



LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES

Génie Electrique

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

Etude du fonctionnement de la décaisseuse et la rénovation
de son séquenceur à l'aide de l'automatisation

Réalisé Par :

Mlle. BENMOUSSA Maroua

Encadré par :

- Pr. E.ABARKAN (FST Fès)
- Mr. A. EL MOUSSAOUI (CBGN Fès)

Soutenu le 16 Juin 2015 devant le jury

- Pr. E. ABARKAN (FST FES)
- Pr T. LAMCHARFI (FST FES)
- Pr H. ELMOUSSAOUI (FST FES)



DEDICACE :

Louange à Dieu seul.

Que le salut et la paix soient sur l'envoyé de Dieu.

A la source de tendresse, à celle qui a porté la torche pour éclaircir mon chemin, à celle qui a fortifié ma volonté, qui a consolidé et qui lève sa main à chaque prière pour me souhaiter la réussite et le bonheur, à ma douce mère.

A celui qui a guidé mes pas, qui a fait de mon éducation son principale préoccupation, à mon cher père.

Mes sincères expressions d'amour, et de respect à mes chers frères, sœurs et amis.



REMERCIEMENT :

La réalisation de ce travail n'a pu prendre naissance que par l'assistance et l'intervention inconditionnelle de certaines personnes dont les apports ne pourraient être qu'infiniment reconnus. Je tiens à travers ce rapport, à exprimer mes sincères remerciements aux nombreuses personnes qui ont contribué à l'aboutissement de ce présent travail.

Je présente mes vifs remerciements et ma profonde gratitude à mon parrain industriel **Mr .El MOUSSAOUI ADIL** ingénieur responsable maintenance, et **Mr. MOURAD OUBAHOU**, pour m'avoir donnée l'opportunité d'effectuer ce stage dans les meilleures conditions et pour leurs connaissances, directives et conseils.

Je tiens également à exprimer mes profondes gratitude ainsi que toute mes reconnaissances à, mon encadrant de la faculté des sciences et techniques (FST), **Pr. E. ABARKAN** qui m'a fait bénéficier de son savoir-faire, de ses conseils appréciables, de sa disponibilité et pour l'intérêt manifesté qu'il a porté à ce projet.

Mes sincères remerciements vont aussi à mes chers **professeurs** de la faculté, qui m'ont fait bénéficier de leurs savoirs faire et leurs connaissances très précieuses qui m'ont été de grande utilité pour la réalisation de ce projet.

J'adresse mes vifs remerciements aux membres du **jury** pour avoir accepté de juger mon travail et de me proposer des recommandations précieuses.

Enfin, je remercie **l'équipe** (techniciens, ouvriers et collègues) qui a participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Merci à tous.



Sommaire

<i>DEDICACE</i> :	2
<i>REMERCIEMENT</i> :	3
<i>Introduction</i>	8
Chapitre1 : Coca-Cola et la CBGN.....	9
1. Introduction :	9
2. Coca-Cola Maroc :	9
3. La CBGN (Compagnie des boissons gazeuses du Nord) :	10
a. Histoire	10
b. Domaine d'activités.....	11
c. Organigramme :	12
d. Description :	14
e. Fiche d'identification :	14
Chapitre 2 : Activités de l'usine	15
1- Traitement de l'eau :	15
2- Préparation de la boisson gazeuse :	17
a- La préparation du sirop simple :	17
b- Préparation du sirop fini :	17
3- Avant la mise en bouteille :	18
a- Production de la vapeur :	18
b- Production de l'air comprimé :	19
c- Production de froid :	20
4- La mise en bouteille :	21
Chapitre3: Description du contexte du travail	22
1- Introduction et cahier des charges :	22
2- Description de la ligne de verre :	23
Motivation :	27
3- Description de la décaisseuse :	27
a- Fiche technique :	27
b- Accessoires de la machine :	28
4- Fonctionnement de la décaisseuse :	31
a- Mécanisme :	31
b- Alimentation électrique	33



c-	Déplacement des grappins :	33
d-	Alimentation, introduction, évacuation des casiers :	36
e-	Prise de bouteilles :	36
f-	Evacuation des bouteilles :	37
g-	Deuxième décaissage consécutif :	37
h-	Passage sans décaissage :	37
i-	Sécurité des grappins :	37
j-	Dérangement des moteurs :	38
k-	Essai des lampes :	38
5-	Etat actuel de la machine et son séquenceur :	39
a-	Etat actuel de la machine	39
b-	Etat du séquenceur :	40
6-	Conclusion :	40
Chapitre4 : Automatisation de la décaisseuse		41
1-	Introduction :	41
2-	GRAFCETS :	41
➤	GRAFCET Marche/Arrêt :	41
➤	GRAFCET du fonctionnement de la décaisseuse :	42
➤	GRAFCET d'arrêt d'urgence :	43
➤	Tableau d'abréviation :	44
3-	Programmation LADDER :	44
4-	Présentation de la solution proposée :	49
a-	Qu'est ce qu'un API ? (Automate Programmable Industriel).....	49
b-	Pourquoi l'utilisation de l'API ?	50
c-	Programmation avec SIEMENS MANAGER :	51
<i>Conclusion</i>		53
Bibliographie		54
Annexe 1 :		55
Annexe 2 :		56
Annexe 3 :		59

Liste de figures et de tableaux :

Figure 1 : Production de différentes matières d'embouteillage à différents volumes

Figure 2 : Champs d'activités de la CBGN

Figure 3 : Activités de la CBGN selon quatre indicateurs

Figure 4 : Organigramme de la CBGN

Figure 5 : Fiche technique de la CBGN

Figure 6 : Organigramme des étapes de traitement de l'eau

Figure 7 : schéma simplifiant les étapes de production de la vapeur dans la chaudière

Figure 8 : schéma simplifiant la production de froid

Figure 9 : cellules MT et transformateurs MT/ BT

Figure 10 : Organigramme des machines intervenantes dans la ligne de verre

Figure 11 : Transporteur à chaînes

Figure 12 : les plateaux grappins (prise bouteilles)

Figure 13 : Table d'évacuation en sortie

Figure 14 : fonctionnement de la décaisseuse

Figure 15 : mécanisme de commande des grappins

Figure 16 : Plateaux grappins de la décaisseuse (planche de fonctionnement)

Figure 17 : GRAFCET Marche/Arrêt

Figure 18 : GRAFCET fonctionnement de la machine

Figure 19 : GRAFCET arrêt d'urgence

Figure 20 : Structure interne d'un API

Figure 21 : Structure de projet dans SIMATIC MANAGER

Figure 22 : L'éditeur du programme CONT/LIST/LOG

Figure 23 : configuration matérielle



Figure 24 : Exemple de simulation

Tableau 1 : Types de compresseurs d'air

Tableau 2 : Plaque signalétique des transformateurs

Tableau 3 : Fiche technique de la décaisseuse

Tableau 4 : Photocellules

Tableau 5 : les électrovannes

Tableau 6 : les moteurs de la décaisseuse

Tableau 7 : table des abréviations utilisées dans les GRAFCETS

Tableau 8 : différence entre logique câblée et programmable

Tableau 9 : Pourquoi le choix de la CPU 314 C-2DP

Introduction

Ce stage, d'une durée de deux mois, a pour objectif d'identifier la situation actuelle du séquenceur utilisé pour commander la décaisseuse, connaître son fonctionnement et le remplacer par un automate programmable, car durant les dix dernières années le monde industriel a reconnu une évolution rapide et ce grâce à l'utilisation des nouvelles technologies d'automatisation, en plus des nombreuses études ont été consacrées à l'automatisation des applications industrielle.

De nos jours l'automatisation devient une tâche nécessaire qui apporte plusieurs avantages, elle permet de remédier à plusieurs problèmes tel que la minimisation des coûts, l'optimisation des méthodes de production, la réduction des pertes, en plus la sécurité du matériel et la protection des personnes.

Ce rapport présente le travail que j'ai effectué lors de mon stage au sein de la CBGN Fès. Il s'est déroulé du 7 avril au 7 juin 2015. Pendant cette période, je me suis familiarisée avec un environnement technique.

Le projet réalisé s'est avéré très intéressant et très enrichissant pour ma formation. Grâce à ce stage, j'ai travaillé sur un projet qui m'a permis de découvrir en quoi consiste la profession du responsable. Le but de ce rapport n'est pas faire uniquement une présentation exhaustive de tous les aspects techniques que nous avons pu apprendre ou approfondir, mais aussi de manière synthétique et claire, de faire un tour d'horizon des aspects techniques et humains auxquels j'ai été confronté.

Je vous expose dans ce rapport en premier lieu une description de la société CBGN. Ensuite, je vous explique les différents aspects de mon travail durant ces deux mois et enfin, une conclusion.



Chapitre1 : Coca-Cola et la CBGN

1. Introduction :

Coca –Cola tire son nom de sa 1 ère composition la feuille de coca et l'utilisation de la noix de kola, la boisson était alors préconisée par son inventeur le pharmacien John Elberton, comme remède contre les problèmes gastriques (notamment les maux d'estomac et la diarrhée) et la fatigue. En 1885, Coca-Cola était alcoolisée, en 1886 Pemberton développe une version sans alcool de sa boisson à cause de l'interdiction de l'alcool dans la ville d'Atlanta par son maire .Le 6 juin 1987 Frank Robinson comptable de Pemberton crée le nom de la nouvelle boisson, la calligraphie spencérienne, de son logo, et initialise un recours massif à la publicité.

La boisson fut mise en vente à la "Soda Fondation" de la Jacob's pharmacie.

2. Coca-Cola Maroc :

The Coca-Cola Company s'est installée au Maroc en 1947, elle a pénétré le marché marocain par l'intermédiaire des soldats américains en poste à Tanger, qui avaient importé les premières caisses de Coca-Cola au Maroc. Des années plus tard, des unités de production ont été mises en place respectivement à Tanger, Casablanca, Fès, Oujda, Marrakech, Agadir et Rabat. Coca-Cola Maroc, est communément appelé le Système Coca-Cola, pour faire référence à la compagnie Coca-Cola Export Corporation, et à l'ensemble de ses Embouteilleurs Partenaires.

Au Maroc on compte 3 embouteilleurs : «North Africa Bottling Company», qui détient 4 usines au Maroc, desservant le centre du pays (Casablanca, Fès, Marrakech et Nouacer) : «Atlas Bottling Company», qui détient 2 usines couvrant le territoire du Nord, de Tanger à Oujda et la «Société des Boissons Gazeuses de Souss», qui détient une usine à Agadir et couvre la région du Sud.

Coca-Cola Maroc emploie plus de 5000 personnes, crée 15000 emplois indirects et compte plus de 140.000 clients au Maroc. Pour chaque emploi créé chez Coca-Cola Maroc, 12 emplois supplémentaires sont créés à travers le Royaume, contribuant au développement de l'économie nationale et renforçant le réseau de distribution et d'approvisionnement local.



L'activité de la société est autant industrielle que commerciale. Elle se charge de la production des produits en verre et la distribution des produits verre, PET et canette dans son territoire assigné.

✓ Production des différentes matières d'embouteillages et à différents volumes :

Produit	Taille en Verre	Taille en PET
Coca-Cola	20cl , 35.5cl , 1L	1/2 , 2/2 , 3/2 , 4/2
Fanta Orange	20cl , 35cl , 1L	1/2 , 2/2 , 3/2 , 4/2
Fanta Limon	35cl , 1L	1/2, 2/2
Hawaii Tropicale	35cl , 1L	1/2, 2/2, 3/2
Pom's	35cl , 1L	1/2, 2/2, 3/2
Schweppes Tonic	20cl	2/2
Schweppes Citron	35cl, 1L	1/2, 2/2, 3/2
Top's Orange	-	1/2, 2/2, 1.25, 4/2
Top's Cola	-	1/2, 2/2, 1.25, 4/2
Top's Limon	-	1/2, 2/2, 1.25, 4/2
Top's Pomme	-	1/2, 2/2, 4/2
Top's Limonade	-	1/2, 2/2, 1.25, 4/2

Figure 1 : Production des différentes matières d'embouteillages et à différents volumes

3. La CBGN (Compagnie des boissons gazeuses du Nord) :

a. Histoire

La **CBGN** a pour but principal la fabrication et le conditionnement des boissons gazeuses. En :

1952 : Création de la compagnie des boissons gazeuse du Nord, CBGN FES, a la place actuelle De hôtel Sofia

1978 : transmission de la CBGN à la nouvelle zone industrielle SIDI BRAHIM ;

1952-1978 : La compagnie ne fabrique que coca-cola et FANTA Orange ;

1988 : pour augmenter sa part du marché, elle a décidé de produire des nouveaux Produits Hawaiï tropical, POM'S, SPRITE ;

1991 : pour la même raison il a lancé les bouteilles en plastique PET (polyéthylène-Téréphtalique) ;

1997 : Elle acquiert la SIM (Société industrielle marocaine) ;

2002 : La **CBGN** devienne filiale de L'ECCBC Et par la suite de coca-cola Holding..

b. Domaine d'activités

✓ Champs d'activités de la C.B.G.N :

Les centres de distribution de la société sont au nombre de sept, établis à Fès, Meknès, Sidi Slimane, Er-Rachidia, Khénifra et Azrou.

Et le graphe suivant montre le pourcentage de l'activité de la CBGN à chaque ville.

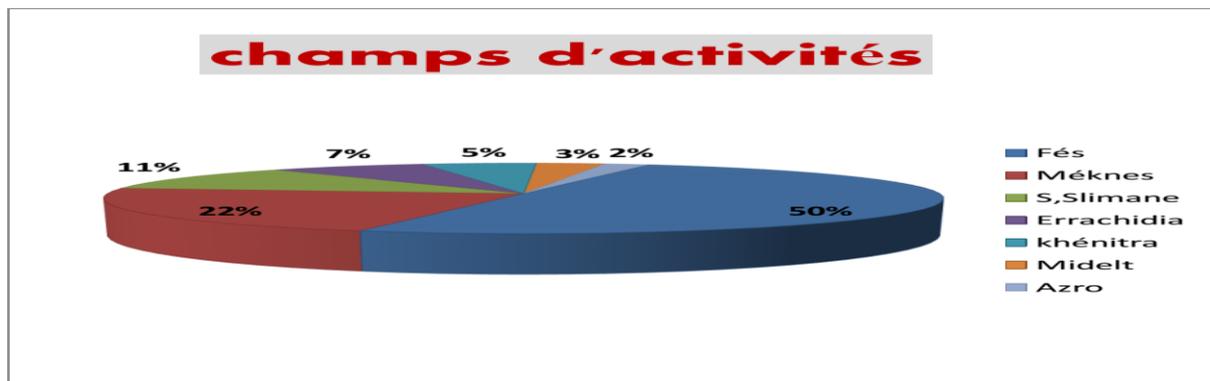


Figure 2 : Champs d'activités de la C.B.G.N :

Ce pourcentage présente l'activité de C.B.G.N selon quatre indicateurs :

- Cltes : Nombre de clients.
- Rtes : Routes.
- Cam : Nombre de camions mobilisés pour la distribution.
- Cov : le taux de couverture du marché

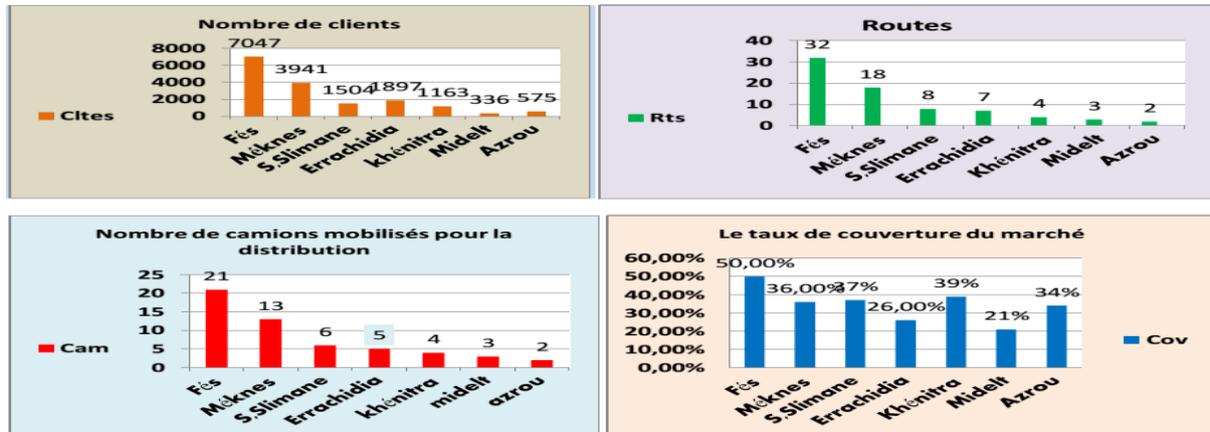


Figure 3 : Activités de la CBGN selon 4 indicateurs

c. Organigramme :

Département administratif:

Service informatique
 Service comptabilité
 Service financier
 Service achats

Département technique:

Service contrôle de qualité
 Service de Production
 Service Maintenance

Direction commercial:

Service opérations
 Administration des ventes
 Magasin et article publicitaire

Département des ressources humaines :

Service paie
 Service personne
 Service formation.

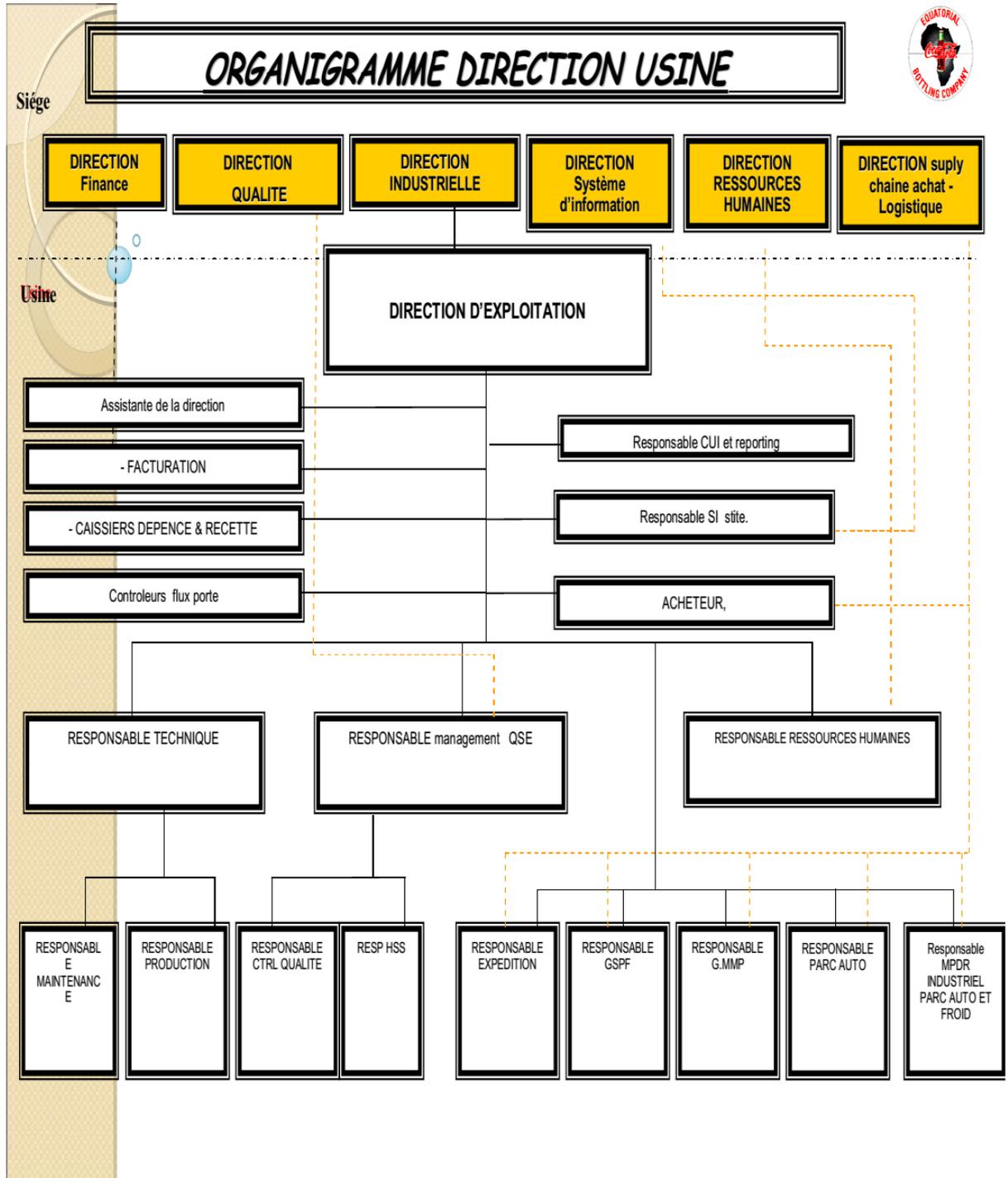


Figure 4 : Organigramme de la société

d. Description :

L'usine de Fès est située au quartier industriel Sidi Brahim, elle couvre une superficie Globale d'environ un hectare. L'usine dispose de:

- Une station pour le traitement des eaux ;
- Une ligne de production (siroperie) ;
- Trois chaudières pour la production de la vapeur ;
- Ligne 1 et 2 des bouteilles en verre.

e. Fiche d'identification :



Fiche Technique :

Sigle	: C.B.G.N
Siège social	: Quartier Industriel Sidi Brahim BP : 2284 f7S.
Raison Sociale	: Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord.
Téléphone	: 0535641136/0535641070/0535641187
Fax	: 0535644244/0555641181.
Adresse	: Q.I Sidi Brahim – Fès
Boite postale	: 2284 Fès
Capitale	: 3 720 000 DH
Superficie	: environ 1ha
Forme juridique	: Société anonyme SA.
Nombre de personnel	: 240 permanents / 350 saisonniers
Patente	: 13245421

Figure 5 : Fiche technique de la C.B.G.N

Chapitre 2 : Activités de l'usine

La production de la boisson dans la compagnie se passe selon trois processus principaux :

- Traitement d'eau ;
- Préparation du sirop ;
- La mise en bouteille.

1- Traitement de l'eau :

L'eau constitue l'élément majoritaire dans la production des boissons gazeuses ,pour cela il s'avère très nécessaire de la traiter afin d'éliminer tous les constituants ayant un rôle dans l'impureté susceptible à affecter le gout et l'aspect des produits.

Afin de transformer l'eau de ville à une eau convenable à la production ,il faut la faire passer par les étapes suivantes :

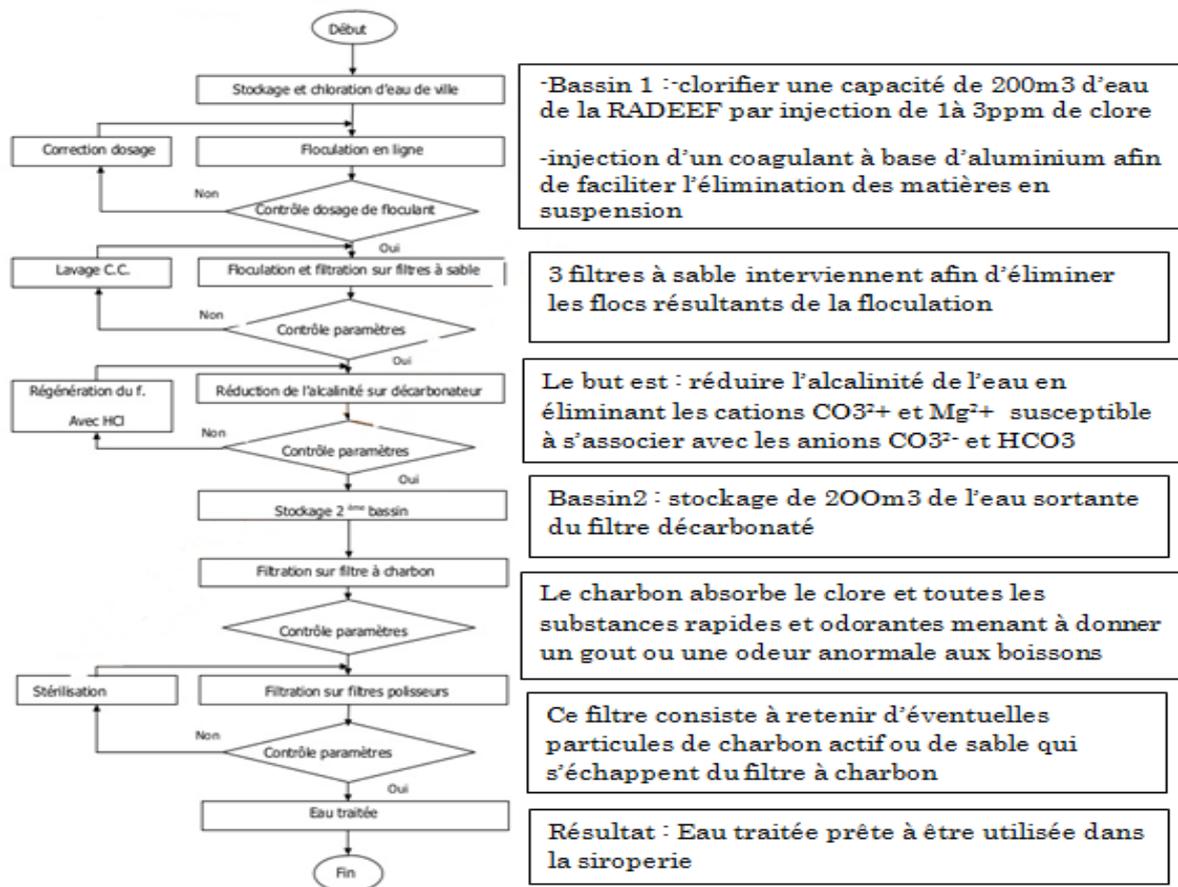


Figure 6 : Organigramme des étapes du traitement de l'eau

- ✓ **Les bassins** : Ils sont inspectés par an après leurs vidanges complètes, ils sont des réservoirs de l'eau.
- ✓ **Les filtres à sables** : Ces filtres servent d'obstacle pour être entretenus, à tour de rôle chaque fois qu'il est nécessaire pour deux opérations :
 - Le lavage à contre courant.
 - Le contrôle de l'état interne.
- ✓ **Les filtres à charbon** : Ces filtres permettent d'éliminer le chlore et tout goût anormal, toutes les particules provenant du décarbonateur ou des filtres à sable vont être éliminées par la vapeur qui circule en contre courant dans les filtres à charbon pendant 3 heures.

La société dispose de 2 filtres à charbon qui doit être entretenus régulièrement et à tour rôle par l'intermédiaire de trois opérations :

- Le lavage à contre courant.
 - Contrôle de l'état interne.
 - La stérilisation.
-
- ✓ **Le décarbonateur** : La **C.B.G.N** dispose d'un seul décarbonateur nécessitant un entretien régulier et qui se concentre en deux opérations principales :
 - La régénération
 - Le contrôle de l'état interne : contrôle de la résine.
 - ✓ **Les filtres polisseurs** : Ce filtre sert d'obstacle pour toute particule de charbon, de rouille ou de tartre ayant échappé du filtre à charbon ou des tubes des canalisations.

La société disposée de 2 filtres polisseurs nécessitant de deux opérations d'entretien :

- La stérilisation.
 - Le contrôle de l'état interne.
-
- ✓ **Les adoucisseurs** : La station du traitement d'eau contient deux adoucisseurs qui servent à éliminer le calcium et le magnésium de l'eau du lavage pour éviter la formation du tartre dans la zone du rinçage. L'eau entre dans l'adoucisseur et passe dans une résine qui capte les cations Ca^{2+} et Mg^{2+} .



2- Préparation de la boisson gazeuse :

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

a- La préparation du sirop simple :

Cette étape commence par l'injection du sucre granulé, approvisionné par COSUMAR et

contrôlé dans le laboratoire de la CBGN qui veille sur sa qualité et sur le respect des normes prescrites.

L'opération a lieu au niveau d'un tamis permettant d'arrêter les grands grains et de laisser passer les particules ayant la granulométrie désirée, à l'aide d'une vis, le sucre est ensuite transporté vers un silos de stockage qui assure l'alimentation de circuit et évite toute rupture probable pendant la fabrication.

A la sortie, on récupère une solution de sucre, c'est le sirop qui va traverser dans un premier temps un filtre horizontal puis l'autre qui est vertical au sein duquel s'effectue l'agitation de la solution, les particules non dissoutes précipitent et sont recyclées dans la cuve de dissolution, le bri de la solution se fait à la sortie du filtre à l'aide du vision-bri.

b- Préparation du sirop fini :

La préparation du sirop fini commence par le contrôle des ingrédients du produit par un opérateur qui les introduit dans un récipient où se fait le mixage avec l'eau traitée, le mélange est ensuite envoyé à la cuve de sirop fini dans lequel s'effectue le mixage avec le sirop simple à l'aide d'une pompe qui maintient l'agitation pendant 30 min.

N.B : La mise en service était en 2002 , et la capacité de stockage du sirop fini en cette année était de 96000 L/H.

3- Avant la mise en bouteille :

La C.B.G.N, possède des machines (Encaisseuse, Décaisseuses, Palettiseur /Dépalettiseur...) dont la plupart utilisent le pneumatique, donc l'air comprimé est utilisé pour le fonctionnement du circuit pneumatique (les vérins, les vannes...). Il s'avère donc indispensable d'utiliser l'air comprimé puisque dans l'industrie, approximativement 10% des coûts sont attribués à la consommation de l'énergie électrique pourtant l'air comprimé coûte presque moins cher. On utilise le compresseur 7 bars, et des machines dont l'utilisation de la vapeur et du froid est indispensable . leur alimentation sera expliquée en (ANNEXE 3).

a- Production de la vapeur :

La vapeur est utilisée : dans les laveuses bouteilles, la siroperie pour la préparation du sirop simple.

La C.B.G.N utilise trois chaudières ayant des capacités différentes.

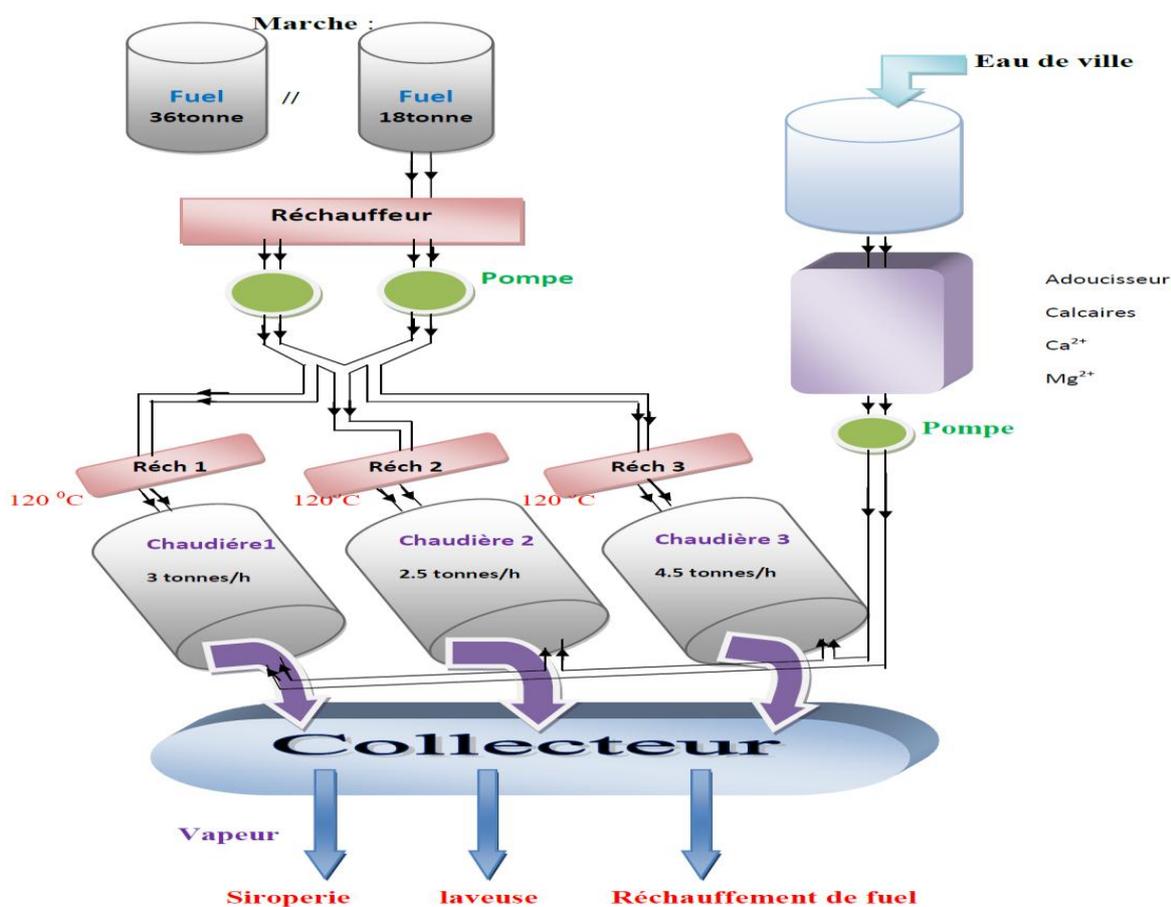


Figure 7 : schéma expliquant les étapes de production de la vapeur dans la chaudière

Explication :

La vapeur est obtenue à l'aide de ce qu'on appelle un générateur de vapeurs qui est composé de la chaudière.

La chaudière se compose d'une cuve et des tubes à travers les parois desquels la chaleur de combustibles est transférée à l'eau. Dans certains Cas, l'eau circule autour des tubes à travers desquels on fait passer la fumée de combustible ; ce sont des chaudières à tubes de fumée, dans D'autres au contraire l'eau circule dans des tubes baignant dans les flammes de combustible. Pour des raisons purement économiques les chaudières utilisées dans C.B.G.N sont du premier type.

Une fois injecté sous pression le fuel est brûlé à l'aide de deux électrodes alimentées par une tension de 1200 V par l'intermédiaire d'un transformateur élévateur de type (1200/220V).

Un courant d'air crée par un ventilateur permet de disperser la flamme dans tout le volume du foyer et du faisceau des tubes de chauffage, et d'assurer le non contact entre la flamme et les parois de foyer.

L'eau qui circule dans la chaudière étant adoucie préalablement afin d'augmenter la rentabilité de la chaudière.

N.B :

- ❖ L'opérateur fait des tests pour vérifier que l'eau est adoucie à chaque 1h, en utilisant des produits chimiques.
- ❖ Le stockage du fuel se fait dans 2 citernes, l'une de 36 tonnes et l'autre de 18 tonnes.
- ❖ L'eau liquide passe à l'état vapeur, cette vapeur sortant avec une grande vitesse.

b- Production de l'air comprimé :

✓ La salle des compresseurs d'air

Elle est composée de trois compresseurs à air basses pressions a vis entraînés par des moteurs, ont la même marque (**La marque : INGER SOOL-RAND**), avec des puissances différentes :

	ML55	ML90	N90
Débit	9.5m ³ /min	bar 14m ³ /min	14m ³ /min
Pression de service	7,5bar	7,5bar	7bar

Tableau 1 : types des compresseurs d'air

Il existe deux types de compresseurs d'air :

-**Les compresseurs à vis** qui permettent d'avoir une pression allant de 7 à 10 bars : pression relativement faible (bas pression).

-**Les compresseurs à soupapes** permettent d'avoir une pression beaucoup plus élevée pouvant atteindre 42 bars (haut pression).

L'air comprimé est envoyé dans un sécheur d'air où s'effectue la condensation de la vapeur d'eau qui s'y trouve.

On trouve deux types de compresseur d'air haut pression : **François** et **ABC**, ont le même cours de pression seulement le première passe par 3 étapes et l'air comprimé sort vers la ligne 3 et l'autre passe par 4 étapes et l'air comprimé sort vers la ligne 4.

c- Production de froid :

L'installation frigorifique de la C.B.G.N utilise l'ammoniac NH_3 comme fluide frigorigène. Après production du froid au niveau de l'évaporateur il y a le refroidissement de l'eau glycolée, la congélation de celui-ci ne se fait qu'à partir de $-18^{\circ}C$. Par conséquent c'est l'eau qui rentre en jeu pour diminuer la température de la limonade.

✓ La salle des compresseurs froids

Cette salle est équipée de cinq compresseurs frigorifiques de marques différentes YORK et GROSSO pour avoir une satisfaction du froid pour la production.

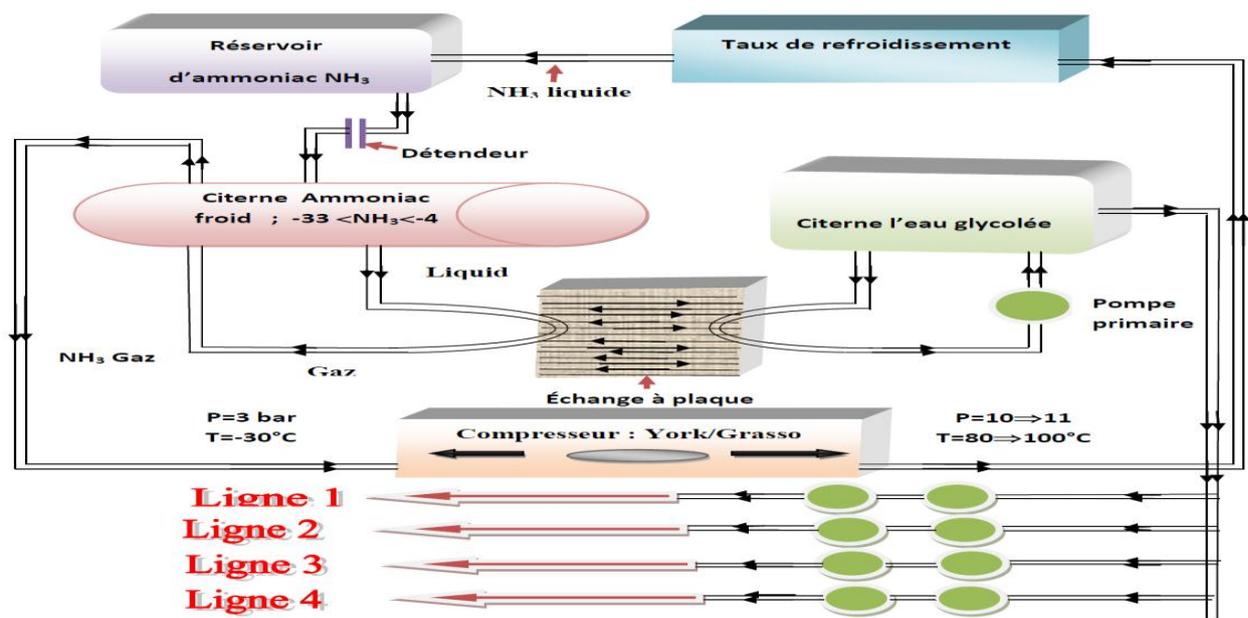


Figure 8 : schéma simplifiant la production du froid

4- La mise en bouteille :

La **C.B.G.N** possède deux lignes de production sont consacrées à la production des boissons dont les bouteilles sont en verre. Le système de production dans ces deux lignes se constitue des machines suivantes :

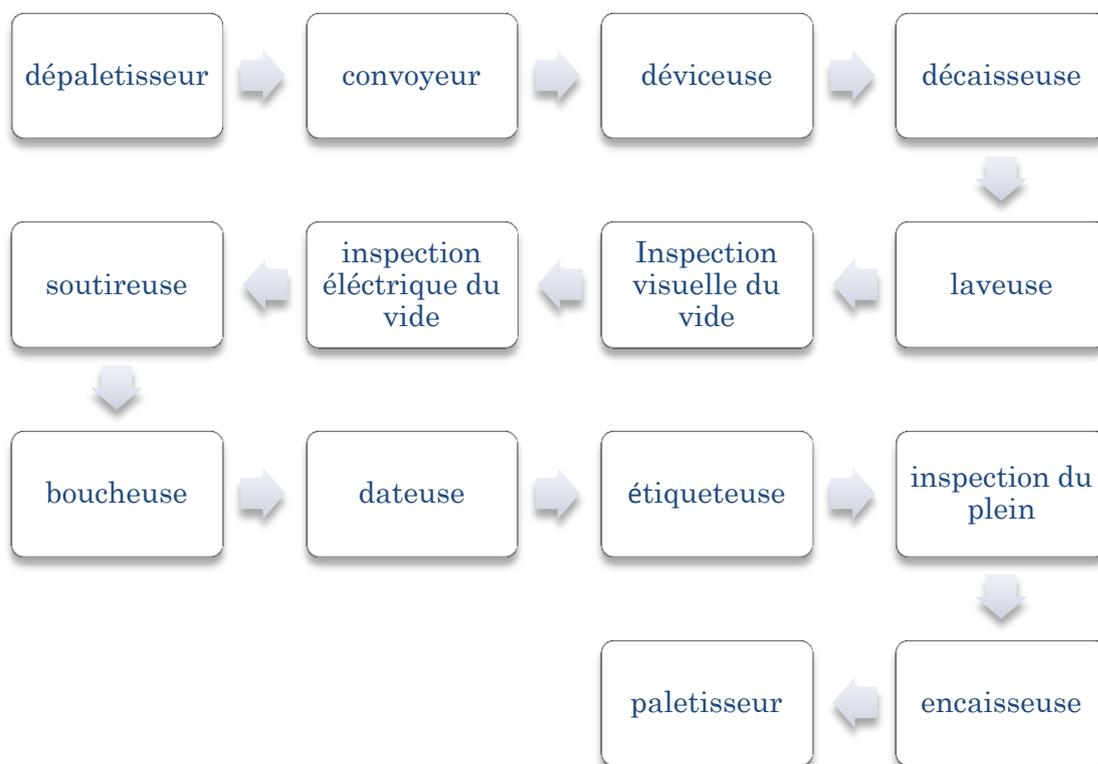


Figure 10 : Organigramme des machines de la ligne de verre

Chapitre3: Description du contexte du travail

1- Introduction et cahier de charges :

Pour mettre en application notre formation en licence des Sciences et Technique, spécialité Génie électrique, traduire nos connaissances acquises durant cette formation et se familiariser avec le milieu d'emploi, et pour s'intégrer dans la vie active, j'ai été invitée à exercer le métier d'un cadre technique dans le domaine de l'organisation et la gestion de la maintenance industrielle au sein de la CBGN, dont j'ai été chargée de :

- Occuper le poste d'un technicien pendant la révision de la machine ;
- Occuper le poste d'opérateur de la machine ;
- **identifier les différents accessoires de la décaisseuse ;**
- détecter les différentes anomalies ;
- **Remplacer le séquenceur par un automate programmable afin de remédier les problèmes.**

Pour mettre en œuvre une solution automatisée qui assure le même fonctionnement que celle existante, on va identifier dans la première partie les différents accessoires de la décaisseuse, puis la situation existante du séquenceur. Ce dernier se caractérise par son coût très élevé, une sensibilité aux parasites, en plus son programme n'est pas accessible. Suite à ces inconvénients, on propose de remplacer la solution existante par une autre à base d'un automate programmable.

2- Description de la ligne de verre :

- Les différentes étapes de production :

- Dépalettiseur :



Cette machine représente un système presque automatisé concernant la mise en caisses sur les convoyeurs, ces caissiers sont placés les uns sur les autres sous forme d'un parallélogramme de 6 caissiers sur 4 caissiers pour le volume de 1l et 6 caissiers sur 5 caissiers pour le volume de 35cl et 20cl, ce parallélogramme est posé sur une planche appelée palette.

- Devisseuse :

C'est une machine qui devise les bouchons des bouteilles avant l'entrée de la laveuse à l'aide des chariots avec des têtes spéciales.

- Décaisseuse :



Elle se trouve après le Dépalettiseur, elle reçoit 4 caissiers à la fois. L'arrivée des caissiers pleins active un détecteur qui donne l'ordre à un vérin de sortir pour freiner les 4 Caissiers, à ce moment là des têtes vendeuses équivalent à chaque caissier portant les bouteilles sur une table d'accumulation afin de les transporter vers la laveuse Bouteilles.

➤ **La laveuse :**



C'est une machine qui permet un lavage spécial des bouteilles et dans des bassins spéciales.

Le lavage se fait en 7 étapes présentées comme suit :

- **La pré-inspection** : C'est une opération primordiale pour la sélection des bouteilles conforme et non ébréchées effectuée par un opérateur.
- **Le pré-lavage** : Est assurée par une eau adoucie tiède qui réchauffe légèrement la Bouteille, permettant par la suite l'élimination des adhérents.
- **Le lavage à la soude caustique** : S'effectue à une température de 82°C combiné à un additif (le Triphosphate de sodium) dont le rôle est d'empêcher le passage de la mousse provenant de NaOH et de permettre la brillance des Bouteilles.
- **Pré-rinçage** : Est une opération de rinçage des bouteilles à fin d'éliminer les traces de détergent se fait dans 3 bains contenant une eau adoucie chaude, Tiède et froide.
- **Le rinçage final** : Est réalisé par l'eau traitée froide et chlorée (1 ppm – 3 ppm) pour Éliminer les résidus caustiques et refroidir les bouteilles jusqu'à une température ambiante.

➤ **Les mireuses :**

Les mireuses sont des inspections manuelles.

➤ **Inspectrice :**



Après la sortie de la laveuse, les bouteilles passent par 2 mireurs ou l'opérateur élimine les bouteilles qui ne sont pas bien lavées, les autres bouteilles passent par l'inspectrice qui est équipée afin d'exécuter

plusieurs tests de contrôle sur les bouteilles. Si l'un des tests est positif, un éjecteur équipé des doigts fait éjecter les bouteilles sur un autre convoyeur de récupération.

➤ **Mixeur :**



Le mixeur mélange la boisson finie à partir du sirop obtenu préalablement avec reprises et de l'eau, du sucre du concentré pure et filtrée à plusieurs du gaz carbonique.

➤ **Sou-tireuse et boucheuse :**



La Sou-tireuse remplit automatiquement les bouteilles sans aucune intervention manuelle de machiniste. Les bouteilles vides entrent dans la Sou-tireuse, puis elles remontent à l'aide d'un piston vers le robinet, grâce à une différence de pression précise, entre le réservoir et la bouteille, quand le liquide atteint un niveau bien précis la pression entre les deux extrémités s'égalise et l'écoulement de la boisson s'arrête.

Les bouteilles ainsi remplies et fermées sont contrôlées visuellement par un appareil électronique, afin de retirer les bouteilles mal remplies ou mal bouchée

➤ **Dateur :**

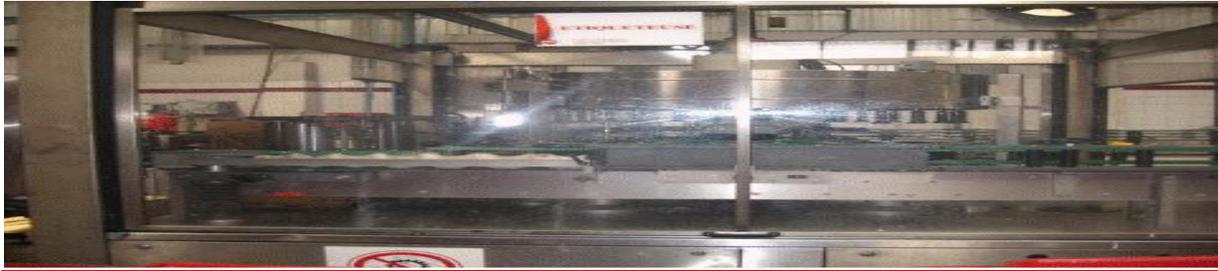


C'est une machine automatisée qui se compose de trois éléments :

- Un clavier pour la modification du programme.
- Un afficheur pour lancer les erreurs et compter les nombres des bouteilles.

- La tête de tirage il contient un détecteur qui détecte la bouteille pour imprime la date le numéro de la ligne de production le numéro de la bouteille selon le comptage.

➤ **Etiqueteuse :**



Après l'inspection visuelle, les bouteilles Etiquetées dans une machine s'appelle l'étiqueteuse, elle contient deux résistances chauffantes de colle lors que les bouteilles sont collées en milieu pour la fixation de ticket.

- La capacité d'une réservoir de colle 4 kg.
- La capacité d'un tiroir du ticket 2,5 kg.

➤ **Encaisseuse :**

Les bouteilles remplies seront ensuite transportées vers l'encaisseuse dans le but de les mettre dans les caissiers. Les caisses qui sortent de la décaisseuse sont transportées à l'aide du matériel de manutention au magasin produit fini.

➤ **Palettiseur :**

Cette machine consiste à mettre les caissiers sur les palettes d'une façon bien organisée sous forme de parallélogramme à l'aide des barrières motorisé par des vérins pneumatiques.

Motivation :

Le sujet de mon PFE est centré sur la machine de décaissage, dans cette partie on précisera les différents accessoires, le fonctionnement de cette dernière et le pourquoi faire appel à l'automatisation.

3- Description de la décaisseuse :**a- Fiche technique :**

CROWN Machine	
Description	Décaisseuse
Construction	CROWN
Type	GR/OT-ST-NDET1.4P
N° de series	99.08.11
Année	1992
Capacité	1800 casiers /h
Puissance instantanée (TW)	5,7
Tension	380 v ~

Tableau 3 : Fiche technique de la décaisseuse

b- Accessoires de la machine :

- Transporteur casiers :

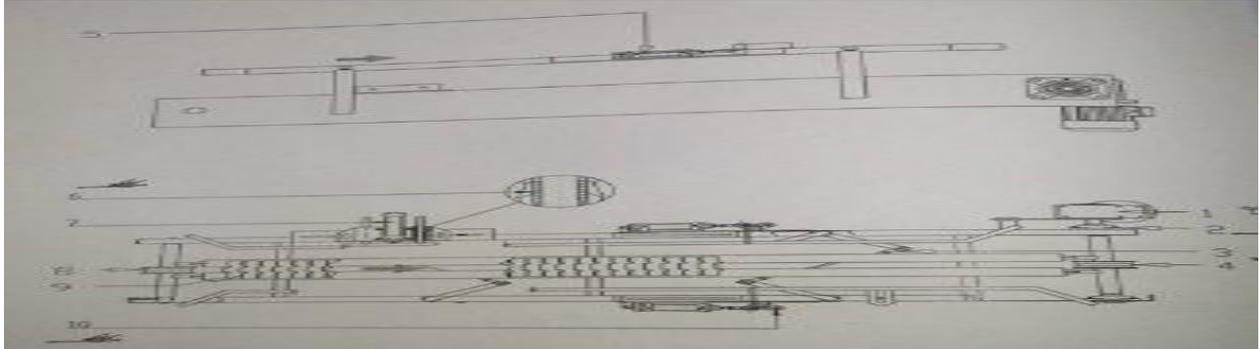


Figure 11: transporteur à chaînes

1-motoréducteur 2-support bride carrée en fonte 3-tête de grenouille 4-roue de remorquage 5-vérin arrêt central 6-Manchons à billes 7-vérins presse caisses latéral 8-Roue renvoi 9-chaîne INOX 10- tête de grenouille pour vérin .

Le transporteur casiers est logé dans un caisson, le guidage latéral des casiers est assuré par deux guides réglables sur toute la longueur du transporteur. Le transporteur constitué de deux chaînes à palettes entraînées par un motoréducteur.

L'arrêt casier qui stoppe les casiers pour permettre le décaissage, remplit deux fonctions :

- Après le décaissage, il laisse évacuer les casiers vides.
- Il remonte de nouveau pour arrêter la prochaine caisse à décaisser.

L'arrêt casier est actionné par un cylindre pneumatique, lui-même commandé par une vanne électromagnétique pilotée par une cellule photo-électrique.

▪ Les plateaux grappins :

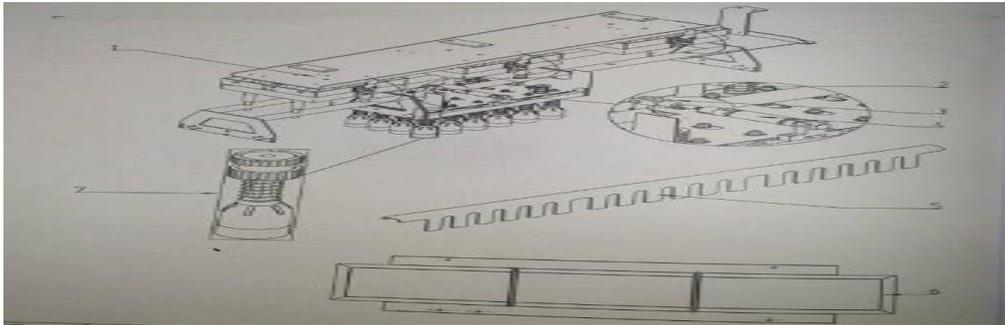


Figure 12: schéma des plateaux grappins (les prises bouteilles)

2 -Ressort à compression 3-Fourchette avec clips vérins 4-vérin décomposable 5-peigne retire poussée 6- centreur caisse 7- tête de prise

Les plateaux grappins sont suspendus à la poutre principale via un système d'attache rapide. Cette attache fait partie d'une coulisse à deux guides verticaux et d'une tige centrale de réglage.

Si, pour une cause quelconque la descente des grappins est empêchées, cette construction évite toute détérioration mécanique.

La poutre principale fait également fonction de réservoir d'air comprimé nécessaire pour l'opération des membranes. L'alimentation en air comprimé se fait par tuyau flexible. La poutre principale supporte les plateaux grappins ainsi que les accessoires pneumatiques et électriques nécessaires à leur manœuvre. Les plateaux glissent dans des longerons qui sont soudés aux tubes de suspension. Les plateaux sont tenus en position par deux vis.

Le plateau grappin est muni d'autant de grappins qu'il y a de bouteilles dans le casier à traiter. Chaque grappin est composé d'une tige, d'un ressort de compensation et d'une cloche garnie d'une membrane. Celle-ci est maintenue par une vis de fond et par un écrou servant de cône de centrage. L'air comprimé sous faible pression, envoyé par

La vanne électromagnétique entre cloche et membrane, gonfle celle-ci et l'applique sur le goulot de la bouteille.

-Réglage de la hauteur des grappins : la tige centrale, percée de différents trous, est retenue par une goupille de positionnement. Elle permet ainsi de régler la hauteur des grappins suivant celles des bouteilles.

-Réglage de la pression d'air : on règle le manodétendeur de façon à obtenir une pression de gonflement de la membrane de 0,8 à 1,2 Kg/cm² max.

N.B : les membranes en caoutchouc des grappins s'usent facilement et peuvent à tout moment présenter une fuite. C'est pourquoi l'opérateur dispose souvent des membranes en réserve. Cet ensemble se visse manuellement sur la tige et peut être rapidement remplacé.

▪ Table d'évacuation :

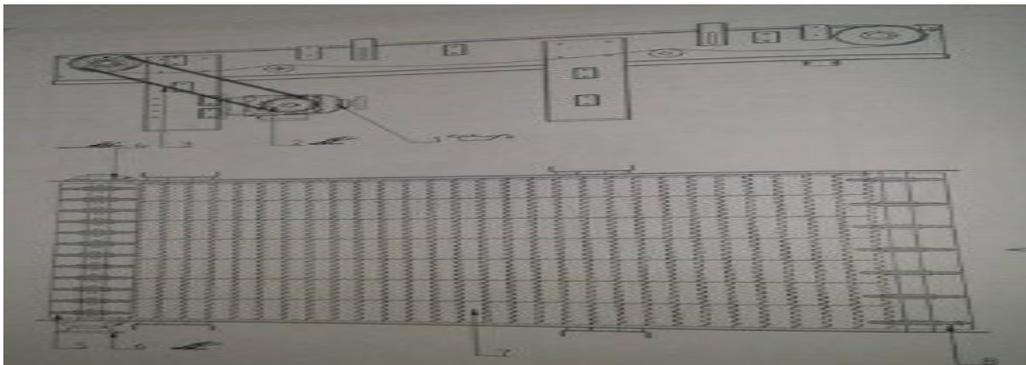


Figure13: Table en sortie

1-motoréducteur 2-pignon moteur 3-chaîne à rouleaux simple 4-support bride carrée en fonte 5-Roue de remorquage 6-pignon conduit 7-chaîne droite Hard Inox 8-roie renvoi.

4- Fonctionnement de la décaisseuse :

Après avoir cité les différents accessoires de la machine, on aura besoin d'expliquer son fonctionnement, ceci dit décrire en détails son schéma électrique :

a- Mécanisme :

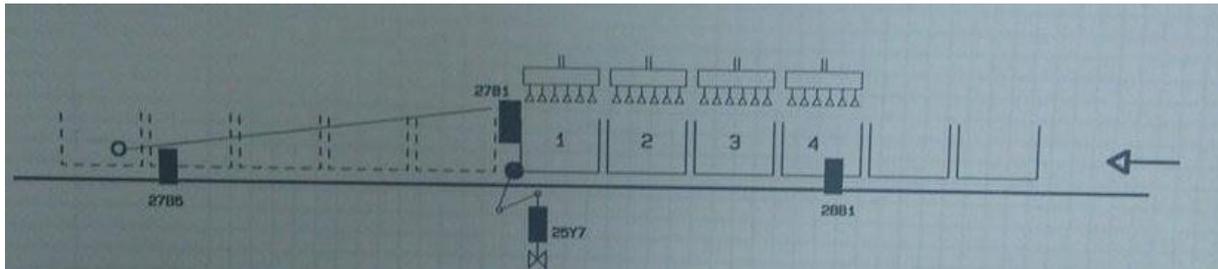


Figure 14: schéma simplifiant le fonctionnement de la machine de décaissage

Le mécanisme principal a pour fonction de transférer les bouteilles des casiers sur la table d'évacuation.

La majeure partie de ce mécanisme est logée dans le caisson de la machine.

Sur ce caisson, deux colonnes sont montées, munies de bras articulés portant la poutre principale sur laquelle sont accrochés les plateaux grappins.

L'ensemble de l'entraînement comporte quatre parties :

➤ Le moteur frein M1 :

Celui-ci entraîne un réducteur à vis sans fin via une poulie extensible et une courroie trapézoïdale.

Cette poulie extensible sert à ajuster la vitesse de travail de la machine. Ceci est obtenu en rapprochant ou en éloignant le moteur M1 du réducteur au moyen de la manivelle.



Entretien et réglage : les grappins sont sécurisés vis-à-vis de tout obstacle au moment de l'encaissage par des fins de courses électriques ou par une cellule photoélectrique. Pour que cette sécurité soit efficace, il est indispensable que le frein du moteur principal soit toujours parfaitement réglé.

➤ Le réducteur :

Le réducteur entraîne l'arbre principal monté sur des paliers à billes auto-alignant. Cet arbre porte quatre cames, deux de ces cames placés de part et d'autre des paliers et de profil identique, travaillent parement pour assurer le mouvement vertical de la poutre principale. Les deux autres cames placées entre les paliers, assurent le mouvement horizontal de cette poutre.

➤ La commande du mouvement vertical de la poutre principale :

-Réglage du mouvement vertical : la poutre prend appui sur les cames par l'intermédiaire des galets dont la hauteur est réglable, pour obtenir la forme horizontale de la poutre, on débloque les contre écrou et on tourne la vis dans le sens désiré. La longueur de chaque colonne dépassant de son guide au dessus du caisson doit être égale. En tournant les deux vis simultanément, il est possible de régler dans une certaine mesure, la hauteur de la poutre principale.

-tarage du contrepoids : la décaisseuse est à équilibrer en fonction du poids total des bouteilles à encaisser. Lorsque la machine traite des bouteilles différentes, l'équilibrage est à réaliser généralement en égard de la charge la plus légère et de la vitesse la plus grande en corrigeant le nombre de plaques du contrepoids. Ceci de façon à obtenir un fonctionnement léger du mécanisme sans toutefois que les galets de commande du mouvement vertical ne quitte à un moment donné leurs cames.

➤ La commande du mouvement horizontal de la poutre principal :

-Réglage su mouvement Horizontal : les longueurs des billets de commande du mouvement horizontal sont déterminées pour obtenir un déplacement parallèle de la poutre et son centrage au dessus du transporteur de casiers en position avant, et au dessus de la table d'évacuation en position arrière. Avant de procéder ce réglage, il faut vérifier que les chaines triplex des bras soient bien tendues et que les commandes n'aient pas trop de jeu. Ceci se contrôle en agitant manuellement la poutre principale d'avant en arrière. Si nécessaire, vérifier les clavetages et le jeu des bagues.

b- Alimentation électrique :

La machine est pourvue d'un séquenceur général (21Q1) installé dans l'armoire électrique qui se trouve sur le coté droit du bâti.

Au début de la période de travail, le séquenceur est enclenché, à ce moment , le transformateur est mis sous tension (48V). Un voyant lumineux blanc signale cette mise sous tension. En appuyant sur le poussoir à clé qui se trouve sur le poste de commande de la décaisseuse, on met sous tension le relais (24K3) qui alimente les différents circuits de commande en (48V). Un voyant lumineux vert indique la mise sous tension des différents circuits de commande. Un poussoir de type « champignon » appelé arrêt d'urgence permet à l'opérateur de couper la tension, mettant ainsi les différents mécanismes en position repos. Un second poussoir identique, placé dans un boitier fixé sur le caisson à l'entrée de la machine permet également de l'arrêter en cas d'urgence.

c- Déplacement des grappins :

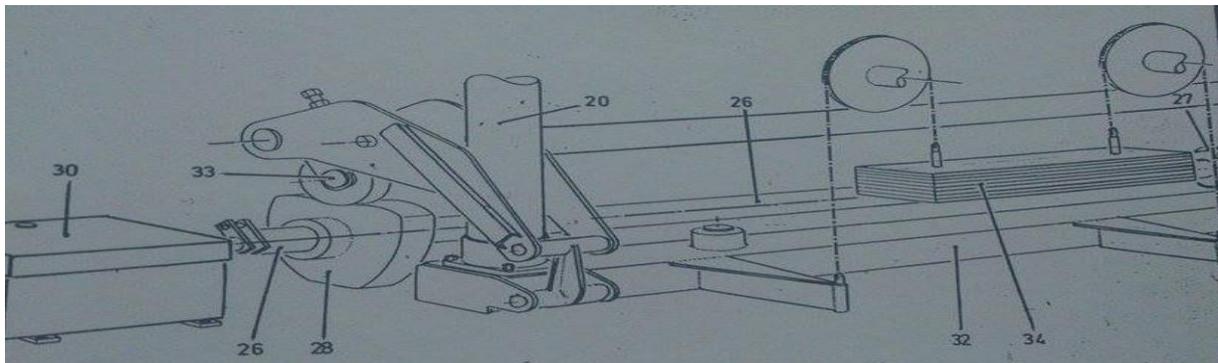


Figure15 : Mécanisme de commande des grappins

20-colonne du caisson 26-l'arbre principal 27-paliers à billes auto-alignant 28-came du mouvement vertical 30-le programmeur 32-poutre 33-galets de commande 34-le contrepoids

En enfonçant le bouton poussoir « marche » qui se trouve sur le poste de commande, le relais de consigne « Marche/Arrêt » qui commande le moteur de mouvement des plateaux à grappins est activé. Pour l'arrêter, on utilise le bouton poussoir rouge « arrêt ». La continuité du mouvement des grappins est contrôlée à trois endroits précis du cycle de décaissage par les cames du tambour sélecteur qui coupe le circuit à trois reprises :



- Contrôler si la table d'évacuation est libre :

Le dépôt des bouteilles décaissées s'effectue généralement sur une table de dégagement vers l'arrière.

Une cellule photoélectrique signale un bourrage éventuel de cette table. Dans ce cas un relais est mis en repos par ouverture du contact (28S6). Un contact (28K7) s'ouvre lors de l'ouverture de la came de contrôle, le mouvement des grappins s'arrête automatiquement. Il est rétabli dès que le bourrage sur la table a cessé d'exister et que

Le rayon de la cellule n'est plus interrompu. Un voyant lumineux rouge signale cette obstruction sur la table d'évacuation.

- Contrôler que le transporteur d'évacuation des casiers est dégagé :

Le transporteur à la sortie de la décaisseuse doit être libre pour permettre l'évacuation des casiers décaissés.

Une cellule photoélectrique couvre toute la surface nécessaire pour permettre cette évacuation.

Lorsque le rayon de cette cellule est libre, un relais (27K2) est activé et au moment du contrôle, le mouvement des grappins continue.

Si au contraire, le transporteur des casiers est obstrué, le rayon de la cellule sera coupé et les grappins s'arrêteront à l'ouverture de la came.

Le mouvement des grappins est rétabli automatiquement dès que le transporteur sera dégagé et que le rayon de la cellule photoélectrique aura activé le relais (27K2).

Un voyant lumineux signale que le transporteur d'évacuation est libre.

- Contrôler si les casiers se trouvent en position de décaissage :

Lorsque **l'ensemble des casiers correspondant au nombre de plateaux à grappins** se trouve en position de décaissage, **le rayon de la cellule photoélectrique**, placée sur le **derniers de ces casiers est coupé**. Après le décompte de la temporisation affichée, le relais (28K2) est mis sous tension, son contact (28K2) se ferme.

Lors du contrôle de la présence de caisses en position de décaissage, à l'ouverture de la came, le mouvement des grappins ne s'interrompt pas. **Si au contraire les casiers ne sont pas en place, le rayon de la cellule est libre et le relais (28K2) est hors tension, son contact (28K2) est ouvert et le mouvement des grappins s'arrête automatiquement.**

Les grappins seront remis en marche à la fermeture du contact du relais (28K2) provoqué par la **présence d'un casier devant la cellule (28B1).**

N.B : la durée de cette temporisation est légèrement supérieure au temps nécessaire pour le passage de deux casiers jointifs devant la cellule (28B1).

Un voyant lumineux vert, placé sur le tableau synoptique indique que les casiers se trouvent en position de décaissage.

En résumé : si les trois conditions sont remplies c.-à-d. :

- **Transporteur d'évacuation des casiers décaissé libre**
- **Transporteur d'évacuation des bouteilles dégagé**
- **Les casiers pleins en position de décaissage**

Le mouvement des grappins se poursuit sans discontinuité et ne s'arrête pas au moment des différents contrôles. Si une des trois conditions n'est pas réalisée, **les grappins s'arrêtent automatiquement à l'ouverture de la came concernée.** Ils se remettent automatiquement en marche dès que la condition sera remplie.

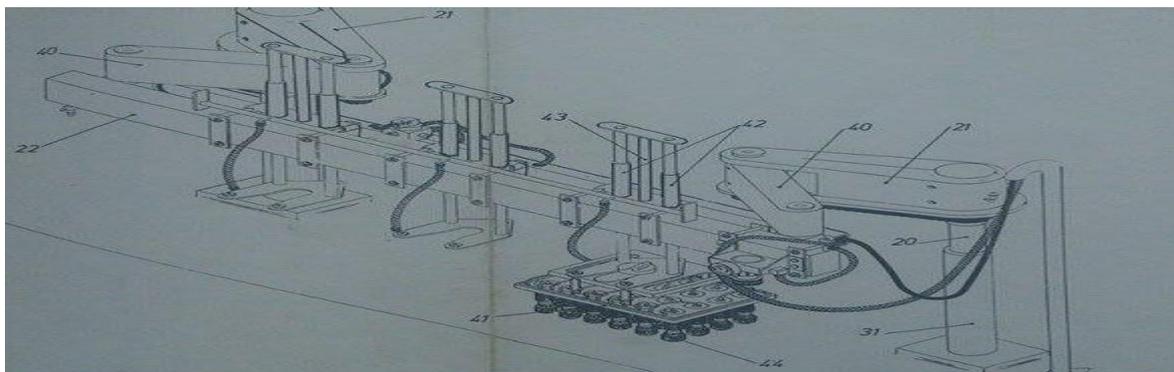


Figure 16: Plateaux grappins décaisseuse : planche de fonctionnement

20-colonnes du caisson 21-bras articulés 22-poutre principal 31-support des douilles 40-avant bras 41-plateaux grappins 42-guides verticaux 43-tige centrale de réglage 44-grappins .



d- Alimentation, introduction, évacuation des casiers :

Le relais de consigne (25K1) est commandé par le bouton poussoir placé sur le poste de commande « Marche/Arrêt » du moteur (22M5) du passage des casiers est activé.

Le contact (25K1) se ferme et met sous tension le contacteur (25K3) qui alimente le moteur (22M5). Ce dernier introduit les casiers dans la décaisseuse. Ceux-ci viennent néanmoins stopper automatiquement à chaque cycle de décaissage par **la came (35S3)** au moment de la prise des bouteilles dans les casiers.

Lorsque les bouteilles sont extraites des casiers et après l'évacuation des casiers du transporteur, **la came du programmeur (35S4)** donne une impulsion pour mettre le relais à mémoire (25K6) sous tension. Son contact (25K6) se ferme et **l'électrovanne (25Y7)** est actionnée, la butée d'arrêt des caisses est placée en position basse.

Simultanément **la came (35S6)** referme son contact et le contacteur (25K3) est activé à son tour.

Le moteur (22M5) du transporteur des casiers est automatiquement remis en marche. Les casiers décaissés sont évacués, d'autres casiers pleins sont amenés en position de décaissage.

Lorsque **le nez de la première caisse vide en cours d'évacuation coupe le rayon de la cellule photoélectrique (27B5)**, le relais (27K6) est mis sous tension. Son contact (25K6) se ferme. Le relais à mémoire (25K6) est débloqué et mis en position repos. Son contact (25K6) s'ouvre et met **l'électrovanne (25Y7)** hors tension.

La butée d'arrêt de casiers reprend sa position haute en donnant un léger choc sous le dernier casier vide en cours d'évacuation. Les casiers pleins à décaisser viennent et s'arrêtent contre l'arrêt en position haute.

e- Prise de bouteilles :

Au moment où les cloches des grappins se posent sur les bouteilles, **la came (35S1)** du programmeur **ouvre son contact et l'électrovanne (26Y6)** est mise hors tension. L'air comprimé est admis aux cloches des grappins. Les bouteilles sont emprisonnées, soulevées et transportées vers l'arrière pour être déposées sur la table d'évacuation lorsque **la came (35S1)**, en refermant son contact, remet la **vanne (26Y6)** sous tension.

f- Evacuation des bouteilles :

La table d'évacuation des bouteilles commandée par le moteur (22M7) tourne en permanence dès que la décaisseuse est sous tension et que le contacteur (26K4) est activé. Par l'intervention de la **came (35S2) du programmeur**, la table s'arrête à chaque cycle de décaissage, au moment du dépôt des bouteilles.

g- Deuxième décaissage consécutif :

Il peut arriver que les bouteilles soient mal extraites des casiers. Il est possible de procéder à un second même un troisième décaissage consécutifs dans le même casier. Pour cela, on place le commutateur (25S3) sur la position « I ». L'arrêt de casiers gardera la position haute et le moteur du transporteur de caisses s'arrête, autorisant une opération de décaissage supplémentaire dans le même casier.

h- Passage sans décaissage :

La décaisseuse étant sous tension, on place les grappins en position arrière au dessus de la table d'évacuation des bouteilles. On arrête le mouvement des grappins à l'aide du poussoir (25S5 .1), on place le commutateur (29S6) en position « I », dans cette position le commutateur verrouille la possibilité de mettre les grappins en marche (ouverture du contacteur (29K6)). L'arrêt de casiers est maintenu en position basse, par l'alimentation continue de l'électrovanne (25Y7) (fermeture du contacteur (29K6)). Le moteur du transporteur de casiers est maintenu en marche permanent par la non-ouverture de la came (35S6). Après l'opération de « passage sans décaissage », on ramène le commutateur (29S6) sur la position « 0 » afin de mettre la décaisseuse de nouveau en régime normal.

i- Sécurité des grappins :

Le micro-rupteur (24S5.2) monté sur un dispositif mécanique, placé sur le transporteur des casiers, arrête le mouvement des grappins si, au moment de l'extraction des bouteilles, un casier accroché sur un plateau de grappins était soulevé par ce dernier.

Un témoin lumineux rouge (24H6) indique que l'arrêt de la décaisseuse a été provoqué par cette sécurité.

j- Dérangement des moteurs :

En cas de surcharge anormale d'un des moteurs de la décaisseuse, le disjoncteur-moteur qui protège le moteur concerné, déclenche et ouvre le circuit de relais de « Marche/Arrêt » de ce moteur. Ce dernier est alors mis sous tension. Après avoir éliminé la cause de ce déclenchement, l'opérateur est tenu de remettre manuellement ce moteur en marche.

Un témoin lumineux bleu (30H4), placé sur le tableau synoptique signale le dérangement du disjoncteur-moteur.

k- Essai des lampes :

Avant d'entamer le travail, l'opérateur peut contrôler l'état des filaments de tous les voyants lumineux du tableau synoptique. Il lui suffit d'appuyer sur le poussoir (23S5) « Essai des lampes » pour s'assurer de l'état de celles-ci.

Résumons :

- plusieurs photocellules interviennent lors de décaissage :

35S1	PRISES DE BOUTEILLES
35S2	ARRET TRANSPORTEUR BOUTEILLES
35S3	CONTROLE EVACUATION BOUTEILLES LIBRE
35S4	MARCHE AUTO. DES ALIMENTATIONS CASIERS
35S5	CONTROLE CASIERS EN POSITION DECAISSAGE
35S6	ARRET TRANSPORTEUR CASIERS
35S7	CONTROLE SORTIE CASIERS LIBRE

Tableau 4 : Photocellules

Une cellule photoélectrique est un dispositif composé d'un capteur photosensible, dont la résistance électrique varie lorsqu'il est soumis à un rayonnement lumineux (telle une photorésistance) et d'un circuit électrique.

➤ Electrovanne :

Electrovanne 26Y6	Came 35S1	Prise bouteilles.
Electrovanne 25Y7	Came 35S4	Arrivée de la 1 ^{ère} rangée de 4 caisses.
Electrovanne 25Y7	Came 35S6	Arrivée de la seconde rangée.

Tableau 5 : les électrovannes

Pour fonctionner, une électrovanne doit recevoir une pression amont supérieure à 0 bar, cette pression va permettre au piston ou membrane de se mouvoir, la pression passe par dessus la membrane par un petit orifice et colle le piston sur le passage de la sortie, un ressort exerce la poussée du piston. La surface du piston étant supérieure dessus qu'en dessous le piston obstrue. Une fois le rayon de la photo cellule est interrompu, le signal est lancé pour l'ouverture ou la fermeture de l'électrovanne.

➤ Moteurs de la machine :

22M3	Mouvement de grappins
22M5	Amenée casiers
22M7	Transporteur évacuation bouteilles

Tableau 6 : Moteurs de la décaisseuse

5- Etat actuel de la machine et son séquenceur :

a- Etat actuel de la machine

Malgré la robustesse de la décaisseuse, et après des années d'utilisations plusieurs pannes ont été détectées :

- Défaut moteur de la table d'évacuation ;
- Défaut d'automatisme ;
- Défaut photocellule ;
- Défaut moteur mouvement décaisseuse ;
- Des coupures électriques successives ;
- Défaut du frein moteur en mouvement ;
- Fixation de guide des casiers convoyeur ;
- Rembobinage de frein moteur en déplacement ;
- Défaut chaînes transporteurs casiers ;
- Défaut plateaux grappins.
-

b- Etat du séquenceur :

Le séquenceur général (21Q1) est installé dans l'armoire électrique qui se trouve sur le côté droit du bâti. Il commande la machine de décaissage. Le séquenceur poursuit une logique câblée, il est rarement utilisé dans nos jours, il est difficile à manipuler, plusieurs difficultés de dépannage, complexité et ambiguïté (programme inaccessible), de plus les voyants lumineux ne fonctionnent plus à cause des coupures excessives qu'a connues la machine ces dernières années sachant que ces derniers sont obligatoires pour détecter les différentes anomalies aussi bien le fonctionnement de la machine.

6- Conclusion :

Nos objectifs sont :

- Accroître la productivité (rentabilité, compétitivité) du système ;
- Améliorer la flexibilité de production ;
- Améliorer la qualité du produit ;
- Adaptation à des contextes particuliers tel que les environnements hostiles pour l'homme (milieu toxique, dangereux, nucléaire...), adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges, tâches répétitives parallélisées...) ;
- Augmenter la sécurité, etc....

La seule solution pour accomplir ces objectifs , est l'automatisation ceci dit utiliser un automate programmable facile à manipuler pour remédier aux problèmes déjà cités.

Chapitre4 : Automatisation de la décaisseuse

1- Introduction :

Ce chapitre est consacré en premier lieu à donner les GRAFCETS qui définissent le programme du séquenceur, puis à présenter l'API SIEMENS S7-300 en général et spécialement l'automate SIEMENS SIMATIC 300 CPU 314 C-2DP, ainsi que le logiciel de programmation (Step 7 v 5.5) qui est utilisé essentiellement pour réaliser notre programme de base avec une programmation en langage LADDER.

2- GRAFCETS :

➤ GRAFCET Marche/Arrêt :

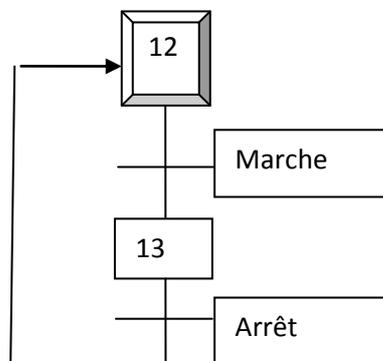


Figure 17 : GRAFCET marche/arrêt

Commentaire :

La décaisseuse est pourvue d'un sectionneur indépendant, ce GRAFCET indique le début de son fonctionnement. Une fois on clique sur le bouton marche, la machine fonctionne, elle s'arrête une fois on clique sur le bouton arrêt.

➤ GRAFCET du fonctionnement de la décaisseuse :

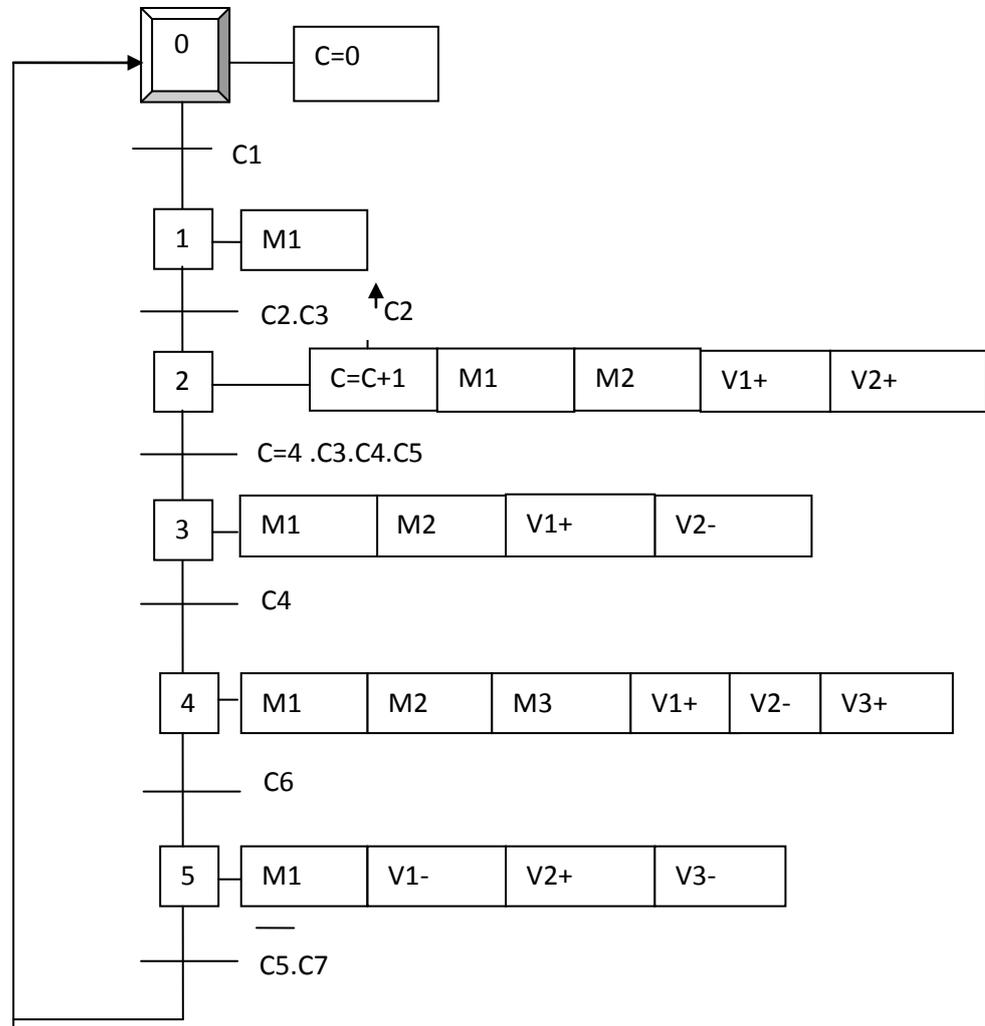


Figure 18 : GRAFCET fonctionnement de la machine

Commentaire :

L'étape initiale on met le compteur C à 0, la photocellule C1 indique la marche du convoyeur, le moteur M1 est en marche.

Les photocellules C2 et C3 indiquent l'arrivée et la mise en position des casiers, les électrovannes V1 est V2 sont en position « haut », le moteur M1 est toujours en marche, le compteur s'incrémente et le moteur M2 se met en marche.

Une fois le compteur s'arrête à 4, et les moteurs M1, M2 sont toujours en marche V1 est toujours en position « haut » l'électrovanne V2 se met en position « bas », et si la table d'évacuation est vide, les plateaux grappins se déplacent vers l'arrière.

Les moteurs M1, M2 sont toujours en marche, les électrovannes restent dans la même position de l'étape précédente le moteur M3 se met en marche, et l'électrovanne V3 se met en position « haut » afin de vider les casiers et mettre les bouteilles sur la table d'évacuation.

Si la sortie des casiers vides est libre l'électrovanne V1 se met en position « bas », l'électrovanne V2 se met en position « haut », l'électrovanne V3 se met en position « bas » les moteurs M2 et M1 s'arrêtent pour permettre l'évacuation des casiers vides sachant que M1 est toujours en marche.

Le début de nouveau cycle de décaissage commence une fois les casiers sont en sortie de la machine.

➤ **GRAFCET d'arrêt d'urgence :**

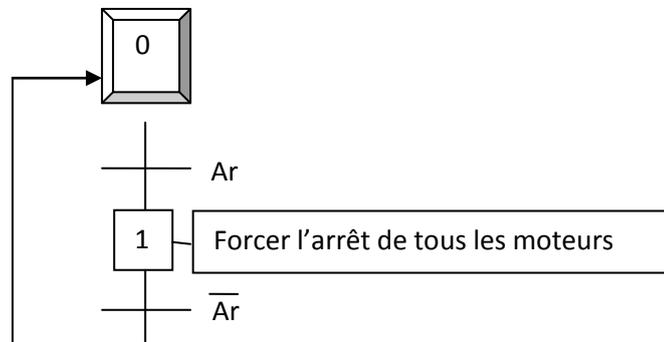


Figure 19: GRAFCET arrêt d'urgence

Commentaire :

Pour la sécurité, en cas de pannes l'opérateur sur le bouton Ar afin de forcer l'arrêt de la machine

➤ **Tableau d'abréviation :**

<u>Abréviation</u>	<u>Signification</u>
C	Compteur des caisses
C1	Photocellule indiquant la marche du convoyeur
C2	Photocellule indiquant la présence des caisses
C3	Photocellule indiquant la mise en position des caisses
C4	Photocellule indiquant la table d'évacuation est vide
C5	Photocellule indiquant si les bouteilles sont en position des prise bouteilles
C6	Photocellule indiquant la sortie est vide
C7	Photocellule transporteur casiers
M1	22M3 : moteur amenée casiers
M2	22M5 : moteur plateaux grappins
M3	22M7 : moteur table d'évacuation
V1	Electrovanne
V2	Electrovanne
V3	Electrovanne

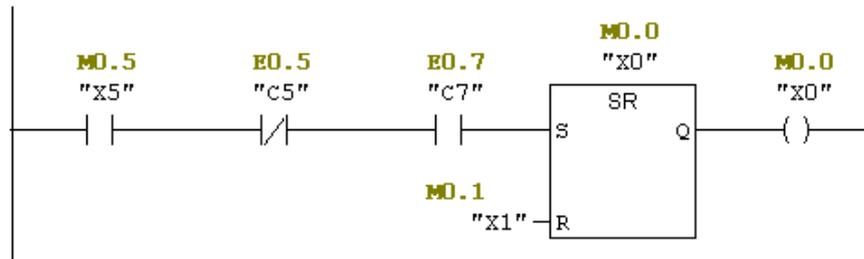
Tableau 7 : Table des abréviations

3- Programmation LADDER :

On a utilisé le logiciel **SIMATIC MANAGER STEP7 V (5.5)** pour la programmation : Pour mieux utiliser le logiciel (voir Annexe 2).

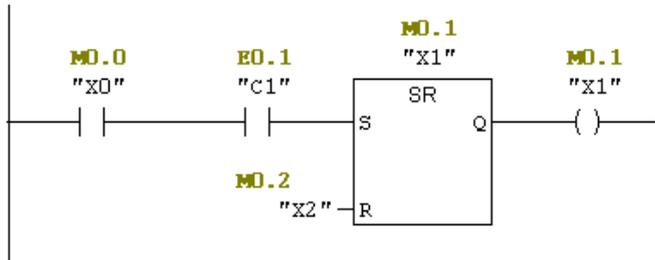
Réseau 1 : L'étape initiale

l'étape initiale s'active une fois l'étape X5 est accomplie et la photocellule C7 et se désactive pare l'étape X1 .



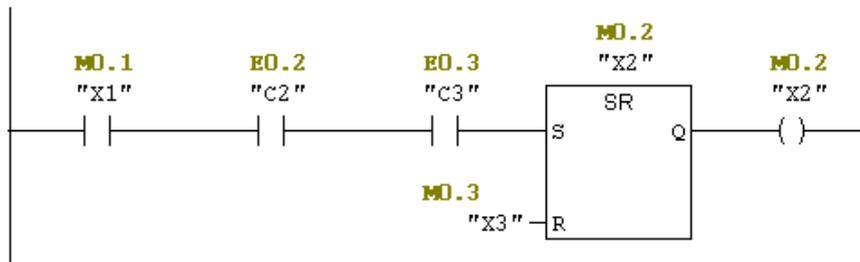
Réseau 2: L'étape 1

l'étape 1 s'active une fois l'étape initiale est activée et la condition C1 est vérifiée et se désactive par l'étape X2 .



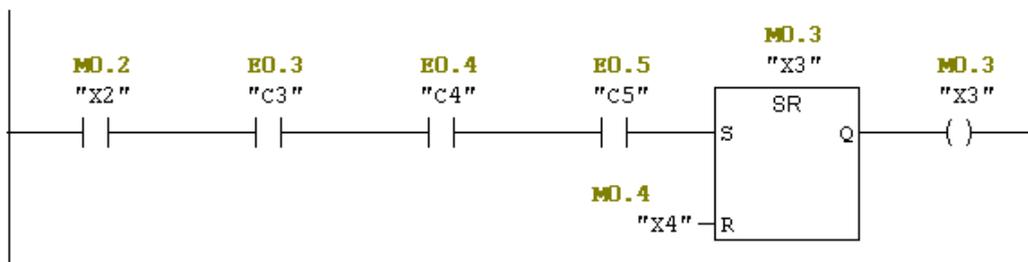
Réseau 3: L'étape 2

une fois l'étape X1 est accomplie , les conditions C2 C3 sont vérifiées X2 S'active . se désactive par l'étape X3.



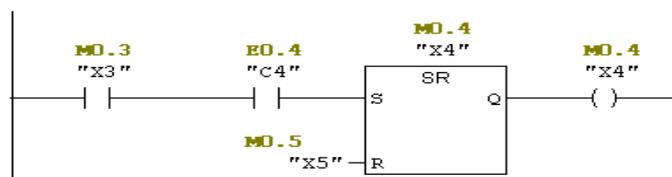
Réseau 4: L'étape 3

une fois l'étape précédente est accomplie , les conditions C3 ,C4 , C5 sont vérifiées l'étape X3 s'active et se désactive par l'étape suivante X4



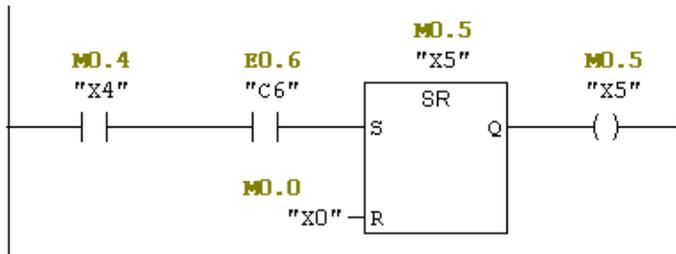
Réseau 5: L'étape 4

une fois l'étape X3 est accomplie , la condition C4 est vérifiée , l'étape X4 s'active et se désactive par X5.



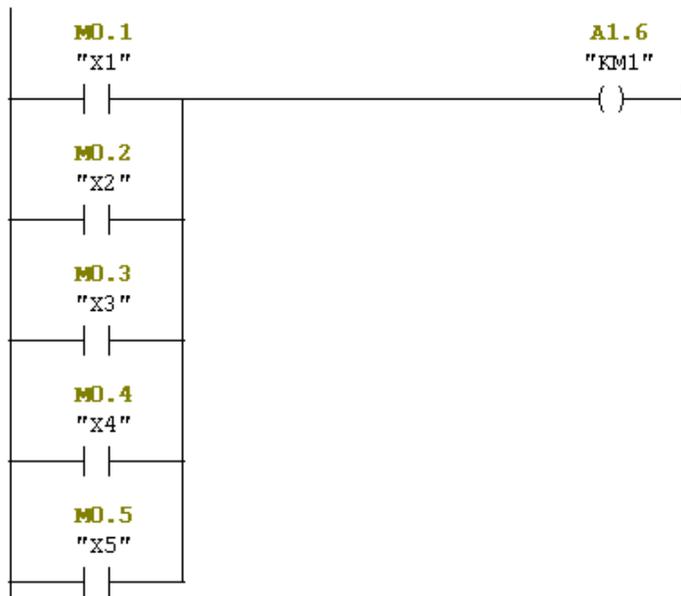
Réseau 6 : l'étape 5

l'étape X5 s'active une fois X4 est accomplie , et la condition C6 est vérifiée . elle se désactive par l'étape initiale .



Réseau 7 : Moteur d'amenée casiers

le moteur M1 reste en marche tout le long du cycle de décaissage



Réseau 8 : Moteur déplacement plateaux grappins

il se met en marche dans l'étape 2 et reste en marche dans l'étape 3 ET 4.



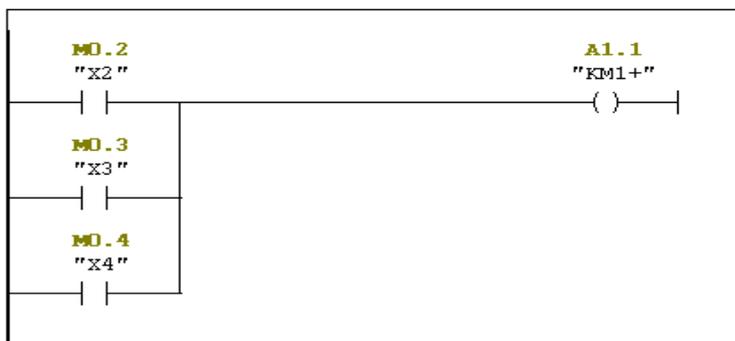
Réseau 9 : Moteur table d'évacuation

il se met en marche une fois les bouteilles sont sur la table .



Réseau 11 : Electrovanne V1+

IL se met en position haut une fois l'arrivée des casiers .



Réseau 12 : Electrovanne V2+

il se met en position haut dans le passage de 4 casiers .



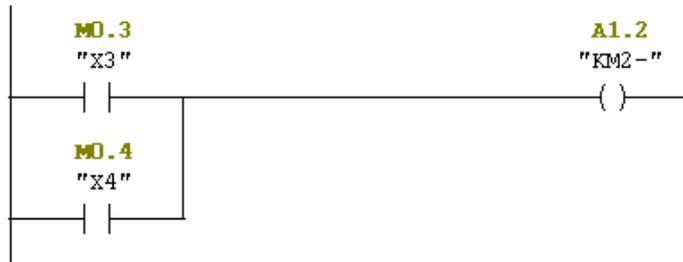
Réseau 13 : Electrovanne V1-

il se met en position bas une fois les casiers sont vides .



Réseau 14: Electrovanne V2-

il se met en position bas une fois les 4 caisses sont vides



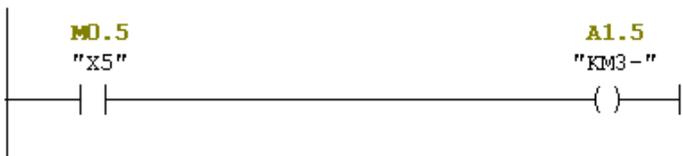
Réseau 15: Electrovanne V3+

il se met en position haut pour la prise bouteille



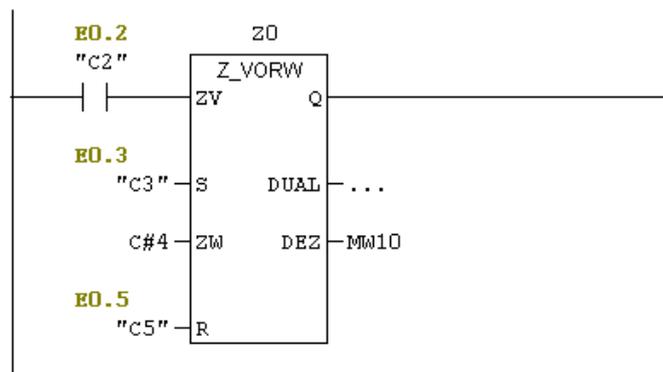
Réseau 16: Electrovanne V3-

il se met en position bas pour déposer les bouteilles sur la table .



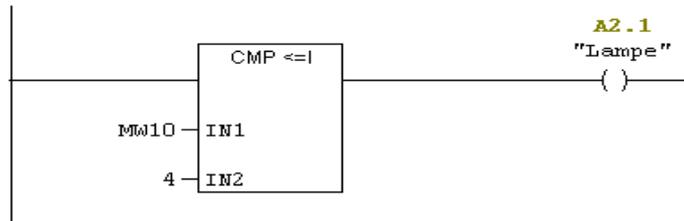
Réseau 16: compteur

Le compteur s'incrémente une fois l'arrivée des casiers . il s'arrete dans le passage de 4 casiers .



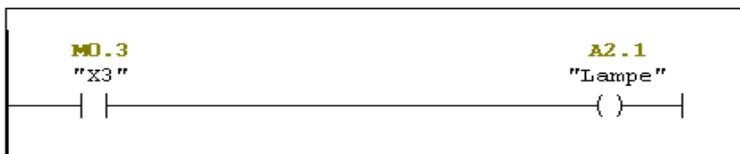
Réseau 17 : Compteur

une fois 4 caisses sont en position de décaissage une lampe s'allume .



Réseau 10 : C=4

Si le compteur compte 4 casiers , la lampe s'allume.



4- Présentation de la solution proposée :

a- Qu'est ce qu'un API ? (Automate Programmable Industriel)

Un **automate programmable** est une machine électrique qui permet comme dans le cas d'une réalisation câblée, de collecter via ses interfaces d'entrée les informations en provenance des capteurs, des interfaces de dialogue et éventuellement d'autres automates. Ensuite, il utilise ces informations pour piloter et surveiller en temps réel, via ses interfaces de sortie le déroulement de processus industriels et tertiaires.

Un **Automate Programmable Industriel (API)** est une machine électronique programmable par un personnel non informaticien et destiné à piloter en ambiance industrielle et en temps réel des procédés industriels. Un **automate programmable** est adaptable à un maximum d'application, d'un point de vue traitement, composants, langage. C'est pour cela qu'il est de construction modulaire. Il est en général manipulé par un personnel électromécanicien. Le développement de L'industrie à entraîner une augmentation constante des fonctions électroniques présentes dans un automatisme c'est pour ça que l'API s'est substitué aux armoires à relais en raison de sa souplesse dans la mise en œuvre, mais aussi parce que les coûts de câblage et de maintenance devenaient trop élevés. Pour plus d'informations voir (annexe 1) et les sites cités dans la (bibliographie).

Gains :

- Condition d'utilisation en milieu industriel : bruit électrique, poussière, température, humidité
.....
- simplicité de mise en œuvre utilisable par le personnel en place, programmation facile.

b- Pourquoi l'utilisation de l'API ?

Dans notre cas, il s'agit d'une programmation câblée, on effectuera une comparaison entre la logique câblée et logique programmable :

	Logique câblée	Logique programmable
Matériels d'utilisation	-Technologie électromécanique (des composants électronique et des relais électromagnétiques) - Technologie pneumatique.	- Technologie électronique (Automate programmable, Mini calculateur, Micro-processeur).
Avantages	-Automatisme simple et rapide à mettre en œuvre. -Obligatoire pour l'arrêt d'urgence et de sécurité.	- souplesse et adaptabilité de l'installation (Remplacement des fonctions combinatoires et séquentielles par un programme). - Solution plus compacte
Inconvénients	-Solution rigide et rapidement volumineuse. - cher, -pas de flexibilité - pas de communication possible	-Plus cher -Compatibilité entre famille d'automate.

Tableau 8 : Différence entre logique câblée et programmable

=> Conclusion :

Les ordinateurs de l'époque étant chers et non adaptés aux contraintes du monde industriel, les automates devaient permettre de répondre aux attentes de l'industrie. De plus l'utilisation des API permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

- Augmenter la sécurité ;
- Accroître la productivité et augmenter la compétitivité ;
- Economiser la matière première et l'énergie ;
- Superviser les installations et les machines ;
- Eliminer les tâches répétitives ou sans intérêt ;
- Simplifier le travail des agents ;
-

c- Programmation avec SIEMENS MANAGER :

On a utilisé le logiciel SIMATIC MANAGER dont on a programmé notre GRAFCET.

Et on a utilisé l'automate Siemens S7 300 précisément le SIMENS S7 300 CPU 314 C -2DP.

a- Pourquoi Siemens S7 300 :

Le S7-300 est une plateforme d'automatisation conçue à la fois pour l'industrie manufacturière et le génie des procédés. Il se distingue grâce à ses hautes performances, sa puissance de communication et ses grandes capacités de mémoire, il peut s'adapter à toutes les applications spécifiques telles que la disponibilité élevée, et ou la sécurité. Le S7-300 trouve son application dans tous les secteurs tels que les industries automobiles, papetières, agro alimentaires, chimiques et pétrolières, traitement des eaux et des déchets et bien d'autres encore.

→ Très simple installation, économique en coûts d'ingénierie, modulaire, le S7-300 brille dans plusieurs domaines :

- **Modularité** : le bus du fond de panier performant et les interfaces intégrables sur la CPU permettent une exploitation de nombreuses lignes de communication.
 - **Constitution** : le S7-300 peut être configuré sans règles de placement par simple adjonction de modules. Il peut également fonctionner sans ventilation et permet le changement de modules d'E/S sous tension.
 - **Gamme de CPU** : Couvre toutes les gammes de performance.
 - **Diagnostic** : le système contrôle en permanence le bon fonctionnement du système.
 - **Multitraitement** : l'exploitation simultanée de plusieurs CPU permet de fractionner les tâches par spécialité ainsi que le traitement prioritaire des tâches à temps critique.
- Les fonctionnalités et tous les avantages de l'API S7-300 nous a permis de choisir sans hésitation l'automatisation avec ce dernier

b- Pourquoi CPU 314 C-2DP :

- La CPU 314 C-2DP est un automate compact contient des interfaces numériques / analogiques (E/S) et des PROFIBUS maître / esclave.
- Elle est pour exiger des tâches nécessitant une haute vitesse de traitement et des configurations E/S moyennes.
- Elle est utilisée dans des installations nécessitant des programmes de tailles moyennes
- et des vitesses d'exécution d'instructions.
- Elle peut aussi être utilisée dans des conditions environnementales difficiles.

	Mémoire				Temps d'exécution
	<u>Mémoire intégrée</u>	<u>Extensible</u>	<u>Mémoire de chargement</u>	<u>La sauvegarde</u>	
<u>CPU 314 C-2DP</u>	48KB pour programmes et données	Non	-intégrée (non) -FEPROM extensible : avec micro carte mémoire MMC jusqu'à 4MO.	-avec batterie : effectué avec MMC. -sans batterie : les programmes et les données.	-bit operations: 0.1 μ s to 0.2 μ s. - Word opérations, min : 0.5 μ s. - Fixe-point addition, min : 1 μ s. - Footing-point addition, min : 15 μ s.

Tableau 9 : Pourquoi le choix de la CPU 314 C-2DP

Conclusion

Les objectifs des travaux réalisés sont : identifier le fonctionnement existant de la décaisseuse, sachant que le décaissage est une opération nécessaire dans la partie de la mise en bouteille, elle est commandée par un sectionneur installé dans une armoire électrique ; et le remplacer par une solution plus efficace et surtout plus automatisée basée sur l'utilisation d'un automate programmable industrielle.

Ce sectionneur provoque certains problèmes liés aux difficultés de manipulation et l'absence des modules de communication qui lui permet de se connecter à une supervision.

Donc, une solution plus automatisée et plus performante a été proposée dans le but de remédier aux inconvénients de l'ancien fonctionnement, également les justifications du choix de l'automate programmable sont aussi décrits comme : la suppression de certaines tâches pénibles, les répétitives ou les nocives pour l'homme, la souplesse d'adaptation pour le développement des systèmes, la simplicité d'utilisation, le diagnostic des pannes, la rapidité et la fiabilité du système.

Finalement, on a pu programmer mon GRAFCET sur le logiciel (SIMATIC MANAGER) pour approuver notre solution qu'on a proposée.

Des points n'ont pas été traités, mais cela n'empêche pas la validation de ce travail, ces points sont : la supervision, le câblage de l'automate, et sa mise en œuvre, c'est à cause du non disponibilité de l'automate programmable dans la société au sein de la quelle j'ai effectuée mon stage de PFE.

Bibliographie

- <http://www.lcautomatisme.fr/15.html>
- http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/sensores/Equipamiento/PLC/st70k3_e.pdf
- <http://www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel/Les-automates-programmables-industriels-API.htm>
- CROWN cork company Belgium N.V machinery division (Manuel d'instruction)
- https://cache.industry.siemens.com/dl/files/511/18652511/att_53989/v1/S7gsv54_f.pdf
- Cours de semestre S4 d'automatisme
- <http://lyceedenavarre.com/planes/pneumatique-technologie.pdf>

Annexe 1 :

Structure interne et fonctionnement d'un automate programmable industriel (API) :

Les API comportent quatre principales parties :

- Une unité de traitement (un processeur CPU);
- Une mémoire ;
- Des modules d'entrées-sorties ;
- Des interfaces d'entrées-sorties ;
- Une alimentation 230 V, 50/60 Hz (AC) - 24 V (DC).

La structure interne d'un **automate programmable industriel (API)** est assez voisine de celle d'un système informatique simple, L'unité centrale est le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions programme. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

Deux types de mémoire cohabitent :

- **La mémoire Programme** où est stocké le langage de programmation. Elle est en général figée, c'est à dire en lecture seulement. (ROM : mémoire morte)

- **La mémoire de données** utilisable en lecture-écriture pendant le fonctionnement c'est la RAM (mémoire vive). Elle fait partie du système entrées-sorties. Elle fige les valeurs (0 ou 1) présentes sur les lignes d'entrées, à chaque prise en compte cyclique de celle-ci, elle mémorise les valeurs calculées à placer sur les sorties.

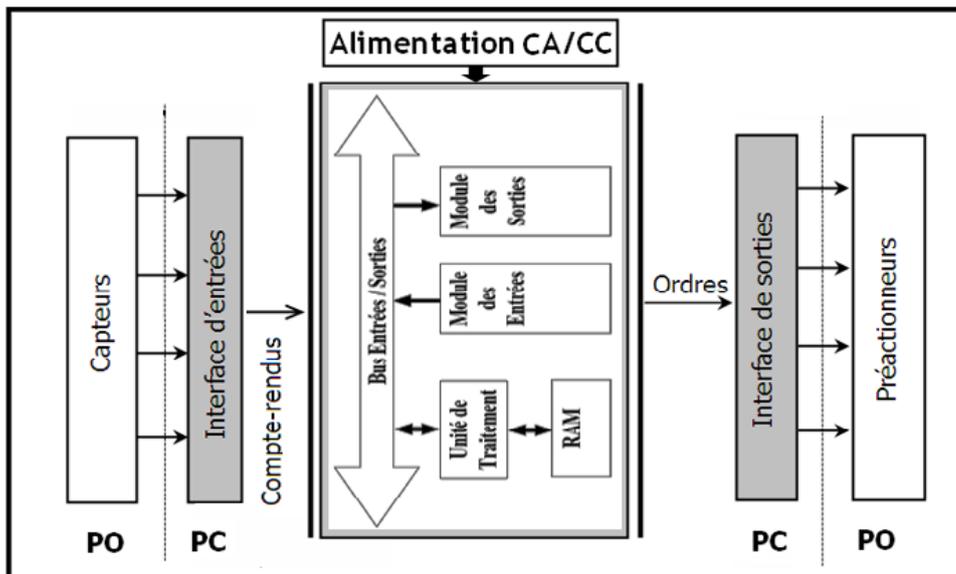


Figure20 : structure interne d'un API

L'automate programmable **reçoit** les informations relatives à l'état du système et puis **commande** les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire. Généralement les automates programmables industriels ont un fonctionnement cyclique. Le **microprocesseur** réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons **parallèles** appelées '**BUS**' qui véhiculent les informations sous forme binaire. Lorsque le fonctionnement est dit synchrone par rapport aux entrées et aux sorties, le cycle de traitement commence par la prise en compte des entrées qui sont figées en mémoire pour tout le cycle.

Le processeur exécute alors le programme instruction par instruction en rangeant à chaque fois les résultats en mémoire. En fin de cycle les sorties sont affectées d'un état binaire, par mise en communication avec les mémoires correspondantes. Dans ce cas, le temps de réponse à une variation d'état d'une entrée peut être compris entre un ou deux temps de cycle (durée moyenne d'un temps de cycle est de 5 à 15 ms).

Annexe 2 :

Pour mieux programmer dans SIMATIC MANAGER (STEP 7 V5.5), il faut savoir chaque bloc dans les fenêtres principales :

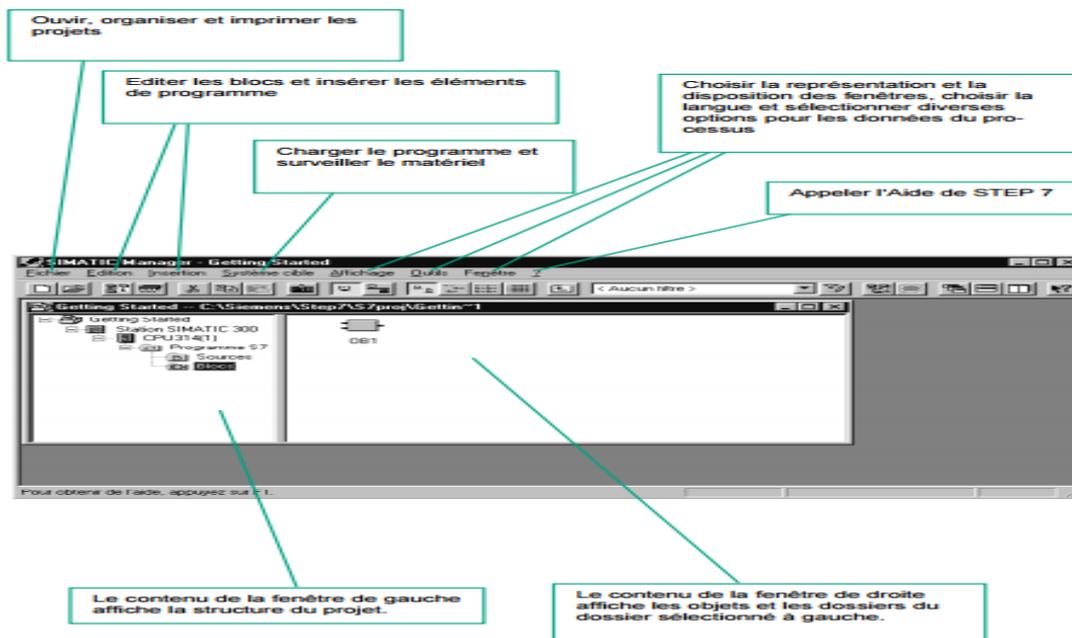


Figure21 : Structure du projet dans SIMATIC Manager

- ⇒ C'est à partir de cette fenêtre qu'on va appeler toutes les fonctions et les autres fenêtres de STEP 7.
- ⇒ Double-cliquez dans le projet "Désiré" sur l'OB1. L'éditeur de programme CONT/LIST/LOG s'ouvre.

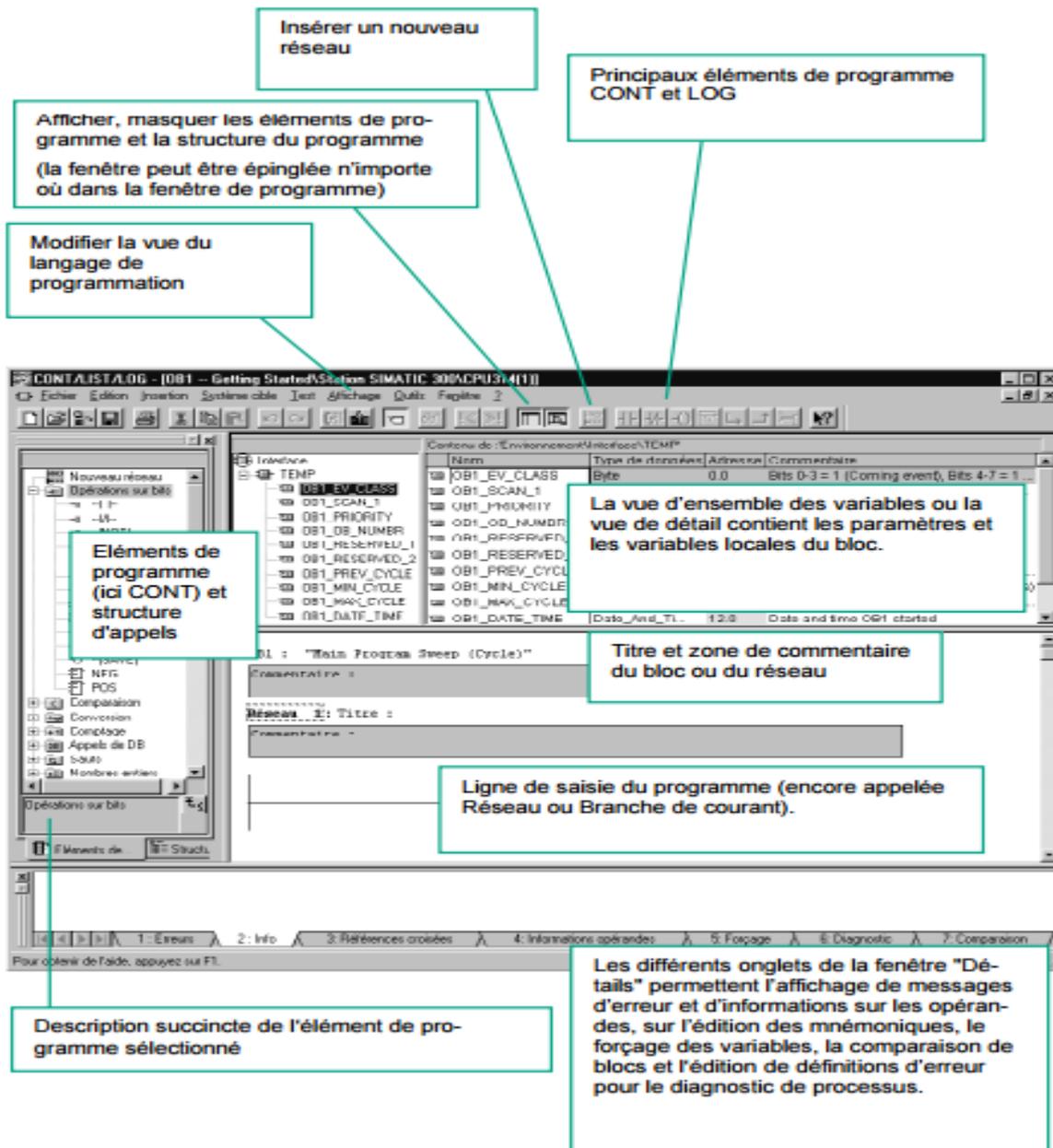


Figure22 : L'éditeur de programme CONT/LIST/LOG

⇒ C'est dans l'éditeur de programme CONT/LIST/LOG qu'on va programmer les blocs.

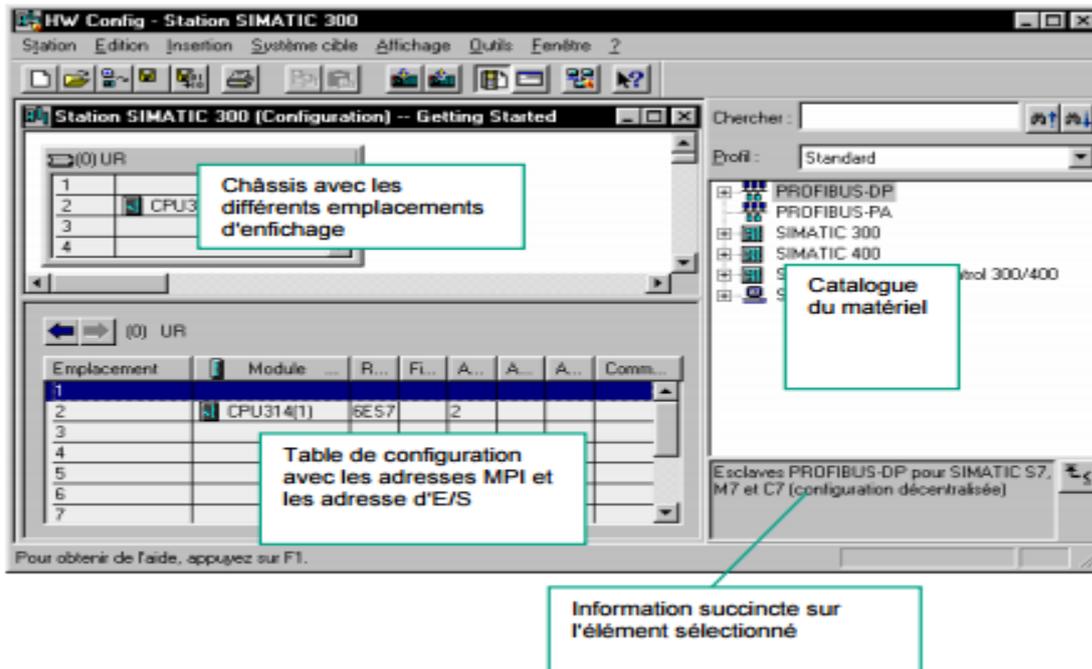


Figure23 : configuration matérielle

⇒ Pour pouvoir configurer le matériel, on doit avoir au préalable créer un projet avec une station SIMATIC. On configure le matériel avec STEP 7. Ces données de configuration sont ensuite chargées dans le système d'automatisation.

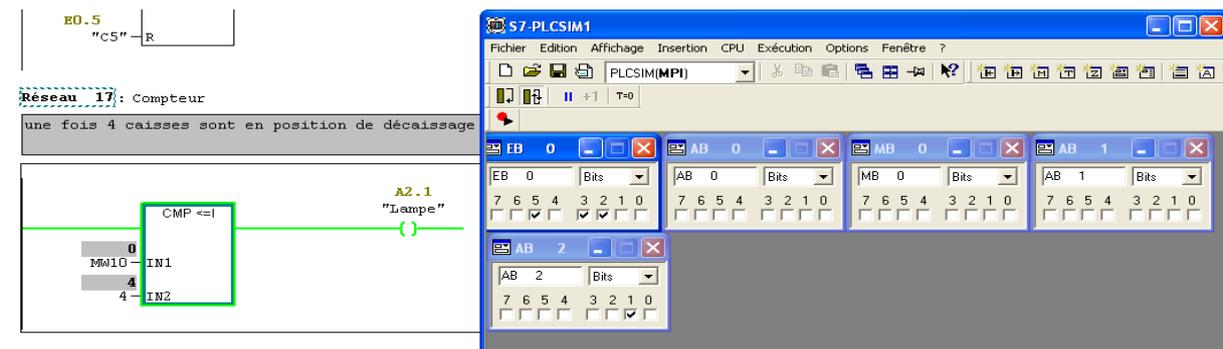


Figure24 : Exemple de simulation

⇒ La fonction de visualisation permet de tester le bloc d'un programme. Une liaison en ligne doit avoir été établie à la CPU, la CPU doit être en mode RUN ou RUN-P et le programme doit avoir été chargé dans la CPU.

Pou plus d'informations ! Veuillez accéder le 4 éme lien dans la bibliographie

Annexe 3 :

✓ Alimentation électrique

Les machines du service de conditionnement sont alimentées via un poste de transformation de la moyenne tension en basse tension (MT / BT). Ce poste est équipé de huit cellules de MT la 1ère cellule reçoit la moyenne tension et la distribue à l'aide des jeux de barre aux autres cellules. Ces dernières qui constituent des départs de la MT vers d'autres postes de transformation existants dans l'usine. Sauf pour les deux dernières cellules, appelées cellules de protection, car elles sont équipées de fusibles qui assurent la protection des primaires de deux transformateurs qui transforment cette MT (22kV) en BT (220 /380V), ces deux transformateurs sont de puissance apparente 1000 kVa et de couplages Δ/Y . Les secondaires de ce transformateur sont reliés à un TGBT qui est équipée de disjoncteurs, de sectionneurs et de condensateurs, permettant respectivement de protéger contre la surtension, de couper manuellement l'alimentation et de réduire la puissance réactive. La sortie de ce TGBT est dirigée vers l'alimentation des machines du service de conditionnement.



Figure 9 : Cellules de MT et transformateur de MT/BT

A côté de ce poste on trouve des groupes électrogènes alimentés par du gasoil et par des batteries de 48V, ces groupes ont une puissance de 1000 kVa et assurent l'alimentation de l'usine en cas de coupures d'alimentation.

Plaque signalétique :

La plaque signalétique d'un transformateur parmi les cinq qui sont trouvés a la C.B.G.N:

Tension	Primaire	Secondaire
P1 P2 P3	22 KV	(220/380V)
Courant (I)	18.19	909.5
Couplage	Triangle (Δ)	Etoile(Y)
Puissance nominale (PN)	1000 KVA	
Fréquence (f)	50 Hz	
Degré de la Chaleur (T)	40°C	
Tension de court-circuit	3.95%	
La masse (m)	1800	

Tableau2 : plaque signalétique des transformateurs

✓ Alimentation pneumatique

On a deux pressions d'air générés par deux compresseurs qui assurent la régulation, la filtration et la distribution d'air, en haute pression de 40 bars nécessaires au soufflage des articles et en basse pression de 7 bars nécessaires pour l'actionnement des vérins et pour d'autres tâches. Après le passage de cet air dans un sécheur qui permet de relever son humidité. Le circuit hydraulique assure la, régulation, la filtration et la Distribution du fluide, refroidi dans un frigo et utilisé pour le refroidissement du four et des moules et des rampes de refroidissement qui protègent les cols des performes pendant la chauffe. La partie centrale d'arrivée d'eau assure la liaison hydraulique entre la partie fixe et la partie mobile de la roue de soufflage et distribue les fluides sur les postes de soufflage, Ainsi le raccord rotatif (partie mobile) assure la répartition des flux hydraulique sur chaque poste de soufflage de la machine.