



Année Universitaire : 2011-2012

## **Filière ingénieurs Industries Agricoles et Alimentaires**



### **Rapport de stage PFE**

*Assurance qualité des lignes de production au niveau des  
mixeurs-soutireuses*

**Réalisé par:**

**DURAND Hermance Priscine**

**Encadré par:**

- Mr.BENJALLIK Driss      C.B.G.N.
- Mr.LHASSANI Abdelhadi      FST Fès

**Présenté le 26 Juin 2012 devant le jury composé de:**

- P<sup>f</sup>. LHASSANI Abdelhadi
- P<sup>f</sup>. LAMCHARFI Elhadi
- P<sup>f</sup>. KHALIL Fouad
- P<sup>f</sup>. SEFRIQUI Samira

**Stage effectué à : la Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord (C.B.G.N.)**

**Stage effectué à: C.B.G.N. (Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord)**



**Filière ingénieurs  
Industries Agricoles et Alimentaires**

**Projet de Fin d'Etudes pour l'obtention du Diplôme d'ingénieur en Industries Agricoles  
et Alimentaires (IAA)**

**Nom et prénom: DURAND Hermance Priscine**

**Année Universitaire : 2011/2012**

**Titre: Assurance qualité des lignes de production au niveau des mixeurs-soutireuses**

**Résumé**

Ce rapport s'est beaucoup plus basé sur l'assurance qualité au niveau de mixeur et soutireuse de chaque ligne pour en faire le suivi, détecter les non-conformités, proposer des actions correctives, procéder à la vérification des actions correctives déjà existantes au sein de la société. Ce suivi regroupant à la fois le coté technique (la capacité) et le coté sanitaire (nettoyage et sanitation) des mixeurs-soutireuses a été effectué en utilisant comme méthode la roue de Deming afin de mieux structurer le travail. Ainsi donc concernant la SPC les non-conformités constatés ont été corrigés tandis que pour le nettoyage/sanitation la question d'améliorer le process sera effective en effectuant un suivi rigoureux des analyses ayant trait au traitement de l'eau.

Tout ceci a été effectué afin de mieux répondre à l'assurance qualité des produits finis qu'imposent les exigences, mais aussi d'accompagner la société dans sa politique d'amélioration continue.

**Mots clés: SPC, ligne de production, nettoyage et sanitation, assurance qualité**



## *Dédicaces*

*Je dédie cet ouvrage à mes parents qui n'ont eu de cesse de me soutenir dans mes études et de tout mettre en œuvre afin que je puisse mener à bien mon travail.*

*A tous mes professeurs qui ont eu à m'encadrer au cours de mon cursus et qui ont contribué à faire de moi l'ingénieur que je suis aujourd'hui.*

*A tous mes amis et proches qui de près ou de loin m'ont apporté leur aide.*

*Ce travail est le témoignage de ma gratitude à votre égard.*



## *Remerciements*

*Je tiens à remercier Monsieur EL KHAOUTI Directeur de la C.B.G.N. pour le stage effectué au sein de la société, j'en profite pour adresser mes remerciements à mon encadrant Mr Driss BENJALLIK pour tout le savoir et savoir-faire inculqués et qui ont été nécessaire pour le bon déroulement de mon projet de fin d'études.*

*Je tiens en outre à remercier le responsable du laboratoire Mr. Fahmi EL KHAMMAR ainsi que tout le personnel du laboratoire, toute l'équipe de production pour l'accueil et la convivialité qui à régné tout au long de ce stage.*

*Sur cette même lancée mes remerciements vont à l'endroit de :*

*-Mon encadrant Mr le professeur LHASSANI Abdelhadi pour sa disponibilité et tout l'intérêt porté à mon rapport.*

*-Les membres du jury composé de :*

*LAMCHARFI Elhadi, KHALIL Fouad, SEFRIOURI Samira, EL GHACHTOULI Naima qui ont accepté de faire partie de ce jury.*

*Je ne saurais finir sans témoigner ma gratitude au tout puissant.*



## *Liste des abréviations*

**N/S** : Nettoyage/sanitation

**SPC** : Statistical Process Control signifie en français Maîtrise statistique des processus

**C.net** : Contenu net

**PET** : Polyéthylène téréphtalate

**LSI** : Limite de Spécification Inférieur

**LSS** : Limite de Spécification Supérieur

**LV1** : Ligne de verre 1

**LV 2** : Ligne de verre 2

**PET 1** : Ligne de PET 1

**PET 2** : Ligne de PET 2

**HACCP**: Hazard Analysis Critical Control Point

**CCP**: Critical Control Point

**NTU**: Nephelometric Turbidity Units

**NEP** : Nettoyage en Place



## SOMMAIRE

Dédicace

Remerciements

<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	1
Chapitre 1: Présentation de la C.B.G.N.....	2
I – Historique.....	3
II- Activités de la C.B.G.N.....	3
III- Organigramme de la société.....	4
IV- Description du service laboratoire .....	5
Chapitre 2 : Description de la chaîne de production .....	6
I- Les étapes préalables en amont de la ligne de production .....	7
I-1- Traitement de l'eau .....	8
I-2- Préparation du sirop.....	9
I-3- Nettoyage et sanitation .....	10
II- Les étapes de la mise en bouteille .....	12
II-1- Processus de production des lignes de verre .....	12
II-2- Processus de production des lignes de PET .....	14
Chapitre 3 : Matériel et méthodes .....	15
I – Objectifs .....	16
II_ Matériels .....	16
III- Méthodes.....	16
III-1- Méthodologie générale .....	16
III-2- Méthodologie appliquée à l'étude SPC de l'ensemble mixeur-soutireuse .....	17
III-3- Méthodologie appliquée au suivi du nettoyage et sanitation.....	27
IV- Bilan partiel .....	36
Chapitre 4: Résultat et discussion.....	37
I- Résultats.....	38
I-1- Exploitation des données de la spc après correction .....	38
I-2- Interprétation des données du suivi du nettoyage et sanitation .....	43
II- Discussion .....	47
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	<b>48</b>
Références bibliographiques.....	49
Annexe.....	50

### Liste des tableaux

Tableau 1 : Les différents types de nettoyage et sanitation.....	11
Tableau 2 : Les spécifications et valeurs cibles.....	19
Tableau 3 : CpK des différentes lignes de production (Mois de Février).....	20
Tableau 4 : Recueil des données SPC ligne de verre1 du mois de Février.....	21
Tableau 5 : CpK des différentes lignes de production (Mois de Mai).....	23



Tableau 6 : Recueil des données de la SPC de la ligne de PET 1(mois de Mai) .....	24
Tableau 7 : Barème de gravité.....	28
Tableau 8 : Barème de fréquence.....	28
Tableau 9 : Normes du process du nettoyage/sanitation .....	29
Tableau 10: Suivi du nettoyage/sanitation des mois Mars-Avril .....	30
Tableau 11: Résultats microbiologique après nettoyage/sanitation .....	31-32
Tableau 12 : Résultats du nombre de microorganismes observés .....	33
Tableau 13 : Les étapes à risque du traitement de l'eau .....	34
Tableau 14 : Recueil des données SPC ligne de verre 1 après correction .....	39
Tableau 15 : Recueil des données SPC de la ligne PET 1 après correction.....	41
Tableau 16 : Suivi du nettoyage/sanitation au mois de Mai.....	43
Tableau 17 : Résultats microbiologiques après nettoyage/sanitation du mois de Mai.....	44
Tableau 18: Résultats du nombre de microorganismes observés au cours du mois de Mai...44	
Tableau 19 : Résultats de la turbidité de l'eau.....	45
Tableau 20: Résultats microbiologiques des différents filtres.....	46

### Liste des photos

Photo 1.....	18
Photo 2.....	18

### Liste des figures

Figure 1 : Schéma récapitulatif des lignes de production.....	7
Figure 2 : Circuit du traitement de l'eau.....	8
Figure 3 : Les étapes de la préparation du sirop simple.....	9
Figure 4 : Schéma du système de nettoyage et sanitation.....	10
Figure 5 : Processus du lavage des bouteilles.....	12
Figure 6 : Tracé du contenu net de coca-cola 1L -LV1-(avant correction) .....	22
Figure 7 : Carte de contrôle coca-cola 1L-LV1-(avant correction).....	22
Figure 8 : Tracé du contenu net de Hawai tropical 2L-PET1-(avant correction).....	25
Figure 9: Carte de contrôle contenu net de Hawai tropical -PET1- (avant correction).....	25
Figure 10 : Arbre des causes.....	26
Figure 11 : Diagramme d'Ishikawa.....	33
Figure 12 : Histogramme des dangers.....	35
Figure 13 : Qualification du procédé selon l'indice CpK-.....	38
Figure 14 : Tracé du contenu net de coca-cola 1L-LV1-(après correction).....	40
Figure 15 : Carte de contrôle du contenu de coca-cola 1L-LV1-(après correction).....	40
Figure 16 : Tracé du contenu net Hawai tropical 2L-PET1- (après correction) .....	42
Figure 17 : Carte de contrôle contenu net Hawai tropical 2L-PET1- (après correction).....	42

### Organigramme

Organigramme de la société.....	4
---------------------------------	---



*Université Sidi Mohammed Ben Abdellah*  
*Faculté des Sciences et Techniques de Fes*  
[www.fst-usmba.ac.ma](http://www.fst-usmba.ac.ma)



## *Introduction générale*

Une boisson gazeuse encore appelé soda est comme son nom l'indique une boisson sucrée généralement gazeuse faite d'eau, de sucré ou édulcorant et de différents types d'extrait de plantes ou d'arômes. Depuis sa conception et commercialisation elle n'a cessé de s'améliorer et de se diversifier offrant ainsi une large gamme de produit que bon nombres d'entreprises se chargent d'entretenir au prix de beaucoup d'efforts afin de se démarquer. Au nombre de ces entreprises qui ont acquis cette notoriété dans la commercialisation des boissons gazeuses, nous avons The CocaCola Company.

The Coca-Cola Company est l'une des plus grandes sociétés mondiales dans les boissons non alcoolisées et l'une des plus importantes sociétés américaines. Avec son siège à Atlanta en Géorgie, elle est surtout connue pour son produit phare, le Coca-Cola qui tire son nom de sa première composition : la feuille de coca et l'utilisation de noix de kola. En général, la Coca-Cola Company (TCCC) et ses filiales produisent juste le concentré de sirop qui est ensuite vendu à différents embouteilleurs à travers le monde et qui détiennent une franchise Coca-Cola. Au nombre de ses nombreux embouteilleurs installés un peu partout dans le monde, nous avons la NABC National Bottling Compagny groupe dont fait partie la C.B.G.N. « la compagnie des boissons gazeuses du nord ».

La compagnie de part sa mission œuvre pour le développement et la commercialisation des boissons gazeuses dans la région de Fès et ses alentours. Compte tenu de cette notoriété elle s'applique au respect des différentes normes ISO dont les plus récentes sont l'ISO22000 et le PAS220. Consciente des responsabilités qu'impliquent ces différentes accréditations, elle se lance dans la chasse aux imperfections pour pouvoir assurer en tout temps la performance et ainsi assurer la qualité des boissons produites. C'est dans cette vision des choses que la nécessité de jeter un regard beaucoup plus approfondi sur l'ensemble mixeur-soutireuse de toutes les lignes de production s'est fait ressentir. Ce droit de regard permettra non-seulement d'analyser la performance des machines mais aussi et surtout de rendre compte de leurs salubrité et innocuité grâce aux traitements de nettoyage et sanitation qui y sont assurés afin de répondre pleinement aux exigences qu'imposent les directives de la norme ISO 22000, mais aussi de pouvoir assurer en toute quiétude la fabrication des boissons gazeuses pendant la haute saison de production qui s'annonce déjà. Ainsi donc la rédaction du projet de fin d'études aura pour cheminement, une brève présentation de la société ; les différentes opérations indispensable à l'obtention du produit fini et ce depuis la réception de la matière auxquels succèderont le suivi et l'analyse des mixeurs et soutireuses ; travail qui s'inscrit dans la politique d'amélioration continue de la société.

# Chapitre 1: Présentation de la C.B.G.N.

## ***I- Historique***

La boisson gazeuse «Coca-cola» a été inventé le 8 mai 1886 par le pharmacien J.S. PEMBERTON à Atlanta en Géorgie. Cependant les premières caisses de Coca-cola sont arrivées au Maroc au cours de l'année 1947 par l'intermédiaire de l'armée américaine qui disposait d'un contingent sur la ville de Tanger pendant la seconde guerre mondiale. Le succès de cette boisson a été le point de départ de sa production à travers différents sites stratégiques du pays ainsi on dénombre : la Société Centrale des Boissons Gazeuses (SCBG) pour Casablanca et Rabat ; l'Atlas Bottling Company pour Tanger et Oujda, la Compagnie des Boissons Gazeuses du Sud pour la ville de Marrakech (CBGS), pour la ville d'Agadir il s'agit de la Société des Boissons Gazeuses du Souss (SBGS) et enfin la Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord pour la ville de Fès (CBGN).

Ce dernier a débuté ses activités en 1952 en tant que embouteilleur franchisé de la compagnie coca-cola, par la suite elle s'est dotée en 1971 d'une nouvelle unité située au quartier industriel Sidi Brahim ; et en 1992 elle a ouverte pour la mise sur pied de la ligne de production des bouteilles plastiques PET. De part ses nombreuses actions, son chiffre d'affaire la C.B.G.N.bénéficie d'une ancienneté et d'une notoriété parmi les embouteilleurs de « coca-cola Holding ».

## ***II- Activités de la CBGN***

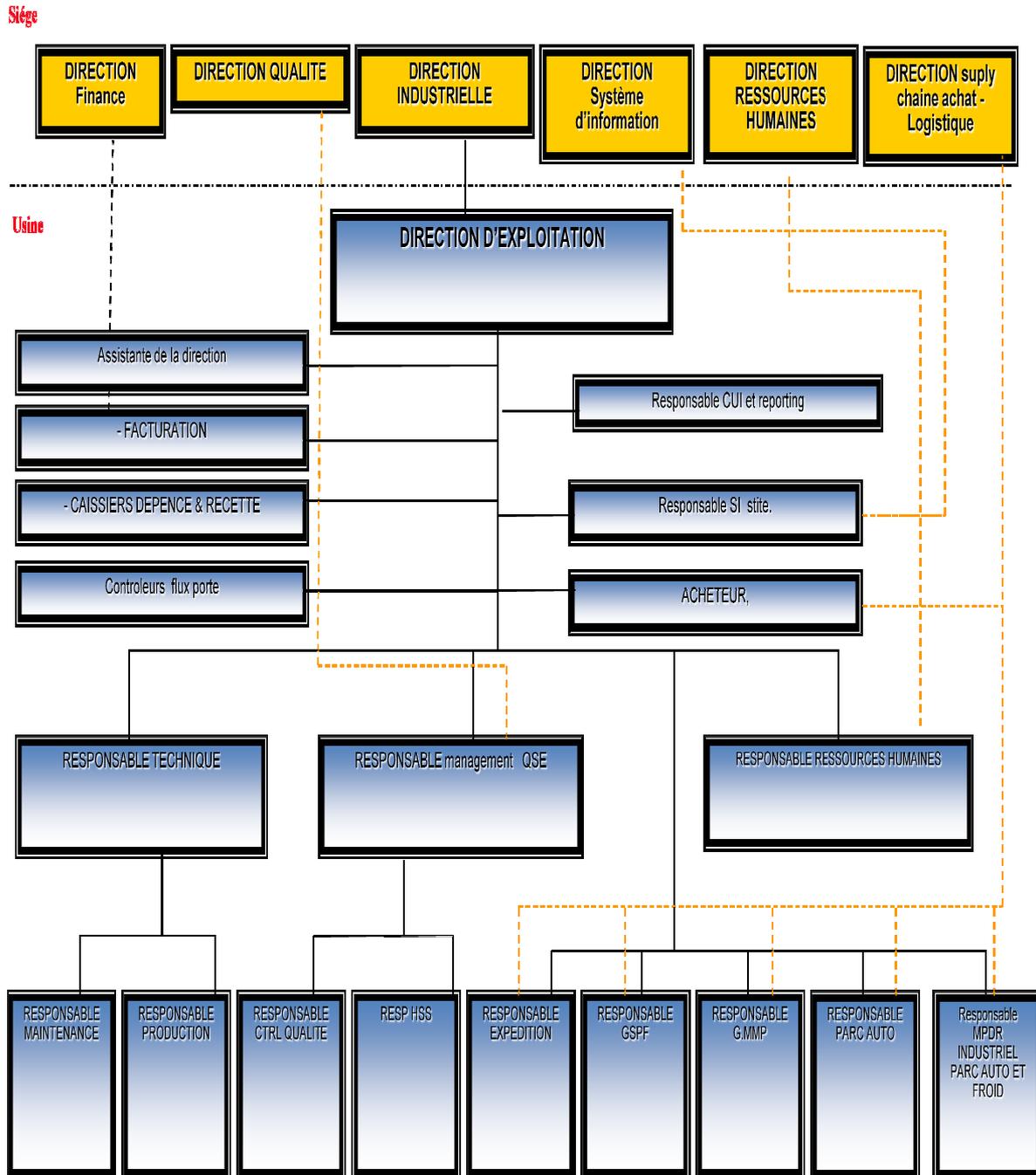
L'activité de la société est autant industrielle que commerciale, elle se charge de la production des boissons gazeuses du nord et de la distribution dans son territoire assigné.

Elle fabrique des boissons gazeuses de différents types (Coca-Cola, Fanta, Hawaï... etc.), formes (PET et verre), et de différents volumes (20, 25, 35, 35.5, 100, 150 et 200cl).

En plus de la commercialisation de ses propres produits, la CBGN commercialise aussi les eaux de table (CIEL et BONAQUA), Coca-Cola light, Coca-Cola zéro et d'autres boissons gazeuses de formes PET et canettes, Miami, qui sont achetés chez d'autres embouteilleurs appartenant au même groupe NABC.

### III- Organigramme de la société

L'organigramme de la société se présente comme suit :



#### **IV- Description du service laboratoire**

Le laboratoire de la C.B.G.N. est avant tout un laboratoire bien équipé disposant du matériel nécessaire aux différentes analyses. A cet effet mon stage dans ce service a été l'occasion de mettre en pratique certaines analyses qualité concernant surtout les boissons gazeuses. Ce service comporte entre autre :

\_ L'unité de microbiologie où sont réalisées toutes les analyses microbiologiques liées à la production des boissons tel que l'analyse de l'eau traitée, des filtres, du produit fini, de l'air comprimé nécessaire au convoyage des PET, l'air ambiant de la siroperie et bien d'autres.

\_L'unité de métrologie qui a en charge l'étalonnage de tous les appareils de la société pour pouvoir rendre effectif l'assurance de la qualité des mesures. En effet la métrologie est un outil indispensable de la qualité car elle sert de base permettant d'apprécier la justesse des résultats lors des différentes analyses effectuées par les machines.

\_ L'unité de contrôle à la réception : qui à pour objectif le contrôle de la matière première, ainsi que tous les composants tel que les préformes, les bouchons, les étiquettes.

\_ L'unité d'analyse des produits finis ayant pour rôle le contrôle et le suivi du produit fini tout au long de la production.

Le service de laboratoire est en contact direct avec tous les autres services car ils sont interdépendants du fait que l'unité de traitement de l'eau, la siroperie, le service de production travaillent en étroite collaboration avec le laboratoire.

Ainsi donc de part la description faite du laboratoire, il convient alors d'effectuer une description du processus de production de la C.B.G.N. afin de mieux cerner le rôle et l'importance des tâches que réalisent quotidiennement ce service

## Chapitre 2: Description de la chaîne de production

A la C.B.G.N. le processus de production renferme plusieurs autres procédés qui aboutissent à l'obtention du produit fini qu'est la boisson gazeuse embouteillée et ce depuis la réception de la matière première. Ainsi donc on peut les diviser en deux grandes étapes qui sont :

- \_ Les étapes préalables en amont
- \_ Les étapes de la mise en bouteille

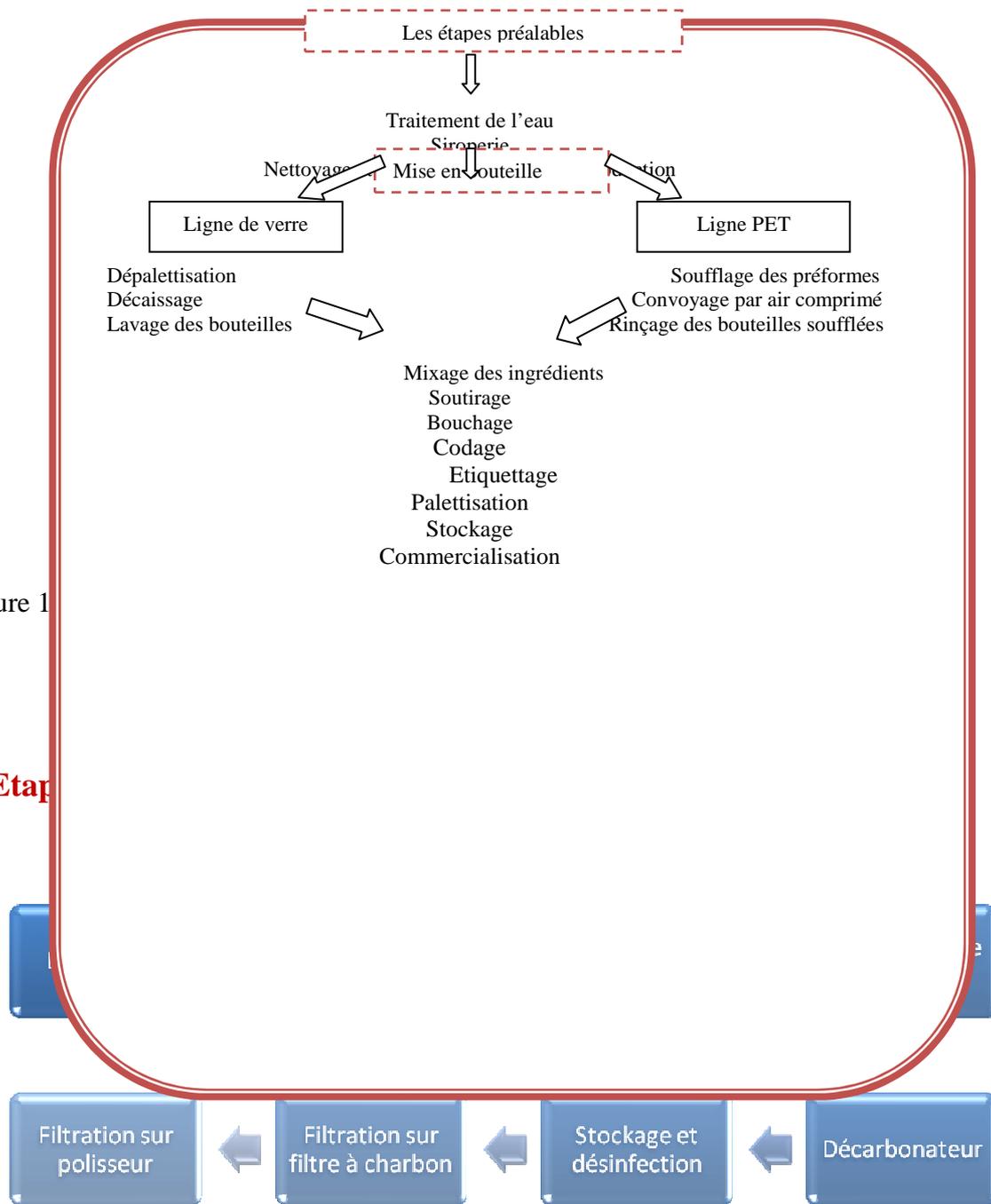


Figure 1

## I- Etape

Figure 2 : Circuit du traitement de l'eau

L'eau de ville est stockée dans un bassin de 200m<sup>3</sup> pour subir une désinfection avec l'eau chlorée de concentration comprise entre 1et 3 ppm. L'eau stockée et désinfectée subie une injection de sulfate d'alumine pour coagulation suivie d'une floculation.

Une fois coagulée et floculée, elle passe à travers le filtre à sable pour la rétention des matières en suspension, puis passe à travers le décarbonateur qui a pour rôle de capter les hydroxydes, les carbonates et le bicarbonate et ainsi réduire l'alcalinité de l'eau.

N.B. : Lorsque la résine est saturée, la régénération se fait avec HCl concentré.

Cette eau débarrassée de son alcalinité est ensuite stockée et désinfectée une seconde fois à l'aide de l'eau de javel (1 à 3 ppm) dans un bassin pour éliminer les agents pathogènes.

Le passage sur filtre à charbon se fait grâce à l'un des trois filtres pour la destruction totale du chlore pour finir nous avons le passage à travers le filtre polisseur encore appelé filtre de sécurité et qui retient tous grains de charbon provenant du filtre à charbon.

N.B. : Le filtre polisseur contient des cartouches ayant une plus faible porosité que celle du filtre à charbon. C'est l'étape finale du traitement de l'eau, qui pourra être utilisée pour la boisson ou le sirop.

## I-2- Préparation du sirop

Nous avons le sirop simple et le sirop fini.

Le sirop simple provient du sucre granulé réceptionné, contrôlé et versé dans le trémi (contient un filtre). Le sucre est acheminé au niveau du silo puis passe à travers le contimol. Ce contimol est composé d'éléments tels que : le filtre, la pompe mixeur, le visio-brix, le poste de dissolution, le pasteurisateur, et l'échangeur thermique.

En effet dans le poste de dissolution, un mélange de sucre et d'eau tiède à lieu à une température de 60°C. Ensuite ce mélange passe à travers un filtre, puis par la suite dans le visio-brix pour déterminer la concentration en sucre de la solution (brix) pour ensuite être pasteurisé. La pasteurisation à lieu à une température comprise entre 80° et 85°C. Par la suite on a le passage dans la cuve de réaction pendant 30 minutes, suivi de la filtration à plaques décroissantes composées de célite qui sert à l'élimination du charbon actif. Puis après passage dans le filtre à poche ; le sirop doit être refroidi à 22+\_3°C grâce à l'échangeur thermique (l'échange thermique se fait grâce à de l'eau glycolée) pour y être stockée dans des cuves.

Voici ci-dessous le schéma récapitulatif :

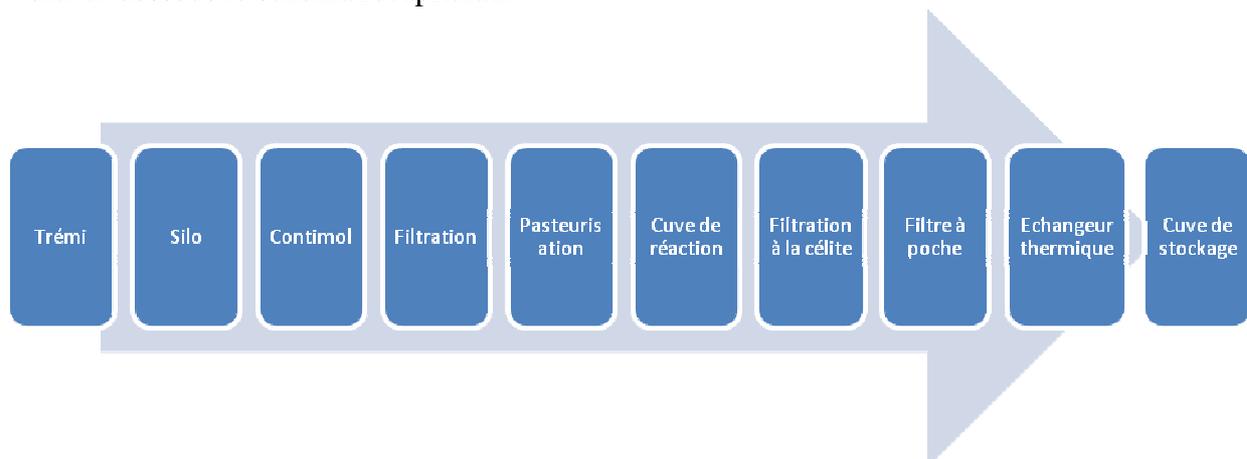


Figure 3 : Les étapes de la préparation du sirop simple

Une fois ces étapes réalisées, il devient alors aisé d'obtenir du sirop fini car ce dernier n'est rien d'autre que le sirop simple auquel on a ajouté de l'eau, les ingrédients et arômes spécifiques à la préparation de chaque boisson selon des procédures opératoires bien étayées.

N.B. : La durée de stockage du sirop simple dans les cuves est de 24 h.

### I-3- Nettoyage et sanitation

#### I-3-1- Définition

Le nettoyage et sanitation des lignes de production est un process important, car il est avant tout un ccp (point de contrôle critique) et de plus il est indispensable pour assurer la qualité des boissons produites et ainsi éviter toute contamination alimentaire.

Le nettoyage et sanitation a pour objectif la propreté des équipements notamment l'ensemble mixeur- soutireuse ainsi que toutes les canalisations en rapport avec les boissons. Cette opération constitue le second axe de ce rapport car il est avant tout une étape très importante participant à l'innocuité du produit final, les robinets et canules de soutirage sont en contact direct avec la boisson et peuvent constituer un lieu privilégié de prolifération des microorganismes.

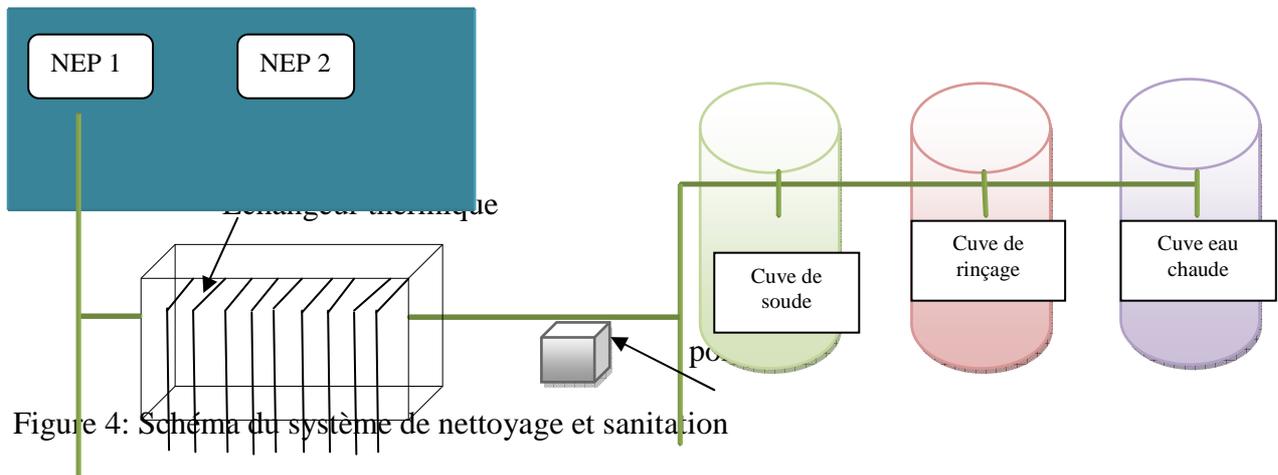


Figure 4: Schéma du système de nettoyage et sanitation

#### I-3-2- Les différents types de nettoyage et sanitation

Il existe quatre types de nettoyages/sanitation qui sont appliqués en fonction du passage d'un produit à un autre. Ce sont :

Tableau 1: Les différents types de nettoyage et sanitation

3C (Eau chaude)	Le rinçage avec de l'eau traitée
	Sanitation avec de l'eau chaude à 85°C pendant 15 minutes
	Rinçage et refroidissement avec de l'eau traitée
3S(Soude chaude)	Rinçage avec de l'eau traitée.
	Nettoyage et sanitation avec de la soude (2%) à 85°C pendant 15 minutes.

Les 4 types de nettoyage et sanitation		Rinçage et refroidissement avec de l'eau traitée jusqu'à élimination de la soude.
	5E (soude et eau chaude)	Rinçage avec de l'eau traitée
		Nettoyage avec de la soude caustique chaude (2%) à 75°C pendant 15 minutes
		Rinçage avec de l'eau traitée
		Sanitation avec de l'eau chaude à T° de 85°C pendant 15 minutes.
		Rinçage avec de l'eau traitée froide
	6 E (5 E et désinfectant)	Rinçage avec de l'eau traitée
		Nettoyage avec la soude caustique chaude (2%) à 75°C pendant 15 minutes
		Rinçage avec de l'eau traitée
		Sanitation avec de l'eau chaude à 85°C pendant 15 minutes.
		Sanitation avec désinfectant (oxonia 0.5%, chlore 8ppm)
		Rinçage avec de l'eau traitée froide.

C= Eau chaude ; S= Soude ; E= Etapes

## II\_ Les étapes de la mise en bouteille

### II\_1\_ Processus de production des lignes de verre

#### 1<sup>ère</sup> étape : Dépalettisation

Les caisses sont acheminées par des convoyeurs vers la deviseuse (cas des bouteilles de grandes tailles). Avant la deviseuse, les bouteilles vides subissent un tri pour éliminer toute bouteille étrangère, ébréchée ou contenant un corps étranger.

#### 2<sup>ème</sup> étape : Décaissage

Cette étape est réalisée au moyen d'une machine contenant des ventouses et qui fonctionne avec de l'air comprimé ; par le serrage sur le bout des bouteilles elle parvient à les mettre sur un convoyeur inoxydable vers la laveuse.

#### 3<sup>ème</sup> étape : Lavage des bouteilles

La laveuse contient des panneaux, chaque panneau contient des alvéoles pour transmettre les bouteilles vers un premier bain préparatoire pourvu d'un convoyeur inoxydable pour l'élimination de tout résidu contenu dans la bouteille. Le but de cette élimination est de ne pas

contaminer les autres baigns. Les bouteilles passent vers le 1<sup>er</sup> bain de soude à 70°C puis ensuite dans le 2<sup>ème</sup> bain.

Pour débarrasser les bouteilles lavées de tout résidu de NaOH, les bouteilles nécessitent un rinçage à travers trois baigns d'eau chaude à des températures successivement décroissantes afin de lutter contre le choc thermique. Le rinçage final a lieu avec de l'eau adoucie et chlorée à une concentration comprise entre 1 et 3mg/L permettant ainsi de garantir la stérilisation des bouteilles lavées.

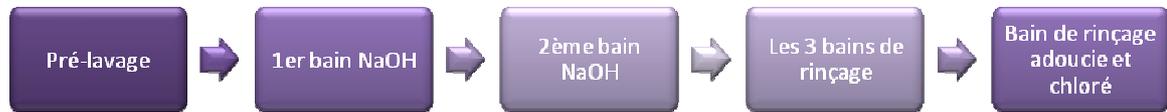


Figure 5 : Processus du lavage des bouteilles

4<sup>ème</sup> étape : Inspection des bouteilles lavées

Les bouteilles lavées subissent deux types d'inspection : inspection visuelle et électronique

La première est faite juste à la sortie des laveuses par des personnes habilitées charger d'éliminer les bouteilles ébréchées, étrangères ou contenant tout résidu tandis que la deuxième est une inspection électronique qui vient enrichir la première inspection.

Cette inspection est réalisée par le passage à travers une machine équipée de caméra de surveillance permettant d'éliminer tout défaut, de même elle donne un signal empêchant ainsi le trajet de la bouteille vers la soutireuse.

5<sup>ème</sup> étape : La préparation de la boisson au niveau du mixeur

Le sirop fini et l'eau traitée sont mélangés dans des rapports de dilution bien définis. Ce mélange subit une injection de CO<sub>2</sub> à basse température pour donner la boisson.

6<sup>ème</sup> étape: Soutirage

Les bouteilles lavées, inspectées sont remplies au niveau de la soutireuse.

7<sup>ème</sup> étape : Bouchage

Cette étape consiste à fermer les bouteilles afin d'éviter toute contamination du produit fini.

8<sup>ème</sup> étape : Codage

A l'aide d'un dateur l'on inscrit la date de production, la date de péremption, l'heure et la minute ainsi que le code de la ville et celui de la ligne sur le bouchon, la capsule ou sur les bouteilles de PET.

9<sup>ème</sup> étape : Inspection visuelle des bouteilles pleines

Les bouteilles subissent une autre inspection par des personnes aptes visuellement pour éliminer toute bouteille remplie en excès ou en défaut.

10<sup>ème</sup> étape : Etiquetage

Les bouteilles subissent un étiquetage (sauf coca cola) au niveau de l'étiqueteuse. La collerette et l'étiquette contenant des informations sur le produit. La collerette et l'étiquette sont mises dans des chariots séparés. Lorsqu'ils entrent en contact avec des palettes contenant de la colle à la température ambiante, ils subissent l'action des fourchettes qui ont pour but de maintenir l'étiquette et la collerette collées à la bouteille.

11<sup>ème</sup> étape : Encaissage

Les bouteilles pleines inspectées et étiquetées sont mises dans des caisses pour le stockage et la commercialisation après avoir assuré les résultats microbiologiques.

## II\_ 2\_ Processus de production des lignes PET (Poly Ethylène Téréphtalate)

1<sup>ère</sup> étape : Le soufflage des préformes

La future bouteille soufflée existe déjà sous forme d'une préforme. Les préformes réceptionnés sont mises dans des octabins, puis dans un trémi et sont par la suite transférés de l'élevateur à l'orientateur.

Les préformes sont orienté vers les fours pour subir une deuxième orientation et être ensuite chauffés à une température de 186°C à l'exception du boulon. Cette étape est suivi par une troisième orientation à la sortie du four puis maintient par des pinces pour les placer dans les moules. Il s'en suit l'enfoncement de la préforme molle vers le fond de la moule par la tige inoxydable pour prendre la forme du moule en subissant successivement une pression de 40 bar et un refroidissement intégré.

2<sup>ème</sup> étape : Le convoyage des bouteilles soufflées

Les bouteilles soufflées sont acheminées par des convoyeurs stériles à air comprimé.

3<sup>ème</sup> étape : Le rinçage

Les bouteilles soufflées sont rincées au niveau de la rinceuse avec de l'eau traitée et chlorée.

4<sup>ème</sup> étape : Le mixage des ingrédients

La préparation de la boisson, le soutirage le capsulage, le codage et l'étiquetage sont identiques à celui de la ligne de production des bouteilles en verre.

Par contre les dernières étapes consistent à la mise en pack et à la palettisation des bouteilles à l'aide d'un film plastique sur une bande rouleuse pour pouvoir être stockées et commercialisées bien évidemment après confirmation des résultats microbiologiques.

## Chapitre 3: Matériel et méthodes

## I- Objectifs

Ce travail repose essentiellement sur deux axes qui ont pour point commun d'assurer l'innocuité et la qualité du produit fini :

- \_ Le suivi de la capacité des mixeurs-soutireuses et leur fiabilité à répondre aux spécifications lors du soutirage.
- \_ Le suivi du nettoyage et sanitation des lignes de production afin d'évaluer l'efficacité du traitement appliqué à l'ensemble mixeur-soutireuse par analyse des résultats microbiologiques.

## II- Matériels

Pour réaliser ce travail, on dispose de matériels suivants :

- \_ Le mixeur
- \_ La soutireuse
- \_ Les canalisations: lieu de transfert des sirops de la salle de siroperie à la salle de production.
- \_ Cuve de soude de capacité 10000L
- \_ Cuve de rinçage de capacité 10000L
- \_ Cuve chaude de capacité 10000L
- \_ Machine automatisée Van der Molen

## III- Méthodes

### III-1- Méthodologie générale

La méthodologie générale repose sur l'application du modèle de la roue de Deming aux deux axes précités de ce travail.

En effet la roue de Deming a été privilégiée dans ce cas-ci puisqu'elle représente l'outil adéquat qui permettra de poursuivre de façon judicieuse aussi bien l'étude SPC que le suivi du nettoyage/sanitation.

#### III-1-1- Définition de la roue de Deming

La roue de Deming encore appelée PDCA (Plan-Do-Check-Act) est une méthode et à la fois un outil qualité permettant de repérer avec simplicité les étapes à suivre pour améliorer la qualité dans une entreprise. Cette méthode est composée de quatre étapes qui s'enchaînent pour former un cercle vertueux. De plus, sa mise en place favorise sans cesse l'amélioration de la qualité du produit.

- Plan : permet d'identifier le problème, rechercher la ou les cause(s) puis de planifier l'action à réaliser.
- Do : signifie réaliser, mettre en œuvre les actions à mener.
- Check : Contrôler, vérifier effectuer des comparaisons des résultats obtenus et pour finir
- Act : Agir, corriger, et améliorer la solution mise en place. Cette étape peut aboutir à un nouveau projet à effectuer, donc une nouvelle planification à établir et ainsi de suite ce qui contribue et constitue le principe même de l'amélioration continue.

#### III- 1-2- Intérêt de la roue de Deming

L'utilisation de cet outil ou méthode permet de mieux structurer notre démarche de suivi et de vérification des mixeurs et soutireuses. Cette vision d'organisation du travail permettra de

mieux appréhender les difficultés et facilitera la compréhension, l'enchaînement des différentes étapes nécessaires à l'obtention des résultats et la prise de décision face aux situations présentées. De ce fait suivant cette logique nous serons amenés à procéder au suivi aussi bien de la spc que du nettoyage/sanitation pour détecter et identifier les problèmes survenus, émettre des actions correctives, procéder à leur mise en place, ensuite vérifier l'influence de ces actions correctives et par conséquent conclure à une amélioration effective ou à une reconduction de l'étude et cela à travers un nouveau projet de PDCA.

### III-2- Méthodologie spécifique appliquée à l'étude SPC de l'ensemble mixeur-soutireuse III-2-1- Définition

La Maitrise Statistique des Procédés est une technique de pilotage des procédés associant des outils statistiques et la manière de les mettre en œuvre. Elle a pour but :

- De maîtriser l'ensemble des facteurs composant un procédé de fabrication pour en améliorer la performance globale
- De s'assurer que la qualité du produit est conforme aux spécifications techniques.

L'intérêt de cette pratique est de permettre à l'entreprise d'être capable d'utiliser des outils statistiques pour piloter et contrôler le maintien dans les limites fixées par les spécifications. Cette pratique se base sur:

- La mesure des capacités des machines permet de savoir si un procédé est capable ou non, c'est-à-dire s'il ne produit pas de pièce hors tolérance ou s'il entraîne des pertes. Pour cela on compare l'intervalle de tolérance à la performance du procédé en calculant le Cp (*capabilité du procédé*) le Cpk (*capabilité centrée du procédé*) permet de quantifier le décentrage des mesures par rapport aux valeurs attendues.
- Le suivi et le pilotage des procédés industriels en faisant appel aux cartes de contrôle.

#### III\_2\_2\_ Les différents Calculs

Le calcul du Cp s'obtient à partir de la formule suivante :  $C_p = \frac{LSS - LSI}{6\sigma}$

Avec : LSS= Limite de Spécification Supérieure

LSI= Limite de Spécification Inférieure

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{y})^2}{(n-1)}}$$

l'écart-type de formule :

Le CpK quant à lui est obtenu d'après la formule suivante :

$CpK = \min \{ CpK_{\min} ; CpK_{\max} \}$

Avec :  $CpK_{\max} = \frac{LSS - \bar{y}}{3\sigma}$  et  $CpK_{\min} = \frac{\bar{y} - LSI}{3\sigma}$

$\bar{y}$  : La moyenne de la série

Tout au long du suivi le CpK a été le plus privilégié car avant d'effectuer l'étude l'on s'assure de la stabilité du process par l'équipe de production ce revient par la suite à uniquement quantifier le décentrage du procédé par rapport à la valeur cible notifiée.



Photo 1: Le mixeur



Photo 2: La soutireuse

### III-2-3-Exploitation des données de la SPC

➤ La réalisation de la SPC du process est régit selon un mode opératoire bien précis, spécifié par la compagnie, elle tient surtout compte d'un modèle, d'une méthode de calcul visant à déterminer les modalités de l'échantillonnage. L'étude SPC du Contenu net est une étude qui nous permet d'analyser les performances des machines notamment le mixeur et la soutireuse, leur conformité par rapport aux spécifications, car il constitue un indicateur de performance sur lequel se base un laboratoire extérieur accrédité pour juger la qualité des services fournis par la société. Suite à la réalisation de la SPC par le laboratoire de contrôle qualité, plus précisément au niveau de la métrologie, les paramètres observés sont :

- \_ Les minutes de prélèvements
- \_ L'heure de production
- \_ La pression du mixeur
- \_ Température du mixeur
- \_ Le doseur
- \_ La pression soutireuse
- \_ La pression du piston
- \_ La vitesse de la soutireuse
- \_ Le contenu net de formule :  $\text{Contenu.net} = \frac{\text{Poids-tare}}{\text{densité}}$

#### III-2-3-1- Les spécifications et valeurs cibles

Les spécifications sont consignées par la société et constituent l'intervalle de tolérance dans lequel le produit est considéré conforme selon la capacité des bouteilles tout en privilégiant la valeur cible à obtenir.

Tableau 2: Les spécifications et valeurs cibles

Valeur cible (ml)	LSI	LSS
200	195,0	204,9
350	341,3	358,5
355	346,1	363,7
500	487,5	512,2
1000	985,0	1015,0
1250	1231,3	1268,8
1500	1477,5	1522,5
2000	1970,0	2030,0

### III-2-3-2-Etude SPC : 1<sup>ère</sup> série de manipulation

La maîtrise statistique des procédés est l'ensemble des méthodes et des actions permettant d'évaluer de façon statistique les performances d'un processus de production, et de décider de le régler, si nécessaire pour maintenir les caractéristiques des produits stables et conformes aux spécifications retenues. Cette étude s'intéresse au contenu net de l'ensemble mixeur-soutireuse des lignes de production, à cet effet on vérifiera l'aptitude du procédé à répondre aux consignes imposées par l'équipe de production à travers le CpK. Les tableaux 3 et 4 représentent respectivement les CpK des différentes lignes de production au cours du mois de Février et de Mai.

N.B. : Habituellement on qualifie un procédé selon les valeurs prises par le Cpk ; toutefois plusieurs entreprises utilisent un Cpk=1,33 comme étant la valeur minimale permettant de qualifier le procédé de « bon ». (Maîtrise statistique des procédés 4<sup>e</sup> édition).

Tableau 3: CpK des différentes lignes de production

Lignes de production	Cpk Contenu Net
Ligne de verre 1	0,88
Ligne de verre 2	1,78
Ligne PET 1	1,45
Ligne PET 2	1,39

A partir du tableau 3 on constate que : La ligne de verre 1 présente un CpK inférieur à 1,33 ce qui témoigne d'une non-conformité. Ce CpK a été obtenu grâce aux valeurs consignées dans le tableau 4. En effet le tableau 4 comporte les valeurs des différents paramètres (l'heure de production, la pression du mixeur, le poids, la tare, le contenu net, le brix....) pris en considération lors de la prise d'échantillons. Une fois l'échantillonnage réalisé on procède à la saisie des valeurs :

- Les données concernant la pression et la température du mixeur, le doseur, pression soutireuse, pression piston, vitesse soutireuse sont affichées par le mixeur.
- Les données concernant le poids, la tare sont déterminées après la pesée
- Les données concernant le brix sont obtenues grâce au densimètre.
- La valeur de la densité dépend de la valeur du brix obtenue, car il existe une table de référence permettant de faire la relation entre le brix et la densité.

Après saisie des données, on ne s'intéresse qu'aux valeurs obtenues du contenu net ; le contenu net est obtenue par la formule suivante :  $\text{Contenu.net} = \frac{\text{Poids-tare}}{\text{densité}}$ . Par conséquent les valeurs du contenu net traitées par le SPC logiciel permettront d'obtenir les figures 6 et 7. La figure 6 représente la distribution des valeurs au sein de l'intervalle de confiance tandis que la figure 7 représente la carte de contrôle par rapport à la moyenne et par rapport à l'écart-type.

Tableau 4: Recueil des données SPC ligne de verre 1 (avant correction)

Date de Production : <b>14/02/2012</b>				Produit : <b>Coxe coke</b>				Taille : <b>1L</b>		Ligne : <b>Verre 1</b>										
Classement des numéros aléatoire pour échantillonnage												A	B	C	D					
TRIER												MOD	SE							
Ordre d'échantillon	Nbrs aléatoires	Minute de prélèvement	Heure de production	Mixeur			Soufrièreuse			Pression mixeur (Bar)	Température Mixeur(°C)	Doseur	pression souffrièreuse (bar)	pression piston (bar)	Vitesse souffrièreuse (billes/heure)	Poids (g)	Tare (g)	C-NET(ml)	brûc	densité
				Pression mixeur (Bar)	Température Mixeur(°C)	Doseur	pression souffrièreuse (bar)	pression piston (bar)	Vitesse souffrièreuse (billes/heure)											
1	24	0,0	0945	3,2	9,5	-0,15	3,9	4,9	1499	1942,54	954,89	995,4	10,339	1,8856						
2	21	3	0948	3,9	9,2	-0,15	3,8	4,9	1499	1943,53	952,94	1002,9	10,332	1,8852						
3	32	6	0951	3,1	8,6	-0,15	4,9	4,9	1499	1944,00	954,06	1000,9	10,349	1,8852						
4	41	8	0953	3,9	8,7	-0,15	3,9	4,9	1499	1942,08	947,98	996,1	10,346	1,8852						
5	59	20	0955	3,9	8,8	-0,15	3,8	4,9	1499	1970,15	926,55	1004,9	10,342	1,8849						
6	59	22	0957	3,1	8,7	-0,15	4,9	4,9	1499	1970,06	929,97	1000,5	10,346	1,8849						
7	3	24	0959	3,9	8,6	-0,15	3,8	4,9	1499	1986,08	951,53	1009,3	10,354	1,8852						
8	12	25	0960	3,9	8,7	-0,15	4,9	4,9	1499	1959,85	946,87	995,6	10,346	1,8852						
9	21	27	0962	3,9	9,2	-0,15	4,9	4,9	1499	1964,18	954,88	1000,7	10,342	1,8856						
10	39	29	0964	3,1	9,9	-0,15	3,9	4,9	1499	1942,47	794,65	1005,1	10,345	1,8852						
11	59	27	0966	2,9	8,6	-0,15	3,8	4,9	1499	1944,47	906,58	999,4	10,345	1,8852						
12	48	23	0968	3,9	8,9	-0,15	4,9	4,9	1499	1941,78	906,79	996,7	10,348	1,8852						
13	57	26	0961	3,9	8,4	-0,15	3,8	4,9	1499	1975,32	956,12	1000,7	10,352	1,8852						
14	1	28	0963	3,2	8,7	-0,15	4,9	4,9	1499	1974,32	956,88	997,0	10,354	1,8855						
15	29	30	0965	3,1	8,8	-0,15	3,7	4,9	1499	1967,25	925,44	1005,1	10,355	1,8855						
16	19	23	0967	3,9	8,5	-0,15	4,9	4,9	1499	1954,01	924,55	991,3	10,352	1,8852						
17	28	25	0969	3,2	8,6	-0,15	3,9	4,9	1499	1956,98	923,75	994,9	10,338	1,8855						
18	37	37	0962	3,1	8,7	-0,15	3,8	4,9	1499	1945,76	922,38	1004,7	10,350	1,8852						
19	46	39	0964	3,9	9,2	-0,15	4,9	4,9	1499	1958,71	923,89	996,6	10,348	1,8852						
20	55	42	0966	3,2	9,1	-0,15	4,9	4,9	1499	1965,08	931,57	995,1	10,347	1,8852						
21	64	44	0969	3,1	8,8	-0,15	4,9	4,9	1499	1953,59	913,77	1000,2	10,345	1,8855						
22	8	46	0961	3,9	8,8	-0,15	3,9	4,9	1499	1974,71	951,48	1002,6	10,337	1,8849						
23	17	48	0963	3,1	8,5	-0,15	3,8	4,9	1499	1975,50	957,89	999,9	10,339	1,8849						
24	26	30	0965	3,1	8,6	-0,15	4,9	4,9	1499	1973,18	956,24	999,5	10,342	1,8849						
25	35	57	0963	3,9	8,7	-0,15	4,9	4,9	1499	1968,04	924,91	1004,4	10,350	1,8852						
26	44	55	0968	3,1	9,9	-0,15	3,9	4,9	1499	1923,87	945,46	999,9	10,347	1,8858						
27	53	57	0962	3,1	9,1	-0,15	3,8	4,9	1499	1829,75	794,58	997,5	10,354	1,8880						
28	62	59	0964	3,9	8,7	-0,15	4,9	4,9	1499	1964,08	927,55	999,1	10,347	1,8849						
29	6	62	0967	3,2	9,2	-0,15	3,8	4,9	1499	1967,12	927,59	1000,1	10,342	1,8856						
30	25	64	0969	3,1	8,7	-0,15	3,9	4,9	1499	1956,72	953,97	994,7	10,379	1,8886						
Max	64																			

Les données recueillies seront ensuite utilisées par le logiciel (spc logiciel) pour donner la capacité, la représentation de la distribution des bouteilles soutirées, de même que la carte de contrôle.

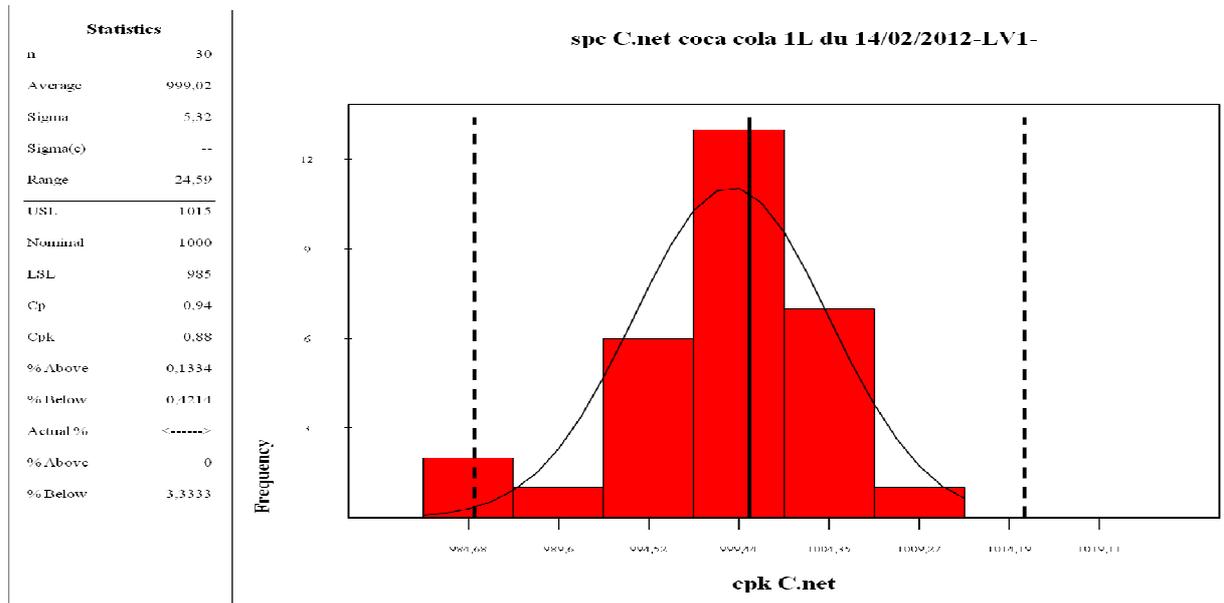


Figure 6: Tracé du contenu net de coca-cola 1L-LV1-(avant correction).

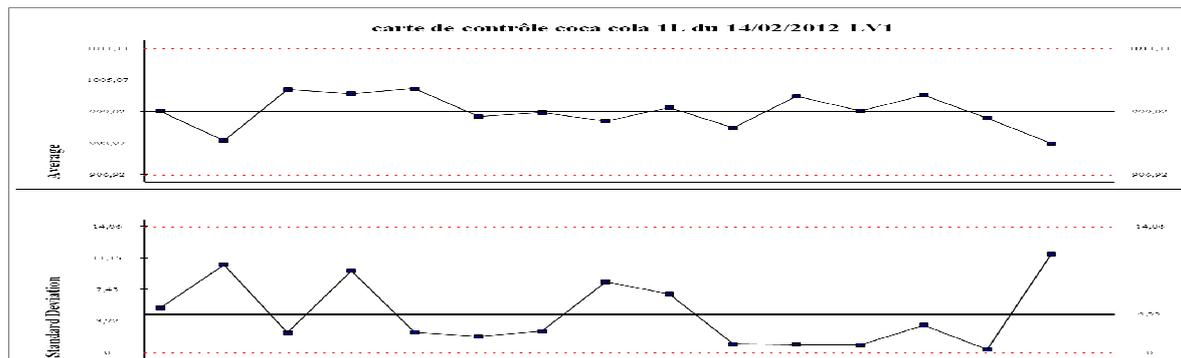


Figure 7: Carte de contrôle coca-cola 1L-LV1-(avant correction).

De l’analyse du tableau, il en ressort que concernant le contenu net, nous avons seize échantillons qui sont inférieurs au standard jugé conforme (la cible : 1000ml) tandis qu’il y a douze valeurs supérieurs au standard.

De même la figure 6 qui représente la distribution des valeurs par rapport à l’intervalle de tolérance montre qu’il existe des valeurs inférieures à la limite de spécification inférieure (985ml), ce qui explique que le CpK soit inférieur à 1,33.

La variation du process au niveau de la carte de contrôle (figure 7) est plus ou moins stable à défaut de quelques valeurs. Compte tenu de la valeur de l’indice de performance (CpK=0,88) une intervention s’avère nécessaire afin de remédier à cet écart.

### III-2-3-3-Etude SPC : 2<sup>ème</sup> série de manipulation

Tableau 5: CpK des différentes lignes de production

Ligne verre 1	1,49
Ligne verre 2	1,47

---

<b>Ligne PET 1</b>	0,42
<b>Ligne PET 2</b>	1,43

---

De même nous pouvons constater que seule la ligne PET1 a un  $cpk = 0,42$  qui est inférieur à 1,33 ce qui n'est pas conforme. Comme précédemment nous allons effectuer les mêmes démarches :

- Prise des échantillons
- Saisie des données recueillies
- Sélection à partir du tableau 6 des valeurs du contenu puis traitement par le logiciel

Ainsi donc le tableau 6 qui comporte toutes les valeurs obtenues au cours de l'échantillonnage. Toutefois l'on ne prendra en compte que les valeurs du contenu net. Ces valeurs du contenu net seront utilisées par le logiciel pour fournir la figure 8 et la figure 9.

La figure 8 représente la distribution des valeurs au sein de l'intervalle de confiance tandis que la figure 9 représente la carte de contrôle par rapport à la moyenne et par rapport à l'écart-type.

Tableau 6: Recueil des données SPC PET 1 (avant correction)

Date de Production : <b>18/05/2012</b>		Produit : <b>H.T</b>		Taille : <b>4/2 L</b>		Ligne : <b>PET 1</b>									
<i>Génération des nombres aléatoire pour échantillonnage</i>												<b>A</b>		<b>9</b>	
												<b>B</b>		<b>5</b>	
<b>TRIER</b>												<b>MOD</b>		<b>65</b>	
Ordre d'échantillon	Nbrs aléatoires	Minutes de prélèvement	Heure de production	Mixeur			Soutireuse			Poids (g)	Tare (g)	C.N ET (ml)	Torque dynamique (inlbs)	brix	densité
				Pression mixeur (Bar)	Température Mixeur(°C)	Doseur	pression soutireuse (bar)	pression piston (bar)	Vitesse soutireuse (blles/heure)						
1	14	0,0	08H 41	3,2	23,5	-0,23	4,0	3,2	5400	2137,26	55,29	1984	/	12,902	1,04916
2	23	3	08H 44	3,1	23,5	-0,23	4,2	3,2	5400	2164,13	55,29	2010	/	12,950	1,04941
3	32	6	08H 47	3,2	23,5	-0,23	4,1	3,2	5400	2138,65	55,29	1986	/	12,913	1,04922
4	41	8	08H 49	3,2	23,5	-0,23	4,1	3,2	5400	2136,92	55,29	1984	/	12,914	1,04922
5	50	10	08H 51	3,2	23,4	-0,23	4,2	3,2	5400	2172,85	55,29	2018	/	12,978	1,04950
6	59	12	09H00	3,1	23,5	-0,23	4,2	3,2	5400	2145,38	55,29	1992	/	12,911	1,04922
7	3	14	09h 16	3,2	23,5	-0,23	4,1	3,2	5400	2127,50	55,29	1975	/	12,904	1,04918
8	12	15	09h 25	3,2	23,5	-0,23	4,0	3,2	5400	2127,27	55,29	1975	/	12,896	1,04913
9	21	17	09h 27	3,2	23,5	-0,23	4,2	3,2	5400	2136,87	55,29	1984	/	12,921	1,04927
10	30	19	09h 29	3,2	23,5	-0,23	4,2	3,2	5400	2151,64	55,29	1998	/	12,938	1,04933
11	39	21	09h31	3,1	23,5	-0,23	4,1	3,2	5400	2144,33	55,29	1991	/	12,942	1,04936
12	48	23	09h 33	3,1	23,5	-0,23	4,0	3,2	5400	2125,20	55,29	1973	/	12,937	1,04933
13	57	26	09h 36	3,1	23,5	-0,23	4,0	3,2	5400	2152,47	55,29	1998	/	12,990	1,04955
14	1	28	09h 38	3,2	23,5	-0,23	4,0	3,2	5400	2146,75	55,29	1993	/	12,941	1,04936
15	10	30	09h 44	3,2	23,5	-0,23	4,2	3,2	5400	2180,76	55,29	2026	/	12,923	1,04927
16	19	32	09h 46	3,2	23,5	-0,23	4,2	3,2	5400	2138,80	55,29	1986	/	12,946	1,04936
17	28	35	09h 49	3,2	23,5	-0,23	4,2	3,2	5400	2177,52	55,29	2023	/	12,917	1,04922
18	37	37	09h 51	3,2	23,5	-0,23	4,0	3,2	5400	2127,45	55,29	1975	/	12,932	1,04933
19	46	39	09h 53	3,2	23,5	-0,23	4,1	3,2	5400	2133,94	55,29	1981	/	12,927	1,04927
20	55	41	09h 55	3,2	23,5	-0,23	4,0	3,2	5400	2124,21	55,29	1972	/	12,925	1,04927
21	64	44	09h 58	3,2	23,5	-0,23	4,2	3,2	5400	2146,23	55,29	1992	/	12,985	1,04955
22	8	46	10h 00	3,2	23,5	-0,23	4,2	3,2	5400	2139,52	55,29	1986	/	12,954	1,04941
23	17	48	10h 02	3,2	23,5	-0,23	4,2	3,2	5400	2173,58	55,29	2018	/	12,986	1,04955
24	26	50	10h 05	3,2	23,5	-0,23	4,2	3,2	5400	2140,65	55,29	1987	/	13,016	1,04964
25	35	53	10h 08	3,2	23,5	-0,23	4,1	3,2	5400	2154,78	55,29	2001	/	12,968	1,04945
26	44	55	10h 10	3,2	23,5	-0,23	4,2	3,2	5400	2130,58	55,29	1978	/	12,943	1,04936
27	53	57	10h 12	3,1	23,5	-0,23	4,1	3,2	5400	2138,03	55,29	1985	/	12,942	1,04936
28	62	59	10h 14	3,2	23,5	-0,23	4,2	3,2	5400	2163,41	55,29	2008	/	13,011	1,04964
29	6	62	10h 17	3,2	23,5	-0,23	4,2	3,2	5400	2115,46	55,29	1963	/	12,999	1,04960
30	15	64	10h 19	3,2	23,5	-0,23	4,1	3,2	5400	2129,92	55,29	1977	/	12,943	1,04933
Max		64													

A l'aide du tableau ci-dessous et en se référant uniquement à la colonne du Contenu net dans le tableau et au moyen du SPC logiciel, les graphes suivant ont été élaborés.

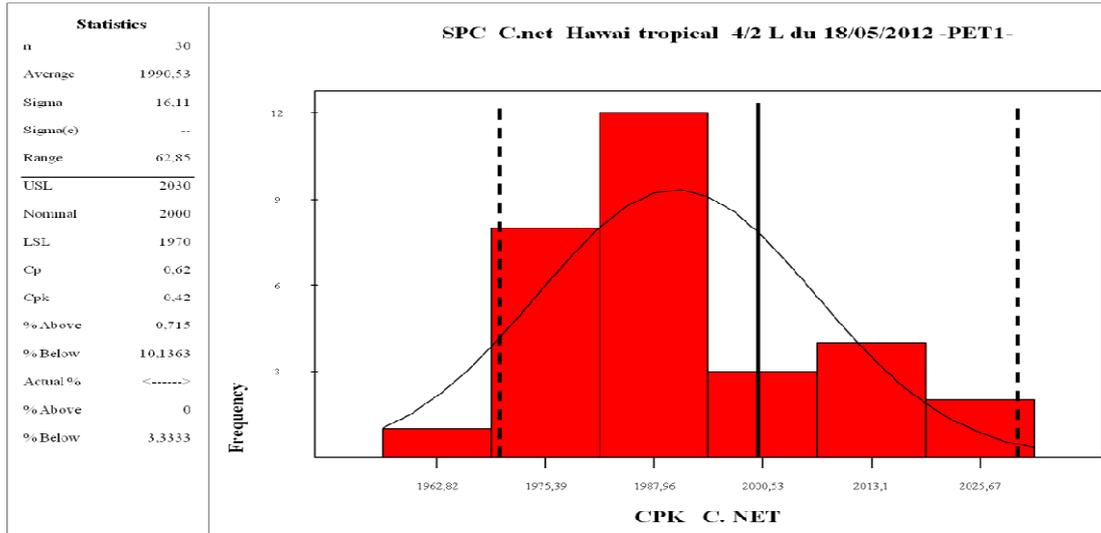


Figure 8: Tracé du contenu net de Hawaii tropical 2L-PET1- (avant correction).

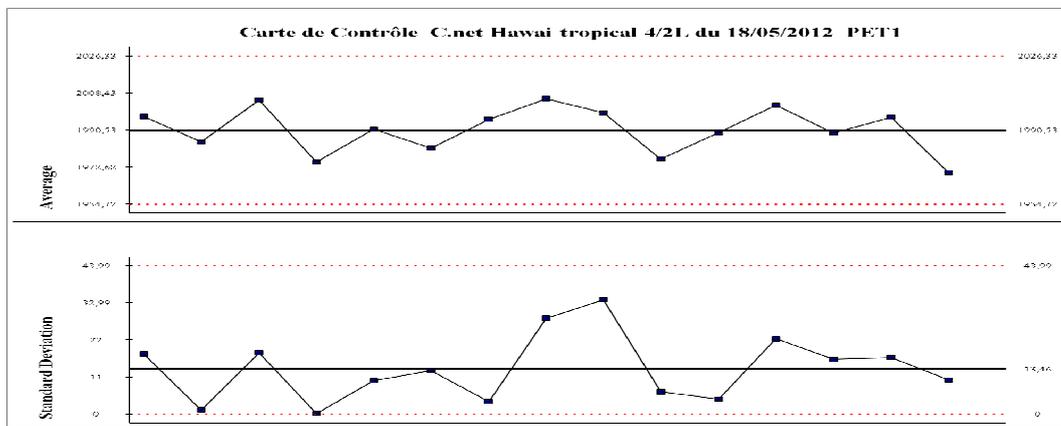


Figure 9: Carte de contrôle du contenu net Hawaii tropical 2L –PET 1-(avant correction)

Après analyse on remarque que :

Grâce au tableau 6, Il y a vingt-sept échantillons inférieurs au standard jugé conforme (valeur cible 2000ml) tandis qu'il y est de deux valeurs supérieurs au standard. Les valeurs obtenus ne sont pas toutes comprises dans l'intervalle de tolérance, il y a alors dérive du process. De plus la carte de contrôle montre d'importantes fluctuations, l'écart type étant de 16,11 nous avons un  $Cpk=0,42 < 1,33$  ce qui nécessite une intervention afin de corriger ces non-conformités.

Compte tenu de la non-conformité des SPC de la ligne de verre 1 et de celle de la ligne de PET 1 on essaiera de rechercher les causes à l'origine de ce manque de performance grâce à l'arbre des causes.

#### III-2-3-4-Arbre des causes

Pour maîtriser un processus, il est préférable de travailler sur les paramètres de ce processus plutôt que les caractéristiques du produit, lorsque c'est possible, c'est-à-dire lorsque les relations causes-effets sont identifiées et au moins sommairement quantifiées. Différents outils peuvent être utilisés pour cette recherche parmi lesquels nous avons : L'arbre de défaillance ou l'arbre des causes (Figure 10).

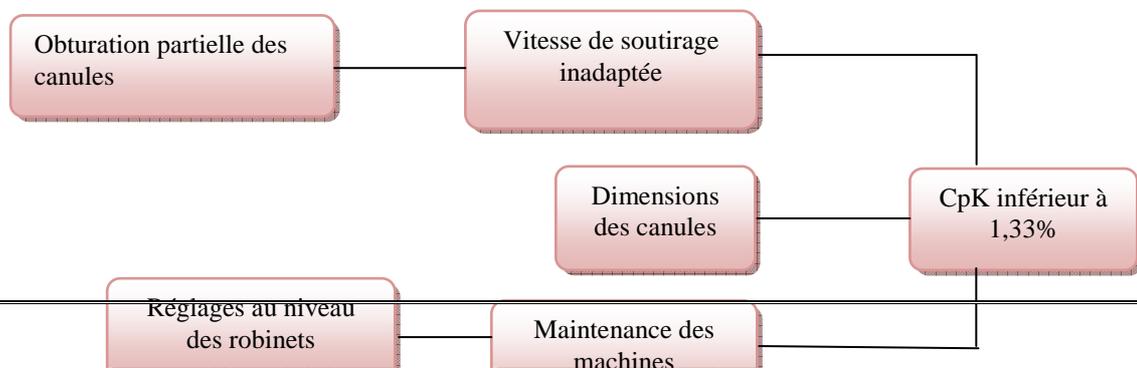


Figure 10: Arbre des causes

#### III-2-3-5- Les actions correctives proposées :

- \_ Vérification et changement des dimensions des canules
- \_ Augmentation de la lubrification des machines

#### III-2-4- Les actions correctives menées

Les actions correctives menées nous ont permis de corriger le manquement constaté d'autant plus que l'on a ciblé la correction de la hauteur des canules. En effet la hauteur des canules joue un rôle très important car lorsque la canule entre dans la bouteille le remplissage commence et s'arrête lorsque la pression engendrée entre en contact avec la canule. De plus un engraisage rapide de la machine a eu lieu lors de l'arrêt de la production pour effectuer un rinçage de la machine avant de relancer la chaîne de production. Ces améliorations menées sont mentionnées dans le chapitre résultats et discussion.

#### III-3- Méthodes spécifiques appliquées au suivi du nettoyage et sanitation

Le nettoyage et sanitation des lignes de production s'effectue grâce à un système de nettoyage en place (NEP). Le processus est assuré par une machine automatisée qui assure le nettoyage effectif des canalisations, du mixeur et de la soutireuse. Afin de vérifier la qualité du nettoyage et sanitation conformément aux exigences mentionnées, un suivi a été réalisé et repose sur :

- \_ L'intérêt porté aux traitements de sanitation
- \_ La fréquence du nettoyage et sanitation
- \_ La durée totale du nettoyage
- \_ Le temps de contact des produits avec le circuit de canalisation
- \_ L'élévation de la température (eau chaude)
- \_ La concentration de la soude
- \_ Le temps de rinçage

#### III-3-1- Définition du processus

Le processus du nettoyage/sanitation est une opération de nettoyage et stérilisation réalisée sur l'ensemble mixeur-soutireuse et qui permet de débarrasser les équipements de toutes traces de produits résiduels. Le suivi de ce processus a pour but d'étudier la qualité du nettoyage et sanitation appliqué aux lignes de production car, il représente un point critique de contrôle (ccp) à l'origine de trois types de danger : microbiologique, physique et chimique. En effet un point critique est une étape ou pratique où un danger peut être évité, éliminé ou réduit par une action de maîtrise appropriée.

#### III-3-2- Identification du processus :

La détermination du processus prioritaire s'est basé sur l'évaluation des dangers sur la matrice de criticité (gravité\*probabilité) en tenant compte du barème de gravité (Tableau 7) et du barème de la fréquence (Tableau 8) :

Tableau 7 : Barème de gravité

<b>Cotation</b>	<b>Gravité</b>	<b>Description</b>
	Négligeable	Le consommateur ne subit pas d'inconvénient sur le plan de la santé publique. Le danger n'atteint jamais des concentrations qui sont dangereuses (colorant, joint alimentaire)
	Marginal	Cas isolé et aucunes séquelles durables ou concentration marginale. Une gêne temporaire mais clairement perceptible ou légère gêne persistante.
	Grave	Grande chance d'une gêne physique qui peut se manifester immédiatement ou à long terme mais qui ne mène jamais à la mort.
	Critique	Le danger à une grande diffusion, ou séquelles durables ou à long terme, qui peut mener à la mort.
	Catastrophique	Risque de mort d'homme ou séquelles durables, le danger est menaçant pour la santé.

Tableau 8 : Barème de fréquence

<b>Cotation</b>	<b>Fréquence</b>	<b>Description</b>
1	Impossible	1 fois/ 10 ans
2	Très rare	1 fois/ 3 ans
3	Rare	1 fois/ an
4	Fréquent	1 fois/ mois
5	Très fréquent	1 fois/ semaine

La combinaison des tableaux 7 et 8 nous permet d'obtenir le tableau ci-dessous qui représente la matrice de criticité :

<b>Fréquence</b>	<b>Gravité</b>				
Très fréquent	5	6	7	8	9

Fréquent	4	5	6	7	8
Rare	3	4	5	6	7
Très rare	2	3	4	5	6
Impossible	1	2	3	4	5
	Négligeable	Marginal	Grave	Critique	Catastrophique

- Domaine vert : score de 1 à 3, risques faibles et acceptables, des mesures de maîtrise générale sont suffisantes, danger maîtrisé par les PRP.
- Domaine orange : score de 4 à 6, risques moyens et à améliorer, des mesures de maîtrise spécifiques sont nécessaires.
- Domaine rouge : risque forts et inacceptable, le danger nécessite automatiquement des mesures de maîtrise spécifiques classées en CCP.

De cette analyse des risques : Le danger biologique est affecté du chiffre 5, le danger physique du chiffre 2 et enfin le danger chimique du chiffre 3. Au vue des notations obtenues le suivi du nettoyage et sanitation portera sur le danger biologique.

### III-3-3- Recueil des données du nettoyage et sanitation

Les données qui suivent ont été prises tout au long de la période du mois de Mars-Avril. Ces données permettent de vérifier le suivi effectif du process et le respect des normes de nettoyage/sanitation (tableau 9).

Tableau 9 : Normes du process de nettoyage et sanitation

Normes									
Eau chaude		Soude caustique				Désinfectant			
T°	Durée (min)	%	T°	Durée (min)	Résidu	% oxonia	% cl2	Durée	Résidu
80-88°C	15	1,5-2,5	80-88(3S) 65-75(5E)	15	Néant	0,5	(6à 8ppm)	15	Néant

Une fois les normes consignées, on procède au suivi du nettoyage/sanitation proprement dit ; cela se fera à l'aide du tableau 10 qui regroupe les données du suivi effectué.

Tableau 10: suivi du nettoyage et sanitation

Group e	Date	Eau chaude		Soude caustique					Désinfe ctant	Produit		pH	Trace de soude
		T°	Durée	%	T°	T°	Durée	Résidu	%	de	à		Néant
LV1	03/03	86	15	2,4	74		15	OK	0,5	cc	arrêt	5,67	Néant
	10/03	86	15	2,4	75		15	OK	0,5	H.T.	arrêt	5,70	Néant
	17/03	85	15	2,3	75		15	OK	0,5	cc	Arrêt	5,74	Néant
	24/03	84	15	2,4	75		15	OK		cc	sprite	5,30	Néant
	30/03	86	15							arrêt	H.T.	5,66	Néant
	06/04	86	15	2,5	75		15	OK	8ppm	cc	arrêt	5,68	
	13/04	85	15	2,2	74		15	OK		F.Lemon	cc	5,72	Néant
	20/04	85	15	2,4	74		15	OK		arrêt	cc	5,68	Néant
	27/04	86	15	2,5	75		15	OK		arrêt	F.or	5,77	Néant
													Néant
LV2	09/04	88	15	2,5	75		15	OK	0,5	arrêt	Arrêt	5,80	Néant
	15/04		15							arrêt	H.T.	5,72	Néant
	22/04	86	15							arrêt	cc	5,78	Néant
	28/04	84	15	2,4		82	15	OK		F.Lemon	Cc	5,80	Néant
PET 1	09/03	84	15	2,2	74		15	OK	8ppm	F.or	Pom's	5,82	Néant
	16/03	84	15	2,2	74		15	OK	8ppm	F.or	Pom's	5,78	Néant
	22/03			2,4		83	15	OK		F.or	Cc	5,81	Néant
	29/03	84	15	2,6	73		15	OK		cc	Cc	5,48	Néant
	09/04	87	15							T.colà	T.pom	5,52	Néant
	12/04	84	15	2,5	74		15	OK		cc	Cc	5,69	Néant
	20/04	86	15	2,4	74		15	OK		H.T.	S.Tonic	5,84	Néant

PET 2	09/03	86	15	2,5	74		15	OK		arrêt	Cc	5,85	Néant
	16/03	86	15				15	OK		cc	T.orang e	5,74	Néant
	22/03			2,3		84	15	OK		T.pomme	T.limo n	5,82	Néant
	28/03	86	15	2,4	74		15	OK		T.col	T.col	5,94	Néant
	04/04			2,4		86	15	OK		T.limon	T.lemo n	5,74	Néant
	11/04	84	15	2,4	74		15	OK		cc	Pom's	5,76	Néant
	17/04			2,2		84	15	OK		T.or	Cc	5,43	Néant
	21/04	85	15	2,3	72		15	OK		F.or	Cc	5,86	Néant
	28/04	86	15	2,4	75		15	OK	0,5	H.T.	Arrêt	5,68	Néant

Une fois le process fini, l'on effectue des contrôles afin de déterminer le pH, la présence de trace de soude ou non à l'aide de l'indicateur coloré qu'est la phénolphtaléine, l'apparence de l'eau. En effet au cours du process l'eau est refroidie par échange thermique avec le glycol à l'aide de plaques qui séparent les deux liquides. Tout au long du suivi l'apparence de l'eau a toujours été limpide, ce qui signifie que le process respect les normes du traitement de nettoyage/sanitation. De même à la fin du process des échantillons d'eau sont prélevés puis analysés par voie microbiologique. Ainsi donc les résultats microbiologiques permettent de juger de la qualité du process effectué. Ces résultats sont mentionnés dans le tableau 11 que voici :

Tableau 11: Résultats microbiologiques après nettoyage et sanitation

Ligne	Date	Heure	N° des robinets	Numéro suspect	Niveau suspect	Nombres de microorganismes trouvés	
						Germes totaux	Levures et moisissures
LV 1	03/03/12	01 : 10	25 à 32	28	Canule	01	00
					Eau de rinçage	00	02
	10/03/12	23 :50	33 à 40	Néant	Néant	00	00
				38	Robinet	00	02
	17/03/12	23 :05	41 à 44	Néant	Néant	00	00
			45 à 48	48	Canule	00	02
	24/03/12	01 :30	49 à 56				
	30/03/12	05 :30	57à 64	58	Eau de rinçage	00	02

				60	Robinet	02	00
				63	Eau de rinçage	00	01
				64	Robinet	00	02
	06/04/12	00 :25	65 à 72	65	Canule	04	00
				66	Canule	00	02
				66	Robinet	02	00
				68	Canules	01	00
				70	Eau de rinçage	00	02
				71	Canules	00	02
				72	Robinets	00	03
	13/04/12	23 :25	73à80	77	Eau de rinçage	00	01
				79	Canules	00	01
	20/04/12	03 :25	01 à 08	06	Canule	00	02
				08	Canule	00	03
	27/04/12	03 :00	09à 16	09	Robinet	00	02
				12	Robinet	00	02
LV 2	09/04/12	19 :00	69à 76	74	Eau de rinçage	00	02
				71	Robinet	00	01
	15/04/12	23 :50	77 à 80	78	Canule	01	00
			01à04	78	Robinet	00	02
				80	Eau de rinçage	00	01
				80	Robinet	02	00
				03	Eau de rinçage	00	01
	22/04/12	22 :50	05à12	08	Canule	00	02
				10	Eau de rinçage	00	02
				12	Robinet	02	00
	28/04/12	02 :50	13à 20	Néant	Néant	00	00

Ligne	Date	Heure	N° des robinets	Numéro suspect	Niveau suspect	Nombre de microorganismes trouvés	
						Germes totaux	Levures et moisissures
PET 1	09/03/12	16 :20	13à 20	Néant	Néant	00	00
	16/03/12	02 :00	21à28	Néant	Néant	00	00
	22/03/12	01 :30	29à36	Néant	Néant	00	00
	29/03/12	07 :50	37à44	38	Robinet	00	02
				39	Eau de rinçage	00	03
				42	Canule	01	00
				44	Canule	00	02
	05/04/12	14 :00	45à48	47	Eau de rinçage	00	02
			01à04	48	Canule	00	02
				01	Robinet	00	01
				02	Robinet	02	00
				04	Robinet	00	01
	12/04/12	11 :50	05à12	11	Canule	00	02
	20/04/12	05 :40	13à20	13	Robinet	00	01
				16	Eau de rinçage	00	02
				20	Canule	00	02
PET 2	09/03/12	02 :00	01 à 08	08	Canule	00	03
	16/03/12	21 :05	09à 16	Néant	Néant	00	00
	22/03/12	23 :50	17à 24	Néant	Néant	00	00
	28/03/12	23 :00	25à 32	25	Eau de rinçage	00	02
				28	Canule	00	02
				31	Canule	00	02
	04/04/12	05 :15	33à 40	34	Eau de rinçage	00	01
				35	Robinet	00	02
				36	Canule	00	01

				39	Canule	01	00
	11/04/12	18 :50	41à 48	41	Robinet	00	01
				44	Eau de rinçage	00	02
				46	Canule	01	00
				47	Robinet	00	01
	17/04/12	05 :00	49à 56	54	Robinet	00	01
				56	Canule	01	00
	21/04/12	16 :40	57à 60	01	Robinet	00	02
			01à 04	04	Robinet	01	00
				04	Canule	00	02
	28/04/12	01 :20	05à 12	08	Canule	01	00
				12	Eau de rinçage	00	01

#### III-3-4- Synthèse du nettoyage/sanitation et des résultats microbiologiques

Le tableau ci-dessus, est un tableau simplifié du tableau couramment utilisé, il nous permet de juger de la qualité du nettoyage et sanitation du point de vue microbiologique qui est dans l'ensemble correcte par rapport aux normes, mais aussi d'analyser la fréquence et le lieu de prédilection des microorganismes. Ainsi à partir du tableau ci-dessus on constate que :

- \_ Le type de traitement appliqué obéit au passage d'une boisson à une autre et cela au niveau de toutes les lignes
- \_ La ligne de verre 1 présente l'effectif le plus important de microorganismes
- \_ La fréquence d'apparition des levures et moisissures au niveau de toutes lignes est élevée par rapport à celle des germes totaux de toutes les autres lignes.
- \_ Les lieux de prédilection des microorganismes sont les robinets et les canules, beaucoup plus les robinets.

A cet effet le tableau ci-dessous résume le nombre de microorganismes trouvé au niveau de chaque ligne de production (tableau 12).

Tableau 12: Résultats du nombre de microorganismes observés

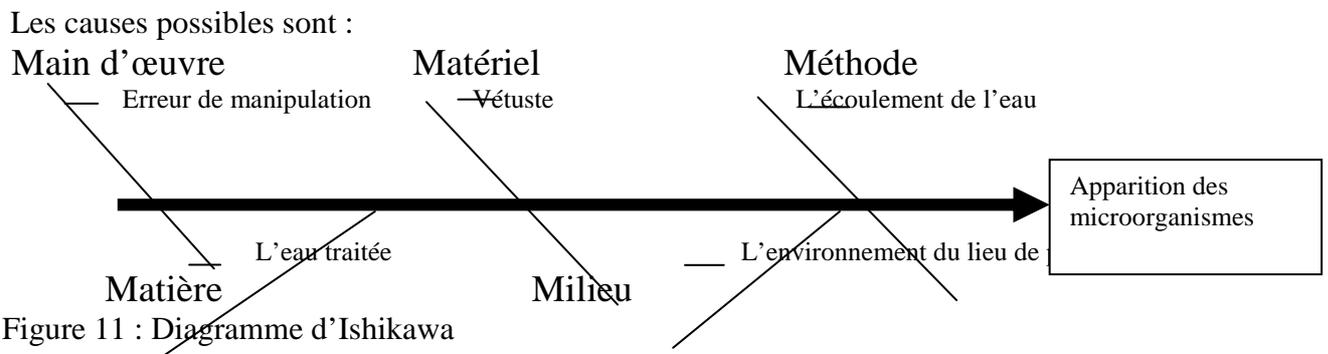
Ligne	Nbre de microorganismes par ligne		Fréquence au niveau des lignes
	Germes totaux	Levures et moisissures	
Ligne 1	10	31	37,96%
Ligne 2	5	11	14,81%
Ligne 3	3	20	21,30%

Ligne 4	5	23	25,92%
---------	---	----	--------

De ce fait pour en savoir plus sur la ou les causes probables d'apparition des microorganismes, nous utiliserons le diagramme d'Ischikawa.

III-3-5- Recherche des causes de la présence des microorganismes

Certes les résultats obtenu sont satisfaisant car ils sont tout à fait conformes, néanmoins compte tenu de la politique d'amélioration continue qu'adopte l'entreprise, nous essayerons de rechercher la(les) cause(s) liées à la présence des microorganismes.



Grâce aux résultats obtenus l'on a émit par la suite plusieurs causes possibles permettant de détecter l'origine de la présence des microorganismes. De plus on constate que les étapes de nettoyage/sanitation ont pour point commun : L'utilisation de l'eau traitée ce qui nous amène à privilégier et à inclure le traitement de l'eau dans la suite de notre suivi, afin de déterminer ou non son implication dans les résultats trouvés.

III-3-6- Le traitement des eaux

Dans ce service, rattaché au laboratoire l'objectif principal est de débarrasser l'eau de toutes les impuretés par un enchainement de processus bien défini pour en faire une eau saine sans préjudice pour le produit fini. Ainsi donc l'obtention de l'eau saine passe par plusieurs étapes présentant plus ou moins certains risques ; de ce fait il semble plus adéquat d'évaluer ces dangers ou risques affectés à chaque étape du process, afin de justifier de l'intérêt porté au suivi de l'eau traité notamment les analyses physico-chimiques et microbiologiques. A cet effet le tableau 13 ci-dessous résume les différentes étapes à risque du traitement de l'eau.

Tableau 13: Les étapes à risque du traitement de l'eau

Les process à risque du traitement de l'eau	Fréquence biologique	Fréquence chimique	Fréquence physique	Fréquence total	Pourcentage %
---	----------------------	--------------------	--------------------	-----------------	---------------

Eau potable	4	2	2	8	14,54
Stockage et chloration de l'eau potable	3	6	2	11	20
Coagulation en ligne	0	3	0	3	5,45
Filtration sur filtre à sable	3	0	2	5	9,1
Décarbonations au résine carboxylique	3	0	0	3	5,45
Stockage et déchloration de l'eau décarbonatée	3	6	0	9	16,36
Filtration sur charbon actif	3	3	3	9	16,36
Filtration sur filtre polisseur	3	2	2	7	12,73
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>13</b>	<b>55</b>	

A partir des valeurs du tableau 13 on a pu établir l'histogramme des dangers lié aux traitements de l'eau. (Figure 12).

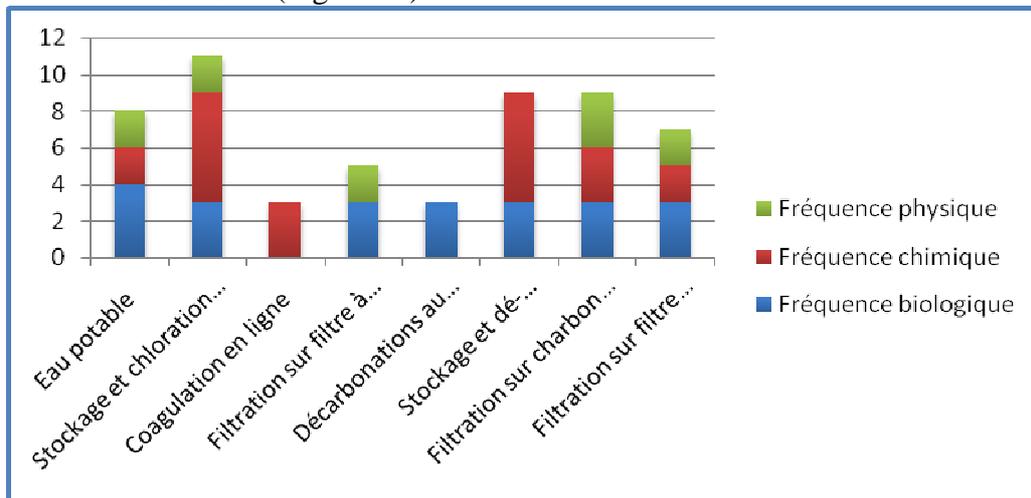


Figure 12 : Histogramme des dangers lié aux traitements de l'eau.

Ainsi donc, nous constatons que les risques biologiques et chimiques sont assez importants pour ne pas s'en préoccuper. Puisque l'on s'intéresse à l'origine de la présence de microorganismes observés après le nettoyage/sanitation, on ne prendra en considération que le risque biologique encouru ce qui permet de cibler la turbidité dans les analyses physico-chimique et de relever les données microbiologiques des filtres.

### III-3-6-1-L'analyse physico-chimique de l'eau

Elle prend en compte les paramètres de l'eau tout au long du traitement, particulièrement la turbidité des différents filtres. La turbidité désigne la teneur d'un liquide en matières qui le troublent, cela peut être des particules en suspension par exemple, ce qui sous entendu que plus une eau est turbide plus grand sera le risque de contamination microbienne. Toutefois il revient de préciser que seul l'analyse microbienne des filtres permettra de conclure à une contamination microbienne ou non.

#### III-3-6-2- Les analyses microbiologiques des filtres

Ces analyses ont été mises en place dans l'unique but de vérifier l'état des filtres, pour intervenir à temps et ainsi éviter toute contamination microbienne. Le lavage contre-courant (filtre à sable et du filtre polisseur), la régénération du décarbonateur, la stérilisation du filtre à charbon ont lieu lorsque les valeurs trouvées lors des analyses physico-chimiques de l'eau sont hors-normes.

#### IV\_ Bilan partiel

Ce bilan sera l'occasion de faire le point sur tout ce qui a été mené jusque là pour ensuite mieux cerner le déroulement des faits et par conséquent les résultats attendus au mois de mai. Pour ce faire :

\_ Concernant l'étude spc, des manquements ont été observés au cours de la première et deuxième série de manipulation. Des actions correctives ont été proposées, dans la suite de la rédaction plus précisément dans le chapitre résultats et discussion l'effectivité des actions correctives pourra être jugées.

\_ Concernant le nettoyage et sanitation, c'est surtout l'aspect innocuité des machines, qui est privilégié, ainsi donc une évaluation de l'importance de cette étape a été faite, par la suite le suivi du process et sa comparaison avec les résultats microbiologiques obtenues lors de la fin du process. Ces résultats ont montré la présence de microorganismes en particulier les germes totaux, les levures et moisissures. Il s'est alors posé la question de savoir l'origine de cet état de chose, c'est ainsi que le diagramme d'Ishikawa a été réalisé, celui-ci en mis en exergue l'eau traitée composant indispensable du process ; ce qui à amené à une évaluation des différents risques (biologiques, chimiques, physiques) lors des différents étapes de son obtention. Les risques dangers biologiques et chimiques on été privilégiés ce qui a amené à inclure le traitement de l'eau notamment les différents analyses dans la suite de la rédaction. De ce fait tout ce cheminement est sensé nous donner dans le mois à suivre des résultats qui permettront de proposer des solutions bien ciblées mais également de vérifier que les actions correctives mentionnées par la société sont effectivement appliquées.

## Chapitre 4: Résultats et discussion

## I- Résultats

### I-1-Exploitation des données de la SPC après correction

Une fois les actions correctives menées, l'étude SPC a été reconduite afin d'évaluer l'amélioration obtenue. La figure 15 ci-dessous constitue le guide de décision du CpK constaté.



Valeurs calculées de Cpk	Qualification du procédé	Ecart requis du procédé à l'intérieur des spécifications (+/- 3cpk*σ)
2,5 et plus	Excellent (très performant)	+/- 7,5* σ
2,0	Très bon	+ /- 6* σ
1,33	Bon	+/- 4* σ
1,0	Juste capable	+/- 3* σ
0,8	Pauvre (incapable)	+/- 2,4* σ

Figure 13 : Qualification du procédé selon l'indice CpK

#### I-1-1- Correction SPC de la ligne de verre 1

Le tableau 14 mentionne les valeurs de l'étude menée pour la correction du CpK de la ligne de verre 1. Ces valeurs ont été obtenues grâce à :

- La prise des échantillons
- La saisie des données recueillies
- La sélection des valeurs du contenu net puis traitement par le logiciel

La figure 14 représente la distribution des valeurs au sein de l'intervalle de confiance tandis que la figure 15 représente la carte de contrôle par rapport à la moyenne et par rapport à l'écart-type.

Tableau 14: Recueil des données ligne de verre 1 (après correction)

Résultats et discussion

Génération des nombres aléatoire pour échantillonnage														
<b>Date de Production :</b> 14/02/2012		<b>Produit :</b> Coca cola				<b>Taille :</b> 1L		<b>Ligne :</b> Verre 1						
<b>TRIER</b>										<b>A</b>	<b>9</b>			
										<b>B</b>	<b>5</b>			
										<b>MOD</b>	<b>65</b>			
Ordre d'échantillon	Nbres aléatoires	Minute de prélèvement	Heure de production	Pression mixeur (Bar)	Température Mixeur(°C)	Doseur	pression soutireuse (bar)	pression piston (bar)	Vitesse soutireuse (billes/heure)	Poids (g)	Tare (g)	C.NET(ml)	brix	densité
1	14	0,0	11h12	3,2	9,5	-0,15	3,9	4,0	14000	1978,54	934,80	1005,0	10,359	1,03856
2	23	3	11,15	3,0	9,2	-0,15	3,8	4,0	14000	1843,53	802,04	1002,9	10,352	1,03852
3	32	6	11,18	3,1	8,6	-0,15	4,0	4,0	14000	1844,00	804,66	1000,8	10,349	1,03852
4	41	8	11,20	3,0	8,7	-0,15	3,9	4,0	14000	1962,08	917,98	1005,4	10,346	1,03852
5	50	10	11,22	3,0	8,8	-0,15	3,8	4,0	14000	1970,15	926,55	1004,9	10,342	1,03849
6	59	12	11,24	3,1	8,7	-0,15	4,0	4,0	14000	1970,06	929,97	1001,5	10,343	1,03849
7	3	14	11,26	3,0	8,6	-0,15	3,8	4,0	14000	1986,68	938,53	1009,3	10,354	1,03852
8	12	15	11,27	3,0	8,7	-0,15	4,0	4,0	14000	1955,85	916,87	1000,4	10,346	1,03852
9	21	17	11,29	3,0	9,2	-0,15	4,0	4,0	14000	1964,38	924,08	1001,7	10,362	1,03856
10	30	19	11,34	3,1	9,0	-0,15	3,9	4,0	14000	1842,47	798,65	1005,1	10,345	1,03852
11	39	21	11,36	2,9	8,6	-0,15	3,8	4,0	14000	1944,47	906,58	999,4	10,345	1,03852
12	48	23	11,40	3,0	8,9	-0,15	4,0	4,0	14000	1941,78	906,70	996,7	10,348	1,03852
13	57	26	11,43	3,0	8,4	-0,15	3,8	4,0	14000	1975,32	936,12	1000,7	10,352	1,03852
14	1	28	11,45	3,2	8,7	-0,15	4,0	4,0	14000	1974,32	938,88	997,0	10,354	1,03855
15	10	30	11,47	3,1	8,8	-0,15	3,7	4,0	14000	1967,23	925,44	1003,1	10,355	1,03855
16	19	32	11,49	3,0	8,5	-0,15	4,0	4,0	14000	1964,01	924,55	1000,9	10,352	1,03852
17	28	35	11,51	3,2	8,6	-0,15	3,9	4,0	14000	1966,98	923,75	1004,5	10,353	1,03855
18	37	37	11,53	3,1	8,7	-0,15	3,8	4,0	14000	1965,76	922,38	1004,7	10,350	1,03852
19	46	39	11,55	3,0	9,2	-0,15	4,0	4,0	14000	1958,71	923,69	996,6	10,348	1,03852
20	55	41	11,57	3,2	9,1	-0,15	4,0	4,0	14000	1965,03	931,57	995,1	10,347	1,03852
21	64	44	12,00	3,1	8,8	-0,15	4,0	4,0	14000	1953,59	913,77	1001,2	10,345	1,03855
22	8	46	12,02	3,0	8,8	-0,15	3,9	4,0	14000	1974,71	933,48	1002,6	10,337	1,03849
23	17	48	12,04	3,1	8,5	-0,15	3,8	4,0	14000	1975,50	937,19	999,8	10,339	1,03849
24	26	50	12,06	3,1	8,6	-0,15	4,0	4,0	14000	1973,18	936,24	998,5	10,342	1,03849
25	35	53	12,09	3,0	8,7	-0,15	4,0	4,0	14000	1968,04	924,91	1004,4	10,350	1,03852
26	44	55	12,11	3,1	9,0	-0,15	3,9	4,0	14000	1953,87	915,46	999,8	10,367	1,03858
27	53	57	12,13	3,1	9,1	-0,15	3,8	4,0	14000	1829,75	794,38	997,5	10,354	1,03800
28	62	59	12,15	3,0	8,7	-0,15	4,0	4,0	14000	1964,03	927,55	998,1	10,347	1,03849
29	6	62	12,18	3,2	9,2	-0,15	3,8	4,0	14000	1967,12	927,39	1001,1	10,362	1,03856
30	15	64	12,20	3,1	8,7	-0,15	3,9	4,0	14000	1976,72	933,97	1003,9	10,379	1,03866
<b>Max</b>		<b>64</b>												

Les graphes ci-dessous sont les résultats de l'exploitation des valeurs du contenu net grâce au SPC logiciel

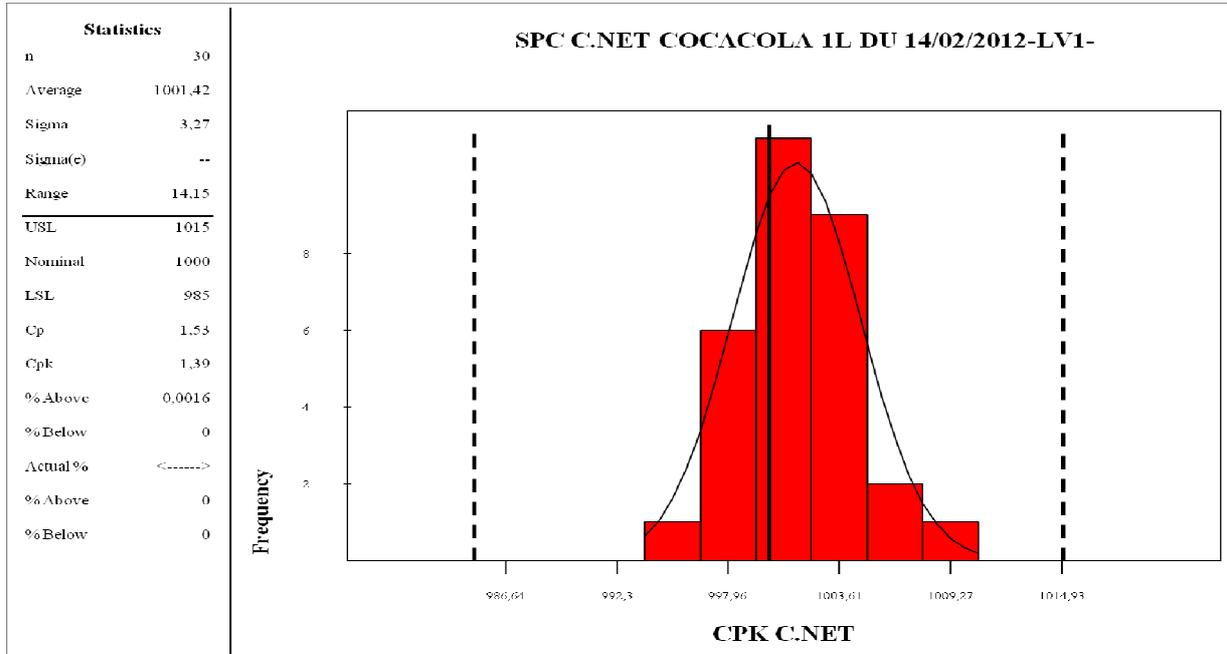


Figure 14: Tracé du contenu net de coca-cola 1L –LV1 (après correction).

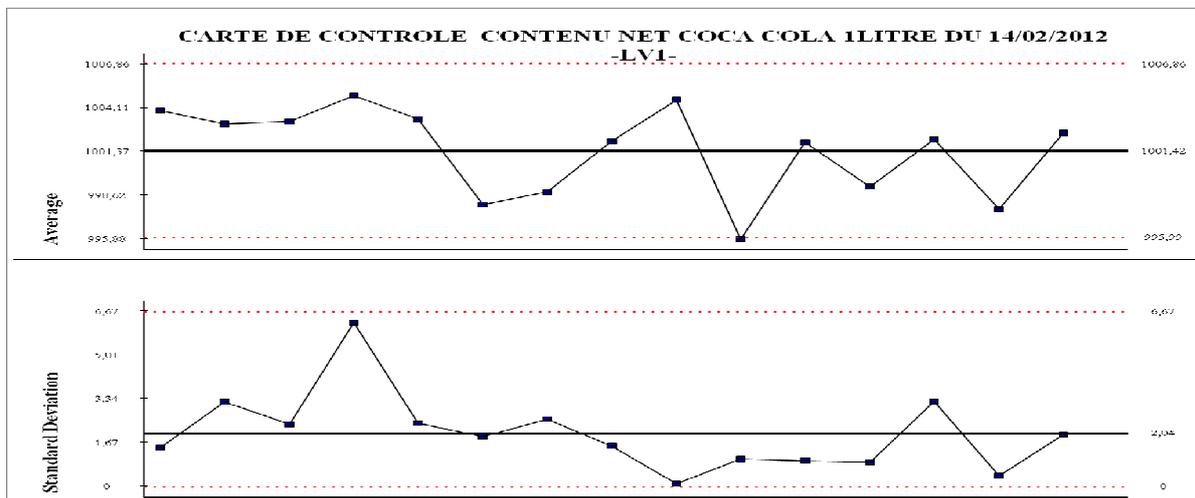


Figure 15: Carte de contrôle du contenu net de coca-cola 1L- LV1 (après correction).

Ce diagramme témoigne de la conformité de l'étude spc car toutes les valeurs sont comprises dans l'intervalle de tolérance, de plus 80% des valeurs se rapprochent de la cible, à cela vient s'ajouter un  $CpK = 1,39 > 1,33$  ce qui est satisfaisant dans l'ensemble, malgré la présence d'une légère fluctuation au niveau de la carte de contrôle cela est sans doute dû à un facteur externe.

I-1-2- Correction SPC de la ligne de PET 1 :

Elle a été faite comme l'étude SPC du mois de Février, après avoir mené les actions correctives l'on a repris l'étude pour déterminer ou non s'il y a une amélioration.

Tableau 15:Recueil des données SPC PET1 (après correction)

Date de l'essai		Série		Matr.		Essai		Matr.		Essai		Lige		Matr.		Essai		Lige		
		S00001		S0002		S0003		S0004		S0005		S0006		S0007		S0008		S0009		
Méthode de calcul des résultats																				
TRIER																				
Ordre de l'essai	N° de l'essai	N° de l'essai	N° de l'essai	N° de l'essai	Moyenne					Somme					Total (n)	Total (p)	C.O.E.T.(n)	C.O.E.T.(p)	Précision (n)	Précision (p)
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	

L'élaboration des graphes 16 et 17 suivent les mêmes étapes que les études SPC précédentes.

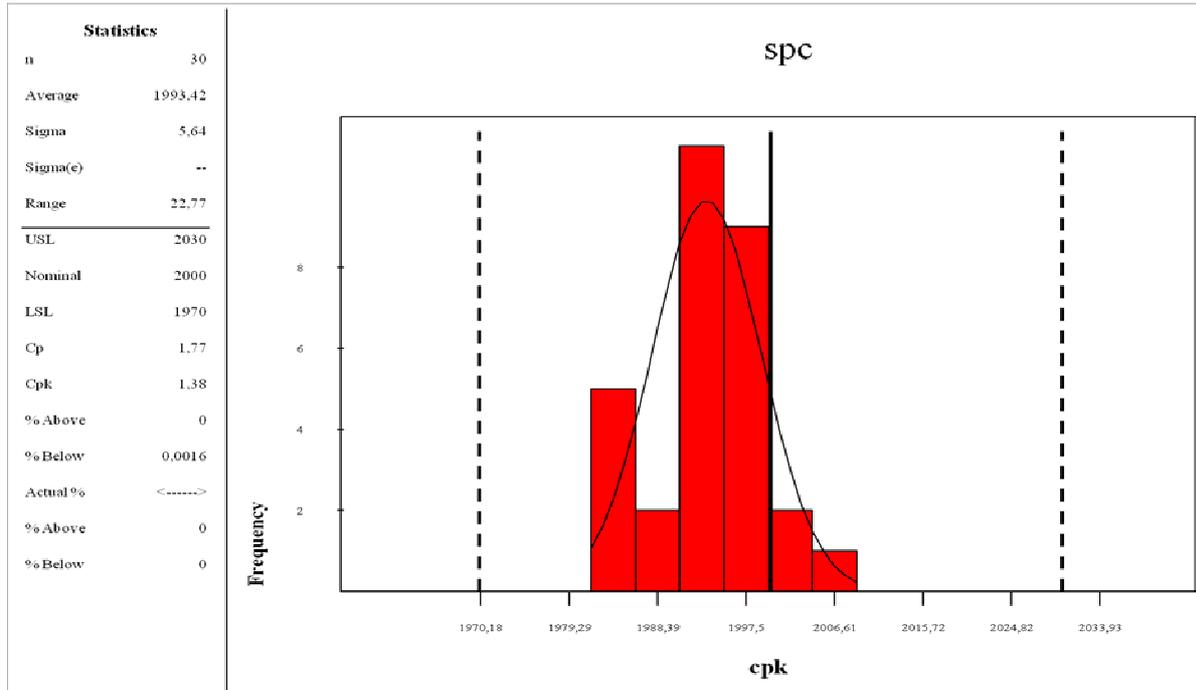


Figure 16: Tracé du contenu net de Hawaii tropical 2 L –PET1 (après correction). Ce diagramme témoigne également de la conformité de l'étude spc menée au cours du mois de Mai sur la ligne de PET 1 après réalisation des actions correctives.

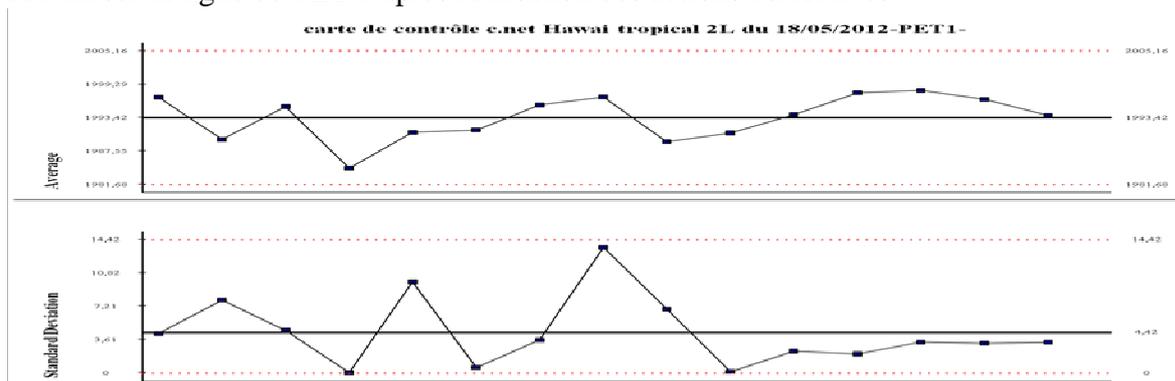


Figure 17: Carte de contrôle contenu net Hawaii tropical 2L-PET1- après correction. Les valeurs obtenus étant toutes comprises dans l'intervalle de tolérance et se rapprochant toutes de la valeur cible, on obtient ainsi un Cpk= 1,38 et qui est supérieur à 1,33% cela témoigne de la conformité des bouteilles soustrées. De même au moyen de la carte de contrôle nous constatons que la tendance générale se situe au niveau de la limite centrale servant de référence.

I-2- Interprétation des données du suivi du nettoyage et sanitation

I-2-1-Résultats du suivi du nettoyage /sanitation du mois de mai

Les résultats de ce suivi (tableau 16) regroupent comme le suivi précédent les modalités du nettoyage/sanitation qui sont fonction de la production d'une boisson à une autre.

Tableau 16 : Suivi du nettoyage et sanitation du mois de Mai

Groupe	Date	Eau chaude	Soude caustique	Désinfectant	Produit	pH	Trace de soude

Résultats et discussion

		T°	Durée	%	T°	T°	Durée	Résidu	%	de	à	5,73	Néant
LV1	02/05	86	15	2,3	75		15	OK	0,5	cc	Arrêt	5,80	Néant
	10/05	82	15	2,1	73		15	OK		cc	Sprite	5,82	Néant
	18/05	86	15	2,4	74		15	OK		cc	Cc	5,70	Néant
	25/05	84	15	2,4	74		15	OK		cc	H.T.	5,84	Néant
LV2	05/05	84	15	2,2	75		15	OK		cc	F.or	5,86	Néant
	11/05	84	15	2,5	73		15	OK		cc	Cc	5,88	Néant
	18/05			2,4			15	OK		F.Le mon	F.or	5,84	Néant
	28/05	85	15							arrêt	cc	5,88	Néant
PET 1	04/05	86	15	2,4	74		15	OK		cc	Cc	5,86	Néant
	12/05	85	15	2,2	75		15			F.Le mon	F.Le mon	5,79	Néant
	19/05	84	15	2,4	75		15	OK		H.T.	F.or	5,92	Néant
	26/05	85	15	2,5	75		15	OK		H.T.	H.T.	5,88	Néant
												5,97	Néant
PET 2	09/05	84	15	2,4	74		15	OK	0,5	arrêt	Arrêt	5,86	Néant
	16/05	84	15	2,5	74		15	OK		T.Le mon	Cc	5,84	Néant
	23/05	86	15				15	OK		T.col a	T.or	5,86	Néant

I-2-2-Analyse microbiologique du nettoyage/sanitation

Les analyses microbiologiques effectuées juste après le nettoyage et sanitation ont également été reconduites. Les résultats qui en découlent se retrouvent dans le tableau 17.

Tableau 17: Résultats microbiologiques après sanitation du mois de Mai

Groupe	Date	Heure	Numéro des	Numéro	Niveau	Nombre des microorganismes
--------	------	-------	------------	--------	--------	----------------------------

Résultats et discussion							
			robinets	suspect	suspect	trouvés	
						Germes totaux	Levures et moisissures
Groupe 1	02/05/12	17 :20	17à24	Néant	Néant	00	00
	10/05/12	01 :50	25 à 32	32	Robinet	02	00
	18/05/12	05 :55	33à 40	Néant	Néant	00	00
	25/05/12	17 :40	41à 48	Néant	Néant	00	00
Groupe 2	05/05/12	11 :00	21à 28	Néant	Néant	00	00
	11/05/12	23 :40	29à 36	30	Eau de rinçage	00	02
	18/05/12	19 :30	37à 45	Néant	Néant	00	00
	28/05/12	04 :30	46à 63	Néant	Néant	00	00
Groupe 3	04/05/12	07 :00	29à 36	Néant	Néant	00	00
	12/05/12	04 :00	37à 44	Néant	Néant	00	00
	19/05/12	20 :30	45à 04	04	Robinet	00	02
	26/05/12	05 :30	05à 12	12	Robinet	02	00
Groupe 4	09/05/12	19 :05	13à 20	16	Canule	02	00
	16/05/12	01 :20	21à 28	Néant	Néant	00	00
	23/05/12	03 :10	29à 36	Néant	Néant	00	00

En réalisant une comparaison des deux tableaux, on constate que la grille de nettoyage et sanitation a été respecté, le nombre de microorganismes à sensiblement diminué, ce que reflète le tableau 18.

Tableau 18: Résultats du nombre de microorganismes observés au cours du mois de Mai

Ligne	Nombre de microorganismes par ligne		Fréquence
	Germes totaux	Levures et moisissures	
Ligne 1	02	00	20%
Ligne 2	00	02	20%
Ligne 3	02	02	40%
Ligne 4	02	00	20%

## I-2-3-Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau

Les analyses physico-chimiques réalisées concernent la mesure de la turbidité au niveau des différents filtres ; ces valeurs sont regroupées dans le tableau 19 que voici :

Tableau 19: Résultats de la turbidité de l'eau

Dates	Turbidité de l'eau brute (NTU)	Moyenne turbidité de sable(NTU)	Moyenne turbidité du charbon(NTU)	Moyenne turbidité du polisseur(NTU)
03/05/2012	0,178	0,149	0,169	0,169
04/05/2012	0,178	0,158	0,160	0,160
07/05/2012	0,192	0,163	0,151	0,151
08/05/2012	0,162	0,140	0,156	0,156
09/05/2012	0,158	0,140	0,139	0,139
10/05/2012	0,202	0,149	0,149	0,149
11/05/2012	0,199	0,149	0,149	0,149
12/05/2012	0,144	0,150	0,141	0,141
13/05/2012	0,168	0,148	0,153	0,153
14/05/2012	0,204	0,140	0,157	0,157
15/05/2012	0,178	0,140	0,151	0,151
16/05/2012	0,185	0,155	0,150	0,150
17/05/2012	0,206	0,151	0,140	0,132
18/05/2012	0,197	0,154	0,141	0,142
19/05/2012	0,181	0,155	0,166	0,153
20/05/2012	0,180	0,144	0,152	0,142
21/05/2012	0,182	0,170	0,156	0,146
22/05/2012	0,184	0,177	0,168	0,166
23/05/2012	0,182	0,165	0,155	0,142
24/05/2012	0,189	0,163	0,152	0,145
25/05/2012	0,183	0,158	0,146	0,133
26/05/2012	0,185	0,156	0,151	0,150
27/05/2012	0,178	0,160	0,150	0,136

28/05/2012	0,178	0,144	0,168	0,152
29/05/2012	0,264	0,163	0,147	0,138
30/05/2012	0,237	0,171	0,173	0,156
31/05/2012	0,240	0,200	0,187	0,153

Des actions correctives ont été menées par la direction, ce qui explique la justesse des résultats obtenus, notamment une régénération des filtres à été fait, le taux de NTU à été revue à la baisse surtout au niveau du filtre à charbon, du filtre qui est passé de 0,5 à 0,3 NTU. Par conséquent l'amélioration de la qualité du nettoyage et sanitation passe par une surveillance rigoureuse de la turbidité de l'eau lors de l'analyse physico-chimique.

#### I-2-4-Résultats microbiologiques des filtres au niveau de la station de traitement des eaux

Ces résultats réalisés par l'unité microbiologique permettent de confirmer s'il y a début de contamination ou non. Le tableau 20 ci-dessous témoigne des résultats obtenus.

Tableau 20: Résultats microbiologiques des différents filtres

Date	Filtre charbon actif		Filtre polisseur	
	N° du filtre	Germes totaux	N° du filtre	Germes totaux
02/05/2012				
03/05/2012	II	00	I+IV	00
04/05/2012	II	00	I+IV	00
05/05/2012	II	00	I+IV	00
07/05/2012	II	00	I+IV	00
08/05/2012	II	00	I+IV	00
09/05/2012	II	00	I+IV	00
10/05/2012	II	00	I+IV	00
11/05/2012	II	02	I+IV	02
12/05/2012	II	02	I+IV	02
14/05/2012	II	03	I+IV	02
15/05/2012	II	00	III	00
16/05/2012	II	00	III	00

17/05/2012	II	00	III	00
19/05/2012	III	00	II	00
20/05/2012	III	02	II	02
21/05/2012	II	00	I	00
22/05/2012	II	00	I	00
23/05/2012	II	00	I	00
24/05/2012	II	00	I	00
25/05/2012	II	00	I	00
26/05/2012	II	00	I	00
28/05/2012	II	00	I	00

Compte tenu de l'absence totale de coliformes et E.Coli ils n'ont pas été mentionnés dans le tableau ci-dessus. De même concernant les filtres on en déduit que l'entretien se fait de façon rigoureuse.

## **II\_ Discussion**

Le suivi réalisé sur toutes les lignes de production nous a permis de dégager un certain nombre de constat, de manquement qui se sont avérés être les pièces directrices, la raison d'être de ce suivi. Par ailleurs ces manquements ne viennent en rien entacher la qualité des services qu'offre la société car dès le début ce suivi a pu être mené à bien grâce aux documents, enregistrements, et outils dont dispose la compagnie en raison de son engagement à respecter les différentes normes auxquelles elle s'est engagée à suivre dans l'unique de promouvoir l'amélioration continue en son sein.

Des résultats obtenus, l'on peut dire que l'étude SPC a mis en évidence des non-conformités qui ont pu être corrigées à temps. De même l'étude des performances machines a permis de vérifier leurs salubrités car ils constituent le dernier élément en contact direct avec le produit fini d'où l'importance de toujours la maintenir propre. Tout d'abord mieux cerner l'importance qui lui aie accordée grâce à l'analyse des dangers puis par la suite le suivi du process et sa comparaison avec les résultats obtenus de la microbiologie.

Le suivi du traitement des eaux montre que les valeurs recensées sont conformes aux normes, de ce fait étant donné qu'il n'y a pas de causes apparentes il revient alors d'élaborer quelques recommandations :

\_ Les analyses microbiologiques ne mentionnent pas les levures et moisissures, les y inclure pourrait entre autres nous donner l'état de contamination dans la mesure où ils sont beaucoup plus présents.

\_ Concernant le type de nettoyage et sanitation une augmentation de la durée de traitement serait propice.

\_ Promouvoir l'installation d'un équipement visant à augmenter la pression de l'eau et ainsi provoquer une déjection de l'eau au niveau des robinets, car tout système de N/S s'appuie sur les trois paramètres que sont : le détergent utilisé, l'action mécanique et le temps de contact.

\_ Concernant les équipements de soutirage un remplacement de certaines canules serait adéquat afin de garantir une meilleure capabilité, à cet effet une suggestion à été faite :

Pour cibler les soutireuses défailantes il faut procéder comme suit :

- 1\_ Connaitre le nombre de canules par soutireuse
- 2\_ Numéroté les soutireuses
- 3\_ Effectuer le soutirage en suivant les numérotations
- 4\_ Effectuer le contrôle du poids par rapport aux tares afin d'évaluer le contenu net
- 5\_ Les soutireuses détectées feront l'objet d'une maintenance.
- 6\_ Refaire l'essai pilote afin d'évaluer oui ou non une amélioration.



## *Conclusion générale*

De nos jours, la qualité devient à la fois un enjeu et un défi majeurs. Seules les entreprises ayant mis en place une politique d'amélioration continue, des outils permettant de veiller à la stabilité de leur processus de fabrication pourront relever ces enjeux.

C'est dans ce contexte que le présent rapport qui a pour thème : Assurance qualité des lignes de production au niveau des mixeurs-soutireuses puise sa raison d'être.

L'objectif du présent travail était de vérifier la capabilité des procédés, faire le suivi du nettoyage et sanitation ; il a en outre mis en exergue les liens et enchainements des différents procédés de même que leur importance et leurs répercussions les uns sur les autres. Des différentes analyses il en ressort que les quelques manquements observés sont sans conséquence considérable sur la qualité du produit fini. Toutefois compte tenu de l'adhésion de la compagnie aux différentes normes de certification et surtout de la politique d'amélioration instaurée, des actions correctives ont été effectuées, les normes de certaines analyses ont été revues afin de répondre pleinement aux spécifications pour une meilleure compétitivité sur le marché national.



### Références bibliographiques

- 1- Gestion de production : Editions d'organisation ; Collection EO SUP
- 2- La roue de Deming- La démarche PDCA  
[www.qualinnov.eu/docs/sys3-pdca.pdf](http://www.qualinnov.eu/docs/sys3-pdca.pdf)
- 3- Les outils de la qualité  
[www.ac-nancy-metz.fr/pres-etab/juliedaubierombas/Disciplines/productique/qualite/outilsqualite.pdf](http://www.ac-nancy-metz.fr/pres-etab/juliedaubierombas/Disciplines/productique/qualite/outilsqualite.pdf)
- 4- Gérald Baillargeon : Maîtrise statistique des procédés 4<sup>ème</sup> édition; les éditions SMG
- 5- Maîtrise statistique des processus(MSP) Utilisation des cartes de contrôle ;  
Techniques de l'ingénieur, traité Mesures et Contrôle R290.



# Annexe



## I- Calcul des cartes de contrôle

### I-1- Carte de contrôle « Average »

Après échantillonnage nous avons recueillis au total 30 échantillons que nous regrouperons deux à deux ce qui permet d'obtenir un total de 15 points sur les graphes, par conséquent la taille de l'échantillon équivaut à deux.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2}{n} \quad \text{avec } n : \text{taille de chaque sous-groupe (l'échantillon)}$$

$X_1, X_2$ : Valeurs observés du sous-groupe et  $\bar{X}$  : la moyenne de chaque sous-groupe  
 $R_i = X_{i_{\max}} - X_{i_{\min}}$  et  $R_i$  : l'étendue de chaque sous-groupe

- Calcul de la moyenne  $\bar{v}$  (moyenne globale) de l'ensemble des données ainsi que l'étendue moyenne  $\bar{R}$ . Pour  $k$  sous-groupes on a :

$$\bar{v} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{k} \quad \bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{k} \quad \text{avec } k=15$$

- Calcul des limites de contrôle pour la carte  $\bar{X}$  (tendance centrale de la caractéristique) s'obtiennent de :

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{v} + A_2 \bar{R} \quad \text{avec } LSC_X : \text{la limite supérieure de contrôle}$$

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{v} - A_2 \bar{R} \quad \text{avec } LIC_X : \text{la limite inférieure de contrôle}$$

### I-2- Carte de contrôle « standard deviation »

- Calcul des moyennes et écarts-types

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2}{n} \quad s = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - n\bar{X}^2}{n-1}}$$

- Calcul de la moyenne générale et de l'écart-type

$$\bar{v} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{k} \quad s = \frac{\sum s_i}{k} \quad \text{avec } k=15$$

- Calcul des limites de contrôle de « standard deviation »:

$$LSC_R = D_4 * R \quad \text{avec } LSC_s : \text{Limite supérieure de contrôle}$$

$$LIC_R = D_3 * R = 0 \quad \text{avec } LIC_s : \text{Limite inférieure de contrôle}$$

Tableau de reference: Source ASTM Manual of Quality Control of Materials, American Society of Testing Materials, Philadelphia, Pa 1976.



---

Taille de l'échantillon	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A2	1,880	1,023	0,729	0,577	0,483	0,419	0,373	0,337	0,308
D3	0	0	0	0	0	0,076	0,136	0,184	0,223
D4	3,267	2,575	2,282	2,115	2,004	1,924	1,864	1,816	1,777