

*Faculté des Sciences et Techniques de Fès*



*Département de Génie Industriel*



*LST de Génie Industriel*

**Projet de Fin d'Etudes**

***Optimisation de la consommation  
d'eau***

**Lieu : CBGN**

**Référence : 13/18GI**

**Préparée par :**

EL Jabbar Oumayma

El Qabli Zineb

**Soutenu le 7 Juin 2018 devant le jury composé de :**

- Pr Hassan Bine El Ouidane (Encadrant FST)
- Pr M. Abarkan (Examinatrice)
- Pr. F. Gadi (Examineur)
- Mr Abdeslam Hal-khoms (Encadrant Société)

*« Certes, il y'a des travaux  
pénibles ; mais la joie de la  
réussite n'a-t-elle pas à  
compenser nos douleurs ? »*

*Jean de la bruyère*

## Dédicace

*À nos chers parents...*

*À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre...*

*À cette source de tendresse, de patience et de générosité...*

*À nos frères et nos sœurs ! Qui ont toujours étaient à nos côtés ...*

*À toutes nos familles...*

*À tous nos amis et collègues...*

*À tous les étudiants de la promotion 2017/2018 licence option Génie Industriel...*

*A tous ceux qui, par un mot, nous ont donné la force de continuer...*

## Remerciements

### «Il n’y a guère au monde un plus bel excès que celui de la reconnaissance»

Nous tenons à témoigner notre gratitude et notre reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce rapport et plus particulièrement nous remercions :

**Mr mohammed El Houati** Directeur de la **CBGN** qui a bien voulu nous ouvrir les portes de la société qu’il dirige.

**Mr Hassan Bin El Ouidane** notre encadrant à la **faculté des Sciences et Techniques**, pour son soutien, ses conseils, ses corrections et sa patience à notre égard.

**Mr Abdesslam Hal-khoms** responsable du service de production de la **CBGN** et **Mr kacem Lahbouj** chef d’équipe, pour leur aide, leur disponibilité, leur bienveillance, leur grand professionnalisme ainsi que leur générosité.

A tous **nos enseignants** qui nous ont initiés aux valeurs authentiques, en signe d’un profond respect et d’un profond amour.

Tout le personnel de **la CBGN** de nous accorder le temps afin d’assurer notre compréhension.

Et nous ne pouvons laisser passer cette occasion sans remercier les jury **Mme Mouna Abarkan** et **Mr Fouad Gadi** pour leur présence et pour l’honneur qu’ils nous ont fait en acceptant d’évaluer ce travail.

**Merci à vous tous.**

## Table des matières

Dédicace .....	
Remerciement.....	
Table des matières.....	
Liste des tableaux .....	
Liste des figures .....	
Listes des abréviations .....	
Introduction Générale.....	1
Chapitre1 : Contexte générale du projet.....	2
I-Présentation de l'entreprise .....	3
1-Groupe NABC.....	3
2-Coca-Cola Fès.....	3
3-Fiche technique .....	4
4-Activité principale.....	4
5-Organigramme.....	4
II-Présentation de processus de production.....	5
1-Traitement des eaux.....	5
2-Siroperie.....	6

2.1-Préparation du sirop simple.....	6
2.2- Préparation du sirop fini.....	7
III-Définir.....	7
Introduction.....	7
1-Problématique.....	7
2-Cahier des charges.....	8
3-Définir la charte du projet.....	9
4-Définir le planning du projet.....	9
5-Cartographie le processus.....	10
5.1-Définir l'activité principale et les processus.....	10
5.2-Définir le SIPOC.....	10
6-Border le projet.....	11
7-Analyse SWOT.....	12
Conclusion.....	12
<b>Chapitre II : Diagnostic de l'existant.....</b>	<b>13</b>
Phase 1 : Estimation et recherche des causes de la surconsommation d'eau.....	14
Introduction.....	14
1-Les étapes à valeur ajoutée /non valeur ajoutée.....	14
2-Brainstorming.....	15
3-Collecte des données d'eau totale.....	16
4-Diagramme de Pareto.....	17
5-DPMO.....	18
6-Cartes de contrôles.....	19



7-Les 5 Pourquoi.....	20
Phase 2 : Analyse des causes de la surconsommation d'eau.....	21
1-Classement des points de consommation selon le manque à gagner.....	21
2- Analyse des résultats.....	21
Conclusion.....	22
<b>Chapitre III : Les actions d'amélioration.....</b>	<b>23</b>
I-Innover/Améliorer.....	24
Introduction.....	24
1-Solutions proposées.....	24
2-Solutions facultatives.....	25
3-Analyse préliminaire des risques APR.....	26
Conclusion.....	27
II-Contrôler.....	28
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>29</b>
<b>Binliographie .....</b>	<b>.....</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>.....</b>

## Listes des tableaux :

Tableau 1 : QQQQCP.....	8
Tableau 2 : Charte de projet.....	9
Tableau 3 : Planning de projet .....	9
Tableau 4 : Tableau de collecte de données.....	16
Tableau 5 : Tableau de Pareto.....	17
Tableau 6 : Analyse préliminaire des risques.....	27

## Listes des figures

Figure 1 : les différents sites de NABC.....	3
Figure 2 : Fiche technique de CBGN.....	4
Figure 3 : Organigramme de la CBGN .....	4
Figure 4 : Schéma traitement des eaux.....	5
Figure 5 : Schéma siroperie.....	6
Figure 6 : Cahier des charges.....	8
Figure 7 : Processus de traitement d'eau.....	10
Figure 9 : SIPOC.....	10
Figure 10 : Diagramme de serpent .....	11

Figure 11 : Analyse SWOT .....	12
Figure 12 : Etapes à valeur ajoutée / non valeur ajoutée .....	14
Figure 13 : Brainstorming .....	15
Figure 14 : Diagramme de Pareto .....	17
Figure 15 : Carte de contrôle de lavage contre courant.....	19
Figure 16 : Carte de contrôle de laveuse .....	19
Figure 17 : Carte de contrôle de chaudière.....	20
Figure 18 : 5 Pourquoi.....	20
Figure 19 : Classement des pertes selon le manque à gagner .....	21
Figure 20 : Les causes racines des pertes au niveau du laveuse .....	24
Figure 21 : Les causes racines des pertes au niveau du lavage contre courant .....	25

## Listes des abréviations

**APR** : Analyse Préliminaire des Risques

**CBGN** : Company de Boissons Gaseuses du Nord

**DMAIC** : Définir Mesurer Analyser Innover Contrôler

**DPMO** : Défauts Par Millions d'Opportunités

**NABC** : North Africa Bottling Company

**QOQCP** : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?

**SIPOC** : Supplier , Inputs , Process , Output , Customers

## Introduction Générale

De nos jours, la concurrence et la compétitivité est une arme à double tranchant .Certes, elle est à l'origine du progrès et d'innovation ; cependant, afin d'éviter la marginalisation l'organisme est censé d'équilibrer entre la qualité de ses produits et la quantité.

Des actions aussi bien ponctuelles que permanentes ont été menées dans le souci de résorber les pertes et les gaspillages freinant tout mouvement de **la CBGN** vers la performance, la rentabilité et la satisfaction des clients.

C'est dans ce sens que ce sujet de stage intitulé « **Optimisation de la consommation d'eau** » nous a été proposé.

Notre rapport est réparti en trois chapitres:

**Le premier chapitre**: sera consacré à la présentation de l'organisme : Son contexte géographique, son domaine d'activité. Comme il est consacré à la description du processus de production , ainsi les différents axes traités dans l'étape Définir de la démarche DMAIC .

**Le deuxième chapitre**: nommé Diagnostic de l'existant qui contient les deux étapes qui suivent de la DMAIC :

- Mesurer où on a mesuré les points de consommation d'eau sous forme des cartes de contrôle , Pareto et autres méthodes .
- Analyser , une étape qui a été consacré à l'analyse des résultats trouvés dans l'étape précédente .

**Le troisième chapitre** : nommé les actions d'amélioration dans lequel on a traité les deux étapes restantes de la DMAIC : Innover & Contrôler . Dans la première , on a proposé des solutions qui résolvent les problèmes détectés ainsi qu'une étude des risques pour ces solutions . la deuxième étape est dédiée au contrôle des solutions après leur mise en place .

# *Chapitre I : Contexte général du projet*

## I-Présentation de l'entreprise :

### 1-Groupe NABC :

La société **NABC** est considérée comme la filiale la plus importante du groupe **ECCBC** (Equatorial Coca-Cola Bottling Company) qui a été créé en 1997 avec la participation de Cobega et The Coca-Cola Export Company, celle-ci est spécialisée dans l'embouteillage et la distribution de boissons gazeuses, non gazeuses et eaux minérales dans toute l'Afrique.

C'est le 22 décembre 2003, qu'est née NABC « NorthAfrica BOTTLING COMPANY », fruit du regroupement de 5 sociétés :

Société Centrale des Boissons Gazeuses "**SCBG**".

Compagnie des boissons gazeuses du sud "**CBGS**".

Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord "**CBGN**".

Société des boissons Mauritanienne "**SOBOMA**".

Compagnie des boissons marocaines et internationales "**COBOMI**".

### 2-Coca-cola Fès : CBGN :

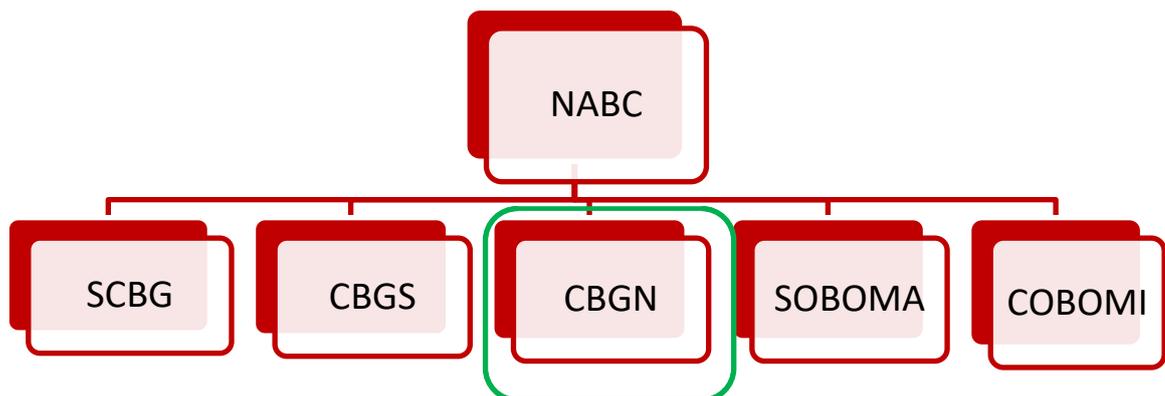


Figure 1: Les différents sites de NABC

La Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord de Fès a été créée en 1952.

### 3-Fiche technique :

La figure suivante représente la fiche technique de la CBGN :

- **Dénomination sociale :** CBGN
- **Raison Sociale :** Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord
- **Activité :** Production, Embouteillage et Commercialisation de boissons gazeuses
- **Date de création :** 26 juin 1953
- **Superficie :** 3 HA
- **Centres de distributions :** Meknès, Fès extérieur, Azrou, Sidi Slimane, Midelt, Khénifra, Errachidia
- **Capital Social :** 3.720.000 DH
- **Forme Juridique :** Société Anonyme SA
- **Siège Social :** Quartier Industriel Sidi Brahim BP : 2284 Fès
- **Tel :** 0535641070 / 0535641136
- **Fax :** 0535641181 / 0535644244
- **Numéro de Registre de Commerce :** Fès 11286
- **Identification fiscale :** 102054
- **Patente :** 13245421
- **CNSS :** 1349952
- **Assurance :** AXA

Figure 2: Fiche technique de CBGN

### 4-Activité principale :

#### ➤ **Production :**

→ Au Maroc, la **CBGN** dispose de 2 unités de production regroupant des lignes :

- De verre (une ligne).
- Et une autre en cours d'installation.

#### ➤ **La distribution :**

La distribution est organisée autour de deux systèmes:

-Le système conventionnel : dans ce système, nos livres visitent les points de ventes pour la distribution de nos produits et la prise de commande.

- Le système de 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, les produits sont préparés la veille sur la base de commandes. La livraison s'effectue le lendemain.

### 5-Organigramme :

La figure suivante illustre l'organigramme de l'entreprise CBGN :

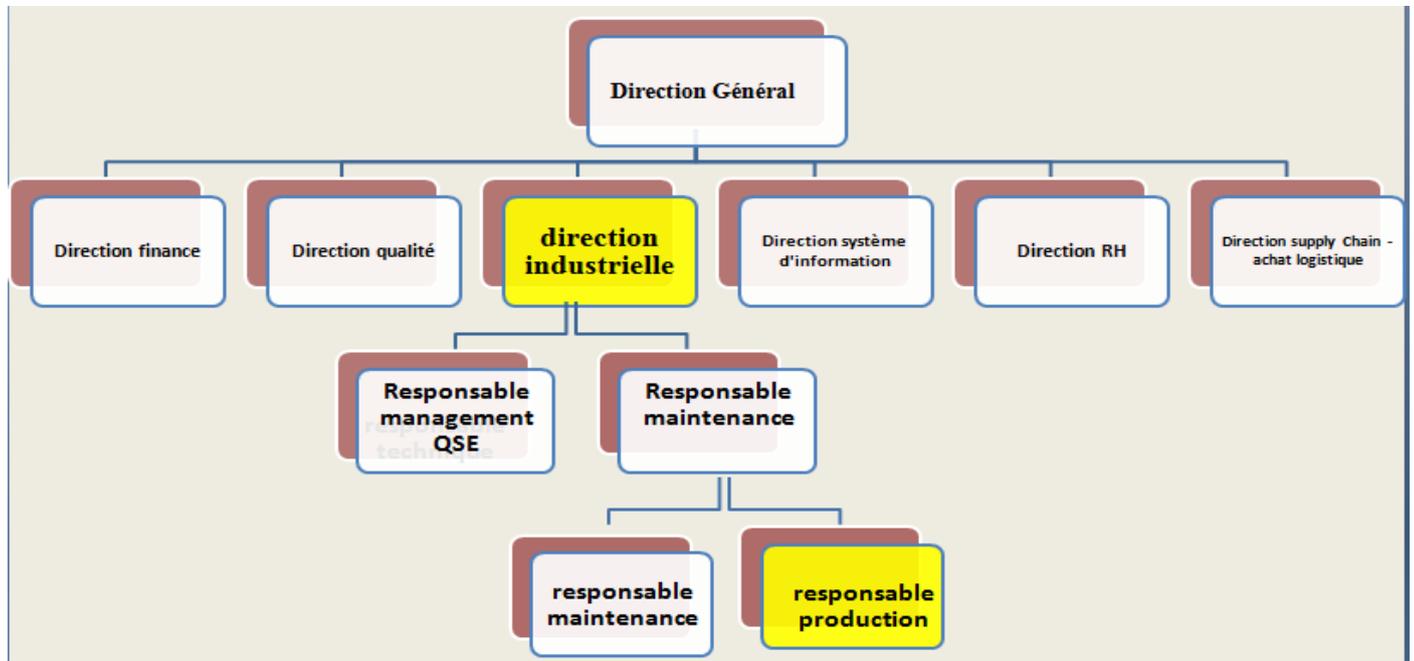


Figure 3: L'organigramme de la CBGN

## II- Présentation de processus de production

Cette chaîne de production est consacrée aux bouteilles en verre de 1L, 35cl et 20 cl. Le processus de fabrication passe par plusieurs étapes :

- Traitement des eaux,
- Siroperie,
- mise en bouteille.

### 1- Traitement des eaux :

Le schéma suivant présente le circuit du processus de traitement des eaux :

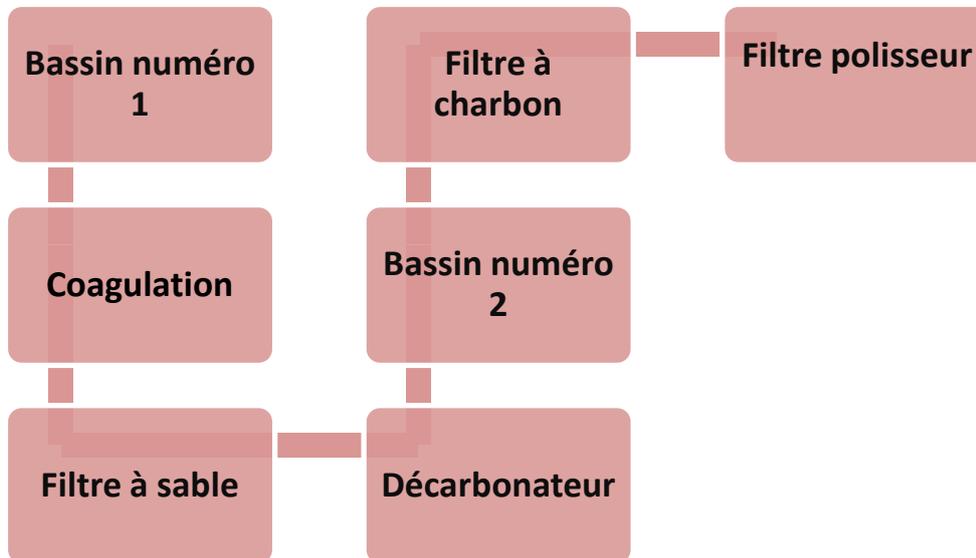


Figure 4: Schéma traitement des eaux

## 2-La siroperie

### 2.1-Préparation du sirop simple :

Le schéma suivant présente les étapes pour construire le sirop simple :

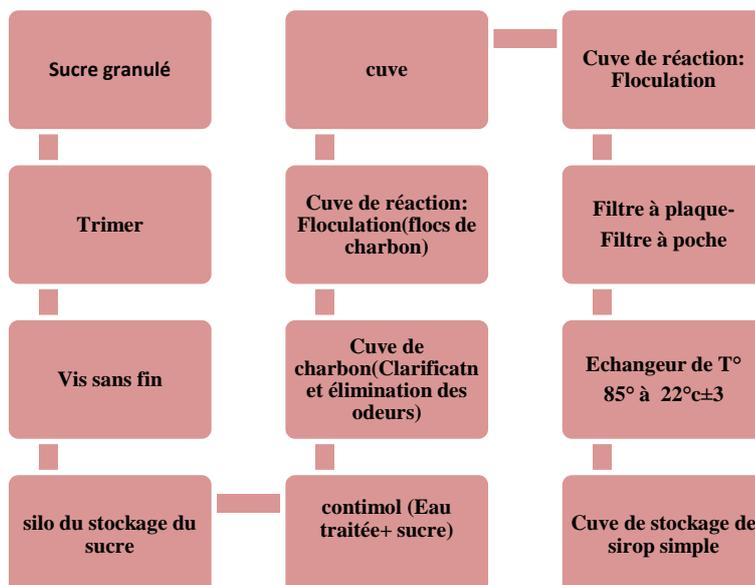


Figure 5: Schéma Siroperie



## 2.2-Préparation du sirop fini :

Une fois le sirop simple est construit et est conforme avec le contrôle qualité selon les procédures et le produit à fabriquer, on mélange :

La quantité du sirop simple + les ingrédients selon le besoin (concentrée de base) .

## III- Définir :

### Introduction :

Cette étape permet de définir le problème en sa totalité : ses clients, sa charte de projet et cartographier le processus business majeur.

### 1-Problématique :

CBGN –Compagnie des boissons gazeuses du Nord- a pour mission la production et la distribution des boissons gazeuses. Ces derniers ont comme base l'eau .

La surconsommation de cette eau est un problème qui touche l'environnement socioéconomique de l'entreprise.

C'est pour cela ,le site de production CBGN a lancé un projet d'optimisation de la consommation d'eau tout en assurant la capacité de production et la satisfaction des clients.

Au cas de succès de ce projet qui débutera le 24/05/18 l'organisme va gagner 135842.5 DH comme gain d'eau traitée ainsi qu'adoucie , d'où un gain de 62393.18 DH dans le processus d'eau traitée, et 72373.2 DH dans celui d'eau adoucie

Et pour bien comprendre la problématique du sujet nous proposons de suivre la méthode QQQQCP. Elle permet d'avoir sur toutes les dimensions du problème, des informations élémentaires suffisantes pour identifier les aspects essentiels du projet .

Le tableau suivant regroupe ces informations :



<b>QQOQCP</b>	
<b>Qui ?</b> Qui est concerné par le problème ?	Service production
<b>Quoi ?</b> C'est quoi le problème ?	La surconsommation d'eau
<b>Où ?</b> Où apparait le problème ?	Dans tous les services qui utilisent l'eau
<b>Quand ?</b> Quand apparait le problème ?	Depuis le lancement de notre projet
<b>Comment ?</b> Comment trouver une solution ?	Réduire le ratio actuel
<b>Pourquoi ?</b> Pourquoi résoudre le problème ?	Atteindre le ratio objectif : 3.6

Tableau 1 : QQOQCP

## 2-Cahier de charges :

la figure suivante représente un cahier de charge à suivre :

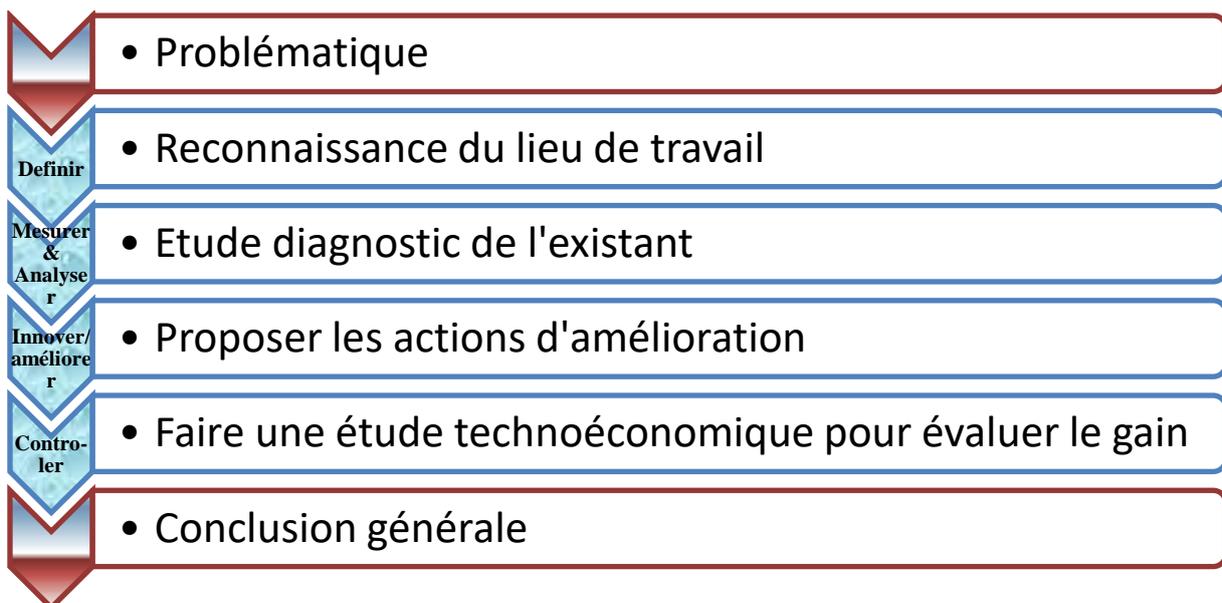


Figure 6: Cahier de charges



### 3-Définir la charte du projet :

Charte du projet		
<b>Nom du projet :</b>	<b>Début et Fin de projet :</b>	
Optimisation de la consommation de l'eau	02 /04/18 à 24/05/18	
<b>Leader de projet :</b>	<b>Sponsor de projet :</b>	
Abdeslam Halkhoms	Mohammed el Houati	
<b>Membres du projet :</b>	El qabli Zineb et EL Jabbar Oumayma	
<b>Vue globale du projet :</b>	<b>Etat actuel :</b>	<b>Objectif :</b>
Réduire le ratio d'eau :	4 ,27	3 ,6
<b>Champs de projet :</b>	<b>Zones affectées par le projet :</b>	
Processus de production	Opérations de nettoyage	
<b>Cout actuel :</b>	<b>Cout objectif :</b>	<b>Gain prévu :</b>
865727.6 DH	729885.096 DH	135842.5 DH

Tableau 2 : Charte de projet

### 4-Définir le planning de projet :

Définir le planning de projet reste fondamental pour réaliser chaque étape de notre projet en fonction de sa durée :

Calendrier projet	Mois	Avril				Mai				Outils Utilisés
		Semaines	1	2	3	4	1	2	3	
<u>Définir</u>	Fait									<i>SWOT SIPOC QQOQCP</i>
	Actuel									
	Prévu									
<u>Mesurer &amp; Analyser</u>	Fait									<i>Brainstorming 5 pourquoi Carte de contrôles Pareto DPMO</i>
	Actuel									
	Prévu									
<u>Innover / Améliorer</u>	Fait									<i>APR</i>
	Actuel									
	Prévu									
<u>Contrôler</u>	Fait									
	Actuel									
	Prévu									

Fait  Actuel  Prévu

Tableau 3: Planning de projet

## 5-Cartographier le processus :

### 5.1-Définir l'activité principale et les processus :

Le traitement d'eau est la base de la production des boissons gazeuses, il consiste à faire passer l'eau brute par des processus Physico-chimiques.

La figure suivante décompose les processus en :

\*Processus chimique.

\*Processus physiques.

La figure suivante divise les processus en processus chimiques et autres physiques :

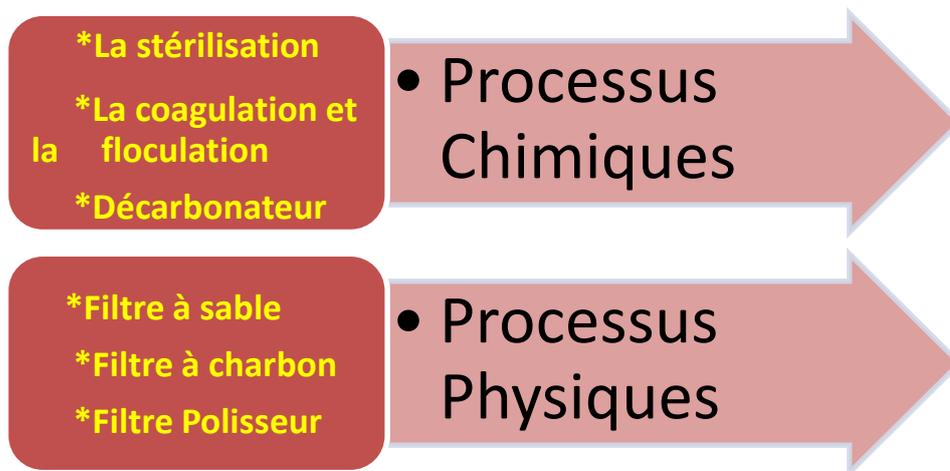


Figure 7: Processus de traitement d'eau

### 5.2-Définir le S.I.P.O.C :

Le SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer) est un outil qui détermine les fournisseurs, les entrées, les sorties et les clients du processus qu'on veut améliorer.

SIPOC est présenté sous forme du schéma ci-dessous qui décrit le processus en détails des fournisseurs jusqu'aux clients.

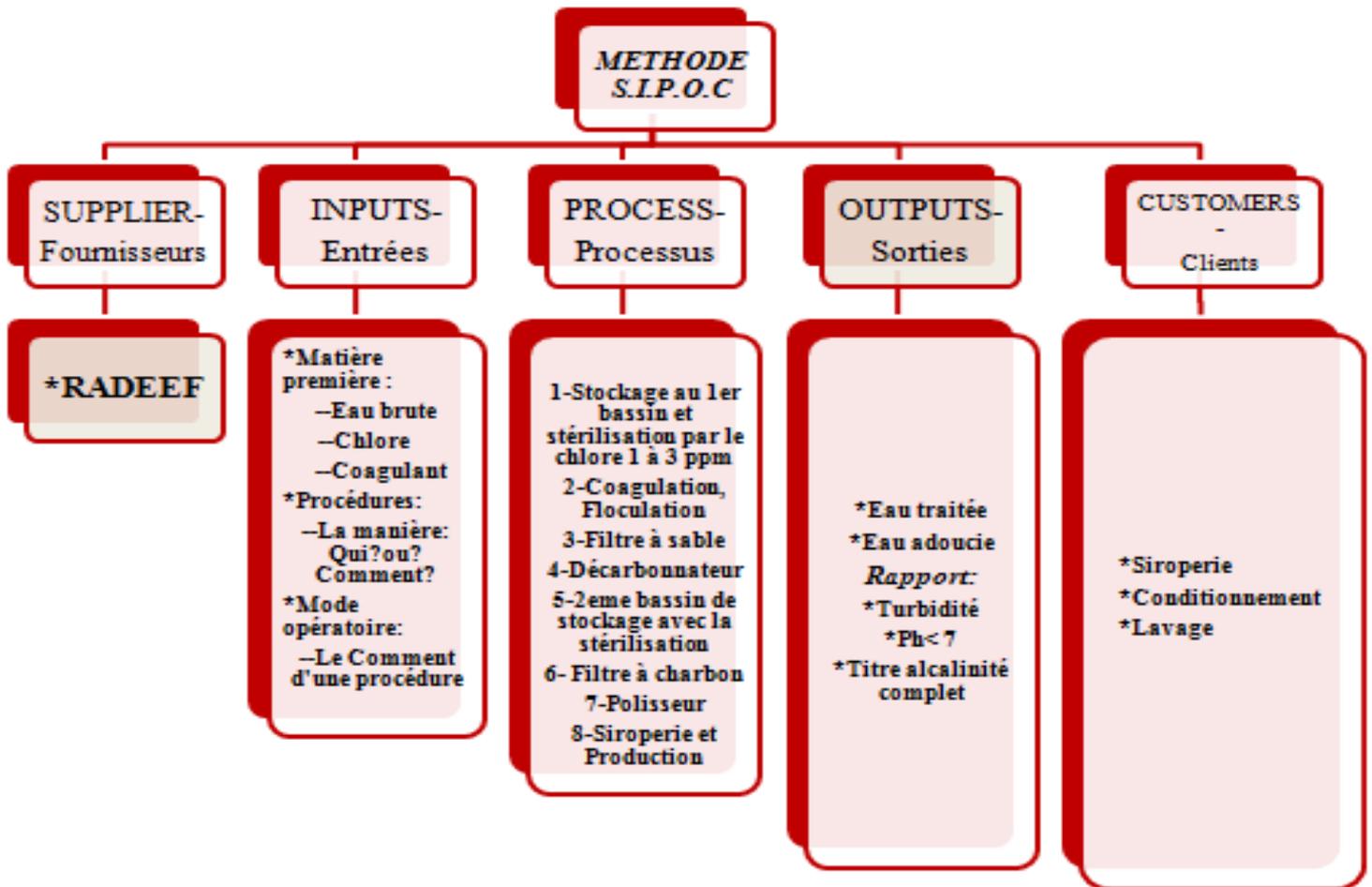


Figure 8: SIPOC

### 6-Border le projet :

Le diagramme de serpent suivant représente les étapes parcourues par un produit depuis la réception de matières premières jusqu'à sa livraison :

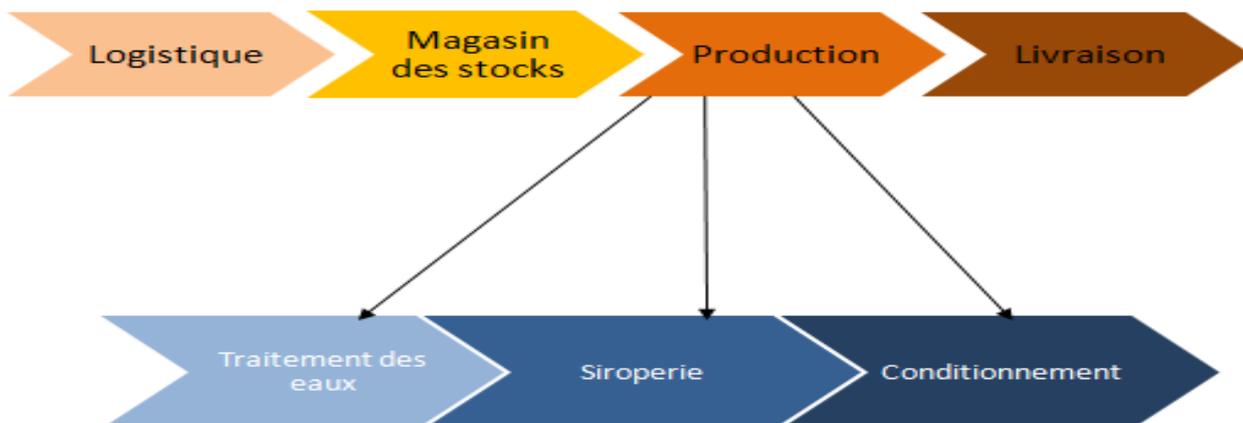


Figure 9: Diagramme de serpent



## 7-Analyse SWOT :

Avant d'entamer ce projet , il reste indispensable de savoir les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces. L'analyse SWOT regroupe ces quatre notions comme est indiqué ci-dessous :

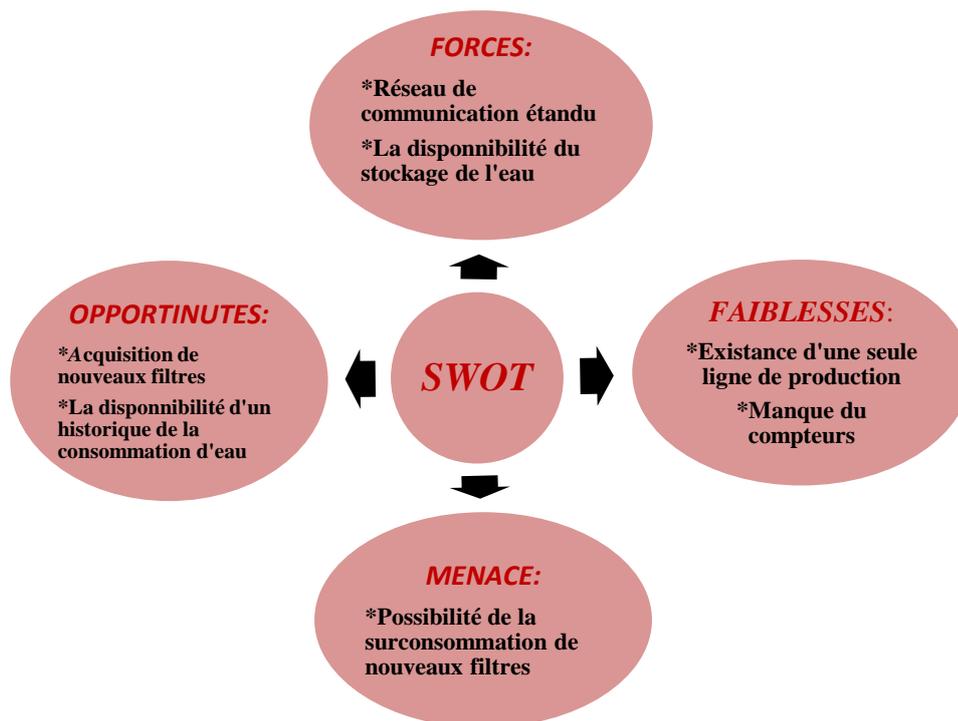


Figure 7 : Analyse SWOT

### Conclusion :

A la fin de la phase ' Définir ' on a pu identifier les principaux piliers du projet , sa bordure , son gain ainsi que ses opportunités et ses menaces .Une fois que cette étape est scrupuleusement étudiée , il est alors possible de passer à la phase suivante de mesure et d'analyse afin de mieux quantifier les nouveaux objectifs .

*Chapitre II :*  
*Diagnostic de l'existant*  
*« Mesurer & Analyser »*

**Phase 1 : Estimation et recherche des causes de la surconsommation d'eau :**

**Introduction**

Après avoir défini le problème en sa totalité, cette deuxième étape va nous servir d'effectuer des :

- \* Mesures de la performance du processus.
- \* Analyses des données et des causes profondes , ainsi que les opportunités d'amélioration.

**1-Les étapes à valeur ajoutée/non valeur ajoutée :**

La figure suivante décompose les processus de traitement d'eau en deux catégories : Processus à valeur ajoutée et d'autres à non valeur ajoutée

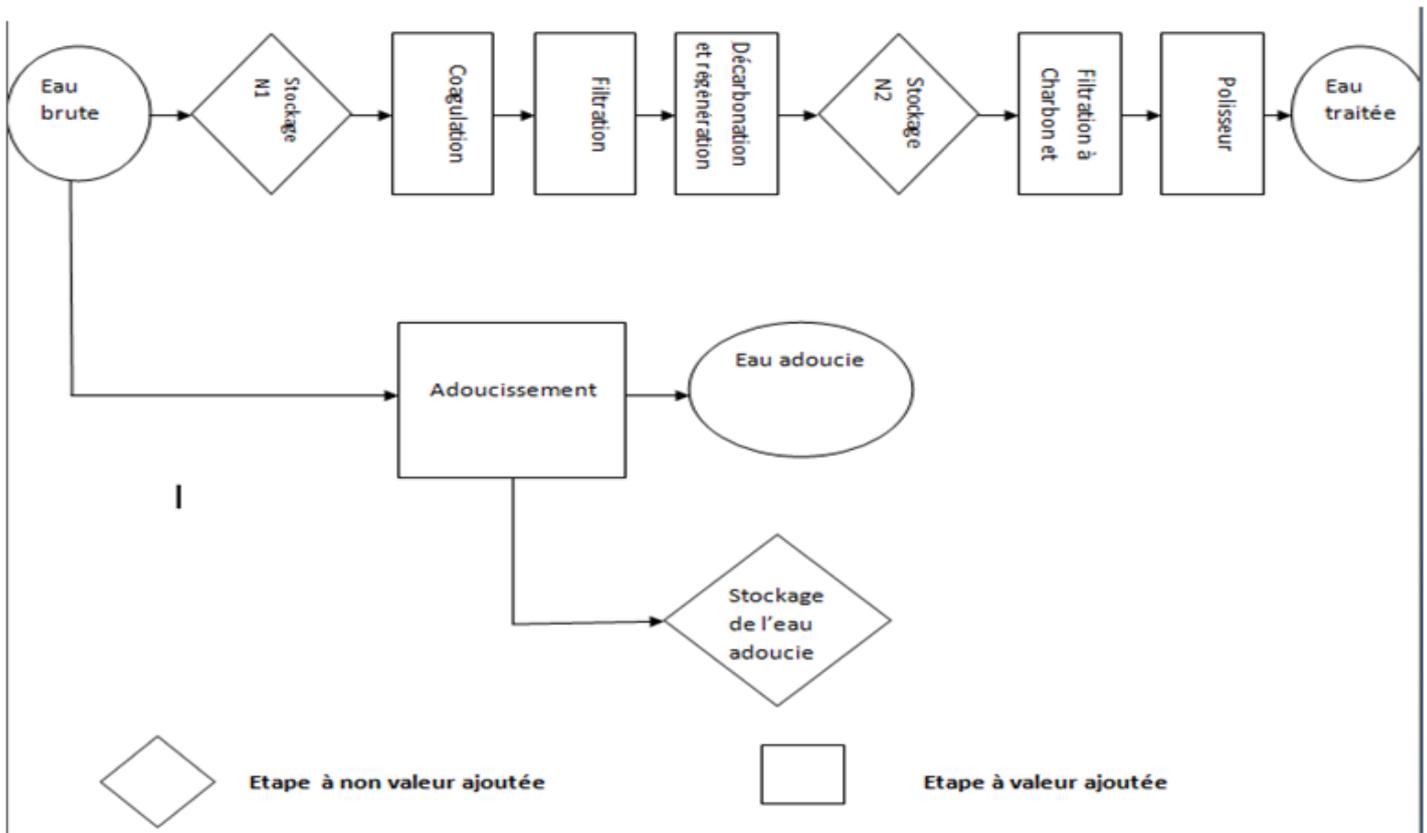


Figure 8: Les étapes à valeur ajoutée/non valeur ajoutée



## 2-Brainstorming :

Pour rassembler le maximum d'idées sur les points de consommation d'eau, il est indispensable de réfléchir en groupe selon le mode participatif ; le **Brainstorming** :

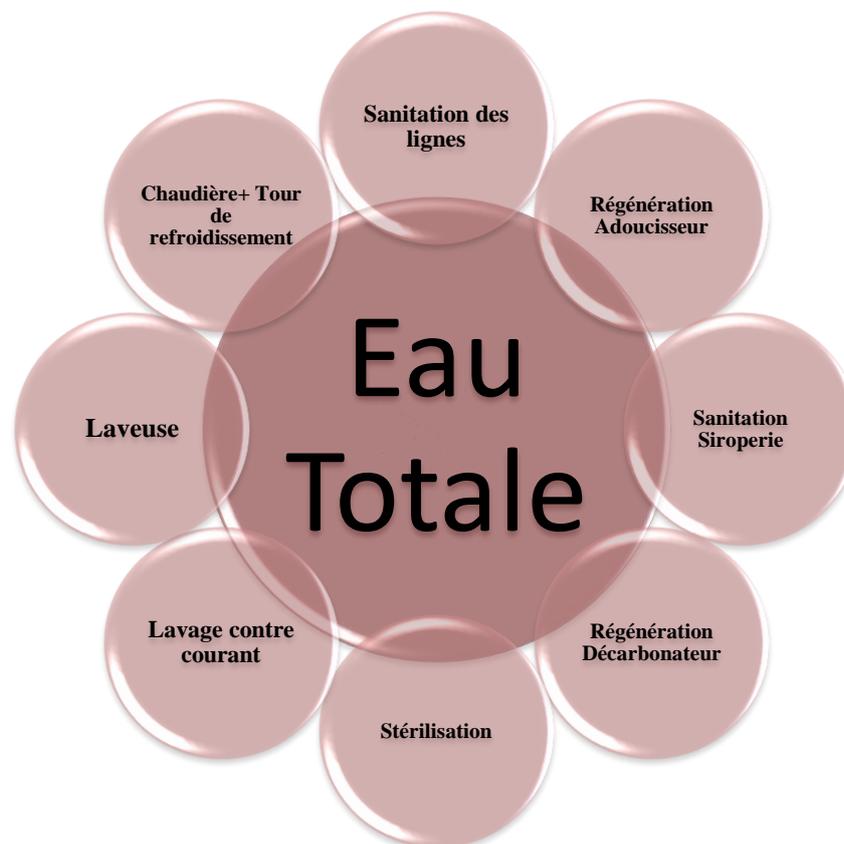


Figure 9 : Brainstorming

## 3-Collecte des données d'eau totale :

Après la réalisation d'un suivi de la consommation d'eau pour le mois d'Avril, on a pu collecté les données suivantes :



	Régénération Décarbonateur	Régénération Adoucisseur	Sanitation Siroperie	Sanitation des lignes	Chaudière	Laveuse	Lavage contre courant	Stérilisa- tion			
01-04	19	24	2	7				25			
02-04				7							
03-04				8							
04-04				7							
05-04				8							
06-04	24	6	14	7	2	133	15	25			
07-04				7	2	107	16				
08-04				7	1	92	21				
09-04				8	3	134	7				
10-04				8	1	98	7				
11-04	24	4	7	8	3	117	50	27			
12-04				5					3	86	11
13-04				5					2	50	5
14-04				2					3	134	6
15-04				8					20	8	8
16-04	8										
17-04	7										
18-04	7										
19-04	8										
20-04	7										
21-04	7										
22-04	8										
23-04	8										
24-04	8										
25-04	7										

Tableau 4: Tableau de collecte des données

- Les valeurs du tableau sont en m<sup>3</sup> par jour .
- Les valeurs précédentes montrent la consommation journalière d'eau pour chaque point de consommation pendant le mois d'Avril .

#### 4-Diagramme de Pareto :



Le tableau suivant regroupe la quantité consommée d'eau dans les différents points de consommation en pourcentage :

	La quantité consommée en m <sup>3</sup>	Pourcentage	Pourcentage cumulé
<u>Laveuse</u>	105.6	51.3	51.3
<u>Stérilisation</u>	25	12.15	63.45
<u>Régénération Adoucisseur</u>	24	11.66	75.11
<u>Lavage contre courant</u>	19.5	9.47	84.58
<u>Régénération décarbonateur</u>	15.3	7.44	92.02
<u>Sanitation des lignes</u>	7.5	3.64	95.66
<u>Sanitaion Siropierie</u>	6.62	3.22	98.88
<u>Chaudière</u>	2.2	1.07	100
	205.72		

Tableau 5: Tableau de Pareto

La figure ci-dessous illustre le diagramme de Pareto :

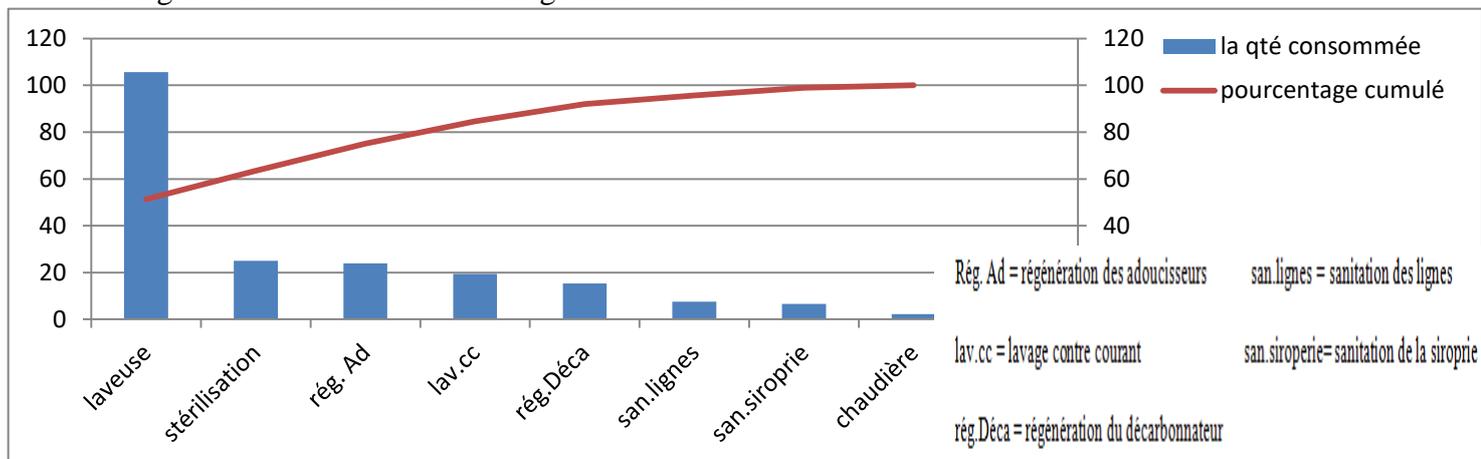


Figure 10 : Diagramme de Pareto



➤ **Interprétation :**

Le diagramme de Pareto a pour objectif de pouvoir agir sur 80 % des problèmes.

Donc en travaillant sur la laveuse, la stérilisation et régénération des adoucisseurs, on peut éliminer 80% des causes de surconsommation . Et pour aller plus loin on pourra ensuite travailler sur le lavage contre courant qui présente 9.47 % des insatisfactions (voir tableau 5).

**5-DPMO « Défauts par million d'opportunités »:**

Ce critère est basé sur la quantité de défauts que les processus génèrent. Il consiste à :

- \*Etablir les défauts pour chaque critère.
- \*Compter le nombre de défauts pour chaque critère.
- \* Utiliser la relation :

$$DPMO = \frac{1.000.000 \times Nb \text{ de défauts}}{Nb \text{ de critère} \times Nb \text{ de possibilité pour chaque critère}}$$

Suite aux résultats précédents , nous allons travailler juste sur :Laveuse, lavage contre courant, la stérilisation et la régénération des adoucisseurs .

On aura alors :

$$DPMO = \frac{1.000.000 \times 4}{8 \times 8} = 62500 .$$

➤ **Interprétation :**

Les points de consommation d'eau cités précédemment présentes **62500** défauts pour chaque **1.000.000** .Cela veut dire que pour chaque **1.000.000** Litre d'eau ,ils perdent **62500 L** . Ce qui est très loin de notre DPMO objectif qui est : **50500 L**.



## 6-Cartes de contrôles :

Pour les cartes de contrôles suivantes , On a considéré la ligne rouge comme moyenne et la ligne noire comme limite inférieure.

La figure suivante représente la carte de contrôle du lavage contre courant :

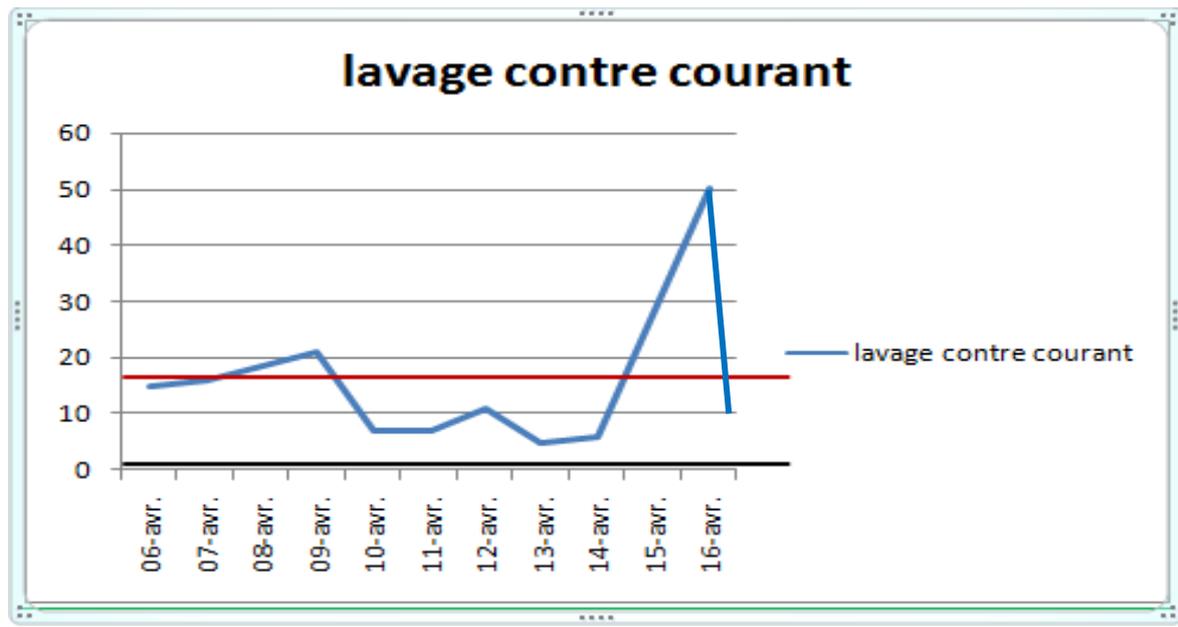


Figure 11: Carte de contrôle du lavage contre courant

La figure suivante représente la carte de contrôle du laveuse :

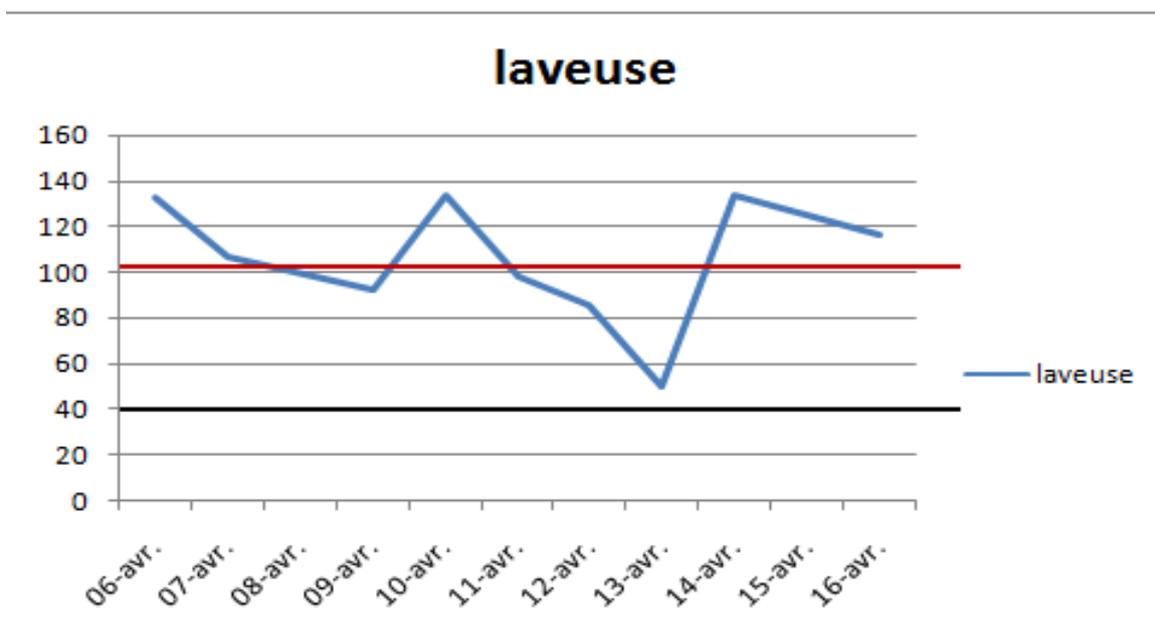


Figure 12: Carte de contrôle de laveuse



La figure suivante représente la carte de la chaudière :

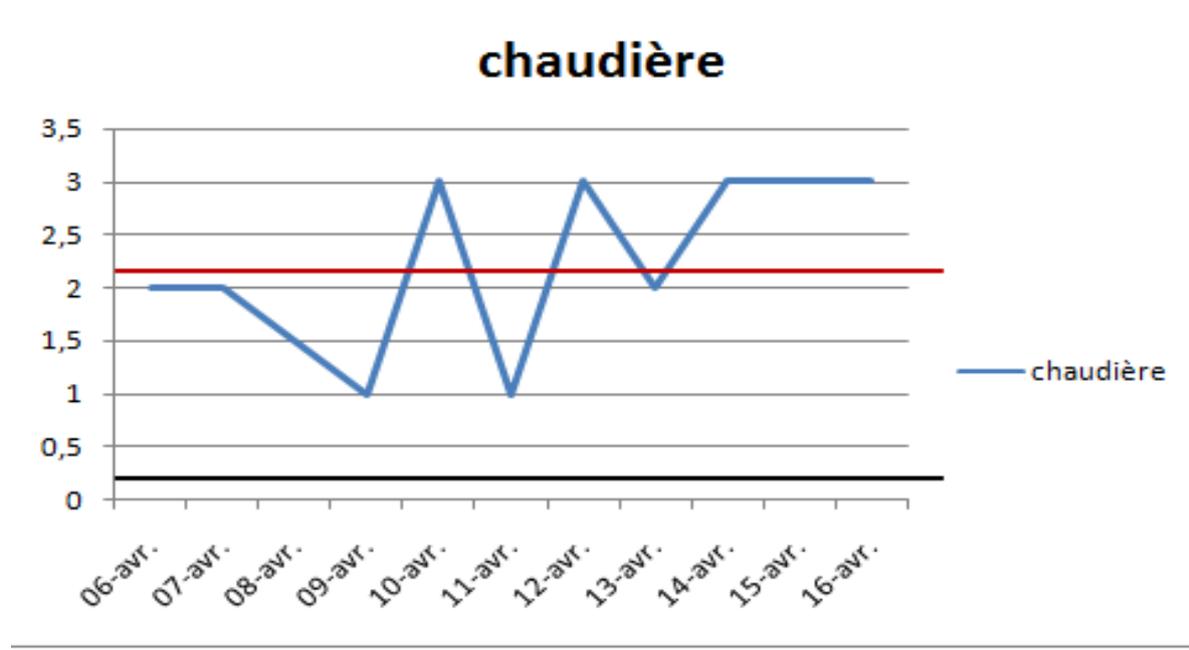


Figure 13: Carte de contrôle de la chaudière

### 7- les 5 pourquoi :

on a appliqué l'outil 5 pourquoi, qui nous permet d'aller à chaque fois vers le fond du problème, on se posant la question, pourquoi. Le schéma suivant illustre cet outil :

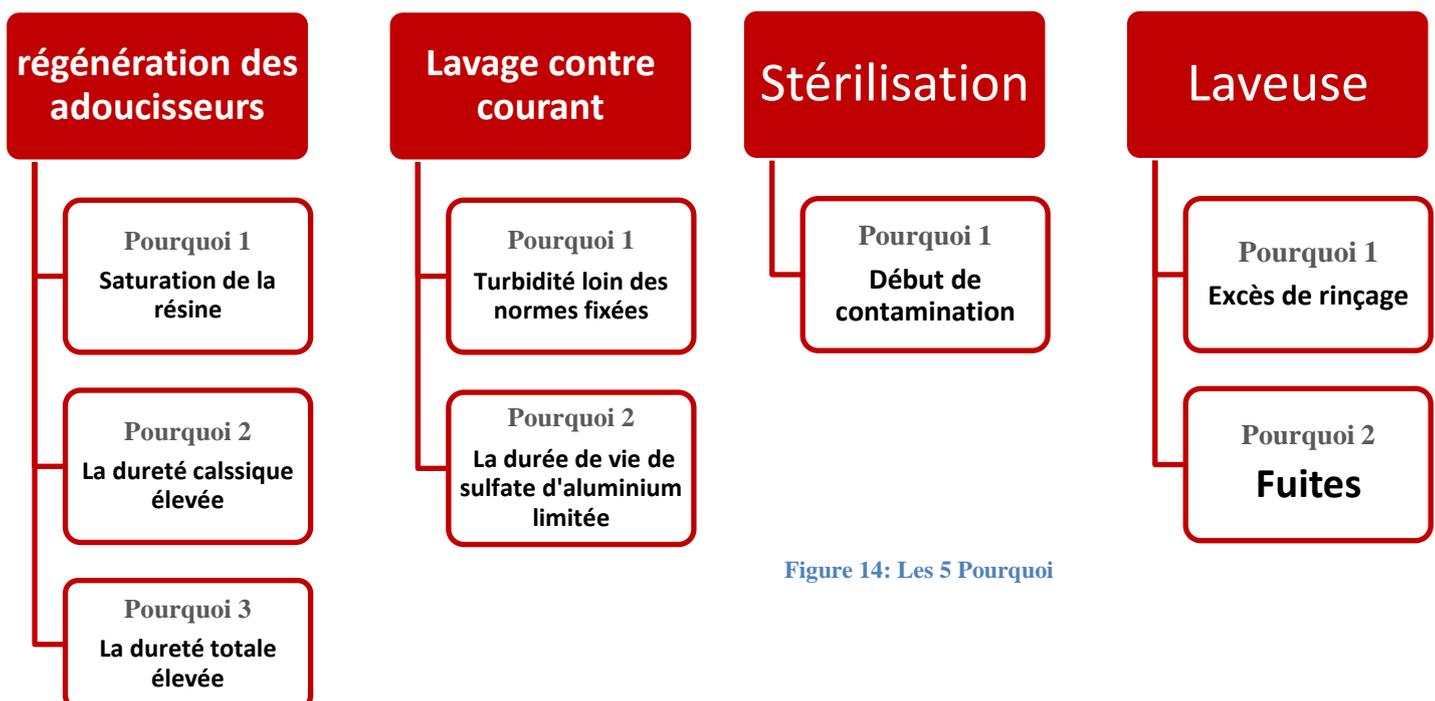


Figure 14: Les 5 Pourquoi

## Phase 2 :Analyse des causes de la surconsommation d'eau

### 1- Classement des points de consommation selon le manque à gagner :

Il est évident que les points de consommation trouvés n'influent pas du même degré sur le coût de production.

C'est pour cela que nous allons nous focaliser sur les plus critiques. D'où la nécessité de les trier selon le manque à gagner . Ce critère est obtenu en multipliant chaque quantité par le coût d'un m<sup>3</sup> d'eau de ville ( **8.6 DH**)

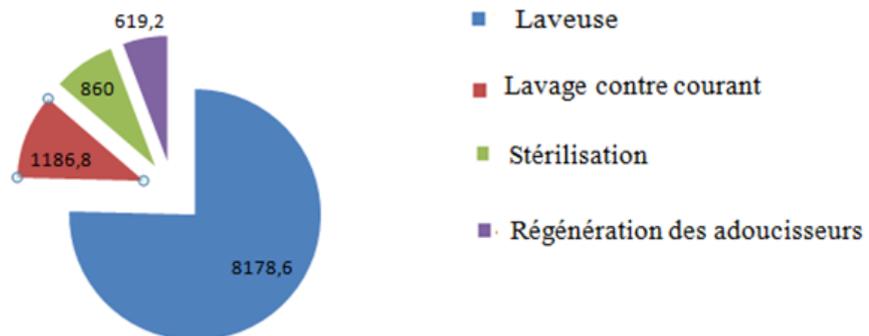


Figure 15: Classement des points de consommation d'eau selon le manque à gagner

A partir du diagramme précédent , on remarque que la laveuse et le lavage contre courant sont au sommet de cette surconsommation. D'où la nécessité d'agir en priorité sur ces deux points.

### 2-Analyse des résultats :

#### **2.1-Les pertes dues au lavage contre courant :**

Le lavage contre courant est nécessaire pour que les filtres retrouvent leurs qualités de filtration.L'état de fonctionnement des filtres est représenté par deux paramètres : la turbidité et la pression. Après une observation sur le terrain et une étude de suivi des données de lavage contre courant, nous avons constaté que pendant 8 jours 138 m<sup>3</sup> d'eau a été consommée. Cette fréquence semble être très élevée mais avant de prendre n'importe qu'elle décision, il faut mesurer les paramètres qui engendrent le lavage contre courant.



Ces paramètres sont la durée de vie de sulfate d'aluminium et de la turbidité :

### a-La turbidité :

La turbidité de l'eau vient de la présence de diverses matières en suspension telles que l'argile, matières organiques et minérales en fines particules, plancton. Les matières en suspension sont définies comme étant l'ensemble du matériel particulaire entraîné passivement dans l'eau ( vivant ou détrique , minérale ou organique). La turbidité correspond à la propriété optique de l'eau qui fait que la lumière incidente est diffusée ou absorbée. Il s'agit d'un paramètre dont la signification dépend de la technique de mesure utilisée. Plusieurs mesures optiques rendent compte de la turbidité .

La norme exige que la turbidité à la sortie des filtres à sable doit être inférieure à 0.3 NTU , d'où chaque anomalie concernant cette valeur entraine un autre lavage Co-courant, ce qui provoque une surconsommation d'eau.

### b-Sulfate d'alumine :

Le sulfate d'aluminium est soluble dans l'eau mais dès que celle-ci est légèrement basique (présence de  $\text{NH}_4\text{OH}$  par exemple), l'aluminium précipite sous forme de flocons blancs de  $\text{Al}(\text{OH})_3$  qui entraînent les impuretés de l'eau.

### 2.2-Les pertes dues à la laveuse:

Le problème majeur qui génère la perte de l'eau dans la laveuse vient du fait que le circuit ou les pompes subissent des fuites ou un dysfonctionnement.

## Conclusion :

**L'étape Mesurer & Analyser nous a permis de mettre la main sur les causes profondes qui sont derrière chaque perte d'eau le long du processus d'utilisation d'eau. Il reste maintenant d'aborder l'étape suivante pour trouver les solutions adéquates.**

*Chapitre IV : Les  
actions d'amélioration  
« Innover /Améliorer  
& Contrôler »*

## I-Innover / Améliorer :

### Introduction :

L'étape Innover / Améliorer permet de passer de la théorie à l'application, générer, sélectionner et mettre en place des solutions pour éviter les susdits problèmes.

#### 1-Solutions proposées :

A partir des causes racines trouvées dans la partie précédente, on a déterminé les actions correctives qu'il faut apporter sur les mécanismes qui sont en état de dysfonctionnement ou mal conçu.

Les solutions trouvées sont regroupés dans le schéma suivant (nous avons consacré cette analyse selon les problèmes majeurs cités dans la figure ).

En ce qui concerne la laveuse , on a obtenu les résultats suivants :

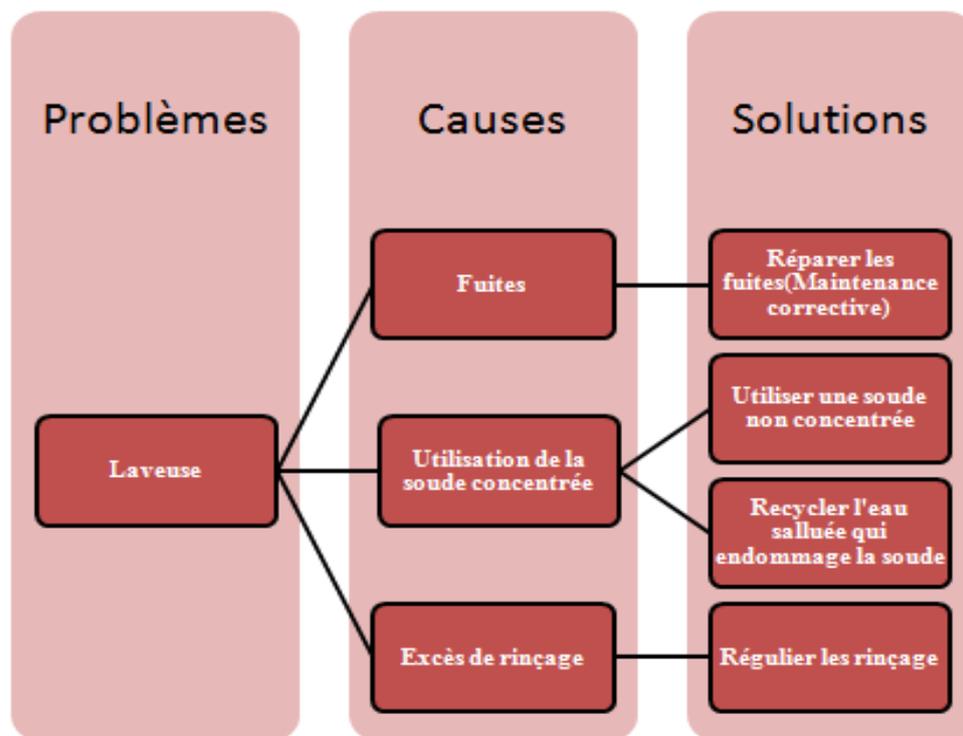


Figure 16: Les causes racines des pertes au niveau du laveuse

Et en ce qui concerne le lavage contre courant , on a obtenu les résultats suivants :

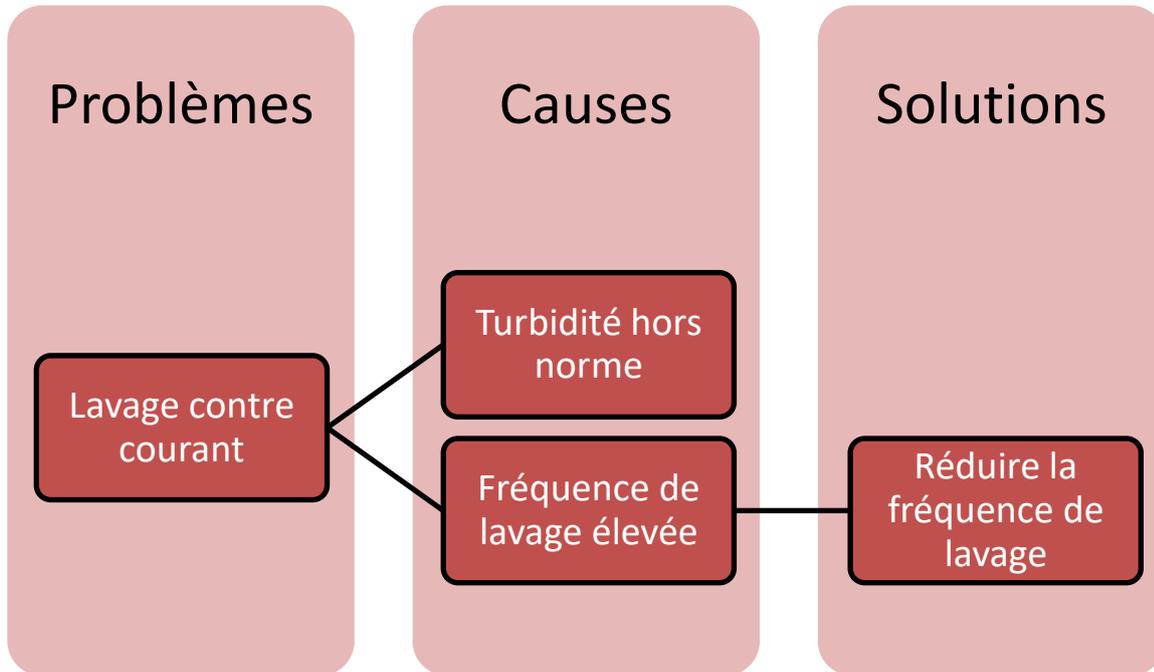


Figure 17: Les causes racines des pertes au niveau du lavage contre courant

## 2- Solutions facultatives :

Afin de maximiser l'exploitation de l'eau , il ne faut pas prendre en considération seulement les pertes mesurées précédemment. Il faut aussi s'intéresser aux problèmes non estimés comme les petites fuites et les pertes de l'eau de nettoyage.

Dans ce sens, la sensibilisation du personnel et la réutilisation de l'eau restent deux procédures fondamentales.

### **2.1-La sensibilisation du personnel :**

La mise en œuvre et la réussite de notre démarche au sein de l'entreprise implique la mobilisation et l'adhésion de l'ensemble des acteurs (de la direction aux travailleurs, en passant par les sous-traitants et les visiteurs). « Un personnel impliqué est un moteur fondamental pour le changement dans l'entreprise. »



Une campagne d'information et de sensibilisation bien pensée est dès lors primordiale pour changer les comportements. En outre, un guide de la gestion de l'eau en entreprise reste un moyen fiable pour atteindre notre objectif.

### **2.2-La réutilisation de l'eau :**

Cette solution consiste à récupérer les rejets de l'eau totale, à l'aide d'un système de purification de l'eau contenant des matières en solution par un système de filtrage très fin qui ne laisse passer que les molécules d'eau, appelé **Osmose inverse**.

### **2.3-Mettre en place plus de compteurs :**

Le manque des compteurs empêche la mise en place de la politique d'optimisation de la consommation d'eau. Ce manque rend la détermination des zones de gaspillage difficile. D'où la nécessité d'installer les compteurs qui manquent dans les zones de la consommation d'eau

### **2.4-L'optimisation de l'eau de nettoyage :**

L'opération de nettoyage est nécessaire dans tous les postes, à savoir le nettoyage du sol, des machines, des convoyeurs et tous les lieux où il y a des traces des produits qui peuvent causer des problèmes de corrosion, aussi les zones d'infection et de mauvaise odeur. L'utilisation des tuyaux ordinaire sans pistolet engendre un gaspillage de l'eau non négligeable. Nous proposons d'utiliser des tuyaux avec des pistolets ce qui permet aux opérateurs de contrôler l'utilisation de l'eau.

### **2.5-Programmation du niveau de remplissage des bassins de stockage :**

Le stockage de l'eau dans l'entreprise se base seulement sur des sondes pour détecter le niveau de remplissage des bassins. Or, ce n'est pas toujours fiable vu qu'elles ont déjà marqués des dysfonctionnement pas mal de fois. D'où l'intérêt d'installer un programme informatique qui gère les niveaux bas et haut afin d'éviter le débordement d'eau.

## **3-Analyse préliminaires des risques « APR »:**

Nous allons appliquer l'analyse AMDEC pour chaque élément de la laveuse.

-L'évaluation de la criticité « C » sera réalisée par les trois indicateurs suivants :

**F** : la fréquence d'apparition d'une défaillance



**G** : la gravité de la défaillance

**D** : La probabilité de détection de la défaillance

La valeur de « C » est obtenue par le produit des trois notes :  $C=F \cdot G \cdot D$  (Voir annexe1,2,3,4)

Solutions	Risques	F	G	D	C	Actions faces aux risques	Responsable
Réparer les fuites	La réapparition des fuites	2	1	3	6	Changer les pièces défectueuses	R.Maintenance
Réduire la fréquence du lavage	Non respect des exigences de la qualité	2	4	2	16	Validation des essais de la qualité	R.Qualité
Programmer le remplissage des bassins	*Personnel non formé *La rupture de l'électricité	3	4	3	36	Organiser des séances d'information dans le domaine informatique	Ingénieur Informatique

Tableau 6: Analyse préliminaire des risques APR

**Remarque :**

\* Le tableau ci-dessus regroupe uniquement les solutions qui présentent des risques . Les autres solutions n'engendrent pas des risques , ce qui facilite leur application.

\* Les valeurs des paramètres F ,G,D et C ont été discutées avec le chef d'équipe .

**Conclusion:**

L'étape Innover/ Améliorer nous a permis de concevoir des solutions plus ou moins adéquates aux problèmes cités dans les autres étapes. Ainsi, d'étudier et d'analyser les risques qui peuvent se décaler lors l'application de ces solutions.

## II-Contrôler :

Cette dernière phase de la démarche DMAIC permet d'évaluer et de visualiser les résultats proposés dans la phase précédente, ainsi que de les pérenniser en s'assurant que les performances ne se dégradent pas.

C'est l'étape qui clos notre démarche. Elle a été programmée mais pas réalisée vu que la période de stage n'était pas suffisante.

Si cette étape est réalisée, elle aurait comme enchaînement le plan suivant :

- Retracer les cartes de contrôles après la mise en place des solutions proposées.
- S'assurer de la stabilité des indicateurs qui mesurent la performance du processus mis en question.
- Clore le projet.

## Conclusion générale

Notre projet de fin d'étude concernant l'optimisation de la consommation d'eau est à sa fin. Jusqu'à présent nous avons réalisé que les quatre étapes de la démarche à savoir : Définir, Mesurer, Analyser et Innover.

Dans la première étape on a pu déclarer le problème, fixer l'objectif de consommation d'eau à atteindre, estimer les gains en cas de réussite de ce projet, élaborer une cartographie du processus ainsi définir un planning du projet.

Dans l'étape MESURER / ANALYSER nous avons :

- réalisé un brainstorming avec l'aide des opérateurs et des opératrices de l'entreprise.
- tracé les cartes de contrôles et défini les sources du problème en se basant aussi sur des outils genre : Pareto, DPMO ...

Toujours dans la même étape une analyse des causes trouvées a été faite ainsi qu'un classement de ces causes selon le manque à gagner afin de nous focaliser, voire cibler les causes racines qui engendrent la surconsommation de l'eau.

Dans l'étape INNOVER/AMELIORER, nous avons proposé des solutions pour résoudre les problèmes de la surconsommation de l'eau. Les risques que peuvent engendrer ces actions correctives sur le fonctionnement du processus de production ont été examinés par la méthode Analyse préliminaire des risques.

L'étape CONTOLER c'est l'étape qui clos notre démarche. on n'a pas pu la réaliser mais on a proposé des perspectives à suivre pour les prochaines études.

## *Bibliographie*

- [1] Manuel de l'entreprise.
- [2] Un suivi de la consommation d'eau.

## *Webographie*

- [1] <https://leansixsigmafrance.com> [Date de consultation : le 25/04/2018]
- [2] [www.qualiteonline.com/dossier-38-les-cartes-de-contrôles.html](http://www.qualiteonline.com/dossier-38-les-cartes-de-contrôles.html)  
[Date de consultation : le 05/05/2018]
- [3] <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/six-sigma/les-outils-de-la-qualite/180-diagramme-de-pareto> [Date de consultation : le 04/05/2018]

## Annexes

Notes de niveau	Niveau F de fréquence	Définition des niveaux de fréq
1	Moins d'une défaillance par an	Très rare
2	Moins d'une défaillance par trimestre	Rare
3	Moins d'une défaillance par semaine	Fréquent
4	Plusieurs défaillances par semaine	Très fréquent

Annexe 1: AMDEC- Fréquence

Notes de niveau	Niveau G de gravité	Définition des niveaux de gravité
1	défaillance mineure, pas de dégradation notable du matériel	Négligeable
2	Petite réparation sur place nécessaire	Moins grave
3	Changement du matériel défectueux	grave
4	Perte de production très importante, détérioration importante du moyen de production	Très grave

Annexe 2: AMDEC- Gravité

note	Niveau D de détection	Définition de niveau de détection
1	Détection évidente de la cause de la défaillance	évidente
2	Défaillance facilement décelable, nécessitant une action première de l'opérateur	possible
3	Signe avant-coureur difficilement détectable et exploitable	difficile
4	Défaillance indétectable, aucun signe avant-coureur de la défaillance	Très difficile

Annexe 3: AMDEC- Détection

Valeur	Définition
Mineur	1-6
Moyen	8-18
Elevé	24-36
Interdit	48-64

Annexe 4: AMDEC- Criticité