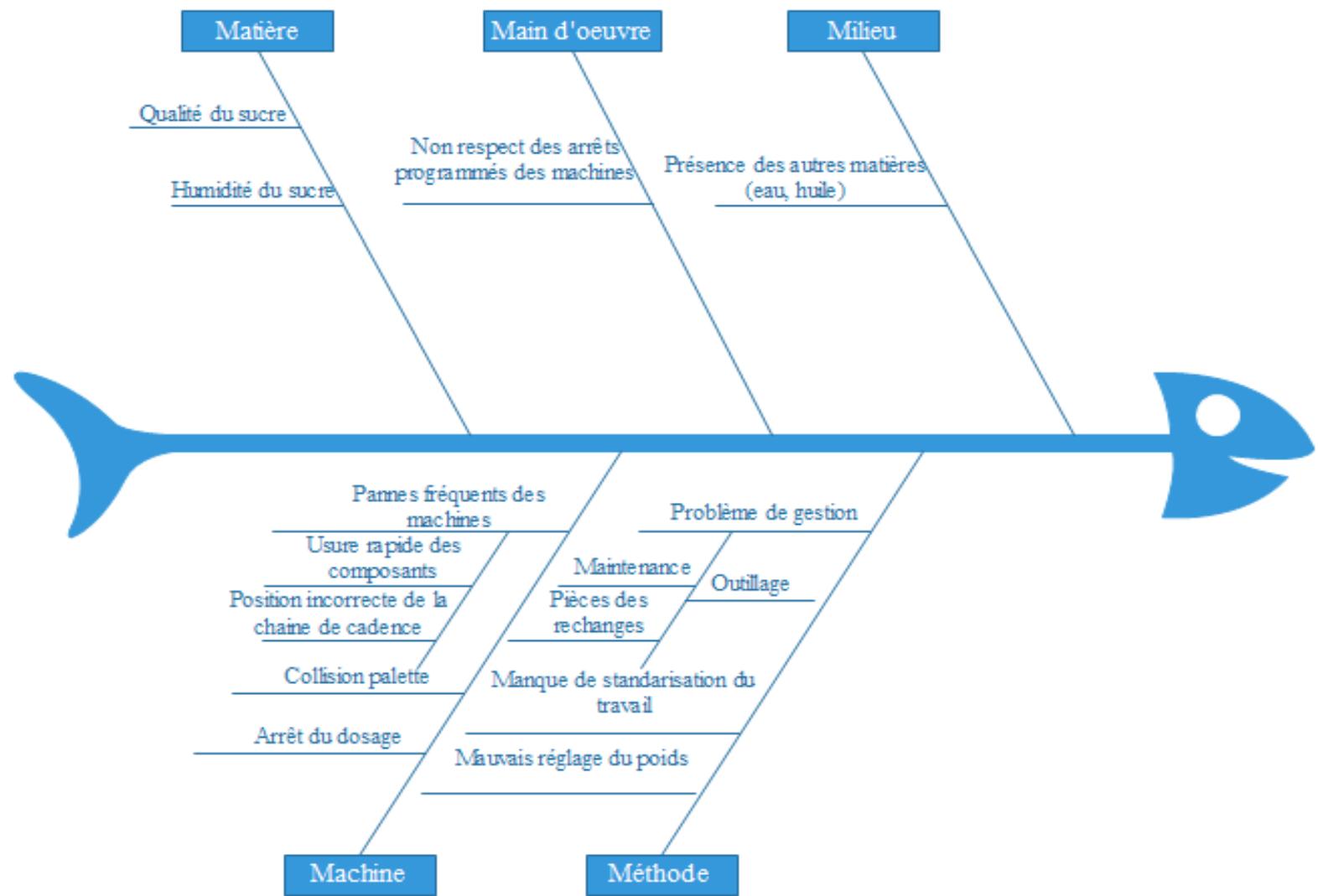


Figure 22: Diagramme causes et effets.

Après la réalisation d'Ishikawa, on classera les causes dans un tableau selon leurs effets.

Causes	Effet
Qualité et humidité du sucre Présence des autres matières Mauvais réglage de poids du pain Collision palette	Rebut
Non-respect des arrêts programmés Pannes fréquentes des machines Problème de gestion	Arrêt
Arrêt du dosage	Rebut et Arrêt

Position incorrecte de la chaîne de cadence	
---	--

Tableau 3: Classification des causes de chutes du TRS.

L'analyse des résultats obtenus montre que les causes principales de la chute de TRS sont :

- ✚ *Les arrêts des machines.*
- ✚ *Le taux de rebut.*

5. Justification des choix

❖ Les arrêts des machines :

Une ligne de production est composée des systèmes suivants :

- ✚ *Kautz*
- ✚ *Micro-onde (Four)*
- ✚ *Longhammer*
- ✚ *Gronemeyer*
- ✚ *Flottman*

Après les résultats du TRS des lignes de production :

Le TRS des lignes 5, 6, 7, 8, 9, et 10 n'a pas atteint l'objectif par rapport aux lignes 11 et 12. On détermine la machine critique en se basant sur l'historique des pannes pour les 3 mois (Février, Mars, et Avril).

Ligne 5				
Machine	Février	Mars	Avril	Somme
Flottman	206	178	153	537
Micro-onde	37	25	20	82
Longhammer	32	19	37	88
Gronemeyer	39	31	41	111
Kautz	231	315	265	811

Tableau 4: Nombre de pannes de la ligne 5.

Ligne 6				
Machine	Février	Mars	Avril	Somme
Flottman	212	182	179	573
Micro-onde	31	27	23	81

Longhammer	33	29	31	93
Gronomeyer	42	38	35	115
Kautz	223	298	274	795

Tableau 5:Nombre de pannes de la ligne 6.

Ligne 7				
Machine	Février	Mars	Avril	Somme
Flottman	201	178	191	570
Micro-onde	33	24	29	86
Longhammer	30	27	26	83
Gronomeyer	37	34	41	112
Kautz	234	219	265	718

Tableau 6:Nombre de pannes de la ligne 7.

Ligne 8				
Machine	Février	Mars	Avril	Somme
Flottman	199	193	175	567
Micro-onde	29	32	23	84
Longhammer	38	27	28	93
Gronomeyer	40	35	31	106
Kautz	229	234	218	681

Tableau 7:Nombre de pannes de la ligne 8.

Ligne 9				
Machine	Février	Mars	Avril	Somme
Flottman	189	177	169	535
Micro-onde	34	22	20	76
Longhammer	38	24	19	81
Gronomeyer	37	37	33	107
Kautz	233	219	208	660

Tableau 8:Nombre de panne de la ligne 9.

Ligne 10				
Machine	Février	Mars	Avril	Somme
Flottman	195	182	178	555
Micro-onde	31	28	21	80
Longhammer	42	29	32	103
Gronomeyer	37	26	30	93
Kautz	263	225	202	690

Tableau 9:Nombre de pannes de la ligne 10.

Après on va calculer la moyenne de nombres des pannes.

Les lignes	Kautz	Flottman	Gronomeyer	longhammer	Micro-onde
5	270,33	179	37	29,33	27,33
6	265	191	38,33	31	27
7	239,33	190	37,33	27,66	28,33
8	227	189	35,33	31	28

9	220	178,33	35,66	27	25,33
10	230	185	31	34,33	26,66
Somme	1452	1113	215	181	163
Moyenne	242	185	36	31	28

Tableau 10: La moyenne des sommes de pannes des équipements de la ligne de production.

Après avoir calculé la moyenne de nombres des pannes, on passera à la réalisation du graphe de Pareto.

❖ **Analyse Pareto et détermination des systèmes critique :**

Après avoir identifié le nombre des pannes, on applique la loi de Pareto sur la moyenne de pannes des équipements de façon à définir par la règle 20/80 la classe critique et qui représente les problèmes les plus importants qui doivent être traités au premier lieu. Vous trouverez dans l'annexe 1 l'explication et les objectifs de la méthode.

	Moyenne	Fréquence	Fréquence cumulé
Kautz	242	46,36%	46,36%
Flottman	185	35,44%	81,80%
Gronomeyer	36	6,90%	88,70%
Longhammer	31	5,94%	94,64%
Micro-onde	28	5,36%	100,00%
TOTAL	522		

Tableau 11: Les données de Pareto de nombres de pannes.



Figure 23: Diagramme de Pareto de nombres de panne.

Après la réalisation du diagramme Pareto, on conclue que la machine KAUTZ est la plus critique de la ligne de production et c'est bien la machine sur laquelle nous allons installer notre système de pilotage MES avec l'automate programmable SIEMENS.

❖ Rebut :

Le rebut regroupe l'ensemble des défauts inacceptables, qui nécessitent une retouche, un contrôle supplémentaire, une mise au rebut, une insatisfaction du client... ce qui engendra l'augmentation du coût de production.

Pour déterminer le taux de rebut de chaque ligne nous nous sommes basés sur l'historique (production, rebut) des trois derniers mois (Février, Mars, et Avril).

Le tableau qui synthétisent la production et le rebut pour chaque ligne sont présentés ci-dessous :

Mois	LIGNE5			LIGNE6			LIGNE7			LIGNE8			LIGNE9			LIGNE10			LIGNE11			LIGNE12			
	Prod	Reb (t)	Reb (%)	Prod	Reb (t)	Reb (%)	Prod	Reb (t)	Reb (%)	Prod	Reb (t)	Reb (%)													
AVRIL																									
01/04/2016	101,0	2,3	2,3	98,6	1,6	1,6	102,0	1,4	1,4	95,0	1,9	2,0	102,4	1,9	1,9	102,9	2,2	2,2	104,0	1,4	1,4	104,3	1,5	1,4	
02/04/2016	92,7	1,9	2,0	97,2	1,9	1,9	97,6	1,7	1,7	100,0	1,6	1,6	101,9	1,2	1,2	99,0	1,3	1,3	102,0	1,4	1,3	102,2	1,6	1,5	
03/04/2016	40,8	1,5	3,6	93,4	2,3	2,4	92,4	1,3	1,4	96,5	1,2	1,3	101,0	1,5	1,5	101,0	2,1	2,1	106,0	1,5	1,4	101,3	2,1	2,1	
04/04/2016	97,5	1,5	1,5	92,7	0,9	1,0	100,2	1,7	1,7	98,6	1,2	1,2	105,0	1,3	1,3	102,3	1,8	1,8	104,3	1,7	1,7	105,0	1,2	1,1	
05/04/2016	102,0	1,3	1,3	96,6	1,7	1,7	51,9	1,6	3,0	98,0	1,0	1,0	99,7	0,6	0,6	102,0	1,7	1,6	103,7	1,8	1,8	101,8	1,2	1,2	
06/04/2016	97,2	1,2	1,2	103,0	1,3	1,2	76,4	1,3	1,7	96,0	1,2	1,2	100,6	1,3	1,3	101,0	1,4	1,3	105,1	1,6	1,5	104,9	0,9	0,9	
07/04/2016	96,6	2,1	2,2	94,3	1,2	1,3	96,9	1,8	1,8	95,2	1,0	1,1	100,0	1,3	1,3	99,5	1,6	1,6	106,0	1,5	1,4	102,9	1,8	1,7	
08/04/2016	92,4	1,1	1,2	98,5	1,7	1,7	93,7	0,9	1,0	97,4	1,6	1,6	99,0	1,5	1,5	105,0	1,3	1,3	106,0	1,8	1,7	70,5	1,0	1,4	
09/04/2016	73,7	1,6	2,1	91,7	1,9	2,1	101,2	1,1	1,1	92,0	1,3	1,4	102,2	1,6	1,5	104,5	2,0	1,9	105,0	1,7	1,6	105,5	2,1	2,0	
10/04/2016	99,4	0,6	0,6	51,6	1,1	2,2	101,5	1,3	1,2	97,5	1,2	1,2	99,5	1,6	1,6	99,2	1,6	1,6	105,2	1,5	1,4	106,1	2,2	2,0	
11/04/2016	94,8	1,2	1,2	100,0	1,4	1,4	100,0	1,0	1,0	53,2	1,1	2,1	98,0	1,4	1,4	100,0	1,6	1,6	108,3	1,3	1,2	107,0	1,5	1,4	
12/04/2016	95,6	1,2	1,2	97,8	1,1	1,1	94,0	0,9	0,9	97,0	1,4	1,4	102,0	1,5	1,5	95,2	1,6	1,7	101,0	1,4	1,4	89,8	2,3	2,6	
13/04/2016	75,5	1,5	2,0	90,3	1,1	1,2	98,8	1,5	1,5	98,0	1,7	1,8	24,0	1,4	5,8	100,5	1,4	1,4	103,0	1,2	1,2	102,9	1,5	1,5	
14/04/2016	106,7	1,6	1,5	98,8	1,4	1,4	98,2	1,8	1,8	94,8	1,1	1,2	93,0	1,6	1,8	46,4	1,8	3,9	102,0	1,6	1,6	97,5	0,8	0,9	
15/04/2016	97,8	0,9	0,9	94,8	1,8	1,9	95,7	1,7	1,8	98,0	1,4	1,4	94,0	1,4	1,4	103,8	1,6	1,5	100,0	1,2	1,2	96,1	1,1	1,2	
16/04/2016	90,0	1,3	1,4	99,0	1,2	1,2	88,0	1,7	2,0	98,3	1,3	1,3	96,0	1,6	1,7	97,2	1,8	1,9	64,3	1,5	2,3	105,2	0,9	0,9	
17/04/2016	63,0	1,1	1,7	104,8	1,2	1,1	101,0	0,8	0,8	95,7	1,0	1,0	98,2	1,9	1,9	100,0	1,7	1,7	107,4	1,3	1,2	105,7	1,1	1,0	
18/04/2016	84,2	1,0	1,2	99,0	1,2	1,2	101,5	1,1	1,1	94,3	1,4	1,5	97,6	1,2	1,3	101,3	1,5	1,5	105,0	1,7	1,6	105,4	0,9	0,9	
19/04/2016	55,0	1,5	2,7	99,1	1,4	1,5	96,1	1,4	1,5	99,1	1,3	1,3	99,1	1,4	1,4	98,6	1,4	1,5	95,5	1,8	1,9	104,0	1,2	1,2	
20/04/2016	101,5	1,6	1,5	99,2	1,8	1,8	56,7	2,7	4,7	98,5	1,2	1,2	103,6	1,2	1,2	102,9	1,6	1,6	98,0	1,3	1,3	91,5	0,9	1,0	
21/04/2016	98,8	1,2	1,3	95,4	1,6	1,7	63,8	2,0	3,2	97,0	1,1	1,1	103,5	1,2	1,1	100,0	1,8	1,8	102,1	1,5	1,5	70,8	0,9	1,2	
22/04/2016	100,3	1,0	1,0	90,8	1,9	2,1	75,6	2,0	2,6	95,0	1,3	1,3	101,7	1,6	1,6	101,0	1,2	1,2	103,0	1,5	1,4	104,5	1,2	1,1	
23/04/2016	96,2	1,4	1,4	91,9	1,2	1,3	90,2	1,8	2,0	93,4	1,9	2,1	98,2	1,6	1,6	98,0	2,0	2,1	104,0	1,3	1,3	105,0	1,1	1,0	
24/04/2016	96,0	1,5	1,5	70,0	1,6	2,3	94,0	1,1	1,1	97,2	1,4	1,4	102,4	1,8	1,8	99,0	2,1	2,1	102,0	1,7	1,7	107,2	1,3	1,2	
25/04/2016	100,0	1,4	1,4	89,6	1,7	1,9	92,1	1,6	1,7	88,5	1,6	1,8	100,0	1,5	1,5	89,6	1,6	1,8	102,5	1,5	1,4	105,0	1,8	1,7	
26/04/2016	95,0	1,3	1,3	88,5	1,4	1,5	94,2	1,2	1,3	90,8	1,2	1,4	64,0	1,3	2,1	94,6	1,8	1,9	103,0	2,0	1,9	99,2	1,4	1,4	
27/04/2016	105,8	1,4	1,3	90,6	1,7	1,8	96,2	1,2	1,3	65,0	1,6	2,5	106,5	1,5	1,4	102,1	2,8	2,8	104,0	1,6	1,6	106,6	1,2	1,1	
28/04/2016	103,6	1,8	1,7	88,9	1,6	1,8	91,5	1,5	1,6	93,6	1,1	1,1	103,1	1,8	1,8	58,9	1,8	3,1	69,0	1,5	2,1	109,8	2,0	1,8	
29/04/2016	93,4	1,4	1,5	89,1	1,7	1,9	89,6	1,2	1,4	94,9	1,4	1,5	97,0	1,3	1,3	98,8	2,8	2,9	95,0	1,6	1,7	103,0	1,2	1,2	

Tableau 12: Tableau de production et rebut du mois d'Avril.

Après avoir calculé le taux de rebut pour chaque ligne, on trouve l'histogramme suivant :

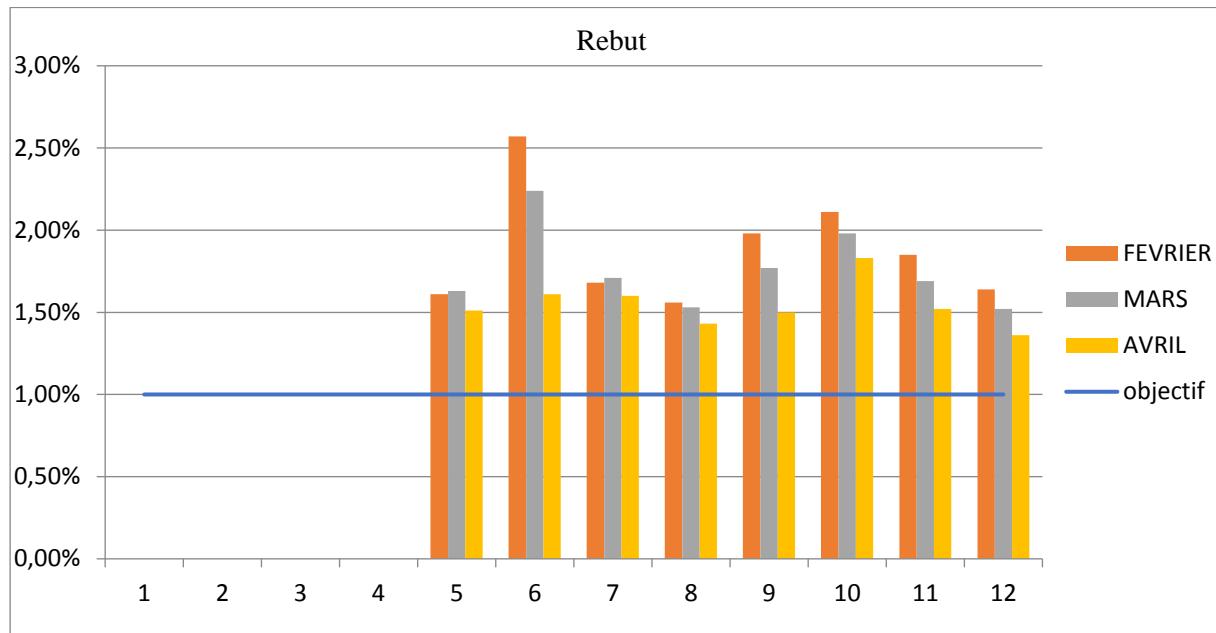


Figure 24: Histogramme du taux de rebut des lignes de production durant les trois mois.

On constate que le taux de rebut de toutes les lignes dépasse l'objectif de la direction (1%) qui est de 380 Kg. Nous avons au taux de rebut nulle pour les lignes 1,2,3,4 parce que c'est lignes étaient en état d'arrêt durant ces trois mois pour une raison de satisfaction clientèle.

Après Nous avons procédé par un diagnostic du mois d'Avril ci-dessous afin d'analyser l'état actuel et de déterminer les sources du rebut les plus critiques.

Dates	Rebut de moulage (T)	Rebut d'emballage (T)	Retour de plateforme (T)
1/04	1,829	1,19	-
2/04	1,569	1,19	-
3/04	1,701	1,61	-
4/04	1,000	-	-
5/04	1,094	-	-
6/04	1,137	1,05	-
7/04	1,453	1,07	1,67
8/04	1,088	0,85	-
9/04	1,604	1,78	1,39
10/04	1,215	1,14	-
11/04	1,282	1,31	-
12/04	1,295	1,45	1,16
13/04	1,192	1,08	-
14/04	1,083	0,46	-
15/04	1,040	1,16	-
16/04	1,218	1,65	-
17/04	1,113	1,16	1,75

18/04	1,058	1,08	-
19/04	1,416	1,90	-
20/04	1,371	1,45	-
21/04	1,292	1,54	-
22/04	1,225	1,15	-
23/04	1,368	1,24	-
24/04	1,344	1,10	-
25/04	1,321	0,97	-
26/04	1,288	1,09	-
27/04	1,280	1,09	-
28/04	1,802	1,78	-
29/04	1,280	1,09	-
SOMME	37,96	32,18	5,97

Tableau 13: Répartition de rebuts en tonne (t) du mois d'Avril.

Et pour bien illustrer les différentes formes de rebut, nous présentons dans ce qui suit un secteur qui montre la répartition selon le tonnage de rebuts du mois d'Avril.

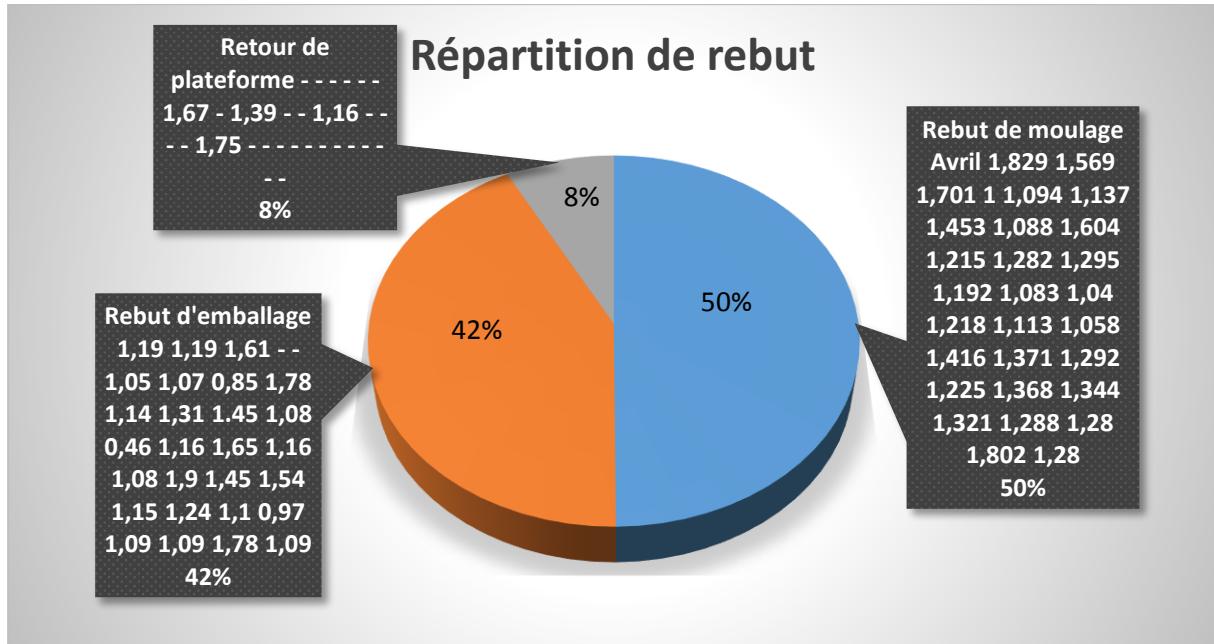


Figure 25: Répartition du rebut.

Le résultat obtenu montre que le rebut de moulage représente 49% de la totalité du rebut de Pains sucre, suivi de celui de la zone d'emballage qui représente 43%, ensuite c'est le rebut de plateforme qui ne dépasse pas les 8%.

On conclue que la source critique est : la zone de moulage (Kautz). Sachant bien que l'opération moulage s'effectue au niveau de la machine KAUTZ.

6. Conclusion

Après la détermination des principaux dysfonctionnements taux de rebut et les arrêts, il sera judicieux de passer à la phase de proposition des solutions à chacun des problèmes afin d'élaborer un plan d'action convenable et efficace.

Nous avons bien trouvés que parmi les causes principales qui diminuent le TRS sont les arrêts de machines, et que pour calculer le TRS avec précision nous avons besoin des durées d'arrêts de machines précises, donc nous avons proposé comme solutions un logiciel MES qui s'installe sur l'automate programmable SIEMENS et qui va nous permettre de calculer ces temps d'arrêts de manière précise. Sachant bien que le calcul de l'indicateur de performance exige des valeurs précise et par contre actuellement la méthode se base sur des fiches journalières remplies par les opérateurs de machines de façon quotidienne.

Dans le chapitre qui suit nous allons attaquer la partie de proposition de solutions dans laquelle nous allons voir tous ce qui concerne le MES et l'automate programmable SIEMENS.

Chapitre 3 :

Résolution du Problématique

1. Introduction

Afin de remédier à ces problèmes, normalement nous avons installés des écrans MES sur chaque machine KAUTZ de chaque ligne pour que les opérateurs puissent saisir les données qu'il faut sur ces écrans (identité opérateurs pour avoir accès à la session de chaque opérateur, pannes d'arrêts, valider redémarrage de la machine).

Pour faire communiquer le logiciel MES par la machine normalement nous devront faire une large modification au niveau de l'automate programmable, pour cela j'étais amener à faire une autoformation sur ce logiciel STEP7.

Au niveau de la modification de l'automate programmable j'ai créé 10 réseaux que je vais interpréter par la suite. Pour faire la liaison entre l'automate programmable et les écrans MES nous utilisons tous simplement que des câbles Ethernet.

Normalement nous avons ajoutés sur le rack de l'automate programmable un bloc CP343-lean c'est un bloc à câble Ethernet qui permet de lier l'automate programmable à un réseau internet.

2. Automate programmable SIEMENS

❖ **Bloc d'alimentation :**

Nous choisissons un module d'alimentation, qui peut supporter la charge maximale des modules d'automate. Normalement le courant maximal qui peut être absorbé par les composants de l'API est de 5A à 10A.



Figure 26: Bloc d'alimentation de l'automate programmable SIEMENS.

❖ **L'unité de commande :**

L'unité de commande doit lire les informations issues des capteurs et commander les actionneurs (pré-actionneurs) afin de bien gérer le bon fonctionnement de la machine. Le choix de l'unité de commande est fixé sur l'API de la marque Siemens pour les raisons suivantes :

- ✚ Possibilité d'ajouter des cartes d'entrées sorties (c'est le cas de mon projet).
- ✚ La facilité de maintenance.
- ✚ Le personnel est formé sur ces API.
- ✚ La facilité de mise en œuvre.
- ✚ L'utilisation des API de la marque Siemens dans la totalité de l'usine.

❖ **Généralité sur les automates programmables :**

La définition est donnée par la norme NFC 63-850 « Appareil électronique qui comporte une mémoire programmable par un utilisateur automatien (et non informaticien) à l'aide d'un langage adapté, pour le stockage interne des instructions composant les fonctions d'automatisme comme par exemple :

- ✚ Logique séquentielle et combinatoire.
- ✚ Temporisation, comptage, décomptage, comparaison.
- ✚ Calcul arithmétique

Réglage, asservissement, régulation, etc., pour commander, mesurer et contrôler au moyen d'entrés et de sorties (logique, numériques ou analogiques) différentes sortes de machines ou de processus, en environnement industriel. Le Choix des composants de l'API :

L'unité centrale est le cœur de l'automate programmable industriel, elle comporte un microprocesseur et de la mémoire qui permettent de définir sa capacité. Les critères essentiels de choix d'une unité sont :

- ✚ La capacité de traitement du processeur.
- ✚ Le besoin ou non d'un port de communication réseau.

Le type des entrées et des sorties : les entrées et les sorties peuvent être :

- ✚ Logiques : entrées ou sorties tout ou rien (TOR).
- ✚ Analogiques : entrées ou sorties (4 à 20 mA ou -10 à +10V).
- ✚ Numériques : comptage rapide sur un codeur.

La ligne est commandée par un automate SIMATIC S7 300 CPU 313 C, de référence : 6ES7 313-5BG04-0AB0.



Figure 27: Microprocesseur S7 300 CPU 313 C.



Figure 28: Module d'entrée/Sortie.

3. Programmation de l'API

La programmation de l'automate nécessite l'utilisation des matériels suivants :

- ✚ Un ordinateur ou console de programmation (Système d'exploitation : Windows 7 64 bits, Windows XP).
- ✚ Un logiciel de programmation (Step7 S7 avec langage ladder).
- ✚ Un câble de transferts de données (Câble Ethernet).

❖ Conception du programme :

STEP 7 est un outil de conception de programmes pour les systèmes d'automatisation SIMATIC S7-300/400 dans les langages de programmation CONT, LOG ou LIST. C'est langage qui utilise des blocs prédefinis. Pour l'API, nous avons opté pour le langage à contact (log ou ladder) vu que c'était le langage utilisé déjà pour l'automatisation des machines de production et heureusement que ce langage et le langage le plus fréquent dans l'industrie dans le monde entier.

❖ Modification au niveau de la configuration :

Normalement au niveau du rack de notre automate programmable nous que des CPU 313C et des modules entrées sorties et des coupleurs qui permettent de liées les différents CPU, pour mon projet nous avons comme mission de lié l'automate programmable a un réseau internet parce que normalement notre logiciel QUBES et un site web dans lequel on saisit toutes les informations de production, nous avons installés un bloc Ethernet pour liées ce dernier ce qui nous amenés à modifier ainsi la configurations de notre automate programmable.

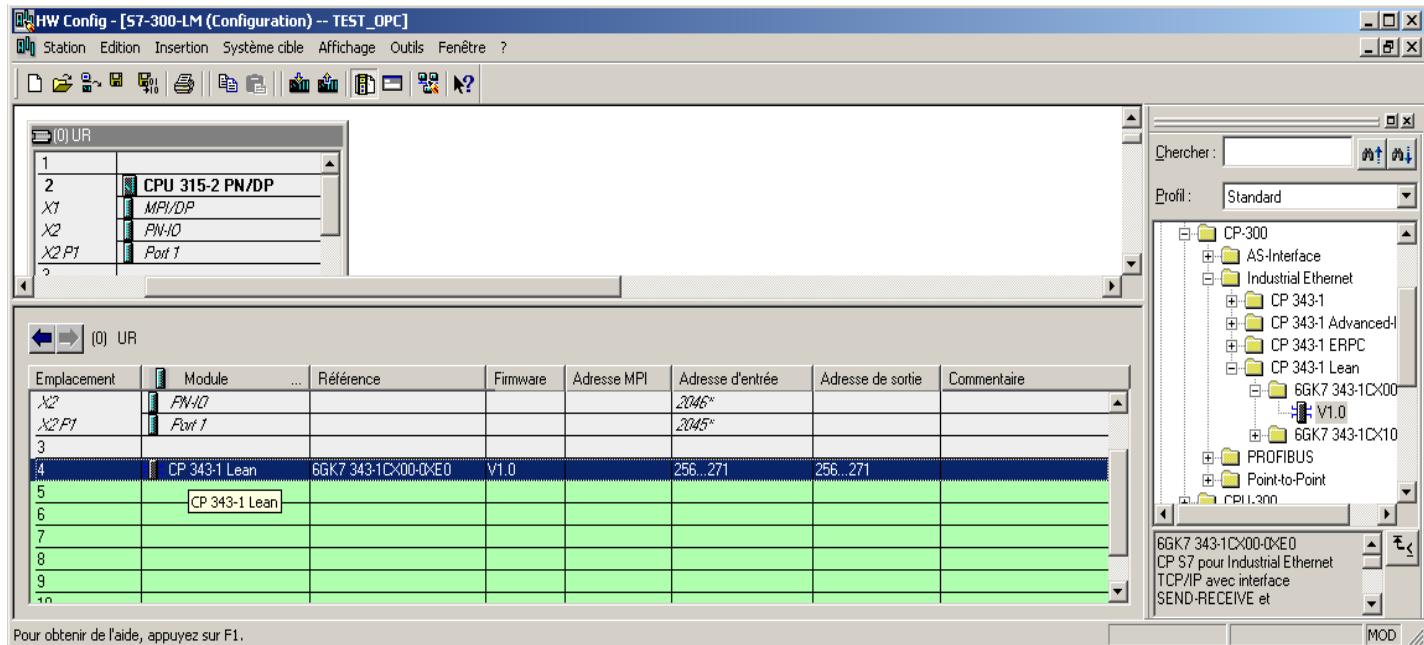


Figure 29: insertion du bloc Ethernet dans la configuration matériel.

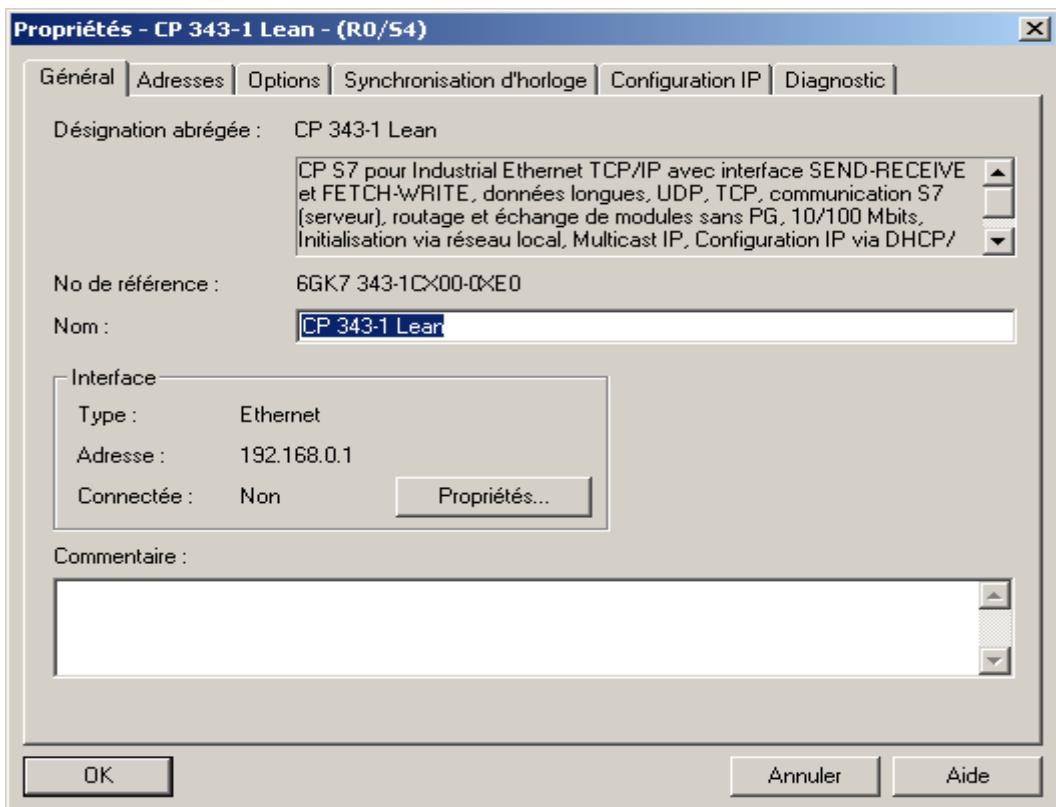


Figure 30: Paramètres du bloc Ethernet.

❖ **Modification au niveau du programme :**

Normalement pour implanter le logiciel QUBES nous avons ajoutés 10 réseaux par langage ladder au niveau de notre programme. Vous trouverez dans l'annexe l'identification de tous les éléments de notre langage ladder.

 *Réseau 1 : Machine sous tension ou non*

C'est le réseau qui nous permet de savoir sur notre afficheur si notre machine est sous tension ou pas. Il est constitué de 19 interrupteurs ouverts liés à des fusibles de protections électriques (un organe qui a pour fonction la protection d'un circuit d'alimentation vis-à-vis de court-circuit ou des surintensités) et voilà donc si nous avons passage du courant au niveau de tous les fusibles donc **#t_dummy** prend un 1 ce qui explique que la machine est sous tension.

 *Réseau 2 : Machine en fonctionnement ou arrêtée*

Dans le deuxième réseau normalement il suffit juste d'avoir l'information de la variable Bool DB600.DBX0.1 si cette dernière est en 1 la machine est en marche si non la machine est en arrêt. Pour la variable DB100.DBX0.4 elle permet de forcer la machine en arrêt en urgence.

 *Réseau 3 : Quantité de produit conforme.*

E.18.4 est un capteur de présence qui permet de donner un front montant à chaque fois où il y a passage de pain de sucre, il est lié à la variable du bloc de données DB600.DBX0.2 qui incrémentera notre additionneur ADD_DI.

Nous avons la variable DB600.DBX26.0 qui permet la remise à zéro de notre compteur et le stockage du comptage s'effectue dans la variable DB600.DBD2.

 *Réseau 4 : Quantité de produite en REJET.*

Nous avons installés au niveau du convoyeur qui est une bande métallique (élément sur lequel se déplace les pains de sucre avant l'emballage) une jauge qui permet de peser le poids du pain de sucre, normalement si notre pain de sucre a moins de 1.7 Kg la jauge délivre un signal à l'automate qui entraîne par la suite un moteur électrique qui permet de jeter le pain de sucre hors cette bande métallique par un coup de barre. Nous avons la case mémoire M0.0 est lié au moteur qui entraîne la barre qui frappe notre produit au cas de non-conformité du produit, donc à chaque fois il y a une frappe on incrémentera notre additionneur ADD_DI.

Nous avons lié notre case mémoire M0.0 à notre variable du bloc de données DB600.DBX0.3.

Le stockage du comptage du rejet s'effectue dans la variable DB600.DBD6.

La variable DB600.DBX26.1 permet la remise à zéro de notre compteur.

 *Réseau 5 : Nombre total d'arrêts.*

Nous avons la variable DB600.DBX26.3 permet la remise à zéro de notre compteur, pour la variable DB600.DBX99.1 elle permet d'incrémenter notre compteur et c'est bien la variable du réseau 2 dont elle permet de détecter l'arrêt de la machine.

Le stockage de notre compteur s'effectue dans la variable du bloc de données DB600.DBD14.

 *Réseau 6 : Top second.*

Ce réseau permet de donner une impulsion chaque second, nous avons configurés l'interrupteur M1.5 à faire des fronts montant d'une fréquence d'un Hertz, donc nous avons la variable DB600.DBX98.5 prend une impulsion chaque second qui va nous permettre par la suite d'incrémenter un compteur de second par la suite dans les autres réseaux qui font le calcul du temps pour certaines fonctions.

Réseau 7 : Durée totale des arrêts [h].

Nous avons les variables de ce réseau qui sont :

DB600.DBX26.2 : permet la remise à zéro de la durée totale des arrêts.

DB600.DBD100 : la sortie du compteur des seconds.

DB600.DBD104 : la sortie du compteur des minutes.

DB600.DBD108 : la sortie du compteur des heures.

DB600.DB10 : c'est pour stocker la valeur réelle de la durée totale des arrêts en heure, dans laquelle en fait l'addition des 3 compteurs, et normalement on divise le compteur des seconds par 3600 et celui des minutes par 60.

Nous avons liés le top second (qui permet de générer des impulsions chaque second) avec la variable de machine en arrêt DB600.DBX01, donc une fois la machine est en arrêt le compteur du second incrémenté chaque second, et en compare par la suite la sortie du compteur du second avec la valeur réelle 60 une fois la sortie du compteur second dépasse 60 il donne impulsion au compteur des minutes et il met à zéros le compteur du second.

On compare la sortie du compteur des minutes par la valeur réelle 60, une fois la sortie du compteur des minutes dépasse 60, il incrémenté le compteur des heures et se met à zéro.

Réseau 8 : Durée totale du dernier arrêt [h].

Ce réseau est similaire au 7eme réseau c'est juste que ce dernier permet juste de calculer la durée totale du dernier arrêt. La différence c'est que ce réseau remet à zéros à chaque arrêt ses compteurs qui ont les adresses DB600.DBD112 et DB600.DBD116 et DB600.DBD120.

Réseau 9 : Cadence actuelle de la machine [u/min].

A chaque fois le capteur de présence de pain de sucre (DB600.DBX99.3) donne une impulsion de présence d'un pain de sucre il incrémenté le compteur de la sortie nombre de bon produit sur 1 min (DB600.DBD128) et on remet à zéros à chaque minute.

Réseau 10 : Reset Commandes RESTE.

Ce réseau regroupe toutes les variables de remise à zéro et c'est bien mentionner sur les mnémoniques de notre programme.

Voilà les interprétations de tous les réseaux de notre programme de l'automate programmable concernant notre projet MES.

4. Introduction sur le Manufacturing execution system (MES)

Les besoins des entreprises en matière de flexibilité s'amplifient et les entreprises ont aujourd'hui un fort besoin de compétitivité. Entre autres, il faut être plus proche du consommateur et apporter de la valeur ajoutée et du service dans un laps de temps le plus court possible et un coût modéré.

Longtemps considéré comme le parent pauvre en matière informatique, l'atelier de production dispose aujourd'hui de son système d'information que l'on nomme, en bon anglais, MES 'manufacturing execution system'. Même si ce marché est relativement jeune et demande encore à se structurer, des progiciels existent et des industriels les utilisent déjà!

Historiquement bien implantés dans les industries de processus, agroalimentaire et pharmaceutique en particulier (principalement pour des exigences de traçabilité), ces systèmes s'ouvrent de plus en plus à tous les secteurs d'activités, et notamment aux entreprises manufacturières.

Afin de répondre aux besoins du marché, les entreprises doivent de rechercher continuellement des solutions. Réduire les dépenses, améliorer le rendement ou la qualité des produits sont les thèmes récurrents que l'entreprise s'efforce d'améliorer pour se démarquer. Et ces efforts d'amélioration impliquent une bonne coordination entre les différents pôles de l'entreprise notamment au niveau de leurs échanges d'informations.

Voilà pourquoi deux types de systèmes informatisés se sont développés au niveau des sites de production:

- ⊕ *Le système informatique d'entreprise, comprenant les fonctions de gestion de l'entreprise (GPAO, ERP, comptabilité, etc).*
- ⊕ *Les systèmes numériques de contrôle/commande (SNCC) assurant le pilotage en temps réel des ateliers de fabrication.*

La communication entre les deux systèmes reste difficile car leurs objectifs, leurs bases de temps, leurs utilisateurs et leurs technologies diffèrent.

C'est la raison pour laquelle le concept M.E.S s'est développé. Il assure le lien entre les deux systèmes informatisés de l'entreprise en englobant toutes les informations liées à la production.

Le MES est né de la volonté d'une association d'éditeurs de logiciels (MESA: Association d'échange d'information sur les MES), il s'agit d'une véritable plateforme d'intégration des principales fonctions mises en œuvre pour gérer, piloter, exécuter et contrôler les ordres issus du système de gestion de l'entreprise et destinés à l'outil de production, pour y être réalisées.

Ce concept est né de la forte demande des industriels, pour répondre aux exigences du marché, en termes de réactivité, de qualité, de respect des normes et de diminution des délais et des coûts. Cet outil est devenu une très bonne réponse aux exigences de traçabilité et d'historisation imposées par les normes et les réglementations aux industries de la pharmacie et de l'agroalimentaire.

5. Historique et besoins

Les fonctionnalités présentées à travers ce concept n'ont toutefois pas vu le jour spontanément à l'issue d'une démarche scientifique. Les systèmes d'information supportent depuis longtemps la gestion et l'exécution du travail dans les ateliers. Pour compléter les capacités d'analyse et d'extension fonctionnelle des superviseurs, le MESA propose de développer des applications ad hoc avec Excel ou Access, ou bien de faire appel à des solutions métier élaborées à couverture très spécifique. Les "gestionnaires de batch" (un gestionnaire de batch est chargé de transmettre les traitements soumis par les utilisateurs) S88 ont traité assez largement ces fonctions depuis une dizaine d'année.

Durant les années 80, le manque de cohérence dans les chaînes d'informations de l'entreprise a amené une prise de conscience du besoin important d'intégration des systèmes informatiques tout au long de la chaîne de production. Ce concept se nommée computer Integrated Manufacturing en anglais et productique en Français. IL décrit la mise en œuvre, par les hommes, des moyens informatiques et automatiques concurrent à assurer simultanément la réactivité, la qualité et la rentabilité de tout ou partie d'un ensemble industriel.

Une présentation graphique de ce concept est la pyramide du CIM. Elle comporte quatre niveaux de décision d'ordre croissant. Le niveau supérieur est le maître et le niveau inférieur l'esclave. Le niveau de décision le plus important avec la visibilité la plus globale se trouve au sommet de la pyramide.

Pour mieux comprendre cette pyramide prenons un exemple concret, celui d'une construction aéronautique: En commençant par le niveau le plus bas de la pyramide et en allant au niveau de décision le plus important nous avons:

- *Les capteurs et actionneurs.*
- *Les automatismes.*
- *Location des produits en stocks, les mouvements physiques et la gestion des lots.*
- *La gestion des produits et des stocks, la gestion des approvisionnements, la gestion des clients, des commandes et de la facturation.*

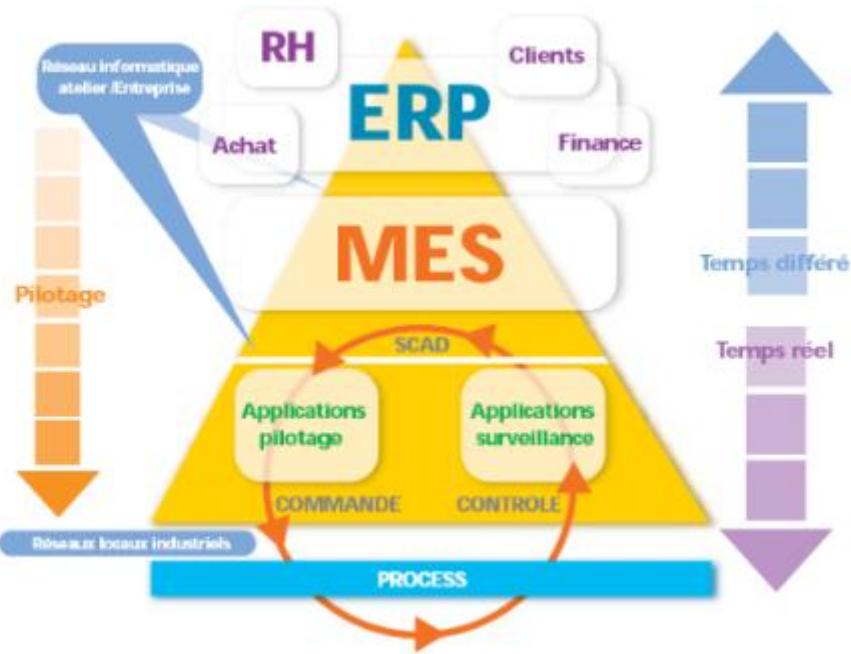


Figure 31: Présentation du concept Computer Integrated System.

Le CIM est un concept décrivant l'automatisation complète des procédés de fabrication, il englobe tous les équipements sous contrôle permanent des ordinateurs comme les automates programmables et les autres systèmes numériques.

Le CIM consiste et intègre les équipements de conception assisté par ordinateur d'ateliers flexibles, de centre d'usinage à commande numérique, de progiciel de gestion intégré en général tous ce qui est système d'information et numérique.

Positionnement du MES dans les flux d'informations de l'entreprise

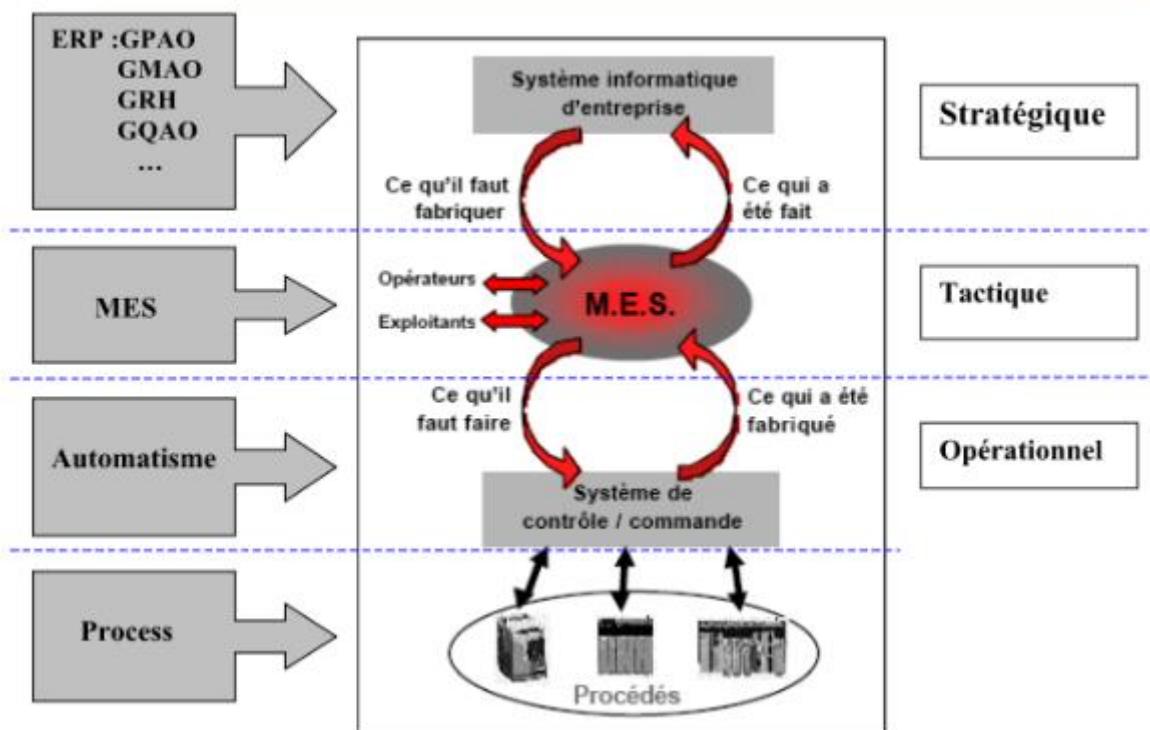


Figure 32: Positionnement du MES dans les flux d'informations de l'entreprise.

6. Les fonctionnalités du MES

Un outil MES constitue un nœud d'informations entre différents pôles:

- ✚ *Ventes/service clients.*
- ✚ *Gestion des chaînes d'approvisionnement.*
- ✚ *Planification des ressources de l'entreprise.*
- ✚ *Développement.*
- ✚ *Contrôle de production.*

Ses objectifs sont de centraliser en temps réel les données de production pour en permettre l'analyse, garantir une réponse rapide aux changements d'environnement, déterminer les activités qui n'apportent que peu de valeur ajoutée. Mais il prend en compte aussi bien les directives générales que les contraintes locales pour gérer l'ensemble des activités. De plus, il connaît non seulement l'état de la production, mais aussi les objectifs à atteindre: plus qu'une simple couche exécutive, il comprend sa propre intelligence.

Le MESA reconnaît et décrit 11 fonctionnalités au MES:

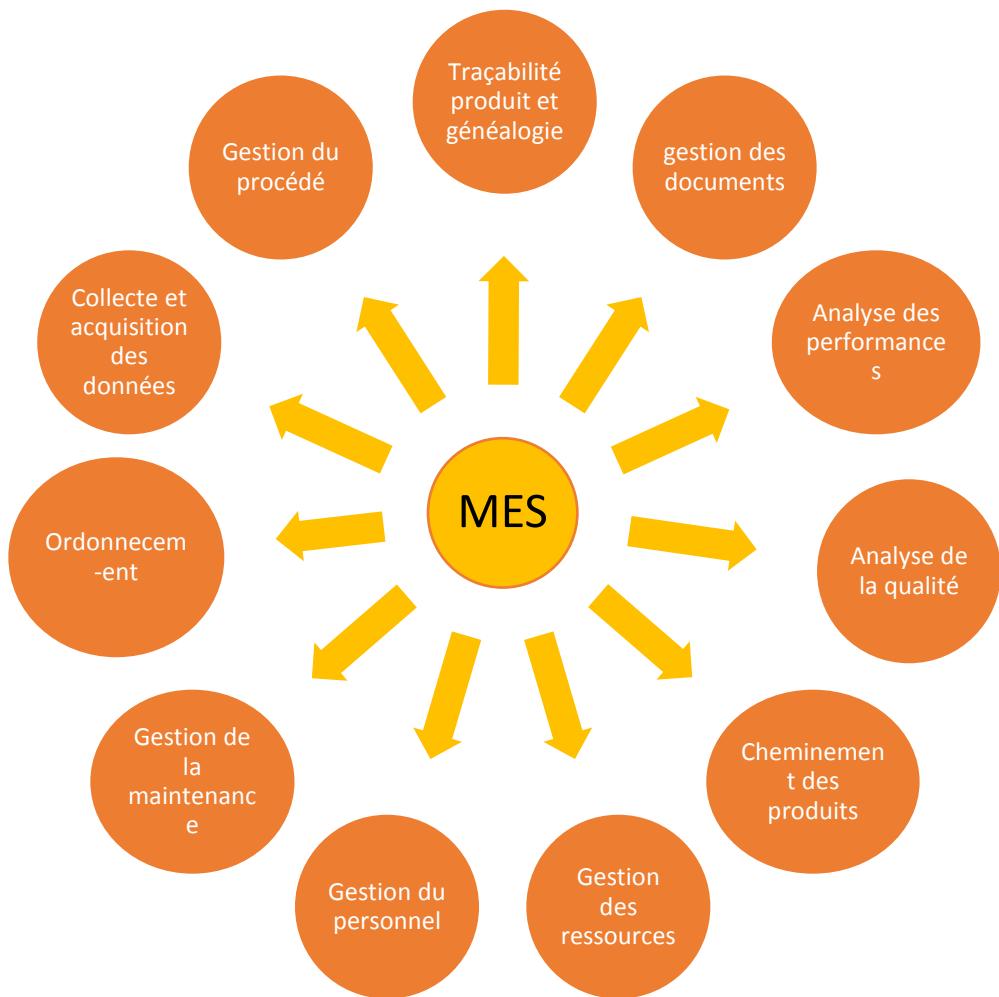


Figure 33: Les 11 fonctionnalités au MES.

⊕ La collecte et l'acquisition des données :

Par sa connexion directe au processus, le progiciel de MES peut accéder aux données issues des équipements de production, les mettre en forme et les présenter aux différents consommateurs d'informations que sont les exploitants et les systèmes d'analyse et de gestion de la production.

⊕ L'analyse des performances :

A partir de ces informations, le logiciel peut déterminer la valeur des indicateurs de performance prédéfinis (TRS, temps d'intervention, temps d'arrêts de machine, indicateur qualité) et en proposer une analyse en temps réel pour provoquer une réaction automatique et/ou une alarme en direction de l'exploitant.

 *Traçabilité produit et généalogie :*

Le respect des contraintes et des normes imposées par le système d'assurance qualité ainsi que la maîtrise du savoir-faire obligent l'entreprise à assurer la traçabilité d'exécution du processus de fabrication, pour le lot ou pour chaque produit.

Cette fonction permet de connaître à tout moment le niveau d'engagement d'un produit ou d'un lot. Elle met à jour un historique qui permet d'en connaître la généalogie.

 *L'ordonnancement :*

Par la prise en compte de la disponibilité réelle des équipements et du personnel associé, cette fonction organise les tâches et les ordres de fabrication pour optimiser la productivité de l'atelier.

 *La gestion des documents :*

Par la gestion et la mise en disposition de tous les documents utiles à la production.

 *Le cheminement des produits et des lots :*

Par le suivi des produits en temps réel, à travers les gammes de fabrication en prenant en compte les aléas de production, cette fonction permet l'optimisation des stocks et la prise en compte de tâches non prévues (maintenance, attente).

 *La gestion du personnel :*

Par le suivi de l'activité et de la disponibilité des opérateurs.

 *La gestion de la qualité :*

Par l'échantillonnage en continu tout au long du procédé de fabrication et l'analyse en temps réel des indicateurs qualité, cette fonction identifie les problèmes et en informe les exploitants (en proposant des actions correctives).

 *La gestion du procédé :*

Par l'analyse en continu de l'évolution du procédé, cette fonction identifie les problèmes, en informe les exploitants et exécute ou propose des actions correctrices.

 *La gestion de la maintenance :*

Par le suivi des machines et la gestion des temps de marche et arrêt, cette fonction planifie les tâches de maintenance et met à jour l'historique des actions et des pannes.

 *La gestion des ressources :*

Par le suivi de l'utilisation et de la disponibilité de l'ensemble des ressources de l'atelier : machines, équipements, personnels et documents.

7. Processus d'implémentation d'un MES

Pour ce qui concerne l'implémentation physique d'un MES pour notre entreprise nous avons ajouté un bloc Ethernet au niveau du rack de notre automate programmable pour faire communiquer notre logiciel QUBES avec l'automate programmable par l'outil d'un câble Ethernet, aussi nous avons installés 12 boites en aluminium à côté du poste de l'opérateur qui pilote la machine Kautz et nous avons normalement 12 lignes de production dans ces boîtes on dépose des écrans ordinateurs ou l'on doit installer notre logiciel QUBES.



Figure 34: Implémentation physique de notre MES.

Après l'implémentation physique de notre logiciel QUBES nous avons effectué trois tâches pour intégrer le logiciel avec le personnel de l'entreprise.

FORMATION DU PERSONNEL :

C'était la mission proposée à **Mr E-ssebar Abdeljalil** (responsable de la maintenance) de s'informer chez l'entreprise Créative IT (L'entreprise avec laquelle COSUMAR s'est engagé pour le projet du MES) qui nous a développés le logiciel Qubes, et organiser par la suite une formation pour tous le personnel de l'entreprise et normalement notre logiciel est trop simple à utiliser vu que ce n'est qu'un écran dans lequel on ne saisit que les pannes de machines et la quantité de rebut à la fin de chaque équipes.

Configuration du logiciel :

Lorsque COSUMAR ont décidé d'adopter un MES, COSUMAR s'est engagé avec l'entreprise française Créative IT pour la réalisation de ce projet. Mais normalement ceci doit être personnalisé selon les données fournies par COSUMAR.

Chez les fournisseurs de MES la base de logiciel est créée de telle sorte qu'il soit basée sur le produit du client, les machines, le stock, la production, de tous ce qui concerne bien la gestion de production mais de tous ce qui est demandé de l'entreprise qui adopte le logiciel.

Une grande partie du travail consiste alors à paramétrier dans la base de données les lignes de production, les états des machines, les raisons d'arrêt machines, les temps d'arrêts des machines.

J'étais bien sûr chargé de faire passer les données au fournisseur Créative IT tout d'abord et cette partie m'a pris beaucoup de temps parce je devrais à chaque fois passer sur toutes les lignes de production me présenter aux opérateurs des machines « Bonjour, je suis Darhai Imad nouveau stagiaire chargé du projet MES, normalement une entreprise française qui va nous développer le logiciel et que moi tant que stagiaire je dois recueillir des informations » l'information la plus importante c'était de s'avoir toutes les pannes de la machine Kautz de façon détaillé, ce qui a été demandé c'est d'avoir les pannes de tous les équipements de la géante machine Kautz donc ça m'a pris presque un mois pour avoir ces informations parce que j'ai trouvé une dizaine de pannes.

Par la suite j'ai saisi ces données sous format d'un tableau Excel à faire envoyer ces données au responsable du projet de l'entreprise Créative IT.

Parmi les problèmes que j'ai rencontré pour avoir l'information des opérateurs vu que ce n'était pas évident, c'était de convaincre les opérateurs que l'on va planter ce logiciel pour améliorer la production et non pas pour surveiller les opérateurs parce que ce logiciel permet à toutes les services de l'entreprise de visualiser en temps réel ce qui se passe sur toutes les lignes de production.

Résultats physique de l'implémentation d'un MES

Pour notre logiciel MES nous l'avons installé bien sur des écrans de système d'exploitation Windows 8 sur lesquels on peut visualiser tous ce qui se passe sur notre ligne de production.

Au début les opérateurs doivent s'identifier sur le logiciel par leur nom prénom et chaque un des opérateurs à un code à saisir pour avoir accès à sa propre session dans laquelle il y aura toute l'historique de production de chaque opérateur.

Notre logiciel QUBES et une application Web que nous avons installé sur notre réseau local COSUMAR SA.

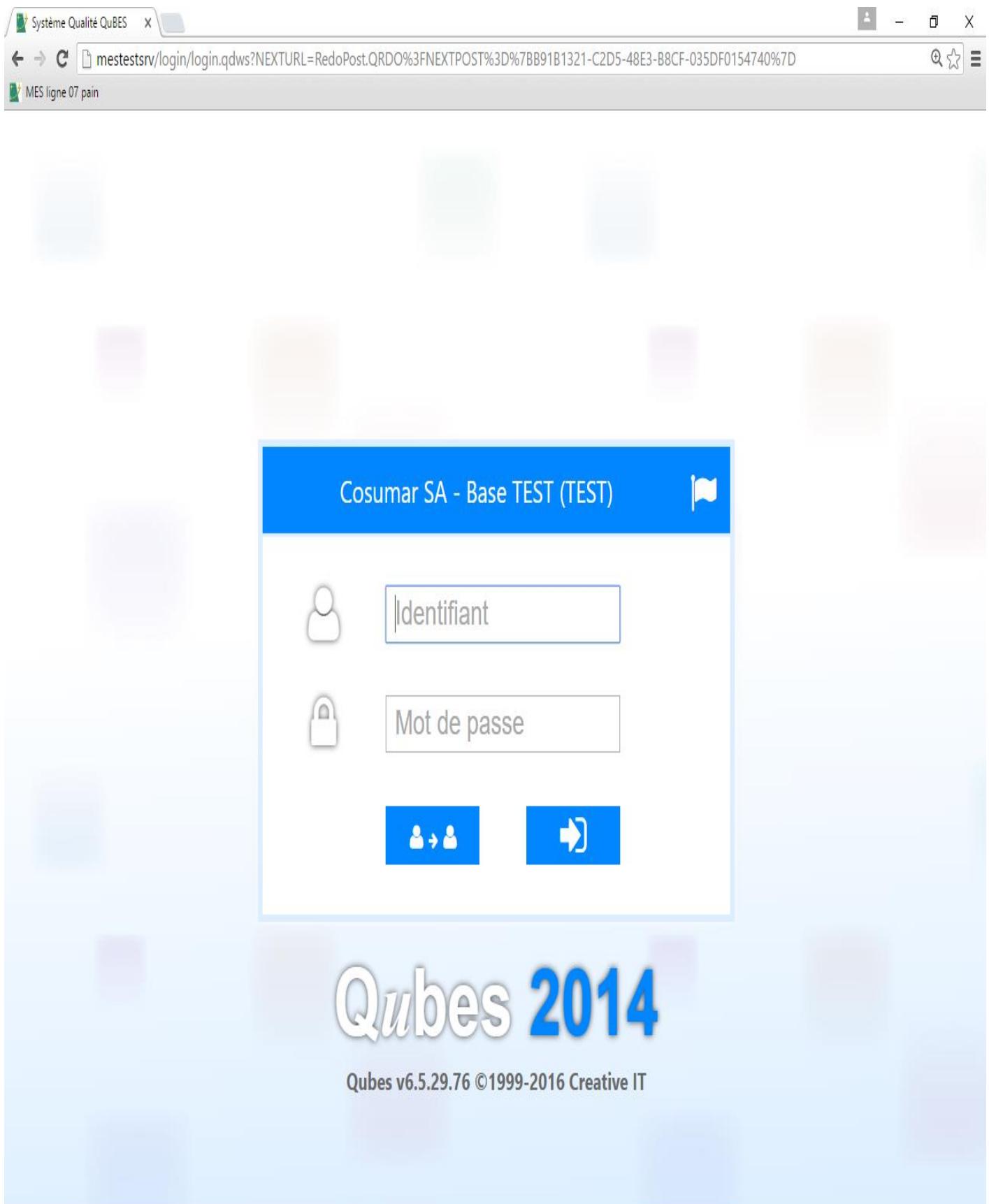


Figure 35:Page web d'ouverture de session d'un opérateur.

Sélectionnez		
Sélection dans une liste externe		
Nom de l'opérateur rattaché au matricule	Prénom de l'opérateur rattaché au matricule	Code du matricule
ABBASSI	Mouaad	mabbassi
ABDELKAOUI	Mohamed	madelkaoui
ABIDI	Mohamed	mabidi
ABOUARAB	Mohamed	mabouarab
ADNANE	Youssef	yadnane
Ait Ammi Brahim	Amine	aaitammi
AIT EL HATER	Hassan	haitelhater
AIT HADDOU MOUL	Moussa	maithaddou
AIT HAMMOU	HAMZA	haithammou
AIT HOUPPA	Yassine	yaithoussa
Alaoui	Abderrahmane	aalaoui
ALGMAD	YOUSSEF	yalgmad
AMIR	MOHAMMED	mamir

Figure 36: Liste de matricule des opérateurs.

Sur notre logiciel nous avons une base de données dans laquelle on trouve les matricules de tous les opérateurs.

Pour tout ce qui concerne le tableau de bord de notre logiciel pour les lignes de production on ne peut visualiser que ce qui se passe sur la ligne même, mais pour les gens de l'administration on peut voir tous ce qui se passe dans tout l'atelier (toutes les lignes).

The screenshot shows a software interface for managing a production line. At the top, there are icons for a clipboard and a document, followed by the text "Prochain contrôle à 08:26". In the center, it says "PSN07". On the right, there are icons for a blue arrow pointing right and a blue circle with a white 'C'.

Below this, there is a header bar with the following information from left to right:

- Article : 1000 - SUCRE PAIN PANTHÈRE CARTON 8*2 Opération : 10**
- OF : OFTEST0108**
- Objectif d'efficacité : 90 %**
- Gestion OF**

Underneath the header are two blue navigation buttons with arrows pointing left and right, and the text "Cadence nominale : 4.791 t / heure". To the right of these buttons are icons for "Badgeage" and "Consignes".

The main content area is titled "Historique des arrêts" and contains a table with the following data:

Début	Fin	Type	Message/Motif	Module	Statut
21/08/2016 15:10:20	21/08/2016 15:16:21	Arrêt	arrêt moteur	MOULEUSE07	Qualifié
21/08/2016 06:58:34	21/08/2016 07:09:21	Arrêt	ERREUR MES		Qualifié
19/08/2016 14:39:53	19/08/2016 14:42:41	Arrêt	ERREUR MES		Qualifié
19/08/2016 14:27:21	19/08/2016 14:30:01	Arrêt			A qualifier
19/08/2016 14:23:01	19/08/2016 14:27:21	Arrêt			A qualifier
19/08/2016 13:04:40	19/08/2016 13:07:51	Arrêt			A qualifier

Below the table, there is a section titled "Commentaires" with a small text input field. At the bottom of the window, there is a logo for "Qubes" and an orange info icon.

Figure 37: L'historique des arrêts machines.

Nous avons bien sur notre tableau de bord cette page dans la quel on visualise un tableau des arrêts de la machine.

Nous avons bien la date et l'heure de ces arrêts ainsi que le motif de chaque arrêt que normalement l'opérateur doit saisir après le réglage de la panne pour faire valider par la suite le démarrage de la machine. Les cases en rouge signifie que l'opérateur n'a pas saisi le motif de l'arrêt de la machine.

Ce qui concerne cette partie le MES fait lié les gens de la production avec les gens de la maintenance, grâce à cet historique de pannes les gens de la maintenance peuvent à voir des idées bien détaillé sur ce qui se passe dans la machine.

Bien sûr comme c'est bien reconnu la bonne coordination et liaison entre les gens de la production et ceux de la maintenance améliore le rendement de l'entreprise.

Nous avons aussi dans ce tableau de bord un icône cliquable « Consignes », cette consigne permet de laisser à l'opérateur du groupe qui suit des signes et des indices pour bien gérer la suite du travail. Aussi nous avons l'icône Badgeage c'est dans laquelle l'opérateur peut s'identifier.

Dans l'icône auto-contrôle l'opérateur doit saisir chaque 2 h le poids du pain de sucre.

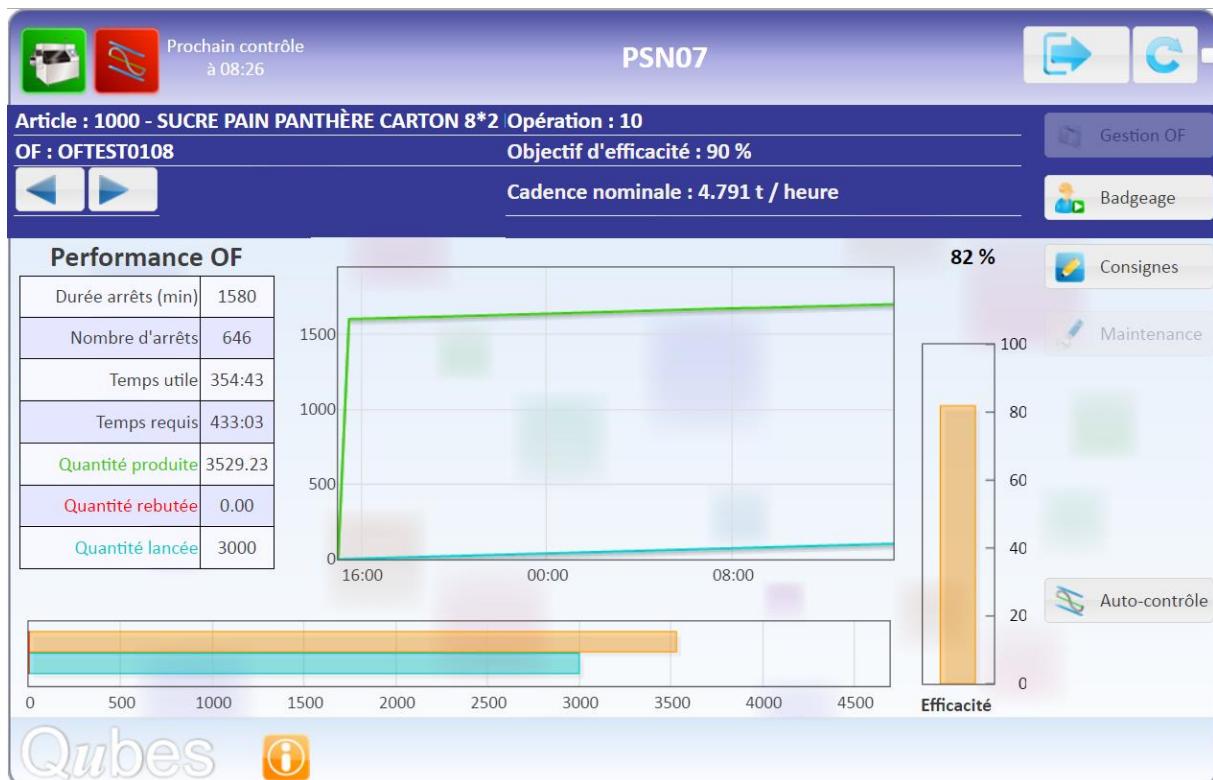


Figure 38: Tableau de bord TRS.

Cette page de tableau de bord nous permet de visualiser le TRS actuel de la machine, les temps d'arrêt, nombres d'arrêts, pour le calcul de TRS nous avons bien les temps utiles et requis. Normalement notre machine produit une palette de 80 pains de sucre et chaque pain de sucre pèse 2 kg. Donc chaque opérateur doit réaliser dans 8 heures 3800 kg.

CONCLUSION

Au terme de ce projet de fin d'étude, nous avons pu atteindre les objectifs fixés au départ :

- ✚ Analyser l'état actuel du TRS.
- ✚ Déterminer les causes de la chute du TRS.
- ✚ Proposer des solutions pour remédier à ces problèmes.
- ✚ Modification du Programme de l'automate programmable SIEMENS.
- ✚ Implémentation du logiciel QUBES.

D'abord nous avons commencés par l'analyse de l'état actuel du TRS des trois derniers mois (Février, Mars, Avril). La recherche des causes de la chute du TRS est menée à l'aide de l'outil du diagramme d'ISHIKAWA. Le choix des machines à étudier est justifié par l'analyse de l'historique des pannes et de rebut.

Ensuite j'ai commencé à me familiariser avec le logiciel Step7 avec des autoformations sur internet ainsi par l'aide de Mr GHILANE Aziz qui m'a vraiment beaucoup aider pour réaliser les 10 réseaux que j'ai créé par la suite pour faire communiquer le Logiciel Qubes avec la machine Kautz. Par la suite j'ai assisté à la mise en place des boites MES ainsi que l'installation des blocs Ethernet au niveau du rack de l'automate programmable. J'ai assisté aussi à la formation MES du personnel réalisé par mon Encadrant Mr ESSEBAR Abdeljalil.

Ce projet MES permet à la société COSUMAR d'avoir une géante valeur ajouté qui se situe dans le développement du rendement de l'entreprise et la gestion de production et se qui est plus important c'est de rendre les archives papiers numérique.

La période de stage a été limitée en 5 mois ce qui ne nous a pas permis d'aborder tous les modes opératoires et de présenter d'autres améliorations.

Toutefois, j'ai proposé trois axes à travers lesquels l'entreprise pourra s'inscrire dans une démarche continue :

- ✚ Donner de l'importance à la formation du personnel.
- ✚ J'ai proposé comme solution de calcul du rebut par le logiciel Qubes, d'installer une jauge qui pèse un pain de sucre s'il est moins de 1,8 kg cette jauge par la suite entraîne un moteur qui permet de jeter ce pain de sucre. Par la suite nous aurons un compteur qui permet de calculer le nombre de pains jetés par ce moteur.
- ✚ Installer une empreinte digitale pour s'identifier sur le logiciel.

BIBLIOGRAPHIE

-  <https://www.youtube.com/watch?v=P1ZnWgvyNj0>
-  <https://www.youtube.com/watch?v=MPc0PGYf86Q>
-  <https://www.youtube.com/watch?v=g2Zx3gYiSuM>
-  <https://www.youtube.com/watch?v=vSMWKjplvGo>
-  <https://fr.wikipedia.org/wiki/Wiki>
-  <http://christian.hohmann.free.fr/>
-  <https://www.club-mes.com/mes/def.html>
-  <https://www.qubes.com/>

ANNEXE 1 :

PARTIE ANALYSE FONCTIONNELLE ET PRODUCTIQUE

A. La bête à corne

La **bête à corne** est un outil d'**analyse fonctionnelle**. En matière d'innovation, c'est nécessaire de formuler le besoin sous forme de fonctions simples que devra remplir le produit ou le service innovant.

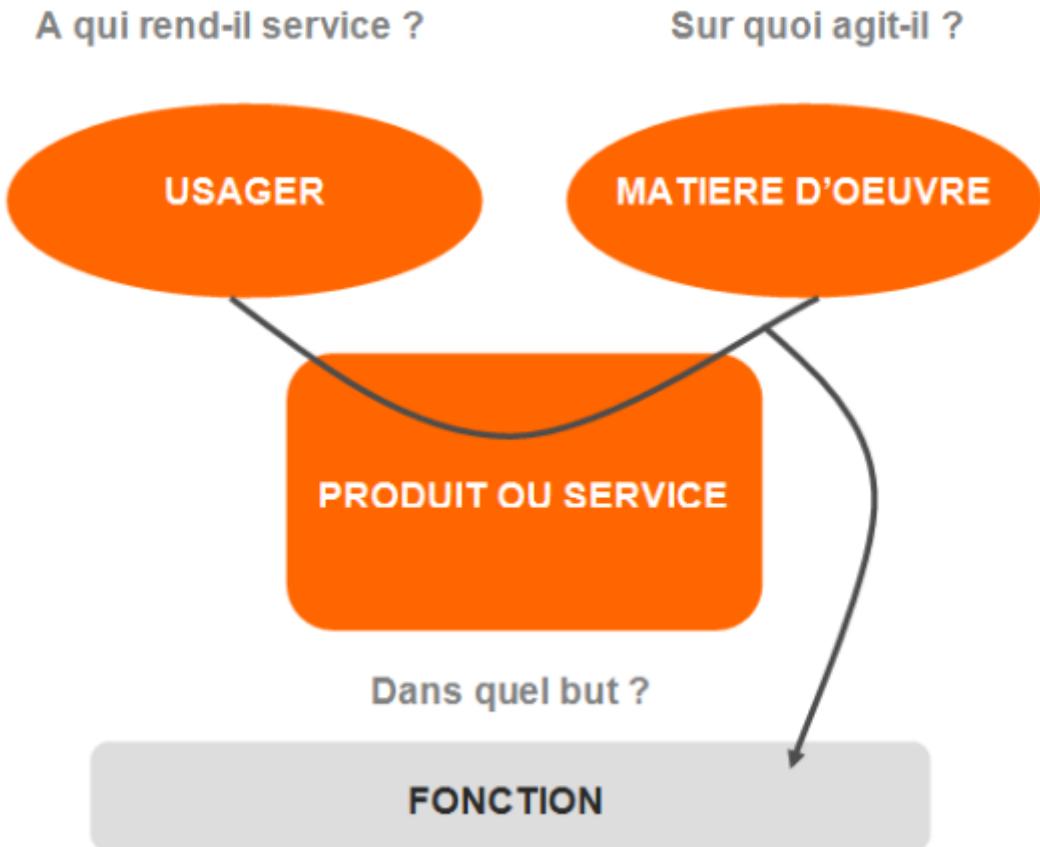


Figure 39:Diagramme explicative du Bête à corne.

❖ Comment utiliser la bête à corne ?

Pour établir la bête à cornes d'un produit, il est nécessaire de se poser les questions suivantes :

- ❖ « **A qui mon produit rend-il service ?** » : C'est la cible-utilisateur du futur produit.
- ❖ « **Sur quoi agit mon produit ?** » : C'est la matière d'œuvre que va transformer mon produit ou sur laquelle mon produit va agir.
- ❖ « **Quel est le but de mon produit ?** » : C'est la fonction principale de mon produit, son intérêt. A quoi sert l'innovation ?

B. Le diagramme Pieuvre

Le diagramme pieuvre est la représentation graphique des interactions d'un produit avec son environnement. Le diagramme pieuvre est composé :

- ❖ Du produit (au centre du diagramme).
- ❖ Des E.M.E. (Elément Milieu Extérieur).

- Des relations d'interaction ou d'adaptation entre le produit et les E.M.E.
- Des repères des fonctions principales (FP1, FP2, ...) et des fonctions contraintes (FC1, FC2, ...).
- Fonction principale (FP) : Une fonction principale est une fonction de service qui assure la prestation du service rendu. Une fonction principale traduit l'interaction de plusieurs E.M.E avec le produit (voir le « diagramme pieuvre »).
- Fonction contrainte (FC) : Une fonction contrainte est une fonction de service qui oriente (qui limite) la liberté de choix du concepteur. Une fonction contrainte traduit une adaptation du produit à un E.M.E (voir le « diagramme pieuvre »).
- Relation d'interaction (Ri) : Une relation d'interaction relie le produit à plusieurs E.M.E. (voir le « diagramme pieuvre »).
- Relation d'adaptation (Ra) : Une relation d'adaptation relie le produit à un seul E.M.E. (voir le « diagramme pieuvre »).

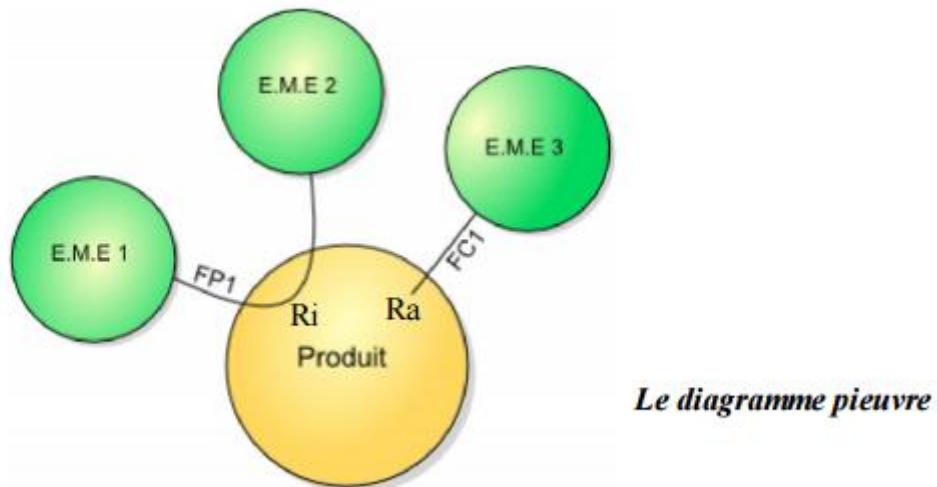


Figure 40: Diagramme explicative Pieuvre.

C. Diagramme FAST :

Un diagramme FAST (Fonction Analysis system Technique) présente une traduction rigoureuse de chacune des fonctions de service en fonction(s) technique(s), puis matériellement en solution(s) constructive(s). Le diagramme FAST se construit de gauche à droite, dans une logique du pourquoi au comment. Grâce à sa culture technique et scientifique, l'ingénieur développe les fonctions de service du produit en fonctions techniques. Il choisit des solutions pour construire finalement le produit. Le diagramme FAST constitue alors un ensemble de données essentielles permettant d'avoir une bonne connaissance d'un produit complexe et ainsi de pouvoir améliorer la solution proposée.

Le diagramme de FAST se base sur deux fonctions :

Fonction de service	Fonction Technique
<p>Les fonctions de service constituent une relation entre le système et le milieu extérieur, elles traduisent l'action attendue ou réalisée par le produit pour répondre à un élément du besoin d'un utilisateur donné. Il faut souvent plusieurs fonctions de service pour répondre à un besoin. Dans une étude donnée, leur énumération et leur formulation qualitative et quantitative résultent de l'analyse du besoin à satisfaire et le décrivent d'une manière nécessaire et suffisante.</p>	<p>Les fonctions techniques sont internes au produit, elles sont choisies par le constructeur dans le cadre d'une solution, pour assurer une fonction de service.</p>

Tableau 14:Differentes fonctions du diagramme FAST.

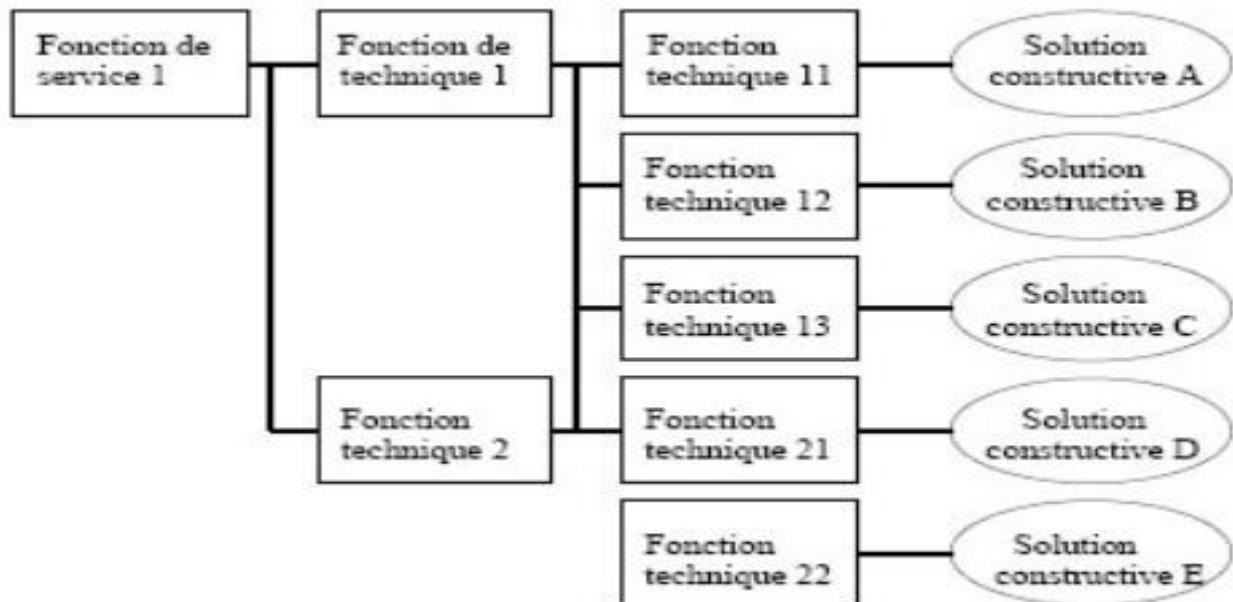


Figure 41: Diagramme explicative du FAST.

D. La méthode 3QOCP :

Cette technique permet de cerner le sujet, c'est-à-dire de fixer les limites de ce qui va être étudié (on ne vous demande pas de rédiger une thèse ! il est impossible de tout dire sur un sujet, il faut choisir un point de vue, une époque, un angle...). Les questions sont données à titre d'EXEMPLE.

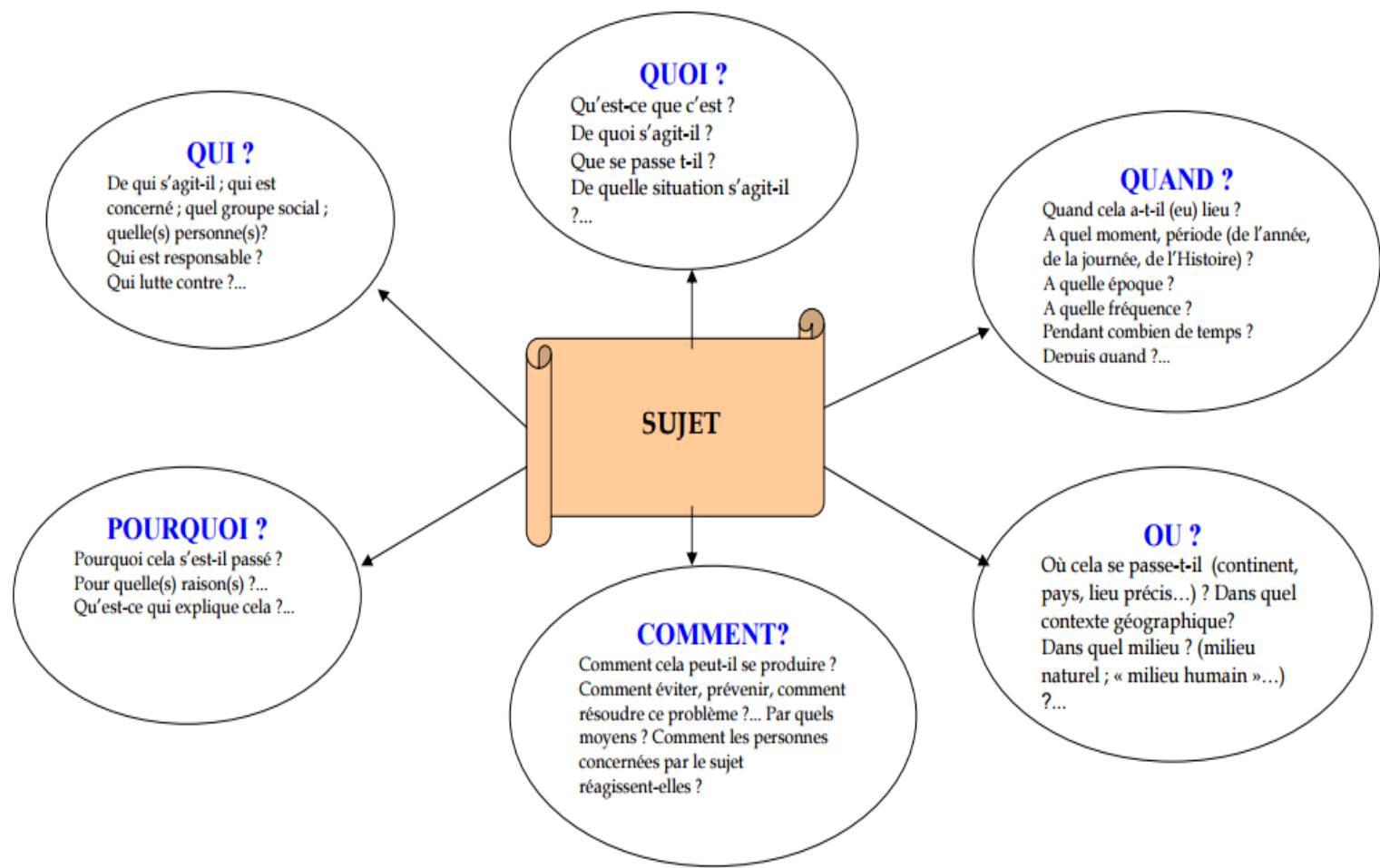


Figure 42: Diagramme explicative de la méthode 3QOCP.

E. Diagramme d'Ishikawa :

Le diagramme causes-effets d'Ishikawa en référence à son concepteur promoteur, aussi appelé

diagramme arête de poisson en raison de sa graphie, est un outil qualité utilisé pour identifier les causes d'un problème.

Le diagramme Ishikawa est aussi fort utile pour tout autre type de réflexion fondée sur l'identification du cheminement causes effets.

Pour la démarche Ishikawa : Au cours d'une session en groupe, on cherche à identifier les causes d'un effet précis. Ce peut être un problème technique et on classera la cause dans une des catégories comme sur le schéma ci-après.

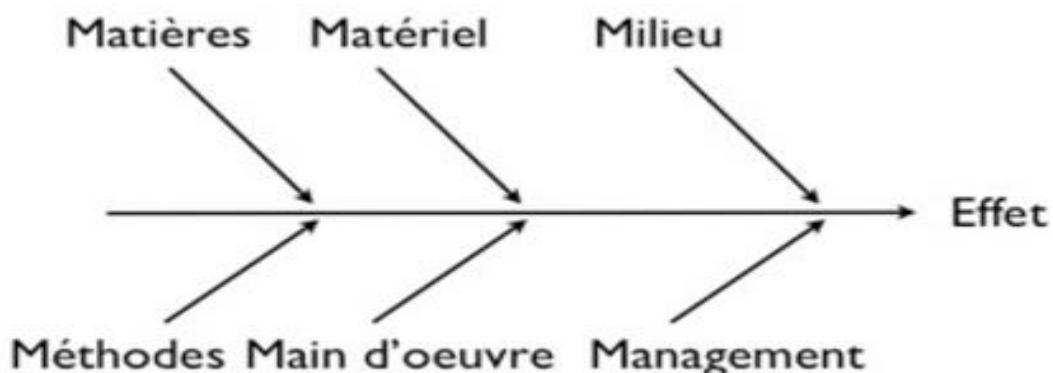


Figure 43:Diagramme d'Ishikawa.

Matière	Matériel	Milieu	Méthodes	Main-d'œuvre	Management
matières premières, sous-ensembles...	Les matériels de production et de suivi	Le contexte de travail	Méthodes Techniques et procédures	Le personnel	Le management des hommes

Figure 44:Tableau d'Ishikawa

F. Méthode de Pareto :

Cette méthode simple, claire et efficace permet la prise de décision par le groupe.

Le diagramme de Pareto est un diagramme en colonnes, exposant et classant, par ordre décroissant d'importance, les causes ou problèmes. La hauteur des colonnes est alors proportionnelle à l'importance de chaque cause. Donc plus la surface de colonne est grande et plus la cause ou le problème est important.

Ce diagramme est élaboré en plusieurs étapes				
Lister les problèmes ou causes	Quantifier l'importance de chacun	Déterminer le pourcentage de chacun par rapport au total	Classer ces pourcentages par valeurs décroissantes, la rubrique "divers" étant toujours en dernier rang	Représenter graphiquement le diagramme

Tableau 15:Differentes étapes de la méthode Pareto.

ANNEXE 2 :

PARTIE AUTOMATISME

---(#)--- Connecteur

Représentation

<opérande>

---(#)---

Paramètre	Type de données	Zone de mémoire	Description
<opérande>	BOOL	E, A, M, *L, D	Bit affecté

* Un opérande dans la pile des données locales ne peut être utilisé que s'il figure dans la table de déclaration des variables dans la zone TEMP d'un bloc de code (FC, FB, OB).

Description de l'opération

---(#)--- (Connecteur)

Un connecteur est un élément d'affectation intermédiaire qui mémorise le bit RLG (l'état de signal du flux d'énergie) dans l'**<opérande>** précisé. Cet élément sauvegarde la combinaison binaire du dernier branchement ouvert avant lui. S'il s'agit d'une connexion en série avec d'autres éléments, l'opération ---(#)--- est insérée comme un contact. Ne branchez jamais l'élément ---(#)--- à la barre d'alimentation et ne le placez pas immédiatement après un branchement ou comme dernier élément d'une branche. Vous pouvez créer un connecteur inversé ---(#)--- à l'aide de l'opération **--[NOT]--** (Inverser RLG).

Dépendance par rapport au relais de masquage (Master Control Relay, MCR)

La dépendance par rapport au relais MCR est uniquement activée si un connecteur est dans une zone MCR active. Si le relais MCR est en fonction et que l'énergie atteint un connecteur, le bit adressé prend l'état de signal en cours du flux d'énergie. Si le relais MCR est hors fonction, la valeur 0 est affectée à l'opérande précisé, quel que soit l'état de signal du flux d'énergie.

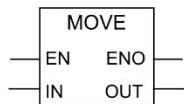
Mot d'état

	RB	BI1	BI0	DEB	DM	OU	ETAT	RLG	/PI
Ecriture	-	-	-	-	-	0	X	-	1

Exemple

MOVE Affecter valeur

Représentation



Paramètre	Type de données	Zone de mémoire	Description
EN	BOOL	E, A, M, L, D	Entrée de validation
ENO	BOOL	E, A, M, L, D	Sortie de validation
IN	Tous les <u>types de données simples</u> d'une longueur de 8, de 16 ou de 32 bits	E, A, M, L, D ou constante	Valeur source
OUT	Tous les types de données élémentaires d'une longueur de 8, de 16 ou de 32 bits	E, A, M, L, D	Adresse de destination

Description de l'opération

MOVE (Affecter valeur)

Cette opération est activée par l'entrée de validation EN. La valeur indiquée dans l'entrée IN est copiée à l'adresse précisée dans la sortie OUT. L'état de signal de ENO est identique à celui de EN. L'opération **MOVE** ne permet de copier que des octets, des mots ou des doubles mots. Pour copier des types de données utilisateur tels que des tableaux ou des structures, vous devez faire appel à la fonction système "BLKMOV" (SFC 20).

Mot d'état

	<u>RB</u>	<u>BI1</u>	<u>BI0</u>	<u>DEB</u>	<u>DM</u>	<u>OU</u>	<u>ETAT</u>	<u>RLG</u>	<u>/PI</u>
Ecriture	1	-	-	-	-	0	1	1	1

Dépendance par rapport au relais de masquage (Master Control Relay, MCR)

La dépendance par rapport au relais MCR est uniquement activée lorsque l'opération MOVE est à l'intérieur d'une zone MCR active. Au sein d'une telle zone active, les données adressées sont copiées comme décrit ci-dessus si le relais MCR est en fonction et que le flux d'énergie est présent à l'entrée de validation. Si le relais MCR est hors fonction et si une opération MOVE est exécutée, la valeur 0 est écrite à l'adresse précisée dans la sortie OUT, quel que soit l'état de signal en vigueur à l'entrée IN.

Nota

Lors de l'affectation d'une valeur à un type de données de longueur différente, les octets de poids fort sont, le cas échéant, tronqués ou complétés par des zéro. Exemples :

---(N)--- Déetecter front descendant

Représentation

<opérande>

---(N)---

Paramètre	Type de données	Zone de mémoire	Description
<opérande>	BOOL	E, A, M, L, D	Le mémento de front mémorise l'ancien état de signal du RLG.

Description de l'opération

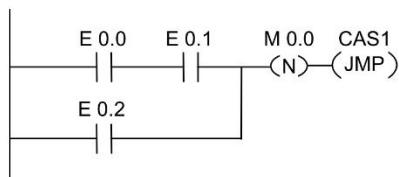
---(N)--- (Déetecter front descendant)

Cette opération détecte le passage de 1 à 0 de l'état de signal de l'opérande et montre cette transition avec un RLG égal à 1 après cette opération. L'état de signal en cours du RLG est comparé à l'état de signal de l'opérande (au mémento de front). Si l'état de signal de l'opérande est 1 et le RLG avant l'opération est 0, le résultat logique après l'opération est 1 (impulsion) ; dans tous les autres cas, le résultat logique après l'opération est 0. Le RLG avant l'opération est mémorisé dans l'opérande.

Mot d'état

	<u>RB</u>	<u>BI1</u>	<u>BI0</u>	<u>DEB</u>	<u>DM</u>	<u>OU</u>	<u>ETAT</u>	<u>RLG</u>	<u>/PI</u>
Ecriture	-	-	-	-	-	0	x	x	1

Exemple



Le mémento de front M 0.0 mémorise l'état de signal du RLG de toute la combinaison binaire. En cas de passage de 1 à 0 du RLG, le programme effectue un saut au repère CAS1.

---(P)--- Déetecter front montant

Représentation

<opérande>

---(P)---

Paramètre	Type de données	Zone de mémoire	Description
<opérande>	BOOL	E, A, M, L, D	Le mémento de front mémorise l'ancien état de signal du RLG.

Description de l'opération

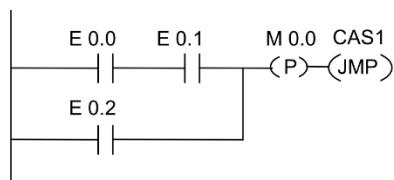
---(P)--- (Déetecter front montant du RLG)

Cette opération détecte le passage de 0 à 1 de l'état de signal de l'opérande et montre cette transition avec un RLG égal à 1 après cette opération. L'état de signal en cours du RLG est comparé à l'état de signal de l'opérande (au mémento de front). Si l'état de signal de l'opérande est 0 et le RLG avant l'opération est 1, le résultat logique après l'opération est 1 (impulsion) ; dans tous les autres cas, le résultat logique après l'opération est 0. Le RLG avant l'opération est mémorisé dans l'opérande.

Mot d'état

	<u>RB</u>	<u>BI1</u>	<u>BI0</u>	<u>DEB</u>	<u>DM</u>	<u>OU</u>	<u>ETAT</u>	<u>RLG</u>	<u>/PI</u>
Écriture	-	-	-	-	-	0	x	x	1

Exemple



Le mémento de front M 0.0 mémorise l'état de signal du RLG de toute la combinaison binaire. En cas de passage de 0 à 1 du RLG, le programme effectue un saut au repère CAS1.

---(R) Mettre à 0

Représentation

<opérande>

---(R)

<u>Paramètre</u>	<u>Type de données</u>	<u>Zone de mémoire</u>	<u>Description</u>
<opérande>	BOOL	E, A, M, L, D, T, Z	Bit mis à 0

Description de l'opération

---(R) (Mettre à 0)

Cette opération ne s'exécute que si le RLG des opérations précédentes a la valeur 1 (flux d'énergie à la bobine). Si l'énergie atteint la bobine (RLG égale 1), l'opération met l'**<opérande>** précisé de l'élément à 0. Si le RLG égale 0 (pas de flux d'énergie à la bobine), l'opération n'a pas d'effet : l'état de signal de l'opérande indiqué de l'élément reste inchangé. Un **<opérande>** peut également être une temporisation (T n°) dont la valeur de temps est mise à 0 ou un compteur (Z n°) dont la valeur de comptage est mise à 0.

Dépendance par rapport au relais de masquage (Master Control Relay, MCR)

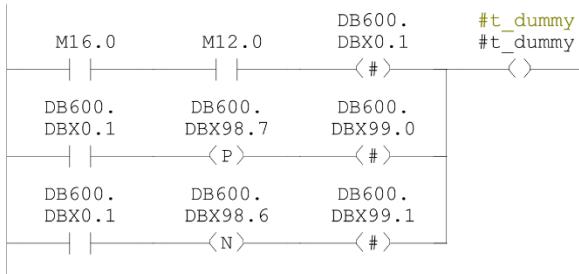
La dépendance par rapport au relais MCR est uniquement activée si une bobine est dans une zone MCR active. Si le relais MCR est en fonction et que l'énergie atteint une bobine, le bit adressé est mis à l'état de signal 0. Si le relais MCR est hors fonction, l'état de signal en cours de l'opérande précisé de l'élément reste inchangé, quel que soit l'état de signal du flux d'énergie.

Mot d'état

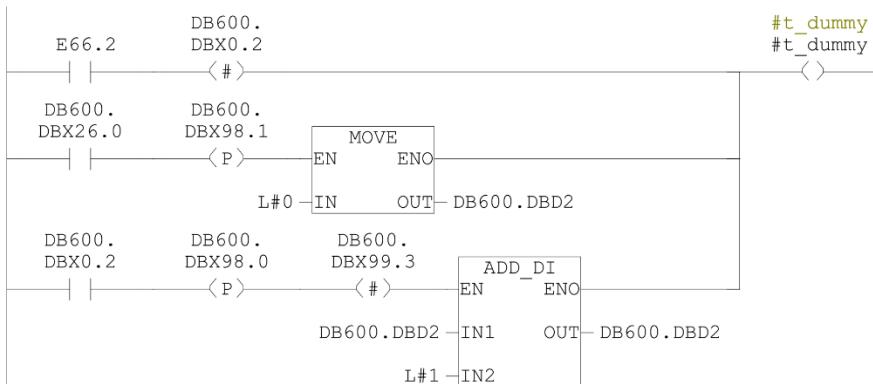
	<u>RB</u>	<u>BI1</u>	<u>BI0</u>	<u>DEB</u>	<u>DM</u>	<u>OU</u>	<u>ETAT</u>	<u>RLG</u>	<u>/PI</u>
Ecriture	-	-	-	-	-	0	x	-	0

Exemple

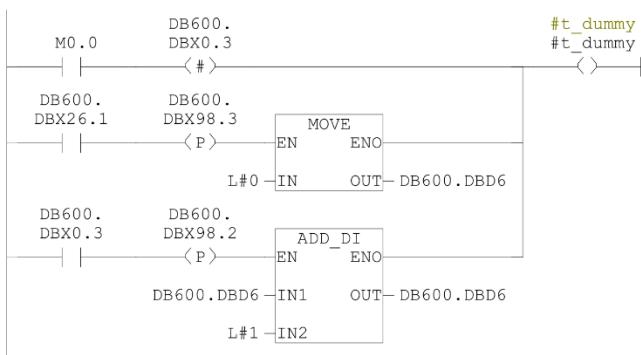
Réseau : 2 Machine en fonctionnement ou arrêtée
fabrication en automatique
Production en automatique



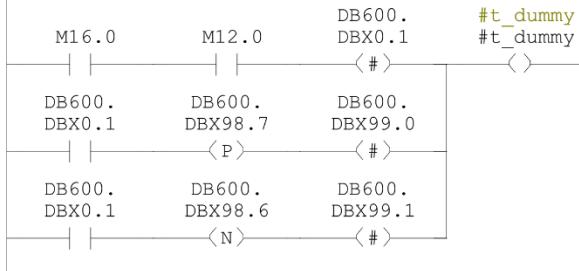
Réseau : 3 Quantité de produit conforme



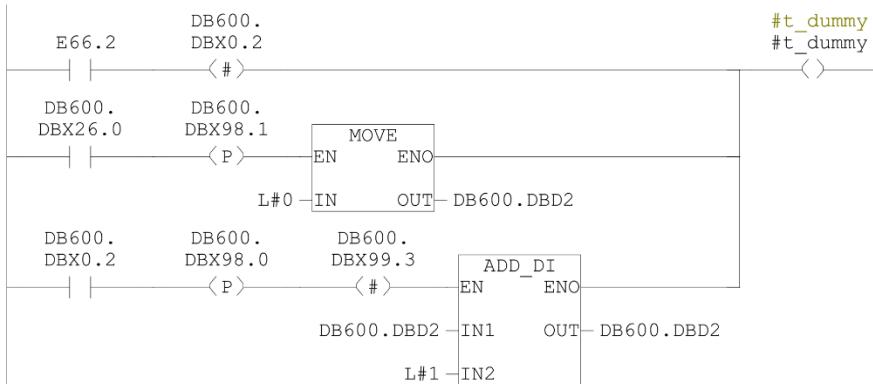
Réseau : 4 Quantité de produite en REJET



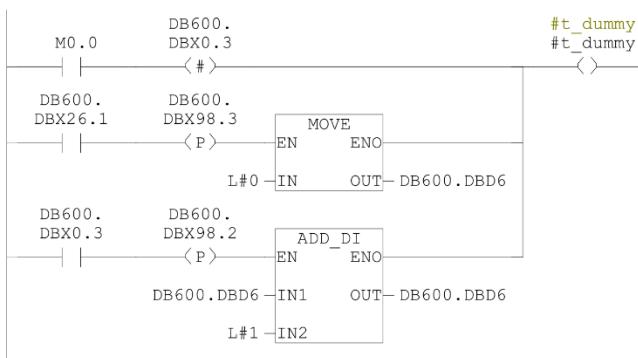
Réseau : 2 Machine en fonctionnement ou arrêtée
fabrication en automatique
Production en automatique



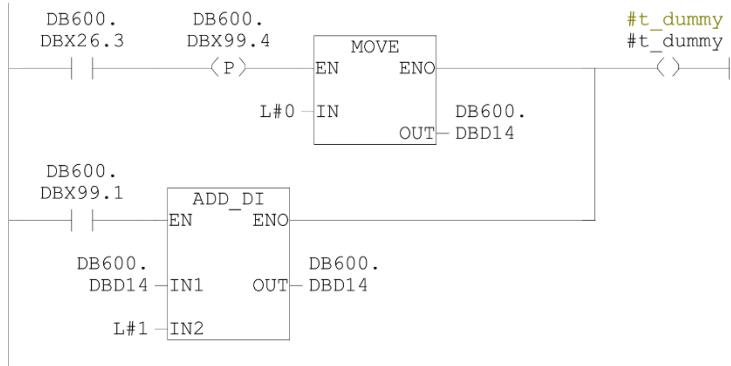
Réseau : 3 Quantité de produit conforme
Detection Produit conforme (1 pain ou 5 boîtes)



Réseau : 4 Quantité de produite en REJET

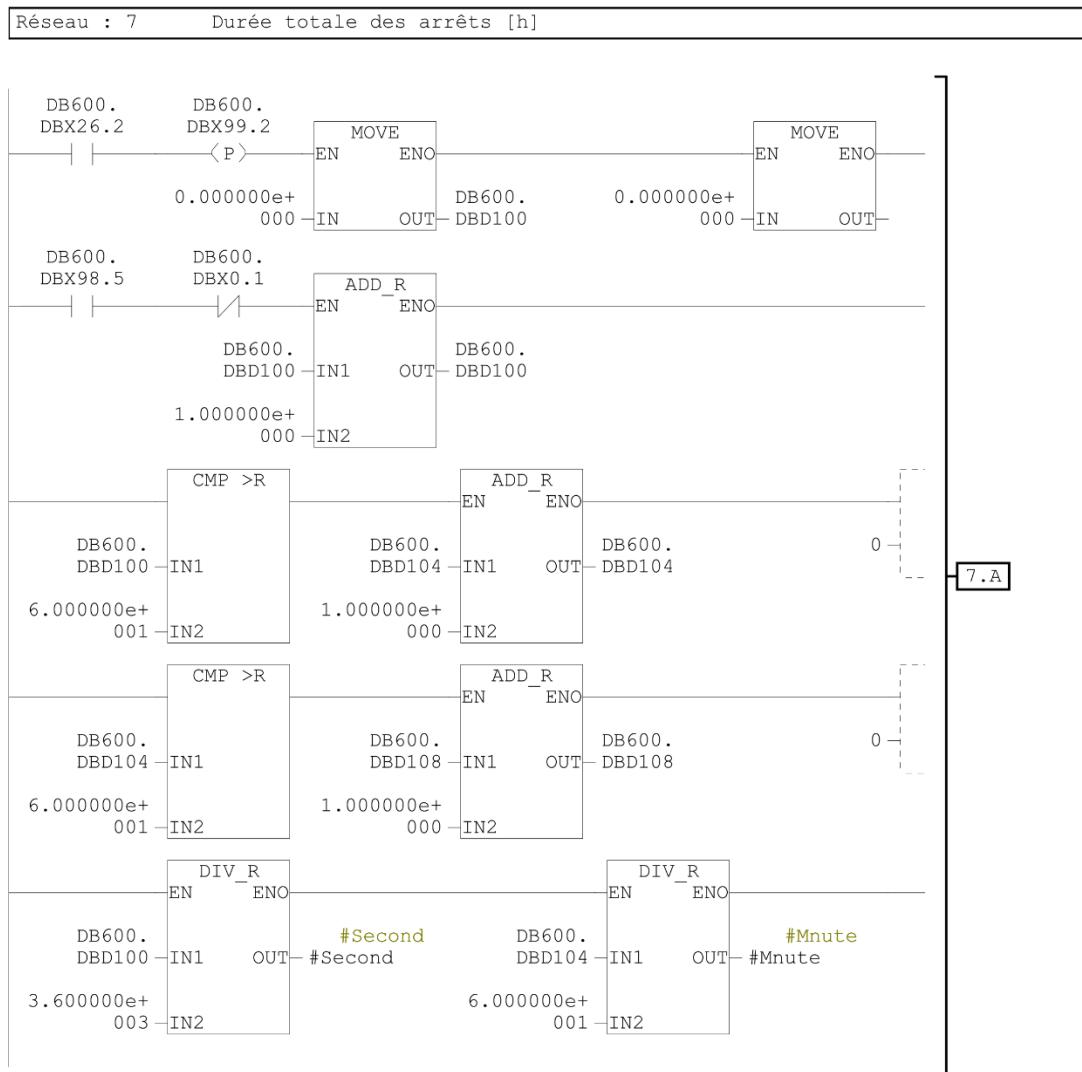


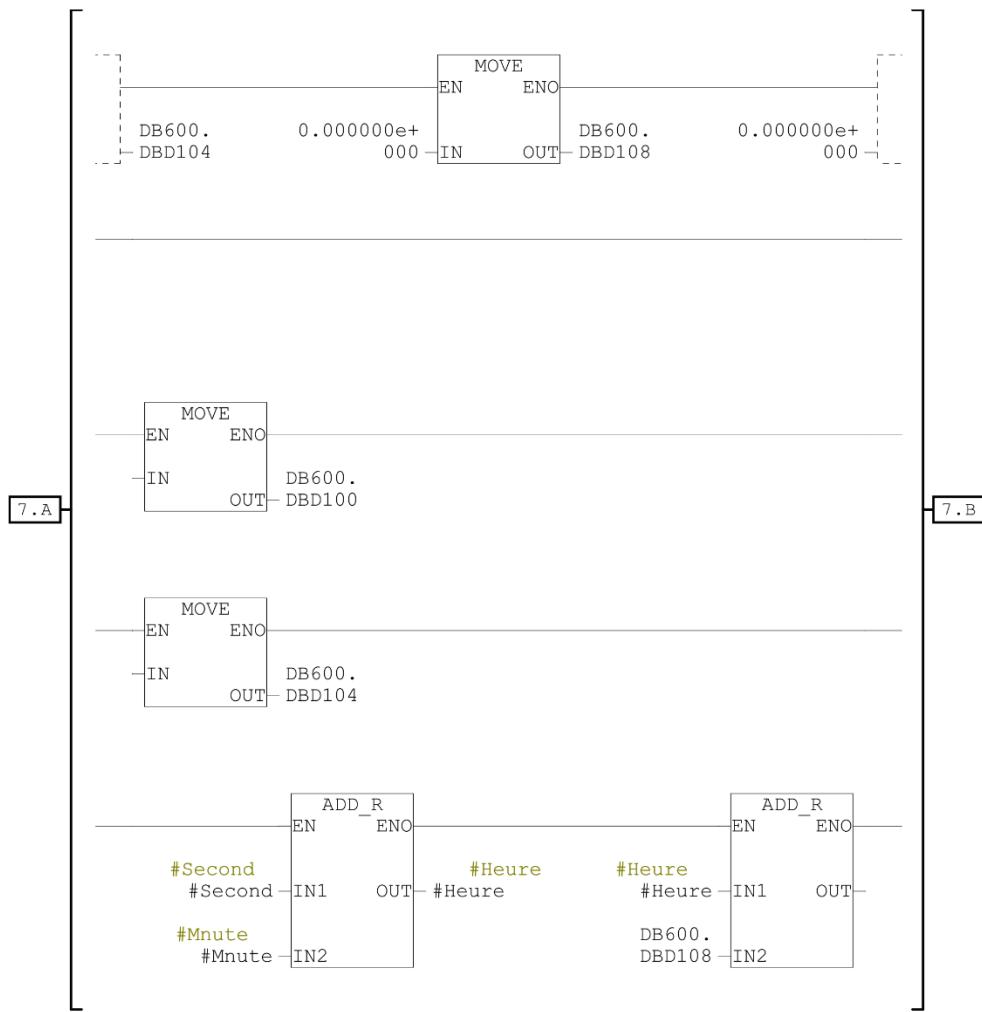
Réseau : 5 Nombre total d'arrêts

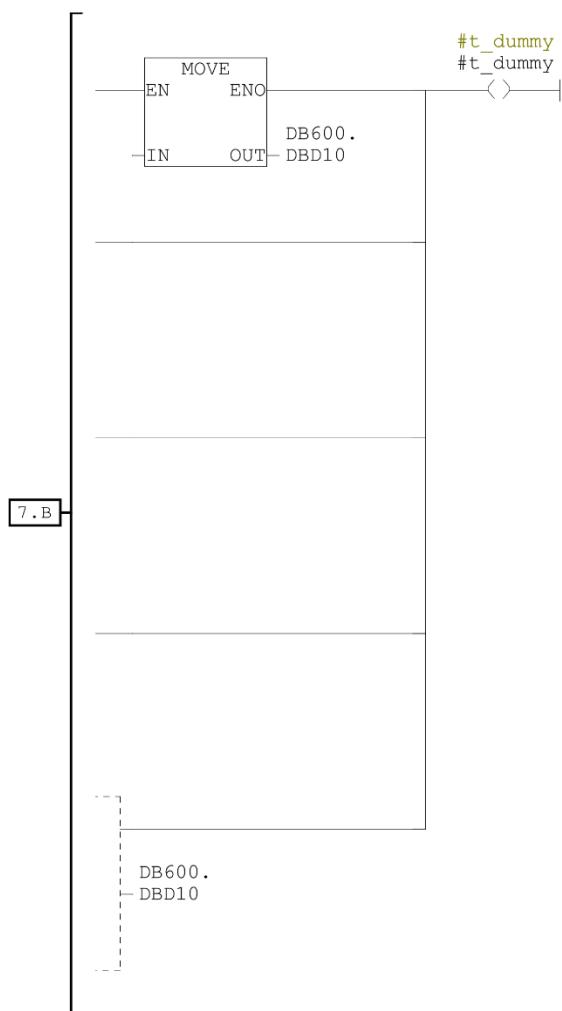


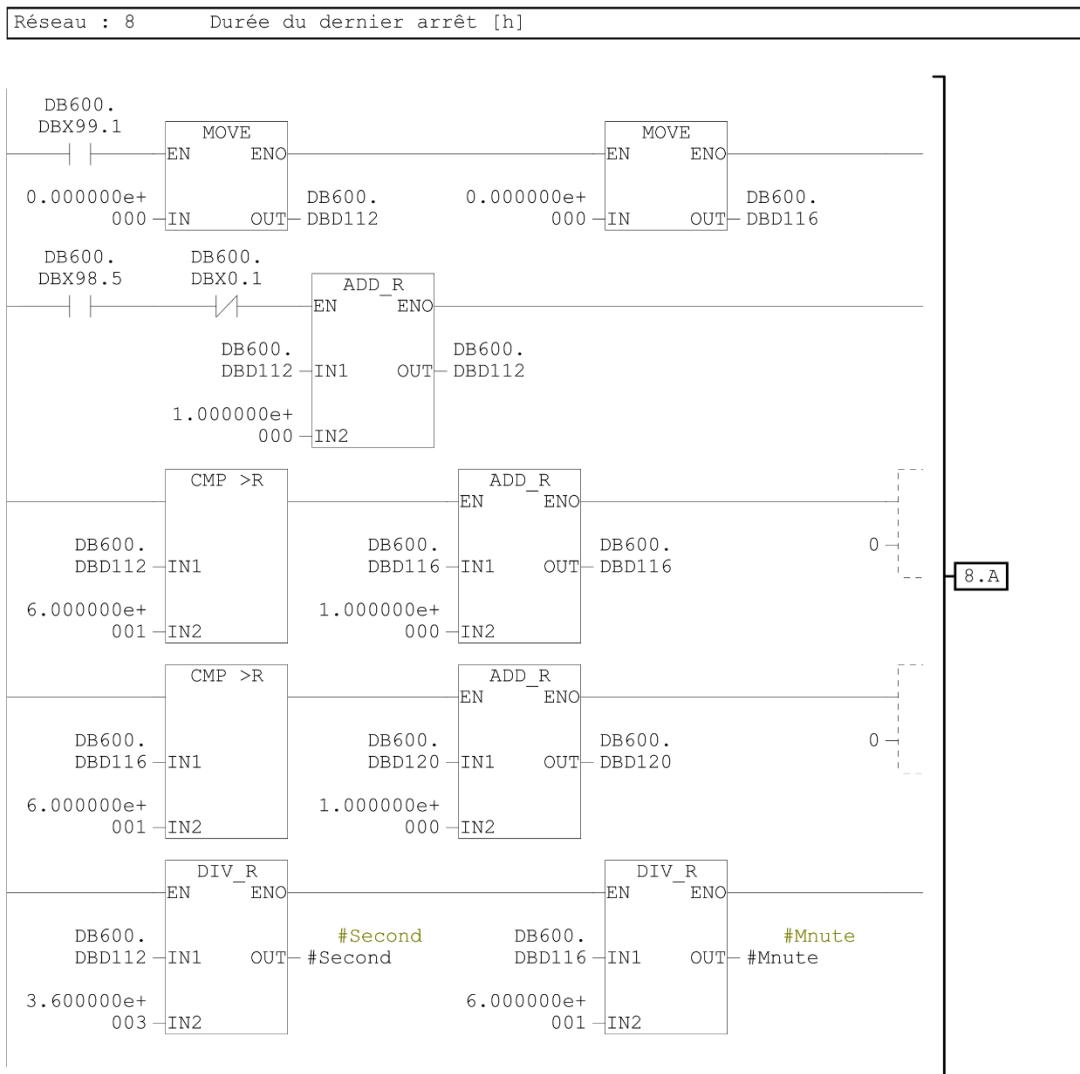
Réseau : 6 Top Second

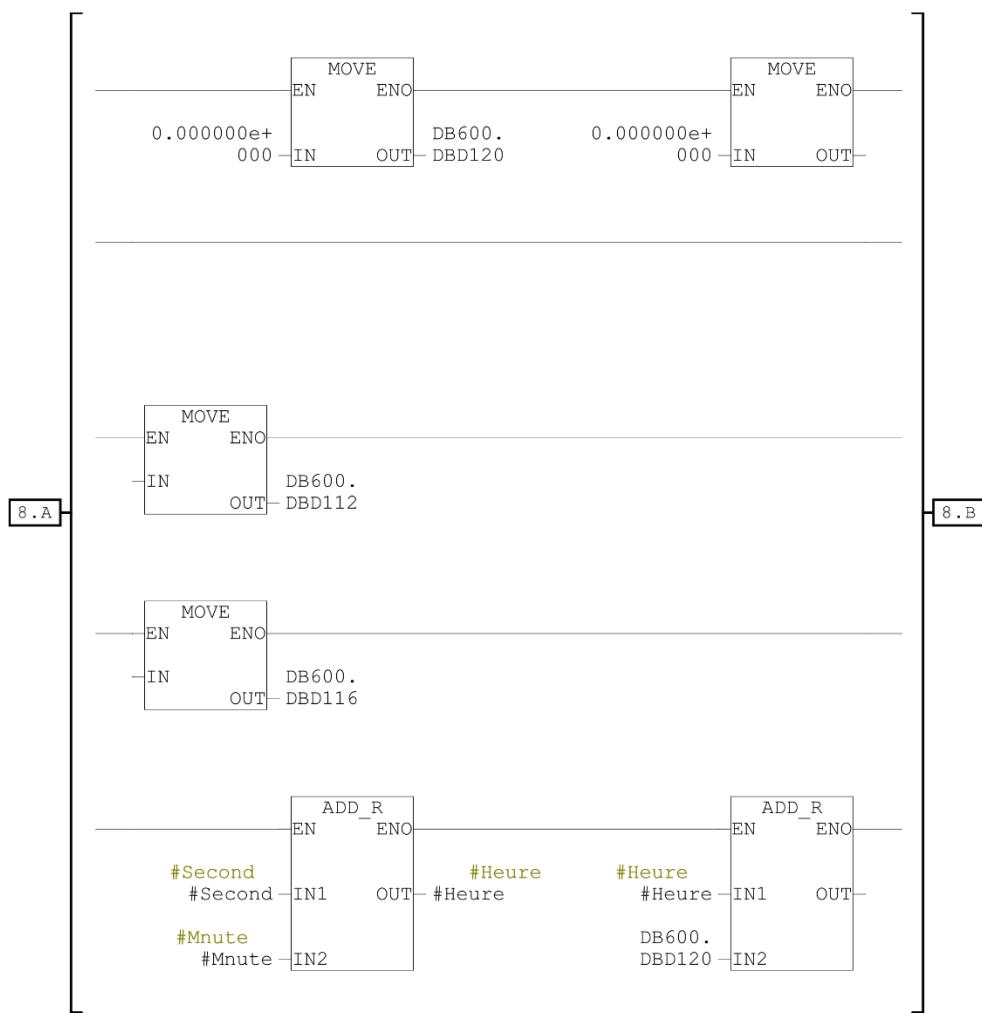


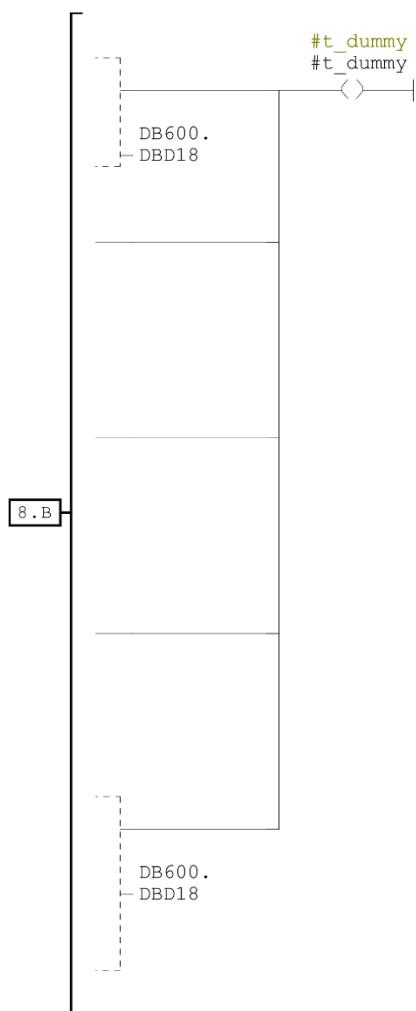


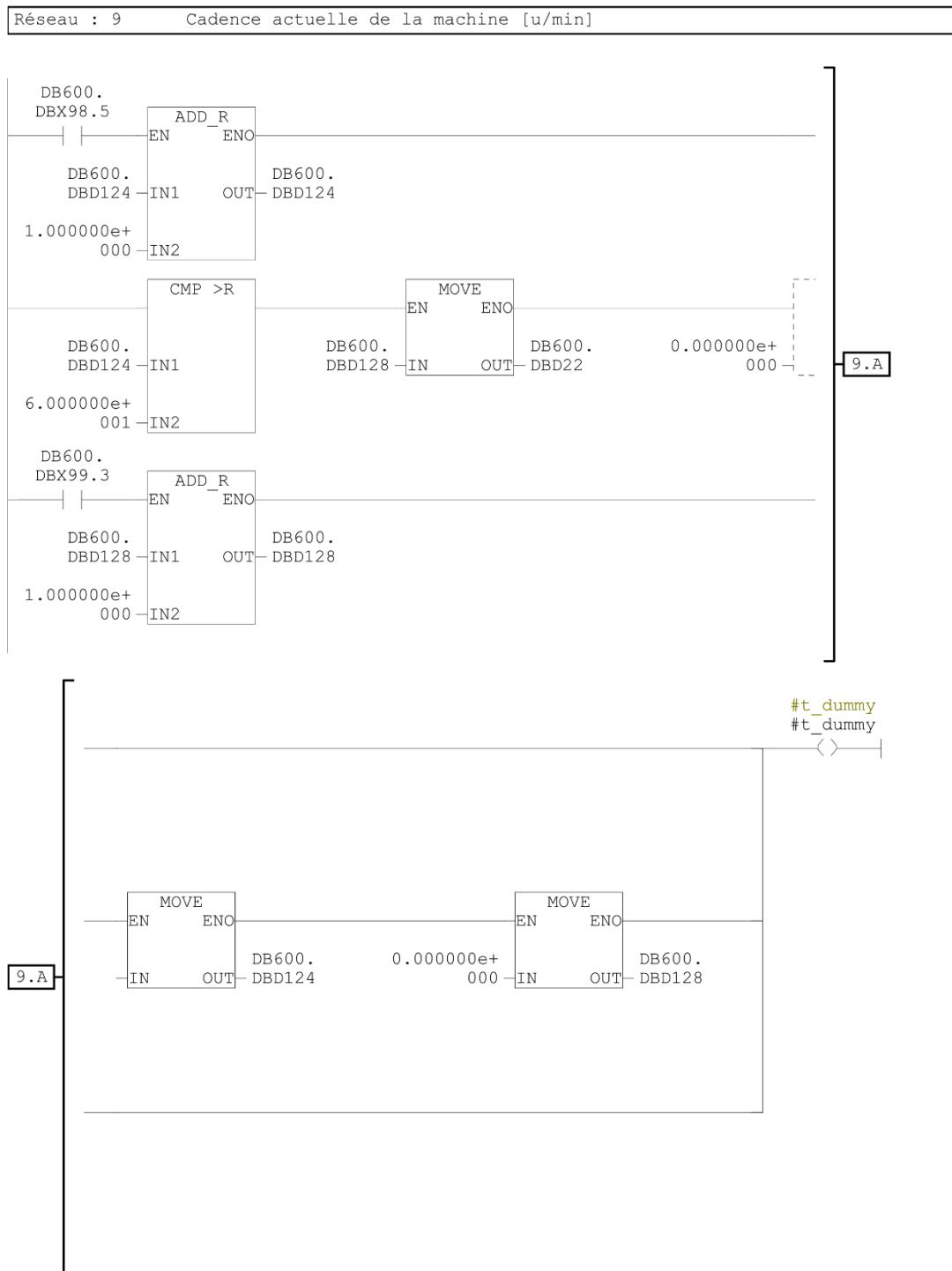












Réseau : 10 Reset Commandes RESTE

