

Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Département de Génie Industriel



LST de Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes

SUIVI ET AMELIORATION DU RENDEMENT DE CO₂ DANS LA LIGNE DE PRODUCTION DU VERRE A LA CBGN.

Lieu : CBGN Fès

Référence : 17/19GI

Préparé par :

- JANATI IDRISSI ILHAM
- OUHSSAIN FATIMA-ZAHRAE

Soutenu le 12 Juin 2019 devant le jury composé de

- Pr F. KAGHAT (Encadrant FST)
- Pr D.TAHRI (Examineur)
- Pr M. RAMADANY (Examineur)
- Mr A. HALKHAMS (Encadrant Société)

DEDICACE :

Nous dédions ce travail :

A nos parents,

Auxquels nous exprimons respect, amour, remerciements et reconnaissance qui constituent les moindres sentiments que nous puissions leur témoigner. Quoi que nous fassions, nous ne pourrions jamais les récompenser pour les conditions qu'ils nous ont préparées et les appuis matériels et moraux qu'ils nous ont fait bénéficier pour atteindre nos objectifs.

MERCI PARENTS.

A nos frères et sœurs,

Pour les meilleurs et sensibles sentiments qu'ils nous ont exprimés, la joie et la réussite qu'ils nous ont souhaités.

A nos amis,

Les expressions de tout notre respect et amour pour leurs aides morales et leurs soutiens.

MERCI A TOUS.

REMERCIEMENT

Il paraît très opportun d'entamer ce rapport par un témoignage de reconnaissance et de gratitude à tous ceux qui nous ont beaucoup soutenus au cours de ce stage. Leur attitude bienveillante et leur comportement constructif ont offert pour nous une occasion d'apprentissage et de renforcement de nos expériences, voire même une enrichissante d'ouverture sur le monde de l'entreprise. Qu'ils trouvent ici, encore une fois, toutes les expressions de remerciement.

Nous tenons à remercier, aussi, bien particulièrement notre encadrant Mr F. KAGHAT pour sa disponibilité et pour les précieux conseils prodigués. Ainsi que notre encadrant à l'entreprise Mr A. HALKHAMS qui nous a facilité amplement le séjour de stage ; et les chefs d'équipes de production tout en nous accompagnant scrupuleusement et avec beaucoup de sérénité et de patience.

Nos remerciements vont également à tout le personnel de la CBGN pour le temps qui nous ont consacrés tout au long de cette période, sachant répondre à toutes nos interrogations ; sans oublier leur participation au cheminement de ce rapport.

Ainsi que tous ceux dont on n'a pas cité le nom, pour leur gentillesse, leur bonne humeur, on leur témoigne toute notre gratitude.

Notre profond respect, et nos vifs remerciements pour les professeurs: Mr M.RAMADANY, Mr D.TAHRI et Mr F.KAGHAT, nous sommes très heureuses à l'honneur que vous faites en acceptant de juger notre travail.

Sommaire

DEDICACE
REMERCIEMENT
INTRODUCTION

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA CBGN

1.	Historique de la CBGN.....	3
1.1)	Coca-Cola au Maroc.....	3
1.2)	CBGN de Fès.....	3
1.3)	Groupe NABC.....	4
2.	L'organigramme.....	5
3.	Certifications obtenues par la CBGN.....	6
4.	Fiche technique.....	6
5.	Activité de la CBGN.....	7
6.	Les services de la CBGN.....	8

CHAPITRE II : PROCESSUS DE PRODUCTION DES BOISSON GAZEUSES

1.	Réception des matières premières	10
2.	Traitement des eaux.....	11
2.1)	Eau traitée.....	11
2.2)	Eau adoucie.....	13
3.	Siroperie.....	14
3.1)	Sirop simple.....	14
3.2)	Sirop fini.....	16
4.	Ligne de production.....	18

CHAPITRE 3 : SUIVI ET AMELIORATION DU RENDEMENT DE CO₂ DANS LA LIGNE DE PRODUCTION DU VERRE A LA CBGN

1.	Introduction.....	23
2.	Utilisation de CO ₂ dans la ligne de production.....	23
2.1)	Dans le mixeur.....	23
2.2)	Dans la soutireuse.....	23
3.	Suivi du rendement de CO ₂ selon le produit.....	23
4.	Diagramme de Pareto.....	27
5.	Les causes de pertes de CO ₂ dans la ligne.....	28
6.	Amélioration du rendement de CO ₂	30

CONCLUSION

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme de la CBGN.....	5
Figure 2 : Etapes du traitement des eaux.....	11
Figure 3 : Ensemble des filtres utilisés dans le traitement des eaux.....	12
Figure 4 : Schéma de traitements des eaux adoucies.....	13
Figure 5 : La dissolution du sucre.....	14
Figure 6 : Préparation du sirop simple.....	15
Figure 7 : Succession des machines de la ligne.....	16
Figure 8 : Le dépalettiseur.....	17
Figure 9 : La dévisseuse.....	17
Figure 10 : La décaisseuse.....	17
Figure 11 : La laveuse.....	18
Figure 12 : L'inspectrice.....	19
Figure 13 : Le mixeur.....	19
Figure 14 : La soutireuse.....	19
Figure 15 : La visseuse.....	20
Figure 16 : Le dateur.....	20
Figure 17 : L'étiqueteuse.....	21
Figure 18 : L'encaisseuse.....	21
Figure 19 : Le palettiseur.....	21
Figure 20 : La consommation de CO ₂ en Kg.....	26
Figure 21 : Variation du pourcentage du rendement en fonction du produit et de la taille.....	27
Figure 22 : Courbe des fréquences cumulées.....	28
Figure 23 : Diagramme causes-effet.....	29
Figure 24 : Appareil de détection des fuites.....	31

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Volume de CO ₂ de chaque produit.....	24
Tableau 2 : Suivi du rendement de CO ₂ pour Sprite (20 cl).....	24
Tableau 3 : Suivi du rendement de CO ₂ pour Coca-Cola (30 cl).....	25
Tableau 4 : Suivi du rendement de CO ₂ pour Sprite (1L).....	25
Tableau 5 : Suivi du rendement de CO ₂ pour Coca-Cola (1L).....	25
Tableau 6 : Variation journalière du rendement de CO ₂ selon le produit et la taille.....	26
Tableau 7 : Valeurs cumulées du pourcentage de pertes.....	27

LISTE DES ABREVIATIONS

CBGN : Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord.

PET: Polyéthylène téréphtalate.

SIM: Société Industrielle Marocaine.

ECCBC: Equatorial Coca-Cola Bottling Company.

NABC: North Africa Bottling Company.

COBOMI: Compagnie des Boissons Marocaines et Internationales.

SOBOMA : Société des Boissons Mauritanienes.

SCBG : Société Centrale des Boissons Gazeuses.

CBGN : Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord.

CBGS : Compagnie des Boissons Gazeuses du Sud.

ABC: Atlas Bottling Company.

SBGS : Société des Boissons Gazeuses du Souss.

CUI: Contrôle d'Utilisation Industrielle

QSE: Qualité, Sécurité, Environnement.

HSS: Hygiène, Santé, Sécurité.

GSPF: Gestion du Stock de Produits Finis.

G.MMP: Gestion du Magasin de Matières Premières.

MPDR: Magasin Pièces De Rechange.

ISO: International Organisation for Standardisation (Organisation Internationale de Normalisation).

OHSAS: Occupational Health and Safety Assessment Series (Management de la Santé et la Sécurité au travail).

HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point (Analyse des Dangers et Points Critiques pour leur Maîtrise).

HHT: Hand Held Terminal.

PPM: Partie Par Million.

INTRODUCTION

En tant qu'étudiantes à la licence génie industriel, on doit compléter notre formation par un projet de fin d'études afin de pratiquer ce que nous avons acquis durant notre période d'étude à la Faculté des Sciences et Techniques. Dans ce cadre, nous avons effectué notre stage à la CBGN de Fès : Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord (du 08/04/2019 au 07/06/2019) dans le service de production.

Ceci est d'autant plus important qu'on a pu, au cours des deux mois de stage, visiter les différents services de l'entreprise, visualiser le fonctionnement des outils et des machines que comporte la ligne de production et reconnaître son environnement général et l'organisation du travail.

Actuellement, on note une faible consommation de boissons gazeuses par habitant, par rapport aux pays comparables. «En effet, le marocain consomme 18 à 20 litres par an. Au Moyen-Orient, la moyenne de consommation par habitant est 5 fois plus importante!».

Bien évidemment au Maroc, Coca-Cola est la boisson la plus consommée. La marque s'offre environ 83% des parts du marché local le reste est réparti à différents niveaux autour des autres saveurs.

Nous nous sommes intéressées dans ce travail au suivi et à l'amélioration du rendement de CO₂ dans la ligne de production du verre à la CBGN. Afin d'atteindre notre objectif, nous avons commencé par le calcul du rendement de CO₂ pour les différents produits, puis nous avons cherché les causes de perte du CO₂ qui engendrent une diminution de ce rendement. Finalement, nous avons proposé des solutions pour l'amélioration du rendement.

Ce rapport s'articule en trois chapitres :

Le premier présente l'historique de Coca-Cola et de la CBGN et identifie la société; ses services ainsi que les activités qu'elle exerce.

Le second explique le processus de production et de fabrication des boissons gazeuses.

Le troisième représente un suivi du rendement de CO₂, ainsi qu'une analyse des causes et des résultats et enfin proposition de solutions.

Chapitre 1 :

PRESENTATION DE LA CBGN.

1. Historique de la CBGN

1.1) Coca-Cola au Maroc

La compagnie de Coca-Cola 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 élabore et met en œuvre la stratégie de développement à long terme des marques, de la communication, développe la réputation de l'entreprise et prend en charge les relations consommateurs. Les collaborateurs de Coca-Cola Maroc sont principalement des "Marketeters" en charge du développement des produits et de la stratégie du marketing opérationnel. Près d'un million de collaborateurs travaillent pour la compagnie de Coca-Cola dans le monde.

1.2) CBGN de Fès

L'usine de Coca-Cola de Fès a été constituée en 1952 en tant que S.A.R.L avec un capital de 2.000.000 DH, six mois après la CBGN a été transformée en S.A. En 1978 le siège social de la CBGN est transféré de la place actuelle de l'hôtel Sofia au quartier industriel SIDI BRAHIM. Au début, la production était assurée par 12 ouvriers assistés par une machine DIXI avec une capacité de production journalière ne dépassant pas les 40 caisses de bouteilles familiales et 120 caisses de bouteilles standards.

Avec le temps, la CBGN a connu un grand et fort développement. Son capital est augmenté de 1.240.000 DH en 1971 pour arriver jusqu'à 3.720.000 DH en 1985.

La liste ci-dessous nous montre la chronologie de la CBGN :

1952 : C'est la mise en place de la CBGN : embouteilleur franchisé de la compagnie Coca-Cola, elle a été située à la place actuelle de l'hôtel Sofia.

1971 : Le siège social est transféré au quartier industriel Sidi Brahim.

1995 : Le capital est passé à 3.720.000 DH.

De 1952 à 1987 : La CBGN ne fabriquait que Coca-Cola et Fanta orange, pour augmenter sa part de marché, la compagnie a décidé la diversification de ses produits, elle a commencé à produire Fanta Florida, Fanta Lemon, Hawaï et Sprite.

1992 : Elle a lancé les bouteilles plastiques PET, elle a même acheté une nouvelle machine avec une grande capacité (plus de 6000 bouteilles par heure, rapide et qui effectue plusieurs tâches au même temps (soufflage, rinçage, soutirage, bouchage et datage).

1997 : La Compagnie rachète l'unité SIM (Société industrielle marocaine).

Principal concurrent lui permettent ainsi d'augmenter sa capacité de production et d'élargir sa gamme de produits.

2002 : l'acquisition de la CBGN par ECCBC (la holding Equatorial Coca-Cola Bottling Company .En 2003, le groupe ECCBC a décidé la création de la société NABC : (North Africa Bottling Company) dont la CBGN fait partie en plus de la SCBG, CBGS, et SOBOMA.

Depuis **2005 :** COBOMI fait partie également de cette société.

1.3) Le groupe NABC

North Bottling Compagnie fut créé le 22 décembre 2003 suite au regroupement de 5 sociétés marocaines :

- ✓ SCBG : Société Centrale des Boissons Gazeuses pour Casablanca et Rabat.
- ✓ CBGN : Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord pour Fès.
- ✓ CBGS : Compagnie des Boissons Gazeuses du Sud pour Agadir.
- ✓ ABC: Atlas Bottling Company pour Tanger et Oujda.
- ✓ SBGS : Société des Boissons Gazeuses du Souss pour Marrakech.

2. Organigramme de la CBGN

L'organigramme de la CBGN se présente comme suite :

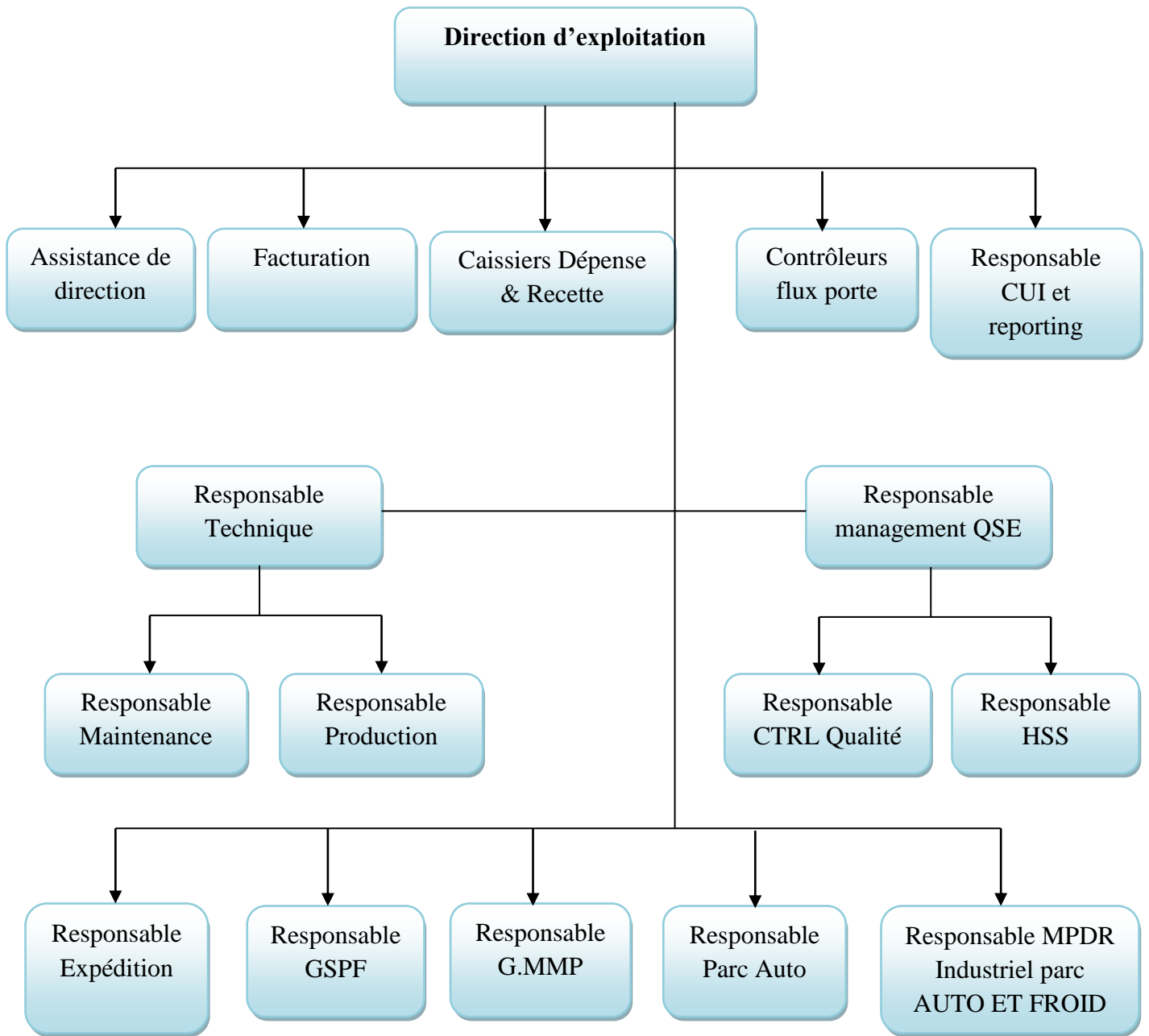


Figure 1: Organigramme de la CBGN.

3. Certifications obtenues par la CBGN

Afin de garantir la qualité de ses produits à ses clients, la CBGN de Fès a été toujours intéressée par l'obtention des certifications qui jugent la qualité de son système managérial ainsi que les produits qu'elle fabrique.

L'ensemble des certifications obtenues depuis sa création sont :



ISO 9001 vs 2000 (pour la qualité).

ISO 14001 vs 1996 (pour l'environnement).

ISO 22000 (sécurité des denrées alimentaires).



OHSAS : 18001 vs 1999 (pour la sécurité).



HACCP : maîtrise des points critiques et dangereux.

4. Fiche technique

Sigle	• CBGN
Raison Sociale	• Compagnie des boissons gazeuses du nord
Siège Sociale	• Quartier industriel Sidi Brahim
Boite Postale	• 2284
Capitale	• 3 720 000 DH
Superficie	• Environ 1ha
Forme Juridique	• Société anonyme
Activité	• Embouteillage et distribution des boissons gazeuses non alcoolisées
Secteur d'activité	• Argalimentaire

5. Activités de la CBGN

L'activité de la société est autant industrielle que commerciale, elle se charge de la production des boissons gazeuses du nord et leur distribution dans son territoire assigné.

Elle fabrique des boissons gazeuses en verre de différents goûts et de différents volumes telles qu'elles sont regroupées ci-dessous.



Coca-Cola
1L, 30cl, 20cl



Sprite 1L, 20cl, 30cl



Pom's
1L, 30cl



Fanta orange et lemon
1L, 30cl



Hawai
1L, 30cl



Schweppes citron 1L, 30cl
Schwippes Tonic 1L, 30cl

La CBGN produisait auparavant les produits alliés tels que les bouteilles en plastiques des boissons gazeuses et de l'eau minérale Ciel en 5000 produits par jour.

A partir de 2014 et après l'achat d'une machine qui est installée sur la chaîne de Casablanca et qui produit 60.000 produits alliés par jour, la mise en bouteille de la CBGN de Fès se fait juste pour la chaîne en verre.

La distribution est organisée autour de deux systèmes :

Le système conventionnel : Dans ce système, les livreurs visitent les points de ventes pour la distribution des produits et la prise de commandes.

Le système de la prévente : Les tâches de prise de commandes et la livraison sont séparées. Le pré-vendeur s'occupe de la collecte des commandes auprès des clients par le système HHT, les produits sont préparés la veille sur la base des commandes communiquées par le système HHT. La livraison s'effectue le lendemain.

6. Les services de la CBGN

✓ Service production :

Il s'occupe de la production des boissons gazeuses et contrôle le fonctionnement de la ligne.

✓ Service maintenance :

Il est chargé de la conservation en bon état de tout le matériel dont dispose l'usine et de l'application possible des technologies nouvelles dans son domaine.

✓ Service contrôle de qualité :

la CBGN s'est engagée à instaurer la démarche qualité afin de :

- Satisfaire la clientèle en garantissant une bonne qualité de produits.
- Diminuer les coûts de non-qualité pour accroître la compétitivité et établir des priorités pour les actions correctives.
- Développer et faire de l'environnement un avantage concurrentiel.

✓ Service comptabilité et finance :

Sa fonction réside dans :

- La réalisation de l'équilibre financier de l'entreprise.
- Enregistrement des opérations comptables de la société.
- Le règlement des opérations effectuées en espèces.

✓ Service achat :

Il s'occupe des tâches suivantes :

- Contrôles permanents des entrées/sorties magasins.
- Gestion de l'état des stocks concernant aussi la matière première.

✓ Services des ressources humaines :

Il occupe une grande importance au sein de l'organisation CBGN, il est chargé de toutes les fonctions administratives de l'ensemble du personnel de l'usine.

Chapitre 2 :

PROCESSUS DE PRODUCTION DES BOISSONS GAZEUSES.

1. Réception des matières premières

a. Sucre :

Le sucre est élaboré par le fournisseur COSUMAR, un fournisseur hautement qualifié et soigneusement sélectionné, il joue un rôle capital dans la fabrication.

Le sucre livré est analysé, par échantillonnage, par le laboratoire.

b. Concentré:

Le concentré permet d'établir le sirop de base des différentes arômes. Cet ingrédient est transporté et utilisé sous un contrôle extrêmement strict pour garder sa confidentialité et sa sécurité. Chaque usine de concentré est spécifiquement identifiable, pour permettre la traçabilité de chaque composant dans n'importe quel stade : production, stockage et emploi.

c. CO₂:

Le gaz carbonique industriel est livré sous une forme liquide, par AIR LIQUIDE et MAGHREB OXYGENE, et stocké dans une citerne de 30 tonnes, à des températures basses et sous une pression de 15 à 20 Bars.

d. Eau:

L'eau est un élément principal qui influence la boisson gazeuse, et donc sa qualité est très nécessaire. Et pour assurer la bonne qualité des eaux, elles sont analysées, filtrées et purifiées avant leur utilisation dans le mixage des boissons gazeuses.

e. D'autres matières:

Comme les étiquettes, les bouchons et les emballages...etc.

D'ailleurs dans la CBGN, il y a un suivi de traçabilité des bouchons et leurs lots pour qu'elle puisse bien contrôler la production.

2. Traitement des eaux

L'eau entrant à la CBGN comme matière première est l'eau de ville, mais l'eau utilisée dans les processus de fabrication est soumise à des exigences de normes pour éviter son influence sur le goût, l'odeur et l'apparence des boissons gazeuses (eau traitée) ou pour faciliter le travail (eau adoucie).

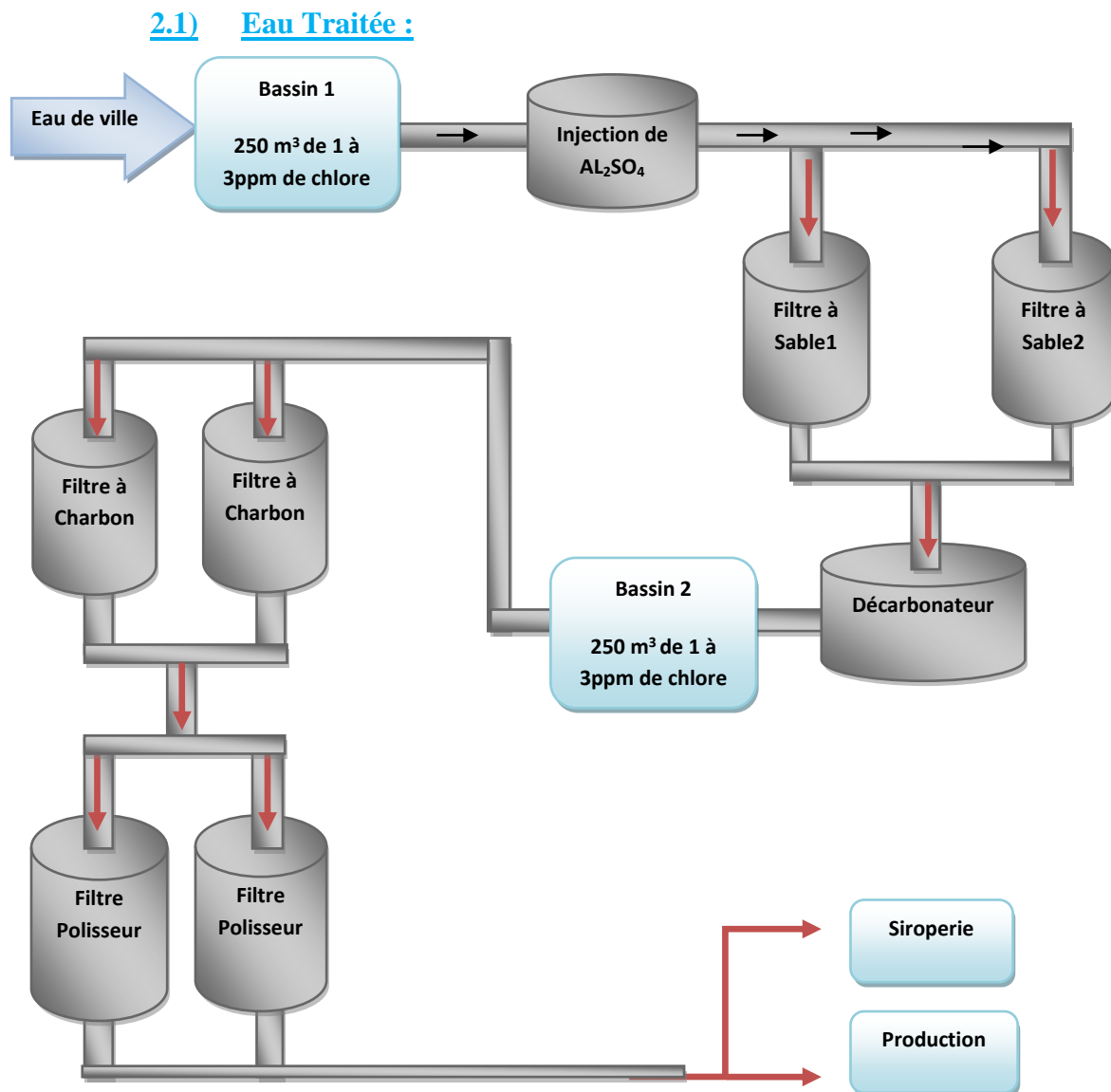


Figure 2: Etapes du traitement des eaux.

Mode de fonctionnement de l'installation :

L'intérêt du traitement des eaux (figure 2) dans la production des boissons gazeuses est d'éliminer toutes les impuretés susceptibles d'affecter le goût ou l'aspect du produit.

Dans un premier temps, on prend l'eau brute (eau de ville) qui est mise dans un bassin de

stockage à laquelle on ajoute grâce à une pompe doseuse une dose de chlore (entre 1 et 3 ppm) pour la désinfection.

Cette eau est conduite vers des filtres à sables (figure 3). A l'entrée de ces filtres il y a injection du Sulfate d'Aluminium Al_2SO_4 qui joue le rôle d'un aimant pour rassembler les matières en suspension qui sont très fines afin qu'elles deviennent grandes, ce qui facilite leurs éliminations dans les autres filtres. Après elle passe par un décarbonateur (figure 3) qui sert à réduire l'alcalinité de l'eau. L'eau à traiter traverse un lit de résine faiblement acide (de type $RCOOH$) et qui échange les ions H^+ contre les ions de calcium et de magnésium.

Lorsque la saturation de la résine est atteinte, on régénère par un lavage à contre-courant à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique ; puis on fait un lavage avec de l'eau traitée pour éliminer les traces de HCl restantes. L'eau décarbonatée est stockée au niveau du deuxième bassin où on injecte de l'eau de javel de concentration de 1 à 3 ppm qui joue le rôle d'un désinfectant afin d'inactiver toutes les germes pathogènes.

L'eau ainsi obtenue passe par un filtre à charbon (figure 3) où on trouve le charbon granulé, qui donne à la sortie une eau sans chlore mais qui contient des grains de charbon qu'on doit éliminer par des filtres polisseurs (figure 3).

A la fin de ce procédé on obtient ce qu'on appelle l'eau traitée, elle est conduite selon la demande vers les services concernés.



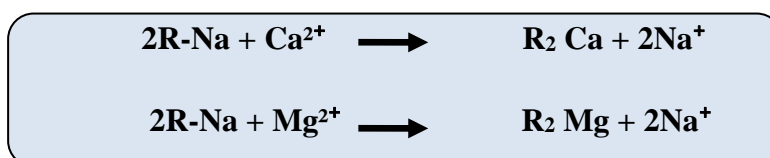
Figure 3 : Ensemble des filtres utilisés dans le traitement des eaux.

2.2) Eau Adoucie:

L'eau de ville arrive du troisième bassin comme lieu de stockage avant de passer à travers les adoucisseurs (figure 4) pour éviter la formation du tartre dans les canalisations et dans la laveuse bouteilles.

L'eau adoucie est utilisée dans la laveuses de bouteilles pour le lavage des emballages consignés et dans les chaudières.

L'adoucisseur est constitué d'une résine échangeuse de cations dont le rôle est de fixer les cations Mg^{2+} et Ca^{2+} afin d'éliminer leur excès. Pour ce faire, on fait passer l'eau à travers un adoucisseur qui contient deux colonnes et dont chacune possède une résine de type "R-Na" qui capte les ions magnésium (Mg^{2+}) et calcium (Ca^{2+}) ; tous les sels de l'eau brute se transforment en sels de sodium suivant les réactions ci-dessous:



Une fois la résine saturée, l'adoucisseur n'est plus fonctionnel et sa dureté de l'eau dépasse les normes, donc on fait appel à un procédé de régénération par ajout de $NaCl$, pour que l'échange s'effectue entre le Na^+ et les ions Mg^{2+} et Ca^{2+} , permettant ainsi la réduction de la dureté de l'eau, selon les réactions suivantes :

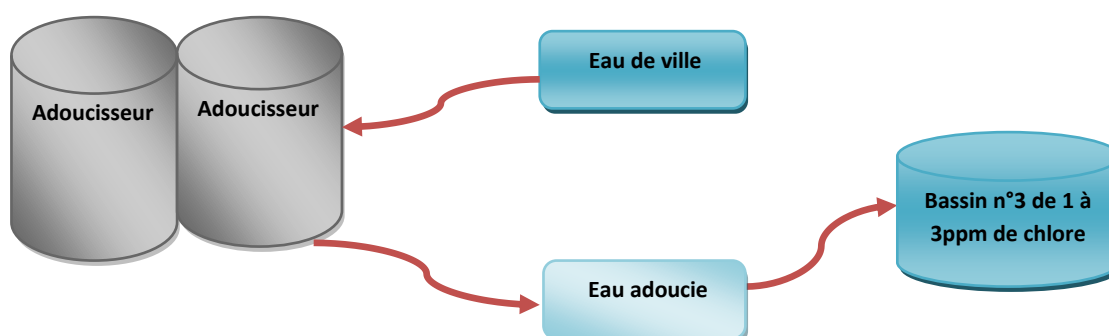
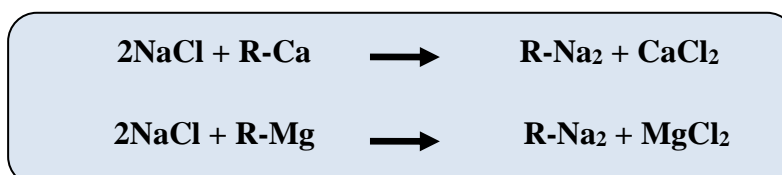


Figure 4 : Schéma de traitements des eaux adoucies.

3. Siroperie

3.1) Sirop Simple :

Le sucre granulé, approvisionné par COSUMAR, est contrôlé dans le laboratoire de la CBGN qui veille sur la qualité et sur le respect des normes prescrites.

Pour avoir un sirop simple conforme il faut passer par plusieurs étapes, le sucre utilisé sera tamisé pour éliminer les grandes granules de sucre et laisser passer seulement les particules ayant la granulométrie désirée. Ce dernier est transporté par un moteur à vis sans fin vers un réservoir qu'on appelle silos à sucre (figure 5).

Un autre moteur à vis sans fin amène le sucre au fondoir. Ce sucre est mélangé avec l'eau traitée est chauffée à 60° (température de dissolution de sucre) par un échangeur de chaleur.

Le liquide formé passe par des filtres pour enlever les grains de sucre non dissous et les transporter vers le fondoir à nouveau.

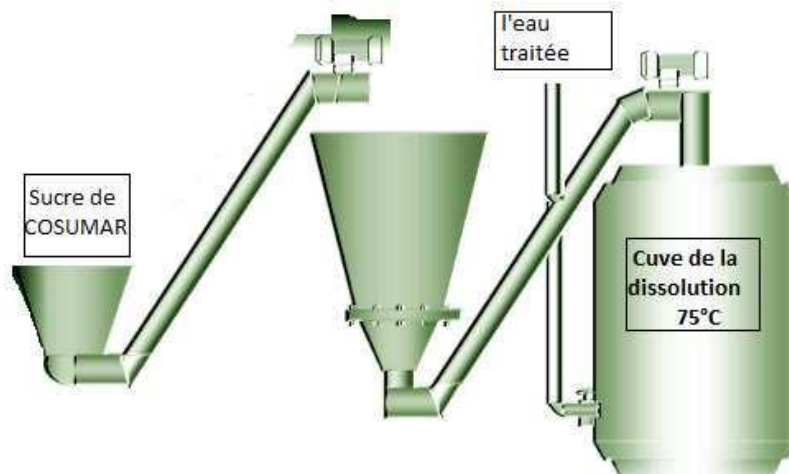


Figure 5 : La dissolution du sucre.

La mesure du Brix (pourcentage du sucre dans l'eau) de la solution se fait automatiquement à l'aide d'un visiobrix qui doit être compris entre 60 et 64 °Brix.

Ensuite, le mélange passe par un pasteurisateur à une température comprise entre 80°C et 85°C grâce à un échangeur de chaleur (figure 6). La température ne doit pas sortir de cette plage, d'une part pour éliminer les microbes et d'autre part pour ne pas brûler le sucre et le transformer en caramel.

Au mélange émanant du poste de dissolution est ajoutée la poudre du charbon actif qui sert à éliminer les impuretés, les cendres et les fines particules odorantes dans le but de le clarifier.

Après une durée de 1h à 2h du mélange dans une cuve de réaction, il subit une filtration dans une autre cuve, par une pâte filtrante en Célite afin d'éliminer le charbon et les matières en suspension.

Une deuxième filtration du sirop simple se fait dans un filtre à poche pour éliminer les résidus de charbon qui pourraient subsister.

Le mélange est encore chaud à ce niveau, il faut le refroidir en passant par trois étapes afin d'éviter le choc thermique à l'aide d'un échangeur thermique à plaques :

- Refroidissement par l'eau traitée à la température ambiante.
- Refroidissement avec de l'eau adoucie à 15°C en ramenant la solution de 60°C à 50°C.
- Refroidissement avec de l'eau glycolée qui a une faible température jusqu'à ce que la solution atteigne 25°C à 15°C.

Après tout cela, le mélange devient un "sirop simple" et il est ramené vers une cuve de stockage.

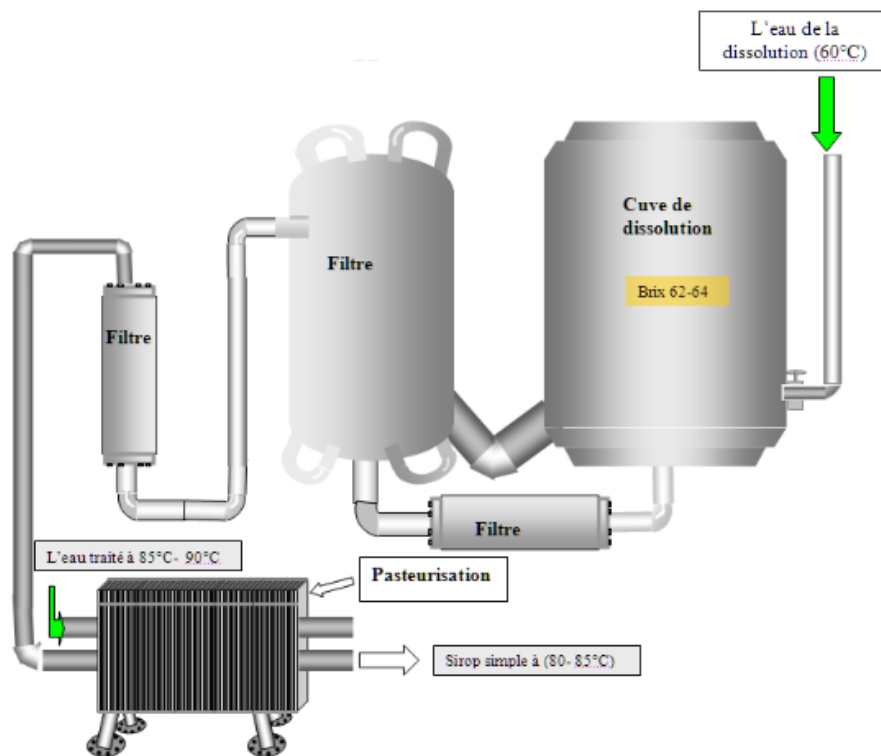


Figure 6 : Préparation du sirop simple.

Pour le contrôle du Brix, on prélève un échantillon du sirop simple dans une éprouvette. On y introduit le densimètre pour lire la valeur du brix indiquée.

3.2) Sirop Fini :

Le sirop fini est un mélange de sirop simple et les extraits de base, qui sont à leur tour un mélange complexe d'arômes, d'acidifiants et de colorants; ce dernier est reçu, sous licence, dans de grands flacons.

La préparation du sirop fini se fait sous la forme suivante :

Extrait1 + Extrait2 + Sirop simple + Eau traitée → Sirop fini

Extrait 1 : Acide phosphorique (conservateur).

Extrait 2 : Arômes, colorants ...

L'ajout d'eau dans ce mélange permet de ramener le degré de Brix du sirop fini à une valeur standard suivant les instructions relatives au Brix de chaque produit.

La préparation du sirop fini commence par le contrôle des ingrédients du produit par le siropier qui les introduits dans une cuve où se fait le mélange avec de l'eau traitée, le sirop est envoyé vers une cuve dans laquelle s'effectue le mixage avec le sirop simple à l'aide d'une pompe qui maintient l'agitation.

Le produit obtenu est contrôlé par le siropier qui veille sur sa conformité en réglant les paramètres en question (Brix, la température...).

4. Ligne de production

Actuellement, la CBGN dispose d'une seule ligne de verre et elle est en cours d'une implantation d'une nouvelle ligne PET pour la production des bouteilles en plastiques.

Le système de production de la ligne de verre se constitue des machines suivantes (figure 7) :

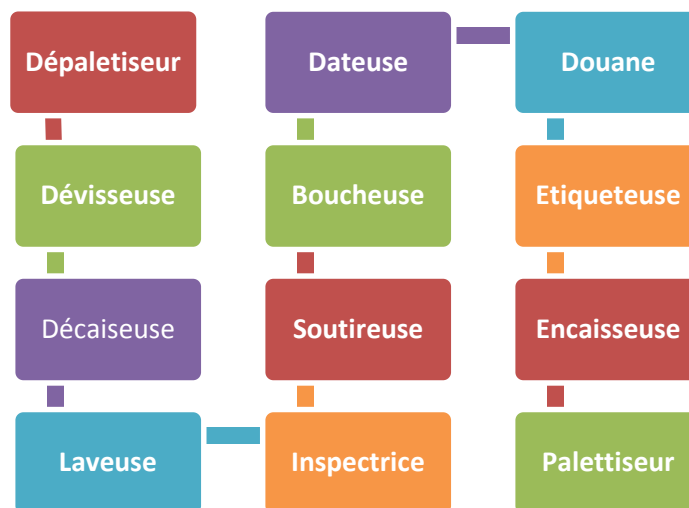


Figure 7: Succession des machines de la ligne.

✓ Dé-palettisation:

La CBGN dispose d'une machine à système automatisé appelée dépalettiseur (figure 8) pour mettre les caisses, chargées de bouteilles vides en verre, sur le convoyeur qui les achemine vers la décaisseuse.



Figure 8 : Le dépalettiseur.

✓ **Dévisage:**

La dévisseuse (figure 9) est une machine qui dévisse les bouchons des bouteilles avant d'entrée à la laveuse à l'aide des chariots avec des têtes spéciales.

N.B: Cette machine dévisse seulement les bouteilles de 1L.



Figure 9 : La dévisseuse.

✓ **Décaissage:**

Les bouteilles vides sont enlevées des caisses à l'aide d'une machine appelée décaisseuse (figure 10) et sont par la suite entreposées sur un convoyeur qui alimente la laveuse en bouteilles. Les bouteilles sont posées à l'aide d'une ventouse qui souffle de l'air et crée une force de pression.



Figure 10: La décaisseuse.

✓ **Triage :**

L'opérateur procède à un triage manuel des bouteilles en éliminant les bouteilles sales qui ne pourront pas devenir propres après lavage, les bouteilles cassées et autres bouteilles étrangères.

✓ **Lavage des bouteilles :**

La laveuse (figure 11) est une grande machine qui a un rôle très important dans le processus de production de boissons gazeuses. Elle permet d'assurer le bon nettoyage et la propreté des bouteilles pour présenter un produit de bonne qualité au consommateur.

Le lavage se fait en plusieurs étapes présentées comme suit :

- **Le pré-lavage :**

Le pré-lavage est assuré par une eau adoucie tiède qui réchauffe légèrement la bouteille, permettant par la suite l'élimination des adhérents.

- **Le lavage à la soude caustique :**

Ce lavage s'effectue par un passage dans deux bains de soude de température respectives 70°C et 65°C, dont le rôle est de permettre la brillance des bouteilles.

- **Pré-rinçage :**

Est une opération de rinçage des bouteilles afin d'éliminer les traces de détergent. Cette opération se fait dans 3 bains contenant une eau adoucie chaude, tiède et froide.

- **Le rinçage final :**

Ce procédé est réalisé par l'eau adoucie froide et chlorée (de 1 ppm à 3 ppm) pour éliminer les résidus caustiques et refroidir les bouteilles jusqu'à une température ambiante.



Figure 11 : La laveuse.

✓ **Inspection visuelle :**

Après la sortie de la laveuse, des ouvriers contrôlent visuellement les bouteilles nettoyées par la laveuse si elles sont non conformes ou contiennent des anomalies.

✓ Inspection électronique:

Permet d'affiner encore plus nettement l'élimination des bouteilles défectueuses.

L'inspectrice (figure 12) exécute plusieurs tests de contrôle sur les bouteilles (bouchons pliés, liquide, corps étrangers ...). Si l'un des tests est positif, un éjecteur équipé de doigts fait éjecter les bouteilles sur un autre convoyeur de récupération.

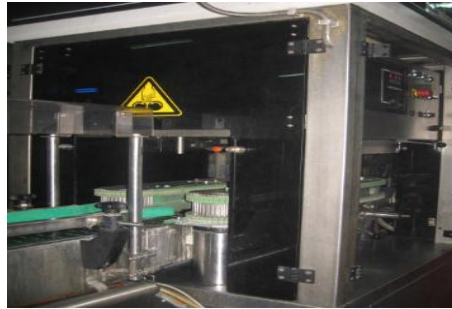


Figure 12 : L'inspectrice.

✓ Mixage :

Cette opération est réalisée par un mixeur (figure 13). En effet, elle consiste en un mélange des proportions bien définies du sirop fini, d'eau et de CO₂ à une température et une pression définies.



Figure 13 : Le mixeur.

✓ Soutirage :

Après avoir préparé le mélange des boissons gazeuses avec le mixeur, la machine remplit les bouteilles soigneusement et avec une vitesse bien déterminée.



Figure 14 : La soutireuse.

✓ Bouchage /Vissage :

Les bouteilles passent sous une boucheuse qui pose les capsules sur les bouteilles ou une visseuse (figure 15) dans le cas des bouchons à corolle en plastique. Les bouteilles ainsi remplies et fermées sont contrôlées par un appareil électronique, afin de retirer les bouteilles mal remplies ou mal bouchées.

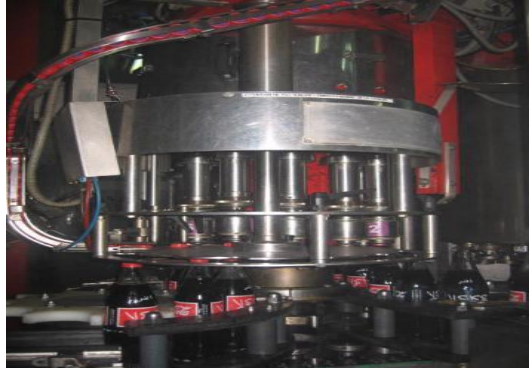


Figure 15: La visseuse.

✓ Douane :

Elle attribue à chaque bouteille remplie un code précis qui permet de la vendre à l'extérieur. Elle est réglée suivant le type de production.

✓ Codage :

Le codage se fait avec le dateur (figure 16), une machine programmée à chaque début de production, dont le rôle est d'imprimer sur les bouchons des bouteilles remplies de la boisson:

- La date exacte de production.
- La date de fin de consommation.
- Le numéro de ligne de remplissage de bouteilles.
- Le centre de production : exemple F (Fès).



Figure 16 : Le dateur.

✓ Etiquetage :

Cette opération consiste à coller les étiquettes sur toutes les bouteilles en verre, sauf celles de Coca-Cola (1L), grâce à une machine appelée étiqueteuse (figure 17).



Figure 17 : L'étiqueteuse.

✓ **Encaissage:**

Les bouteilles remplies et mises au préalable sur le convoyeur, sont par la suite transportées vers l'encaisseuse (figure 18) pour y être placées dans les caisses.



Figure 18 : L'encaisseuse.

✓ **Palettisation :**

Les cassiers de boissons transportés par le convoyeur sont envoyés au palettiseur (figure 19) afin de les déposer sur les palettes. Ce système consiste à mettre les caisses sur les palettes d'une façon bien organisée sous forme de parallélogramme. Les palettes chargées sont manutentionnées depuis le palettiseur jusqu'au magasin des stockages par des caristes.



Figure 19: Le palettiseur.

Chapitre 3 :

SUIVI ET AMELIORATION DU RENDEMENT DE CO₂ DANS LA LIGNE DE PRODUCTION DU VERRE A LA CBGN.

1. Introduction

Le dioxyde de carbone (CO₂) est un gaz liquéfié invisible, inodore, inflammable et légèrement acide. Le CO₂ est plus lourd que l'air et il est hydrosoluble.

Il faut savoir que le CO₂:

- A un goût qui peut être agréable : il apporte de l'acidité et du piquant.
- Présente une solubilité suffisante pour permettre à ce goût d'être perceptible.
- N'est pas toxique tant qu'il est absorbé par la consommation raisonnable de boissons gazeuses.

Le gaz carbonique industriel utilisé par CBGN est livré sous une forme liquide, par AIR LIQUIDE et MAGHREB OXYGENE. Son stockage se fait dans une citerne de 30 tonnes à des températures basses et sous une pression de 15 à 20 Bars.

Le CO₂ utilisé dans la ligne de production doit être sous forme gazeuse, d'où la nécessité d'utiliser un échangeur que l'on trouve à côté de la cuve de stockage de CO₂.

2. Utilisation de CO₂ dans la ligne de production

2.1) Dans le mixeur :

- Désaération de l'eau avec CO₂ :

Le CO₂ est utilisé pour la désaération de l'eau en éliminant l'oxygène et d'autres gaz qu'elle contient.

On effectue ce procédé de désaération parce que le temps de stockage du produit est long ; donc en absence d'oxygène les bactéries aérobies ne peuvent pas détériorer le produit.

- Carbonation du produit :

La Carbonation du produit est le procédé qui permet l'injection directe de CO₂ dans le réservoir de stockage du produit.

2.2) Dans la soutireuse:

Une fois la bouteille prend sa position dans la soutireuse, s'effectue une première injection de CO₂ suivie d'une injection du produit venant du mixeur.

La présence de CO₂ dans les bouteilles permet d'éviter la formation de mousse dans la phase de décompression dans la soutireuse.

3. Suivi du rendement de CO₂

Pour chaque produit de la CBGN, il existe un volume standard et un volume cible de CO₂ (tableau 1). Le volume standard est une référence internationale, par contre, le volume cible est celui réalisé par le processus de l'entreprise.

Produit	Standard (ml)	Cible (ml)
Coca-Cola	3,75	3,9
Hawaï tropical	2	2,2
Sprite	3,7	3,9
Fanta Orange/Limon	3	3,2
Schweppes Citron	3	3,2
Schweppes tonic	4	4,2
Pom's	3,5	3,7

Tableau 1: Volume de CO₂ de chaque produit.

Pour calculer le rendement de CO₂ des différents produits, nous avons appliqué la relation suivante :

$$\text{Rendement}(\%) = \frac{\text{Consommation Théorique (Kg)}}{\text{Consommation Réelle (Kg)}} * 100$$

$$\text{Consommation Réelle (Kg)} = \text{Stock CO}_2 \text{ final} - \text{Stock CO}_2 \text{ initial}$$

C'est la quantité de CO₂ Sortante de la citerne.

$$\text{Consommation Théorique (Kg)} = \frac{\text{nombre de bouteilles produites par heure}}{\text{Nombre de caisse}} * C$$

C'est la quantité de CO₂ remplie dans les bouteilles.

Avec :

$$C = \frac{1,98 * \text{Cible} * \text{Nombre de caisse} * \text{Taille(L)}}{1000}$$

Nombre de caisses : 24 pour les bouteilles de 30cl ou 20cl, et 12 pour les bouteilles de 1L.

NB : La constante C est fixée par le service du contrôle qualité, elle se base sur différentes mesures qui prennent en compte les différentes conditions de la ligne de production ainsi que les matières premières (le CO₂).

Nous avons effectué le suivi du rendement de CO₂ pour différents types de produits et différentes tailles.

Les tableaux 2 et 3 représentent les résultats obtenus pour les produits de petites tailles (20 cl et 30 cl).

22/04/19	Produit : Sprite 20 cl			
Heure	Nbr de bouteilles produites	Consommation théorique(Kg)	Consommation réelle(Kg)	Rendement(%)
De 12h à 13h	10000	14,65	50	29,3
De 13h à 14h	12800	18,75	20	93,75
De 14h à 15h	6700	9,81	10	98,1
De 15h à 16h	6100	8,93	30	29,77
De 16h à 17h	12700	18,61	40	46,52
Total		70,75	150	47,16

Tableau 2: Suivi du rendement de CO₂ pour Sprite (20 cl).

24/04/19				
Produit : Coca-Cola 30 cl				
Heure	Nbr de bouteilles produites	Consommation théorique(Kg)	Consommation réelle(Kg)	Rendement(%)
De 8h à 9h	11000	24,29	40	60,72
De 10h à 11h	10000	22,08	60	36,8
De 11h à 12h	11700	25,83	50	51,67
De 12h à 13h	11500	25,39	30	84,65
De 13h à 14h	5591	12,34	30	41,15
Total		109,93	210	52,34

Tableau 3: Suivi du rendement de CO₂ pour Coca-Cola (30 cl).

Les tableaux 4 et 5 représentent le suivi du rendement de CO₂ réalisé pour les produits de grande taille (1L).

14/05/19				
Produit : Sprite 1L				
Heure	Nbr de bouteilles produites	Consommation théorique(Kg)	Consommation réelle(Kg)	Rendement(%)
De 11h à 12h	4400	31,9	50	63,8
De 12h à 13h	4300	31,17	30	100
De 14h à 15h	2450	17,76	30	59,2
De 15h à 16h	5600	40,6	90	45,11
De 17h à 18h	7400	53,65	120	44,7
Total		175,08	320	54,71

Tableau 4: Suivi du rendement de CO₂ pour Sprite (1L).

17/05/19				
Produit : Coca-Cola 1L				
Heure	Nbr de bouteilles produites	Consommation théorique(Kg)	Consommation réelle(Kg)	Rendement(%)
De 11h à 12h	1003	7,44	10	74,47
De 15h à 16h	4840	35,93	40	89,84
De 16h à 17h	6200	46,03	60	76,72
De 17h à 18h	6000	44,55	50	89,1
De 18h à 19h	5000	37,12	90	41,25
Total		171,07	250	68,42

Tableau 5: Suivi du rendement de CO₂ pour Coca-Cola (1L).

D'autres suivis ont été réalisées sur d'autres produits : Hawaï Tropical (1L et 30 cl), Schweppes Tonic 30 cl, Pom's 30 cl, Coca-Cola 20 cl et Sprite 30 cl (Voir annexes 1 et 2).

Remarque :

Afin de s'assurer de la justesse de ces résultats, on a répété ce calcul de rendement pour les différents produits en d'autres jours ; et on a trouvé pratiquement les mêmes résultats.

Le graphe ci-dessous (figure 20) montre la différence entre la consommation théorique et la consommation réelle du CO₂ en Kg.

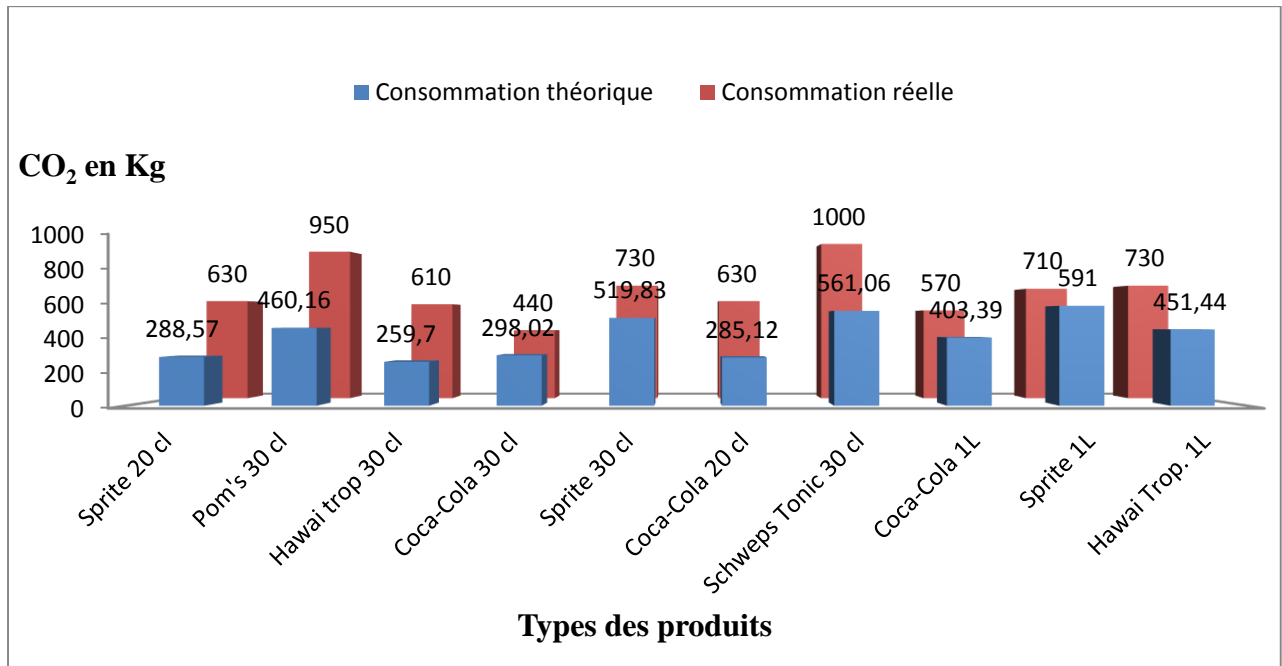


Figure 20: Consommation de CO₂ en Kg.

D'après les résultats obtenus, on peut constater qu'il y a des pertes au niveau de la quantité de CO₂ consommée ; vu qu'il y a un écart entre la quantité sortante de la citerne (consommation réelle), et la vraie quantité consommée au niveau de la ligne (consommation théorique).

On voit que ces pertes sont importantes pour les produits de petite taille.

On résume la variation journalière du rendement de CO₂ pour différents produits et différentes tailles, dans l'ordre croissant, comme suit :

Date	Produit	Rendement(%)
02/05/19	Hawaï Tropical 30 cl	42,57
06/05/19	Coca-Cola 20 cl	45,25
22/04/19	Sprite 20 cl	45,8
26/04/19	Pom's 30 cl	48,43
15/05/19	Schwepps Tonic 30 cl	56,1
22/05/19	Hawaï Tropical 1L	61,84
24/04/19	Coca-Cola 30 cl	67,73
17/05/19	Coca-Cola 1L	70,77
23/04/19	Sprite 30 cl	71,21
14/05/19	Sprite 1L	83,25

Tableau 6: Variation journalière du rendement de CO₂ selon le produit et la taille.

On représente cette variation de rendement dans la courbe suivante (figure 22) :

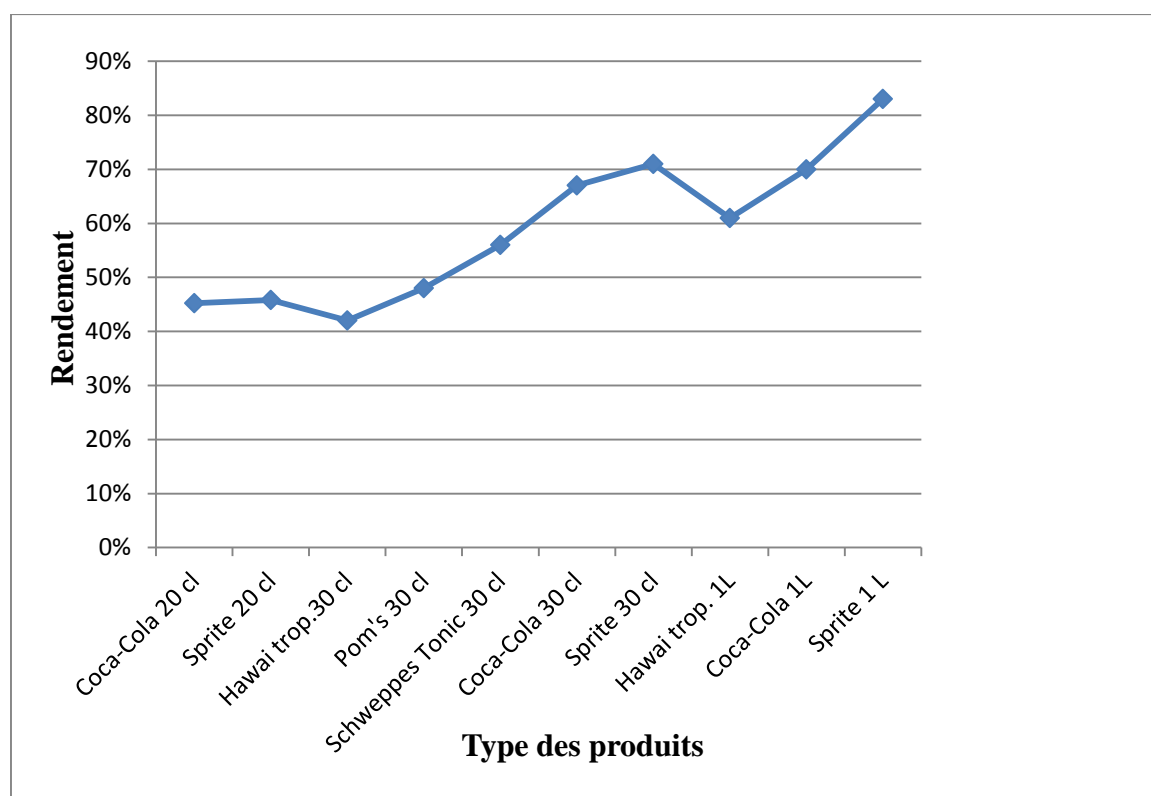


Figure 21: Variation du pourcentage du rendement en fonction du produit et de la taille.

De la courbe ci-dessus, on remarque que le rendement des produits de petite taille (20 cl ou 30 cl) est inférieur à celui de grande taille.

On peut expliquer cela comme suit: une bouteille de 1L est équivalente à cinq bouteilles de 20 cl, donc les pertes pour les petites bouteilles seront cinq fois plus grandes par rapport aux grandes.

4. Diagramme de Pareto

L'utilisation de cette méthode a pour but de sélectionner dans l'ensemble des produits étudiés ceux qui sont les plus significatifs et qui engendrent des pertes élevées.

Les données collectées son représentées sur le tableau suivant :

Produit	% de pertes	Cumul
Hawai Tropical 30 cl	59,43	59,43
Coca-Cola 20 cl	57,75	117,18
Sprite 20 cl	54,2	171,38
Pom's 30 cl	50,57	221,95
Schweppes Tonic 30 cl	43,9	265,85
Coca-Cola 30 cl	37,16	303,01
Hawai Tropical 1L	32,63	335,64

Sprite 30 cl	29,23	364,87
Coca-Cola 1L	20,79	385,66
Sprite 1L	16,75	402,41

Tableau 7: Valeurs cumulées du pourcentage de pertes.

A partir de ces données, on a tracé la courbe des fréquences cumulées (figure 22).

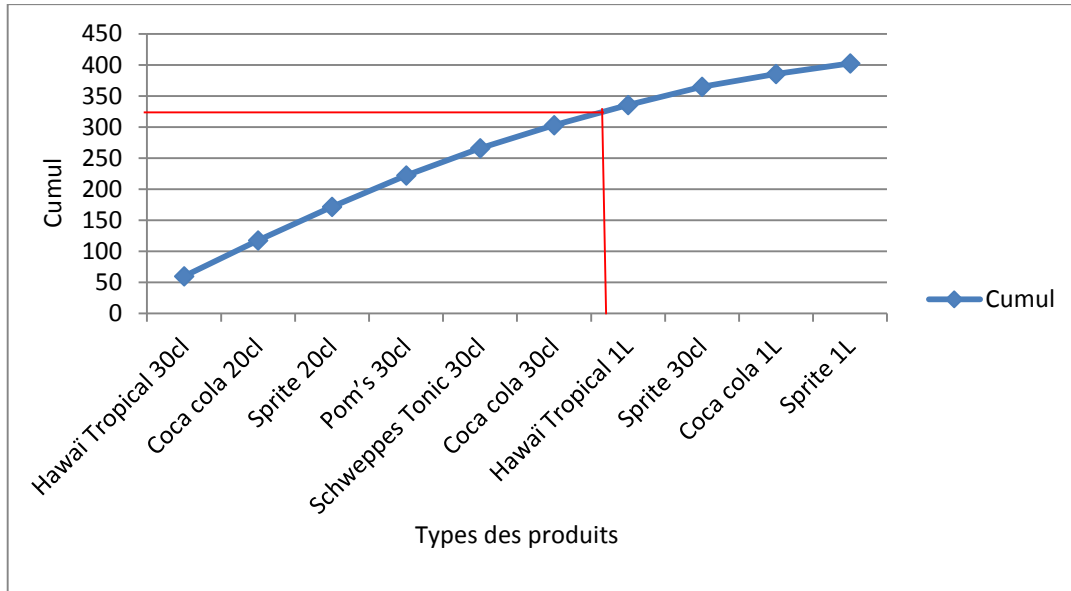


Figure 22: Courbe des fréquences cumulées.

Pour déterminer les produits qui causent une consommation énorme de CO₂, on multiplie la dernière valeur du cumul par 0,8; et on fait la projection de l'intersection de la valeur obtenue qui est 325,64 avec la courbe.

Alors, les produits qui donnent une grande quantité de pertes sont ceux de petite taille.

5. Les causes de pertes de CO₂ dans la ligne

Pour déterminer les origines des pertes de CO₂ observées au sein de la ligne de production, nous avons utilisé le diagramme de causes-effet (figure 23) qui permet d'identifier les causes possibles.

Les diverses causes sont habituellement limitées à cinq grandes catégories (les **5 M**) :

Milieu, Main-d'œuvre, Matières premières, Machines, Méthodes.

Le diagramme causes-effet permet d'explicitier la relation qui existe entre une caractéristique de qualité et diverses causes.

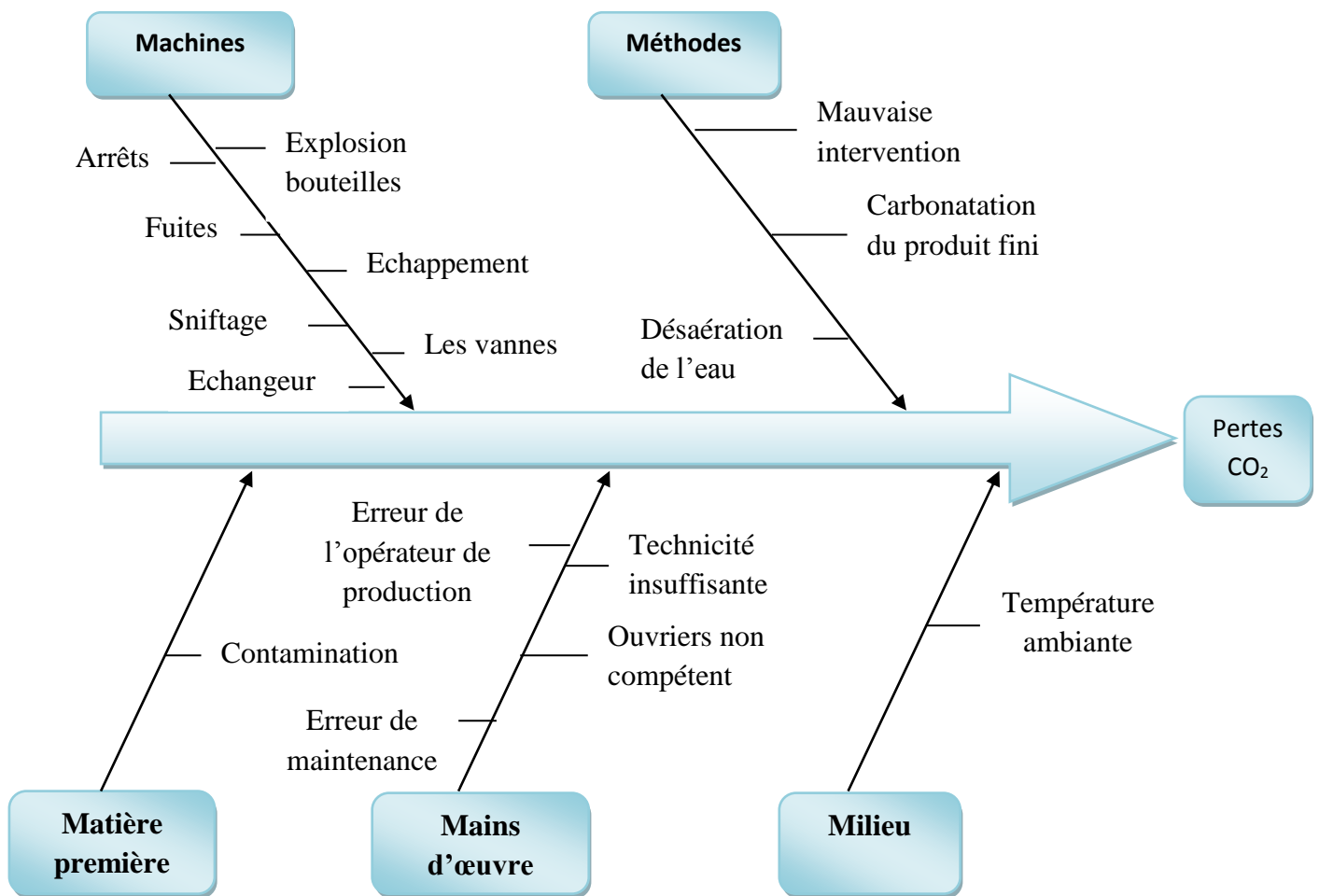


Figure 23 : Diagramme causes-effet.

Pour les méthodes :

➤ Désaération/Carbonatation:

Pour faire ce qu'on appelle « la désaération » et « la carbonatation », on injecte du CO₂ dans la cuve ce qui crée une pression. Cette pression est bien déterminée et elle ne doit pas dépasser les normes. Lorsque celle-là augmente ; une électrovanne procède à un échappement du gaz dans l'air pour diminuer la pression.

Pour les machines :

➤ Les robinets de sniftage :

A l'entrée de la soutireuse, les bouteilles doivent avoir une grande pression pour y être remplis. Dans un premier temps, on injecte du gaz dans la bouteille puis la boisson. A la sortie, la pression de la bouteille doit diminuer afin de ne pas déborder; pour ce faire, on procède à une opération de sniftage qui consiste à faire sortir du CO₂ de la bouteille par des robinets.

➤ Explosion de bouteilles :

Les bouteilles peuvent être explosées dans la soutireuse à cause du choc thermique entre quelques bouteilles qui arrivent de la laveuse avec une grande température et le CO₂ froid injecté dedans.

➤ Joints de raccordement :

Ce sont des fuites au niveau des joints de raccordements des tuyaux dans la soutireuse.

➤ Echangeur :

Lors du passage de CO₂ de l'état liquide à l'état gazeux, il se peut qu'une petite quantité de ce gaz soit perdue.

➤ Fuites:

Les fuites au niveau des canalisations de gaz ne sont pas seulement la cause d'une consommation de gaz accrue ; dans les pires cas, elles peuvent provoquer des explosions et des incendies. Elles sont souvent difficiles à détecter à l'œil.

Pour la matière première :

Avant la livraison, le CO₂ risque d'être contaminé par l'air atmosphérique, le transport, le stockage et les manipulations qui se répètent avant l'arrivée à l'usine de production.

Pour la main-d'œuvre :

Une erreur dans les paramètres de réglage du mixeur ou la soutireuse peut conduire à une grande consommation de CO₂.

6. Amélioration du rendement de CO₂

D'après le suivi qu'on a fait et les résultats qu'on a obtenus, nous avons constaté que la cause principale de perte de CO₂ est l'échappement causé par l'électrovanne au niveau du mixeur et aussi les fuites dans les conduites où circule ce gaz.

L'action qu'on a proposée afin de diminuer ces pertes et améliorer le rendement est de stocker le CO₂ perdu au niveau de l'électrovanne dans une cuve pour le réutiliser mais après un contrôle de qualité pour s'assurer que ce gaz est conforme.

En ce qui concerne les fuites, il est possible d'installer des appareils de détection de fuites (figure 24) suivi par des contrôles effectués par des techniciens.

Les fuites sont détectées en testant les points de connexion; par exemple les filetages, les raccords et les vannes.

Le détecteur de fuite de gaz séduit par sa manipulation aisée. Il peut être réglé sans aucun problème au moyen du bouton rotatif. Lors de la mesure, le détecteur de fuite de gaz émet une

alarme sonore et visuelle jaune quand on se rapproche de la fuite l'alarme LED passe au rouge. Grâce à la sonde de mesure flexible, on peut également accéder aux endroits difficilement accessibles et on peut ainsi localiser les fuites de gaz aisément dans les plus petites niches.



Figure 24 : appareil de détection des fuites.

Afin de connaître le gain apporté à l'entreprise en adoptant ces solutions, on a fait une estimation des pertes de gaz dans les fuites et l'échappement, et on a trouvé qu'elle est aux alentours de 60% de la quantité total perdue.

On a fait un calcul de rendement en éliminant ce pourcentage de pertes, pour les trois produits qui ont une valeur de rendement faible (Sprite 20 cl, Coca-Cola 20 cl et Hawaï tropical 30 cl). Les résultats obtenus sont les suivants :

La valeur moyenne des pertes pour ces trois produits est de 345 Kg, donc 60% de ces pertes correspond à 207 Kg. La valeur de la nouvelle quantité perdue sera 138 Kg.

Si on veut calculer le nouveau rendement on aura :

$$\begin{aligned} \text{La consommation théorique} &= 277 \text{ Kg} & \text{La consommation réelle} &= 415 \text{ Kg} \\ & & \Rightarrow \text{Rendement} &= 66,74\% \end{aligned}$$

On constate que la valeur du rendement a subit une augmentation de 20% à peu près.

Conclusion

Le fait d'avoir effectué un stage dans une société comme la CBGN nous a donné l'opportunité de rencontrer des gens qualifiés, d'acquérir plusieurs informations concernant le domaine professionnel et d'améliorer le travail en groupe.

Parmi les problèmes que la CBGN essaye de résoudre le faible rendement de CO₂ constaté lors de la production de ses boissons. Notre sujet avait pour but de réduire le taux de gaspillage et d'améliorer la consommation du CO₂ dans la ligne de production.

Dans un premier temps, nous avons commencé par faire un suivi du rendement de CO₂ selon le produit et la taille, et nous avons constaté que ce dernier subit une diminution pour les produits de petite taille.

Après avoir analysé les données relevées du problème, nous avons utilisé de nombreux outils qui nous ont permis de bien maîtriser la problématique; à savoir le diagramme de Pareto pour déterminer et identifier les produits qui engendrent une grande quantité du gaz perdu, ainsi que le diagramme de causes-effet afin de détecter les principales causes qui conduisent à un taux élevé de pertes dans la ligne de production qui sont l'échappement causé par l'électrovanne au niveau du mixeur et aussi les fuites dans les conduites où circule ce gaz.

Nous avons proposé comme actions à mettre en places, afin de réduire ces pertes et d'améliorer le rendement, le stockage du CO₂ perdu lors de l'échappement dans un réservoir pour le réutiliser et l'installation des appareils de détection des fuites. Ces actions doivent être appliquées et suivies afin de vérifier leurs efficacités sur le rendement.

Notre PFE avait pour nous un double bénéfice; Il nous a d'abord permis d'appliquer les connaissances théoriques acquises dans notre cursus et de vivre une expérience très enrichissante.

Annexes

Annexe 1 : Suivi du rendement de CO₂ pour les produits de grand tailles.

22/05/19		Produit : Hawaï Tropical 1L		
Heure	Nbr de bouteilles produites	Consommation théorique(Kg)	Consommation réelle(Kg)	Rendement(%)
De 8 h à 9h	4500	17,82	30	59,4
De 9h à 10h	5200	20,59	50	41,18
De 10h à 11h	6600	26,13	40	65,34
De 11h à 12h	6000	23,76	60	39,6
De 12h à 13h	7400	29,3	40	73,26
Total		117,6	220	53,45

Tableau 1: Suivi du rendement de CO₂ pour Hawaï Tropical (1L).

Annexe 2 : Suivi du rendement de CO₂ pour les produits de petites tailles.

27/04/19		Produit : Hawaï Tropical 30 cl		
Heure	Nbr de bouteilles produites	Consommation théorique(Kg)	Consommation réelle(Kg)	Rendement(%)
De 13 h à 14h	12000	14,25	40	35,62
De 14h à 15h	10000	11,88	40	29,70
De 15h à 16h	15500	18,41	60	30,68
De 16h à 17h	15000	17,82	40	44,55
De 17h à 18h	9800	11,64	40	29,10
Total		74	220	33,63

Tableau 2: Suivi du rendement de CO₂ pour Hawaï Tropical (30 cl).

15/05/19		Produit : Schweppes Tonic 30 cl		
Heure	Nbr de bouteilles produites	Consommation théorique(Kg)	Consommation réelle(Kg)	Rendement(%)
De 8h à 9h	5600	13,3	20	66,52
De 11h à 12h	6000	14,25	20	71,28
De 13h à 14h	6000	14,25	20	71,28
De 16h à 17h	11800	28,04	50	56,07
De 17h à 18h	13300	31,6	50	63,2
Total		101,44	160	63,4

Tableau 3: Suivi du rendement de CO₂ pour Schweppes Tonic (30 cl).

26/04/19		Produit : Pom's 30 cl		
Heure	Nbr de bouteilles produites	Consommation théorique(Kg)	Consommation réelle(Kg)	Rendement(%)
De 8h à 9h	6400	13,30	20	66,50
De 9h à 10h	8500	17,67	20	88,35
De 10h à 11h	8300	17,25	20	86,25
De 11h à 12h	4900	10,18	20	50,90
De 16h à 17h	5000	10,39	40	25,98
Total		68,79	120	57,32

Tableau 4: Suivi du rendement de CO₂ pour Pom's (30 cl).

23/04/19	Produit : Sprite 30 cl			
Heure	Nbr de bouteilles produites	Consommation théorique(Kg)	Consommation réelle(Kg)	Rendement(%)
De 9h à 10h	13900	30,11	50	60,22
De 11h à 12h	12300	26,65	40	66,62
De 12h à 13h	12800	27,73	50	55,46
De 13h à 14h	9520	20,62	40	51,56
De 14h à 15h	13280	28,77	40	71,93
Total		133,88	220	60,85

Tableau 5: Suivi du rendement de CO₂ pour Sprite (30 cl).

06/04/19	Produit : Coca-Cola 20 cl			
Heure	Nbr de bouteilles produites	Consommation théorique(Kg)	Consommation réelle(Kg)	Rendement(%)
De 7 h à 8h	3300	4,81	30	16,04
De 9 h à 10h	6800	9,91	30	33,05
De 12h à 13h	10500	15,31	30	51,04
De 16h à 17h	7050	10,28	30	34,27
De 17 h à 18 h	12500	18,22	170	10,72
Total		58,53	290	20,18

Tableau 6: Suivi du rendement de CO₂ pour Coca-Cola (20 cl).

BIBLIOGRAPHIE :

- www.fr.coca-colamaroc.ma (le 29/04/2019)
- <https://www.testo.com> (le 31/05/2019)
- www.CBGN.com (le 03/05/2019)
- www.lavieeco.com (le 14/06/2019)
- <http://fr.le360.ma/economie> (le 14/06/2019)
- Documents internes de la CBGN.