

10/01

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Polytechnique

*Département Génie Industriel*

المركز الوطني المتعدد التخصصات  
المكتبة — BIBLIOTHEQUE  
Ecole Nationale Polytechnique

MEMOIRE DU PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur en Génie Industriel

**SUJET**

**Contribution à l'amélioration du rendement du système de production  
Application au niveau de l'unité d'embouteillage ABC PEPSI**

Encadré par :

Mme N.ABOUN  
Mme O.BELMOKHTAR  
M. A.SOUHAIL

Etudié par :

M M<sup>ed</sup> Ashraf BENHAMIDA  
M<sup>elle</sup> Naima DJERROUMI

PROMOTION 2001

ENP, 10 avenue Hassen Badi, EL-Harrach -

### Résumé

L'objectif de cette étude consiste à trouver les voies et moyens d'amélioration des performances et du rendement du système de production de l'entreprise Atlas Bottling Corporation.

Les problèmes à traiter concernent l'efficacité de production, la fiabilité de son système de suivi et les pertes de matière.

Pour ce faire, des analyses qualitatives et quantitatives des données et informations permis d'identifier les causes principales des dysfonctionnements qui affectent le processus de production. L'interprétation des résultats a conduit à trouver et suggérer les solutions idoines.

### Abstract

The aim of this study is to find the appropriate ways and means which can improve performance and efficiency of the production system of Atlas Bottling Corporation.

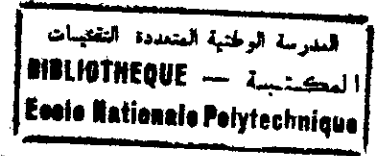
The problems to treat are production efficiency, his supervision system reliability and the loss of raw materials.

To do this, various quantitative and qualitative analyses of the available data and informations were done. The interpretation of the results led to the identification of the real causes which occur predominantly during the production process and allows to find and suggest the most convenient solutions.

### ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو إيجاد السبل والوسائل لتحسين نظام الإنتاج لمؤسسة المشروبات الغازية بيبسي كولا. المشاكل المطروحة تتضمن فعالية وحدة الإنتاج، نظام متابعتها وضياع المواد الأولية. من أجل ذلك، تحاليل لمعلومات كمية وكيفية مكنت من تحديد الأسباب الجوهرية، هذا ما أدى إلى الوصول إلى الحلول المرجوة.

# Dédicaces



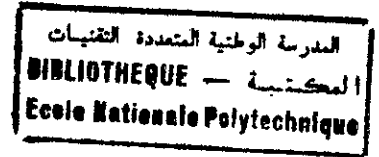
*A Mes parents  
A B'Ba et à M'Ma  
A la mémoire de ma grand-mère  
A Mes deux sœurs  
A tous mes oncles et tantes  
A mes amis Mahmoud et Lamri  
A toute la promo de 5<sup>ème</sup> Année Génie industriel 2000 2001 et surtout Meriem  
et EL Hadj*

*ASHRAF*

*A mes très chers parents qui m'ont offert tant  
d'amour, de soutien et d'encouragement,  
A mes soeurs et à mon frère,  
A mes oncles et mes tantes,  
A mes cousins et cousines,  
A tous mes amis surtout à  
Lamia, Nora et Mériem.*

*Naïma*

# REMERCIEMENTS



Nous exprimons nos vifs remerciements aux responsables de l'Entreprise ABC PEPSI : Ms. Z.BELFKIH, H.MESSALKA et A.SOUHAIL pour la confiance qu'ils nous ont accordée en nous proposant de traiter d'un sujet aussi important, et déterminant qu'est l'évaluation des performances de leur Entreprise.

Le témoignage de notre profonde et sincère gratitude va à M<sup>elle</sup> N. ABOUN et Mme O. BELMOKHTAR, qui nous ont suivi tout au long de l'élaboration de ce mémoire, pour leurs encouragements et leurs précieuses aides et orientations.

Nous tenons à remercier également tous les membres du jury pour avoir accepté de juger ce travail.

Nous tenons aussi à adresser notre profonde reconnaissance à l'ensemble des enseignants pour leurs conseils et l'abnégation qu'ils ont toujours eu à notre égard ainsi qu'à l'égard de tous les étudiants.



== TABLE DES MATIERES ==

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات  
المكتبة — BIBLIOTHEQUE  
Ecole Nationale Polytechnique

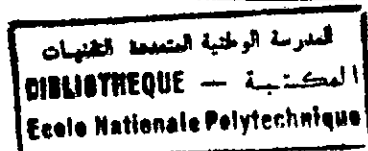
## INTRODUCTION GÉNÉRALE

### CHAPITRE I : PRESENTATION GENERALE

I.1 Présentation de l'Entreprise ABC: Atlas Bottling Corporation	4
I.2 L'organisation de l'entreprise ABC	4
I.3 Données générales sur les produits	7
I.4 Position du problème	8

### CHAPITRE II : CONNAISSANCES DES TECHNOLOGIES

<b>II.1 Introduction</b>	10
II.1.1 Définition d'un processus industriel	10
II.1.2 Décomposition du processus industriel	10
<b>II.2 L'unité d'embouteillage de Rouiba</b>	11
II.2.1 Service de traitement des eaux	13
II.2.1.1 Description de l'unité et missions	13
II.2.1.2 Forage	13
II.2.1.3 Bâches à eau	13
II.2.1.4 Stations de traitement	14
II.2.2 Siroperie	15
II.2.2.1 Description de l'unité et missions	15
II.2.2.2 Schéma du process	15
II.2.2.3 Etapes de fabrication du sirop	16
II.2.3 Lignes d'embouteillages	17
II.2.4 Le Département Qualité	20
II.2.4.1 Description du département et missions	20
II.2.4.2 Différents contrôles et tests	21
II.2.5 Service Utilités	21
II.2.6 Départements Maintenance et Méthodes.	22
II.2.7 Département de Contrôle Industriel et Approvisionnement	23
II.2.7.1 Description du service et missions	23
II.2.7.2 Le magasin des matières premières	23
II.2.7.3 Le suivi de produit fini	23
II.2.7.4 Contrôle et optimisation du processus industriel	24
<b>II.3 Caisses, bouteilles vides, produit fini et palettes</b>	25
<b>II.4 Conclusion</b>	25



### Chapitre III : FONCTIONNEMENT ACTUEL DU SYSTEME - DIAGNOSTIC

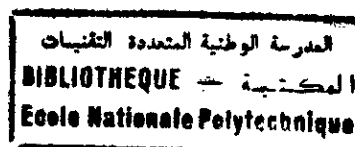
<b>III.1 Introduction</b>	27
<b>III.2 Diagnostic au niveau de la siroperie</b>	27
<b>III.3 Diagnostic au niveau des lignes de production</b>	30
III.3.1 Ligne KRONES :	30
III.3.2 Ligne SIDEL VERRE :	33
III.3.3 Diagnostic au niveau de la Ligne P.E.T :	34
<b>III.4 Maintenance</b>	37
<b>III.5 Contrôle qualité</b>	37
<b>III.6 Suivi de production</b>	37
III.6.1 La collecte d'information :	37
III.6.2 Le traitement de l'information :	39
<b>III.7 Conclusion</b>	39

### Chapitre IV : ETAT DE L'ART

<b>IV.1 Introduction</b>	41
<b>IV.2 Les étapes d'une démarche de résolution des problèmes</b>	41
<b>IV.3 Les Méthodes et les outils de travail</b>	43
IV.3.1 ETAPE 1 - Perception du problème	43
IV.3.2 ETAPE 2 - Définition des objectifs	43
IV.3.2.1 L'inventaire des causes probables	43
IV.3.2.2 La détermination des critères de vérification	46
IV.3.3 ETAPE 3 Choix des moyens	49
IV.3.3.1 Identification de la ou des causes principales	49
IV.3.3.2 Moyens d'analyses et d'interprétation	50
IV.3.3.3 Recherche des solutions	52
IV.3.4 ETAPE 4 - Mise en place des solutions, suivi et contrôle	55
<b>IV.4 Conclusion</b>	55

### Chapitre V: ANALYSE DES DONNEES SUR L'EFFICACITE

<b>V.1 Introduction</b>	57
<b>V.2 Positionnement du problème</b>	57
<b>V.3 Analyse des données</b>	58
V.3.1 Classification Pareto basée sur l'inefficacité	59
V.3.1.1 Application 1: Analyse Paréto basée sur l'inefficacité partie 1	59
V.3.1.2 Application 2: Analyse Paréto basée sur l'inefficacité partie 2	62
V.3.2 Analyse du comportement de l'efficacité sur une année :	64
V.3.2.1 Evolution et de l'inefficacité suivant les trois classes de causes	64
V.3.2.2 Comparaison des trois classes de causes	65
V.3.3 Analyse basée sur les facteurs de fiabilité	66
<b>V.4 Recherche des sous causes</b>	71
V.4.1 Analyse de l'inefficacité par équipe	71
V.4.1.1 Méthodologie	71



V.4.1.2 Résultats	72
V.4.2 Les principales causes d'arrêts	73
V.4.2.1 Les causes d'arrêt de premier niveau et leurs inefficacités	73
V.4.2.2 "The why, why analyses"	75
<b>V.5 Le système de suivi de l'efficacité</b>	78
V.5.1. Problématique	79
V.5.2. Etude théorique	80
V.5.3. Analyse de la fiabilité du système de suivi	82
V.5.3.1 Comparaison entre temps utile et temps net de fonctionnement	82
V.5.3.2 Comparaison entre Efficacité Production et Efficacité Temps	84
<b>V.6 Conclusion</b>	88

## Chapitre VI : ANALYSE DES DONNEES SUR LES PERTES

<b>VI.1 Introduction</b>	90
<b>VI.2 Détermination des classes de pertes</b>	90
VI.2.1. Calcul de la consommation théorique	91
VI.2.1.1 Les matières premières figurant au premier groupe	92
VI.2.1.2 Les matières premières figurant au deuxième groupe	94
VI.2.1.3 Application numérique	97
VI.2.2. Calcul des consommations réelles	97
VI.2.3. Classification des pertes	97
VI.2.4 Interprétation des résultats	100
VI.2.4.1 Classification d'après le taux de pertes le plus important	100
VI.2.4.2 Classification d'après le coût relatif de perte	102
<b>VI.3 Analyse multicritères des différents paramètres agissant sur le taux de pertes du Sucre ou de concentré</b>	103
VI.3.1 Calcul des consommations théoriques en sirop	104
VI.3.2 Calcul des consommations réelles de sirop	105
VI.3.3 Evaluation des écarts et calcul des pertes	106
VI.3.4 Classification d'après les critères : Ligne, Emballage, Parfum	107
VI.3.5 Interprétation et choix final	109
<b>VI.4 Détermination des causes de pertes de matières premières</b>	111
VI.4.1 Analyse des pertes au niveau de la siroperie	111
VI.4.1.1 Pertes pendant la préparation du sirop	112
VI.4.1.2 Pertes pendant l'ajustement du sirop simple et la préparation du sirop fini	114
VI.4.2 Analyse des pertes au niveau de la ligne d'embouteillage	116
VI.4.2.1. Analyse des causes de premier et de deuxième niveau	116
VI.4.2.2. "The why, why analyses"	117
VI.4.2.3. Choix des causes à traiter	120
VI.4.3. Analyse des pertes concernant le PET 200cl	121
<b>VI.5 Conclusion</b>	122

## Chapitre VII : SOLUTIONS PROPOSEES

<b>VII.1. Suggestions et recommandations</b>	124
<b>VII.2 Elaboration d'un progiciel de suivi des pertes (SDPM)</b>	125
VII.2.1 Présentation du progiciel SDPM.	126
VII.2.2 Principales fonctions du progiciel SDPM	126
VII.2.3 Déroulement du progiciel SDPM	127
VII.2.4 Prise en main de SDPM	132
<b>CONCLUSION GENERALE</b>	134
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	136
<b>ANNEXES</b>	
Annexe I : Systèmes de suivi.	I
Annexe II : Etude de l'efficacité.	VIII
Annexe III : Etude des pertes.	XIV
Annexe IV : Historique de Pepsi Cola International.	XXIV
<b>INDEX</b>	

# INTRODUCTION GENERALE



## *Pour un rendement optimal...*

Améliorer le rendement d'une installation équivaut à augmenter le temps d'exécution des valeurs ajoutées sur cette installation. Les moyens à mettre en œuvre sont :

- La prolongation du temps de marche de l'installation
- L'augmentation de la production par unité de temps tout en réduisant le nombre de rebuts.

L'objectif final de cette opération est l'exploitation permanente de l'installation à sa pleine capacité. Ce but peut être atteint par deux voies précises:

- Rechercher toutes les solutions capables de réduire les temps d'arrêt
- Apporter des améliorations sur l'installation pour diminuer les défauts de fabrication.

Les ressources de production comprennent les équipements, évidemment, mais également les Hommes et l'organisation qui leur permettent d'atteindre le rendement optimal.

Notre travail, effectué au sein de l'entreprise Atlas Bottling Corporation® - PEPSI Cola®, consiste en une étude détaillée du fonctionnement de son unité de production sise à Rouïba.

Notre objectif est de mettre à la disposition des responsables une représentation simplifiée de la réalité pour les aider à mieux percevoir les contraintes et finalement, aider à atteindre les objectifs de production.

Les objectifs qui ont été assignés à cette étude sont :

1. L'augmentation de l'efficacité de l'usine
2. La diminution des pertes de matières premières
3. L'amélioration de la fiabilité du système de suivi concernant l'efficacité des lignes d'embouteillage.

Ce mémoire est structuré comme suit :

Dans le Chapitre I, nous présentons l'entreprise d'accueil ABC, en décrivant sa stratégie, son organisation et la gamme de produits disponibles. Par la suite nous positionnons la problématique à laquelle doit répondre notre travail.

Pour déceler les écarts éventuels par rapport aux normes, déterminer les causes, et évaluer les effets; nous consacrons deux chapitres :

Chapitre II: "Connaissance des technologies" où l'étude détaillée du processus de production, et de toutes les fonctions annexes nous permettra de comprendre comment se déroulent les différentes opérations et procédures de contrôle et de suivi.

Chapitre III: "Fonctionnement actuel du système et diagnostic" est l'examen du comportement réel du processus de production. Son but est d'identifier les signes de dysfonctionnements et de faire ressortir les anomalies.

Le Chapitre IV portera sur des notions théoriques, des outils et des méthodes, que nous avons retenus dans notre démarche. Il s'agit d'outils d'analyse, d'interprétation et d'indicateurs d'évaluation.

Les Chapitres V et VI sont consacrés, respectivement, à l'étude de l'efficacité et des pertes de matières premières ainsi qu'à leurs systèmes de suivi.

La démarche que nous avons adoptée pour l'étude de l'efficacité et celle des pertes est basée sur des analyses statistiques et des outils de diagnostic. Elle a impliqué au départ une décomposition du sujet en plusieurs critères parmi lesquels, il fallait déceler ceux qui pénalisent le plus les objectifs prévus. Pour ce faire, nous avons quantifié la dégradation de l'efficacité et des pertes du critère retenu ; cette étape nous a permis d'aboutir aux causes critiques qui ont fait l'objet d'une autre analyse exhaustive pour identifier les causes des causes.

Après avoir identifié les défaillances les plus pénalisantes et leurs causes principales, il est bien entendu nécessaire de dresser des plans d'action, ce qui sera développé dans le Chapitre VII.

---

**Chapitre**

**I**

---

## **PRESENTATION GENERALE**

- I.1 Présentation de l'Entreprise ABC: Atlas Bottling Corporation
- I.2 l'organisation de l'entreprise ABC
- I.3 Données générales sur les produits
- I.4 Position du problème

## **I.1 Présentation de l'Entreprise ABC: Atlas Bottling Corporation**

Atlas Bottling Corporation (ABC) a été créée en 1995 suite à une franchise exclusive signée avec Pepsi Cola International (PCI) pour la production et la commercialisation de tous les produits de la marque Pepsi sur l'ensemble du territoire algérien. L'investissement total représente plus de 50 millions de dollars.

1995 :	Signature du partenariat ABC-Pepsi
1996 :	Lancement du projet de construction
1997 :	Réalisation du génie civil
1998 :	Finitions et démarrage
1998 :	Mise sur le marché des produits Pepsi

L'usine est implantée dans la zone industrielle de Rouïba et s'étend sur une superficie totale de 60000 m<sup>2</sup> dont 17000 m<sup>2</sup> couverts. Elle compte actuellement un effectif de 920 employés. La stratégie commerciale d'ABC a pour objectif d'acquérir une importante part du marché national grâce à la qualité de ses produits et de son service. Trois canaux de distribution sont actuellement opérationnels :

- Une distribution directe qui couvre la capitale et ses environs grâce à une flotte de plus de 100 camions.
- Une distribution indirecte qui couvre les wilayas limitrophes à Alger grâce à des dépositaires/distributeurs.
- Le reste du territoire national est couvert par un réseau de grossistes.

## **I.2 L'organisation de l'entreprise ABC :**

Nous présenterons dans cette partie la structure générale de l'entreprise, ensuite nous détaillerons un peu plus en définissant les missions des différentes directions.



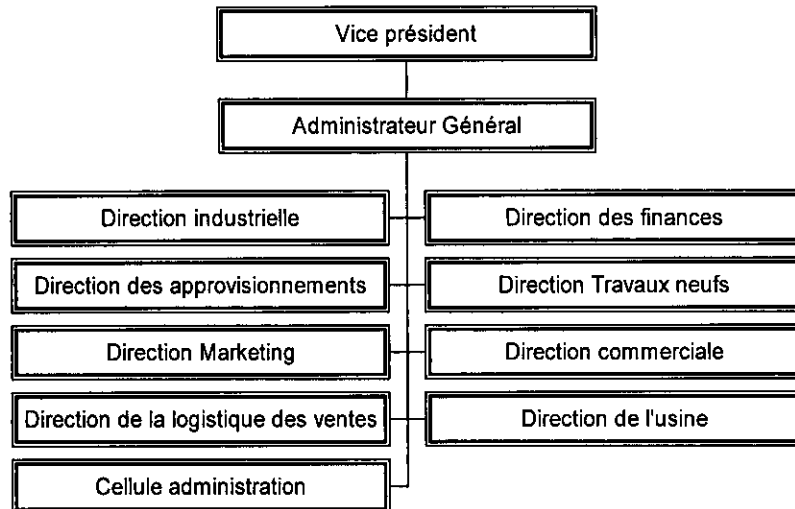


Figure I.1- Organigramme de la direction générale

### I.2.1 Direction des approvisionnements:

Elle s'occupe principalement des achats afin de satisfaire les besoins de l'usine en matières premières, pièces de rechanges, équipements et l'ensemble des besoins de l'administration en matériels bureautiques.

La direction est divisée en deux départements :

- *Département achats étrangers* : établit les contacts avec les fournisseurs étrangers et réalise les opérations jusqu'à la livraison (importation de différents pays)

*Département achats locaux* : s'occupe des achats afin de satisfaire les besoins de l'usine en matières premières et équipements et matières diverses disponibles localement.

### I.2.2. Direction des ressources humaines :

La Direction est chargée de définir et de mettre en œuvre l'exécution de la politique de gestion des ressources humaines et des moyens, ainsi que la protection du patrimoine de l'entreprise.

La direction est divisée en trois départements :

- Département de gestion du personnel
- Système de rémunération
- Gestion de sécurité et protection des biens

**I.2.3. Direction commerciale:**

Le territoire national est divisé en deux zones, la première zone correspond à la capitale et ses environs, elle-même est divisée en 12 secteurs. Le département de la vente directe s'occupe de ces secteurs, et le département des ventes indirectes s'occupe de la deuxième zone par l'intermédiaire de dépositaires et grossistes.

**I.2.4. Direction marketing :**

Elle représente une interface avec toutes les fonctions de l'entreprise ; elle collabore avec toutes les directions ; son premier objectif est d'augmenter les ventes et préserver l'image de marque de l'entreprise en Algérie.

La fonction du marketing s'articule autour de quatre points essentiels : Communication, Distribution, Produit, Prix.

La direction est composée des services suivants :

- Service Sponsoring
- Service Promotion
- Service Média
- Service Outils d'aide à la vente

**I.2.5. Direction des finances :**

Sa mission est de transcrire tous les faits de l'entreprise (entrées et sorties), et d'analyser les comptes. Elle s'occupe du suivi de la créance, et de la solvabilité des clients.

Elle a aussi pour rôle de prévoir les dépenses des différentes directions. Elles sont établies selon leurs propres prévisions trimestrielles pour permettre à la direction des finances de prévoir les financements possibles.

**I.2.6. Direction logistique :**

La direction logistique met en position tous les moyens pour pouvoir atteindre les objectifs de ventes et de distribution.

Elle se compose de deux départements :

- Département logistique des ventes
- Département parc auto

### I.2.7. Direction de l'usine :

La structure de l'unité de production est représentée comme suit :

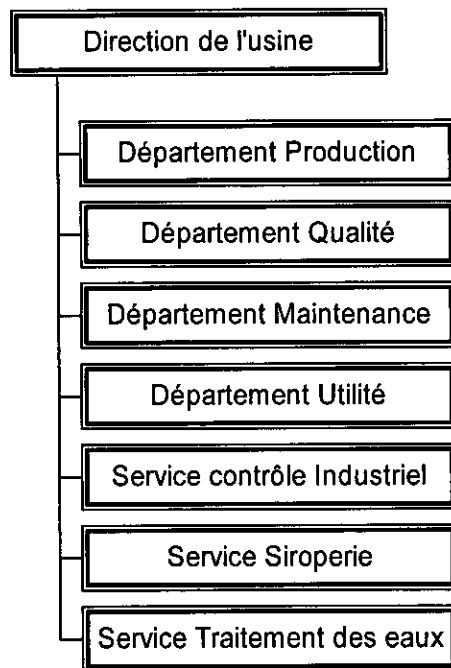


Figure I.2- *Organigramme de la direction de l'usine*

Nous expliquerons les missions des différents départements de l'usine dans le prochain chapitre.

## I.3 Données générales sur les produits

ABC-PEPSI offre à ses clients une variété de boissons gazeuses ; en plusieurs parfums et en plusieurs formats d'emballage.

### Parfums :

- Pepsi Cola
- Miranda Orange

- Miranda Lemon
- Miranda Pomme (début de production en mai 2001)
- 7Up

Formats :

- Bouteille récupérable en verre (RB) : 1l et 30cl.
- Bouteille non récupérable en Poly-tétra-éthylène PET : 1l, 1.5 l et 2 l.

## **I.4 Position du problème**

Nous avons été sollicités par la direction de l'usine pour mener un travail au niveau de la structure de conditionnement, afin de pallier des problèmes d'inefficacités machine, et de pertes de matières premières. Nous étudierons aussi la fiabilité du système de suivi de l'efficacité. Les objectifs à atteindre sont fixés par l'entreprise comme suit :

- Détermination des causes les plus importantes d'inefficacités et de pertes.
- Atteindre une efficacité machine supérieure à 85% ou proposer une démarche pour atteindre cet objectif.
- Atteindre un taux de perte inférieur à 1% ou un plan clair pour y arriver.
- Atteindre une fiabilité du système de suivi de l'efficacité supérieure à 99%.

Notre démarche se résume dans les points suivants :

- Une prise de connaissance des différentes technologies et procédures présentes au niveau de l'usine.
- L'analyse de l'état actuel du système de production, nous mettrons ainsi en relief un certain nombre d'anomalies observées au cours de notre stage.
- La vérification de l'impact des anomalies observées précédemment sur le système de production, ceci se fera par le biais d'un diagnostic quantitatif.
- Analyser les causes principales et remonter à leurs niveaux originels.
- Suggérer des solutions remédiant aux problèmes existant.

---

## Chapitre

## II

---

# CONNAISSANCE DES TECHNOLOGIES

### **II.1 Introduction**

### **II.2 L'unité d'embouteillage de ROUIBA**

II.2.1 Service de traitement des eaux

II.2.2 Siroperie

II.2.3 Lignes d'embouteillages

II.2.4 Le Département Qualité

II.2.5 Service Utilités

II.2.6 Départements Maintenance et Méthodes.

II.2.7 Département de Contrôle Industriel et Approvisionnement

### **II.3 Caisses, bouteilles vides, produit fini et palettes**

### **II.4 Conclusion**

## II.1 Introduction

Une étude de l'efficacité d'un processus industriel passe nécessairement par une analyse exhaustive des différentes phases de fonctionnement.

Pour effectuer cette analyse, il est indispensable d'identifier :

- Les caractéristiques des systèmes et des composants du processus.
- Les fonctions des systèmes et des composants.
- Sa structure en analysant les liens et les interactions entre ses composants.
- Les conditions d'exploitation du système pour connaître ses limites et l'influence des facteurs extérieurs [ZWI98]

### II.1.1 Définition d'un processus industriel

On appellera un processus industriel, une installation complexe assurant un objectif fonctionnel de haut niveau (production de biens ou de services)

Pour assurer ces objectifs fonctionnels, le processus fait appel à un ensemble de systèmes interconnectés ou en interaction. Chaque système assure une ou plusieurs fonctions bien définies [ZWI98]

Pour bien comprendre le fonctionnement de tout le processus, nous le suivrons depuis la première étape de traitement d'eau jusqu'à l'obtention de boisson de qualité conforme aux normes imposées par PCI.

### II.1.2 Décomposition du processus industriel

La préparation d'une boisson gazeuse de bonne qualité nécessite la coopération de l'ensemble de tous les services existants, représentant donc les sous systèmes d'un processus industriel global qui est l'unité d'embouteillage. Nous avons décomposé notre système selon les fonctions à accomplir.

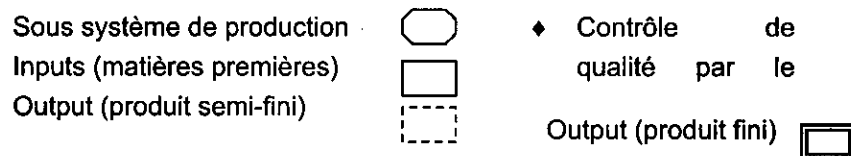
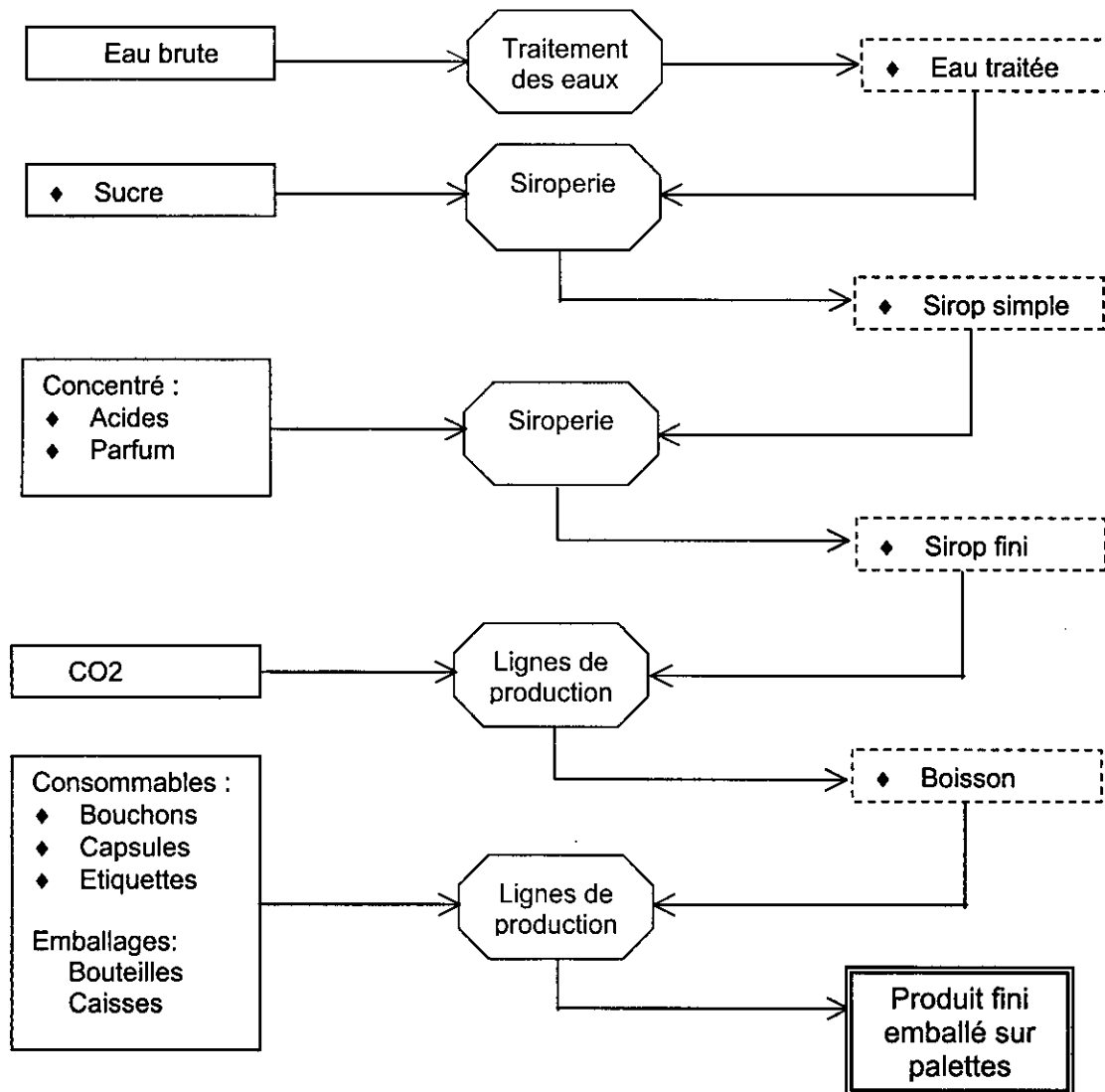
Tableau [II.1] : Décomposition du processus industriel par fonction

Fonctions	Acteurs concernés
1. Introduction des flux physiques	Le service de traitement des eaux Le service siroperie Les lignes de production
2. Approvisionnement en énergies	Le département utilités
3. Contrôle de qualité	Le laboratoire
4. Pilotage et conduite	Le département de production Le département de maintenance
5. Supervision et évaluation des performances	Le service du contrôle industriel

## II.2 L'unité d'embouteillage de ROUIBA

L'unité d'embouteillage de Rouïba est constituée de quatre départements et trois services. Ils fonctionnent en coordination afin d'atteindre les objectifs suivants :

- Réaliser une quantité de produits suffisante, pour répondre à la demande.
- Réaliser un produit de qualité et à moindre coût.



**Figure II.1-Procédé de fabrication de la boisson gazeuse  
« FLUX PHYSIQUES »**



## II.2.1 Service Traitement des eaux

### II.2.1.1 Description de l'unité et missions :

L'unité de traitement des eaux fournit l'eau nécessaire à toute l'installation de production. Sa mission principale est la transformation de l'eau forée en eau traitée remplissant certaines caractéristiques de qualité. L'unité dispose des structures suivantes :

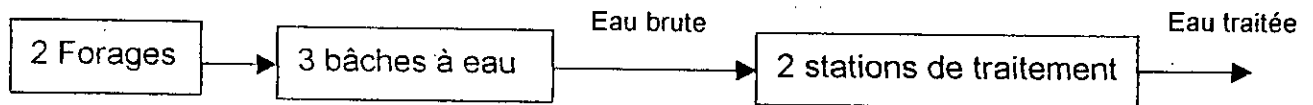


Figure II.2- Description de l'unité de traitement des eaux

### II.2.1.2 Forage :

Le premier forage est entièrement automatisé. Il est équipé d'un turbidimètre (mesure des matières en suspension) permettant le contrôle automatique de deux vannes électriques. Ces dernières fonctionnent en alternance : l'une permet l'évacuation de l'eau de forage vers les circuits d'égouts lorsque la turbidité de celle-ci ne correspond pas aux normes et l'autre permet son passage vers les bâches à eau dans le cas contraire.

Le second forage est manuel. La vanne d'évacuation d'eau vers les circuits d'égouts reste ouverte jusqu'à ce qu'on ait besoin d'alimenter les bâches : la vanne appropriée est ouverte et des prélèvements sont effectués pour permettre une mesure de turbidité au laboratoire.

### II.2.1.3 Bâches à eau :

Trois bâches à eau sont installées au niveau de l'unité :

- Bâche pour incendie et lavage.
- Bâche pour usage du personnel.
- Bâche pour le process de fabrication.

Une javellisation est effectuée à l'entrée de chaque bâche par injection de chlore grâce à une pompe doseuse.

#### II.2.1.4 Stations de traitement :

Il existe deux stations de traitement d'eau fonctionnant selon le principe illustré sur le schéma suivant :

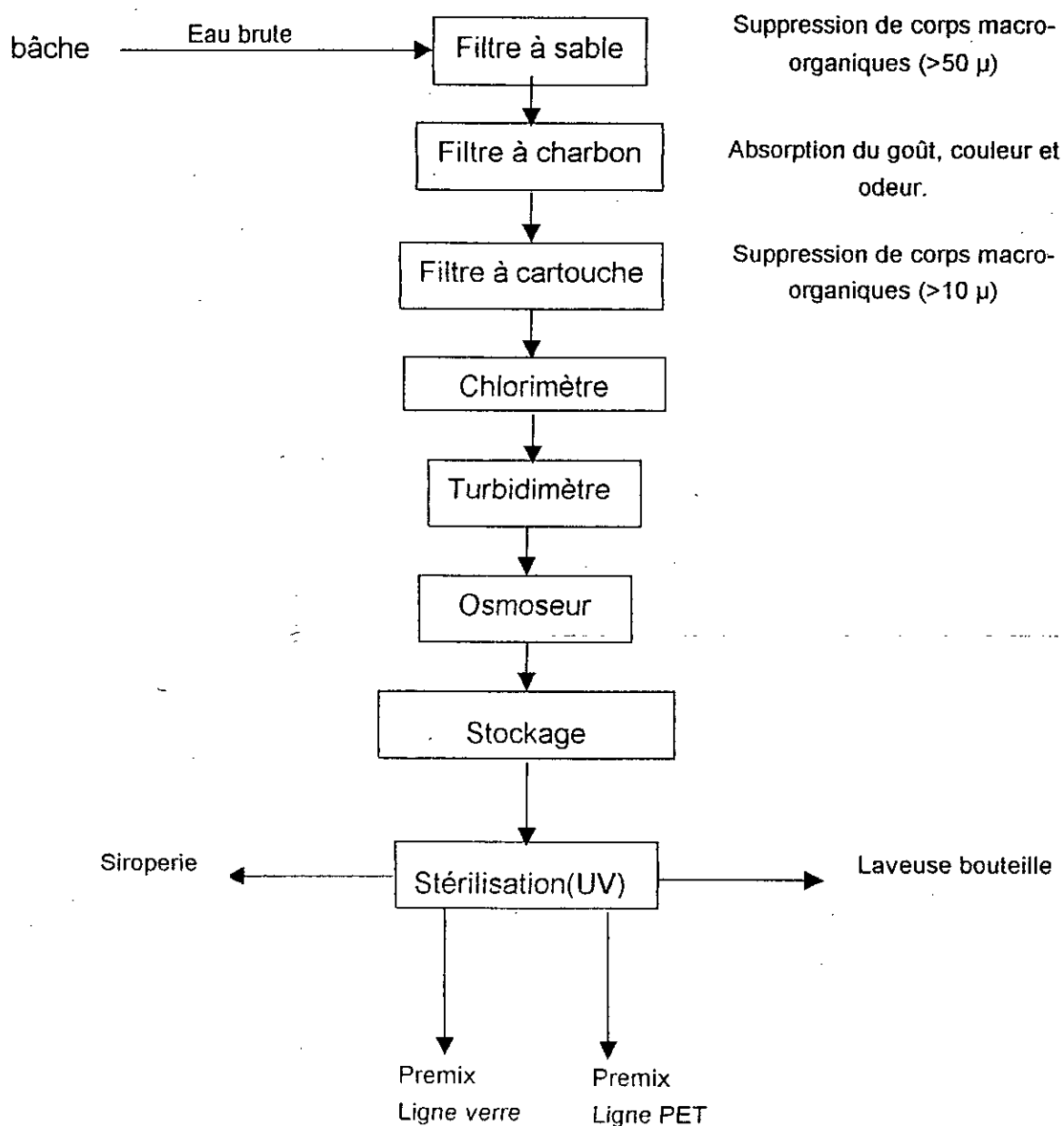


Figure II.3- Schéma du processus de traitement de l'eau

## II.2.2 Service Siroperie

### II.2.2.1 Description de l'unité et missions :

La mission principale de la siroperie est la préparation des sirops selon les standards dictée par PCI. La préoccupation de ce service est de respecter les normes de qualité pour le sirop simple et le sirop fini tout en veillant à éviter le gaspillage des matières premières.

### II.2.2.2 Schéma du process :

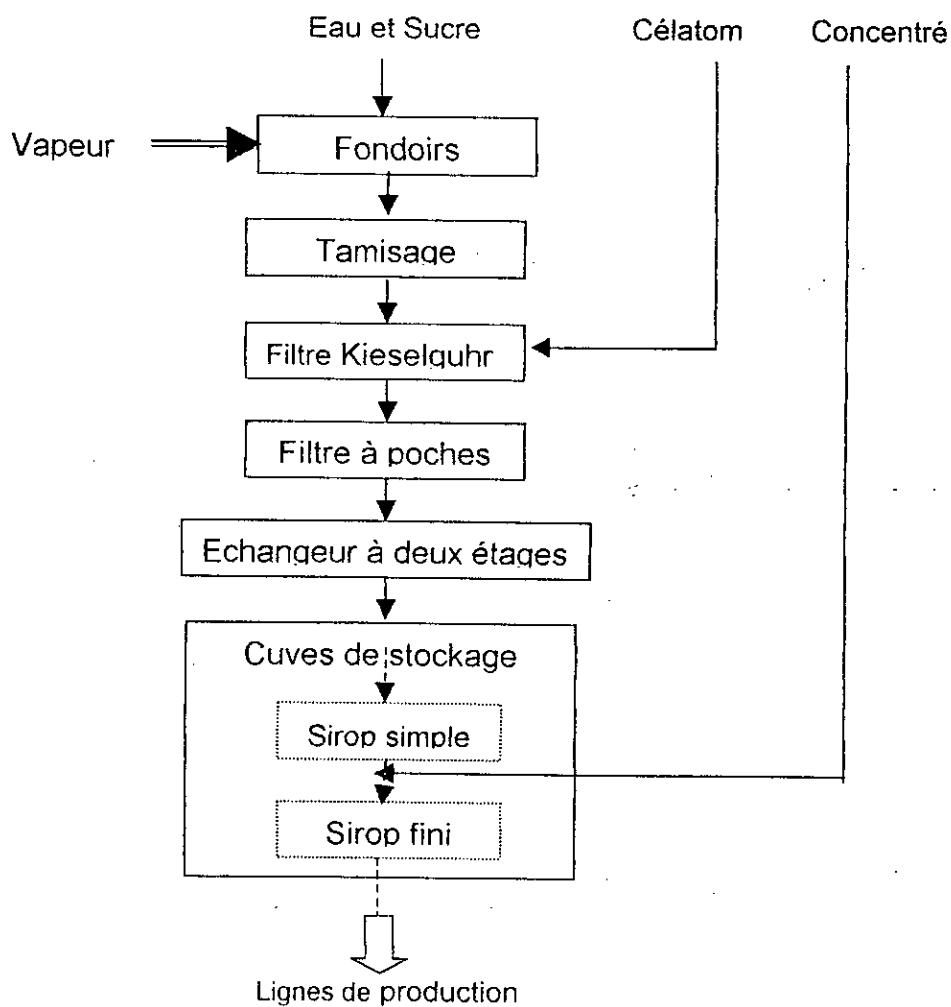


Figure II.4- Schéma du processus de fabrication du sirop fini

### II.2.2.3 Etapes de fabrication du sirop :

La fabrication du sirop passe par les étapes suivantes :

#### Opération de dissolution

Pour la fabrication de la solution de sucre, quatre réservoirs de dissolution à chaud (fondoirs) de capacité de 8000 l chacun sont disponibles, debout sur des cellules de pesage de charges sous pression, et muni d'un agitateur.

Après l'arrivée de l'eau, l'arrivée de la vapeur sera enclenchée manuellement. L'agitateur est enclenché automatiquement et l'arrivée du sucre pourra se faire.

Le sucre contenu dans des sacs est déversé dans la trémie de déchargement et déplacé par l'intermédiaire d'un élévateur à godets jusque dans le fondoir choisi.

Le charbon actif est déversé avec le sucre, par l'intermédiaire de l'élévateur à godets dans le réservoir de dissolution pour y être agités pendant 30 minutes.

Après qu'une température d'environ 80°C est atteinte (au bout de 45 minutes environ), l'arrivée de la vapeur est automatiquement coupée; la soupape à vapeur doit être fermée manuellement et l'agitateur se met à l'arrêt.

Afin de s'assurer que tout le sucre est dissout, le sirop séjournera 20 minutes de plus dans le fondoir.

Le contrôle via la teneur BRIX atteinte pendant l'opération de dissolution est effectué par prélèvement d'échantillons et par des analyses en laboratoire entreprises ensuite.

Le sirop simple est à présent disponible pour la transformation.

#### Opération de filtration

Le sirop simple est dirigé à travers un tamis dans lequel sont retenues des particules constitutives insolubles grossières. Pour la filtration fine du sirop simple, on utilise le filtre *Kieselguhr* où sont mélangées les terres infusoires (célatom) avec de l'eau comptée ou avec la solution de sirop. Un agitateur est enclenché manuellement et mis en marche en circuit fermé, au moyen de la pompe de filtrage, jusqu'à ce que l'ensemble de la quantité de célatom soit entraînée dans le filtre.

Dans le filtre à poches, une autre filtration est faite pour retenir les corps d'une dimension supérieure à 1 micron.

### Opération de refroidissement

En aval de la filtration, le sirop simple est refroidi dans l'échangeur de chaleur à plaque à deux étages.

*1er étage:* Echangeur de chaleur à plaques

Le sirop simple filtré sera refroidi de 80 °C environ jusqu'à 35 °C environ.

*2ème étage:* Partie refroidissement

Le sirop simple filtré sera refroidi de 35 °C environ à 20 °C environ.

Après le refroidissement, le sirop simple est dirigé dans les réservoirs à mélange.

### Opération de Fabrication du sirop fini

Dix réservoirs à mélange munis d'agitateurs et ayants une capacité de 10000 l chacun sont disponibles pour assurer la préparation du produit fini.

Conformément aux formules ; Le sirop simple, le concentré et l'eau sont mélangés.

Le temps de mélange s'étendra sur environ 30 minutes après l'introduction du dernier élément constitutif pour tous les parfums sauf le Pepsi qui sera stocké 24 heures dans les cuves avant d'être envoyé vers les lignes.

Un contrôle de la concentration du produit fini se fait au laboratoire. Pour le dosage des différents composants, on partira d'une légère sur concentration du mélange, car une correction ne sera possible qu'en ajoutant de l'eau. Lorsque la concentration correcte du produit fini est atteinte, le contenu de la cuve sera prêt à être soutiré [VMG.98]

## **II.2.3 Lignes d'embouteillages**

### *II.2.3.1 Caractéristiques des lignes de production :*

L'unité de production dispose de trois lignes de production qui ont les caractéristiques suivantes :

Tableau[II.2] : *Caractéristiques des trois lignes de production*

	Constructeur	Format d'emballage (litre)	Vitesses maximales (bouteilles par heures)
Lignes	SIDEL PET	1 l	7 200
		1.5 l	7 200
		2 l	5 900
	SIDEL VERRE	RB 0.3 l	24 000
		RB 1 l	10 000
	KRONES	RB 0.3 l	40 000
RB 1 l		24 000	

Les schémas suivants représentent les fonctionnements des différentes lignes présente au niveau de l'usine ABC Rouïba

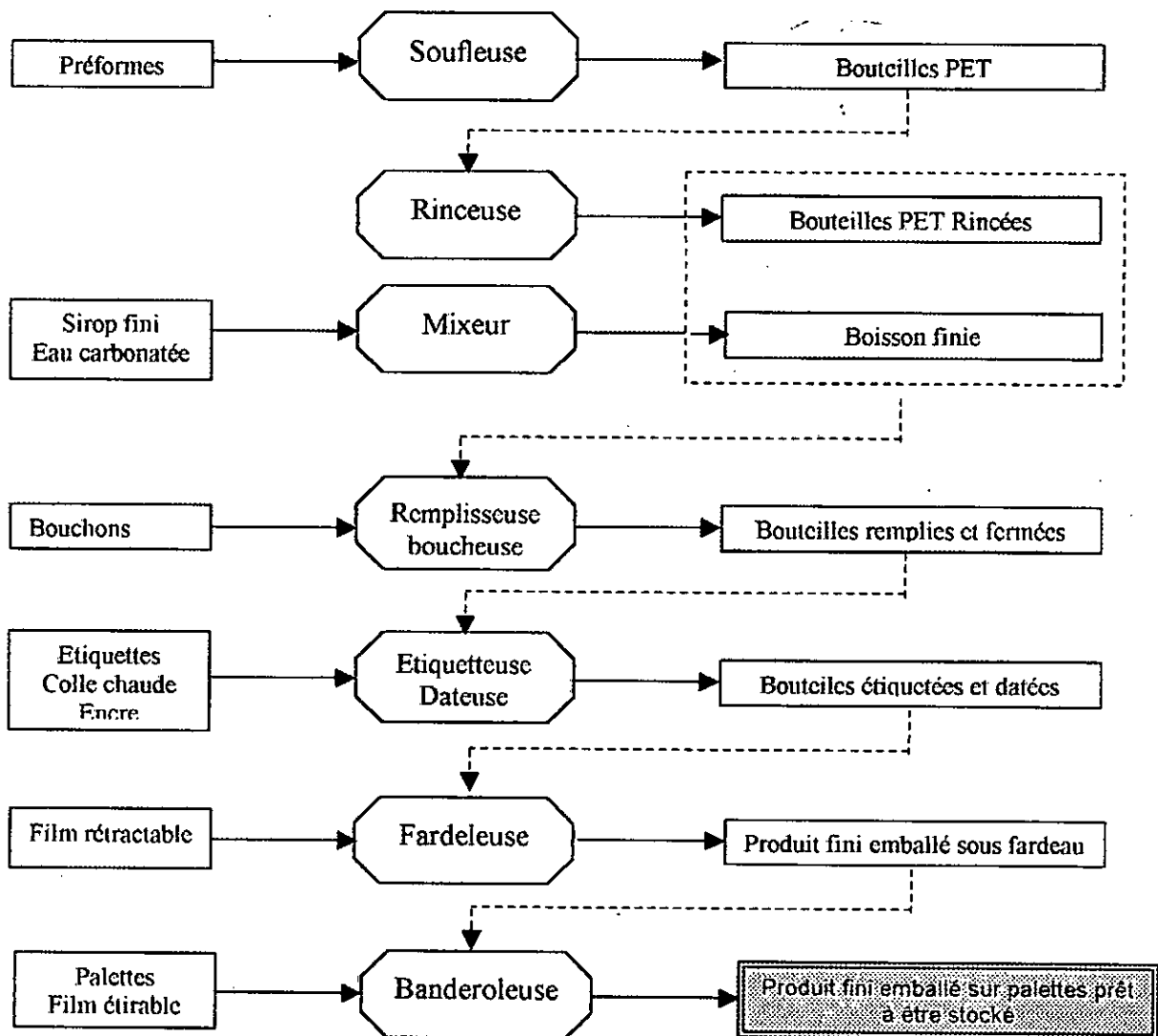


Figure II.5 - Procédé de mise en emballage Ligne PET

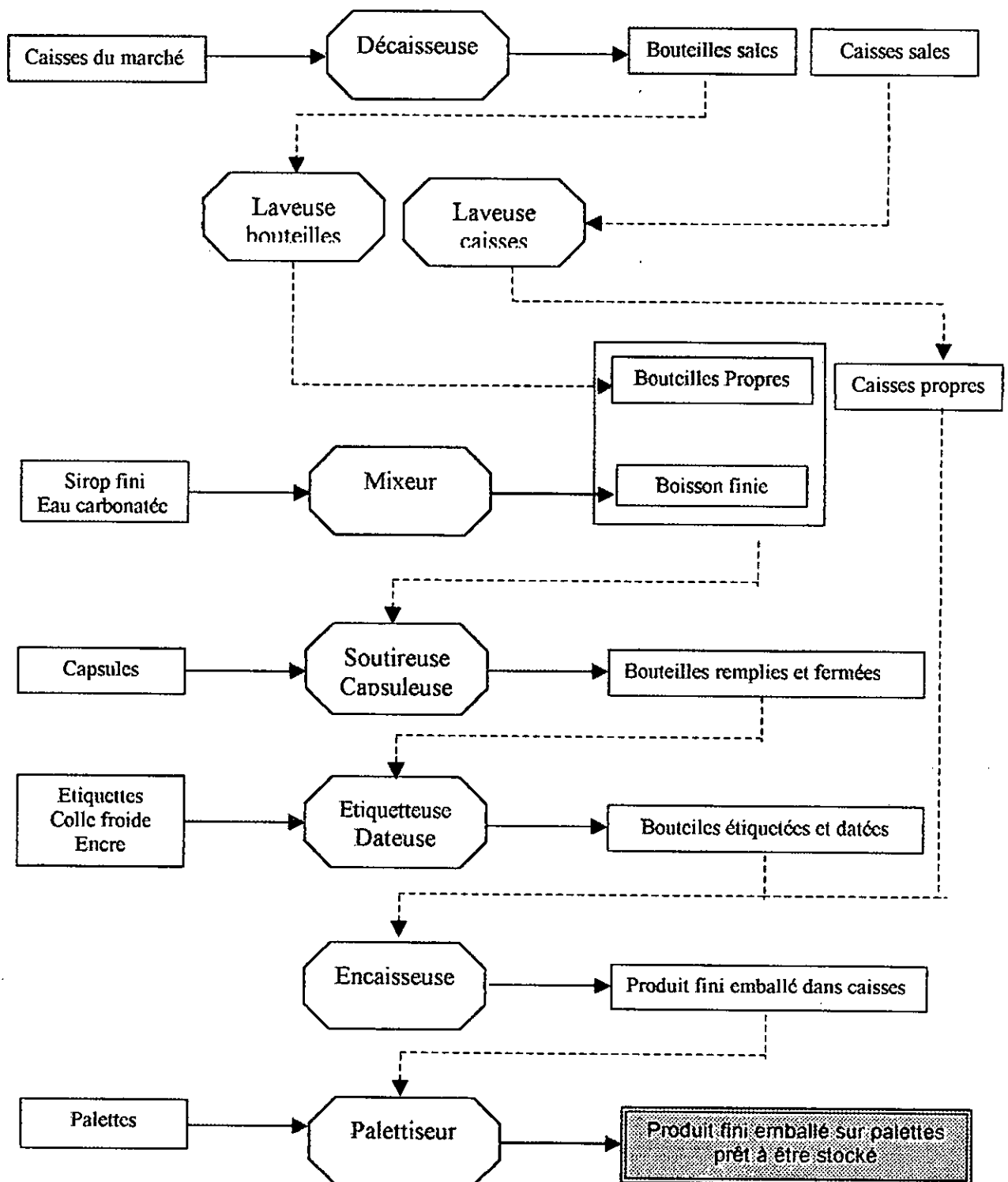


Figure II.6- Procédé de mise en emballage Lignes verres

Trois points peuvent résumer la différence entre les deux lignes verre :

- La palettisation et la dépalettisation est manuelle pour la ligne SIDEL verre et automatique pour la ligne KRONES.
- Le contrôle des bouteilles avant et après remplissage se fait à l'aide des opérateurs (mireurs) pour la ligne SIDEL et à l'aide des machines sophistiquées (inspectrice et check-mat) pour la ligne KRONES.
- Le système de mixage n'est pas le même, sur les deux lignes SIDEL, l'eau est désaérée puis carbonatée, le tout sera mélangé avec le sirop fini, on obtient une boisson qui sera récupérée dans une cuve de récolte puis envoyée vers la soutireuse. Par contre sur la ligne KRONES, l'eau est désaérée puis mélangée avec le sirop fini ; le CO<sub>2</sub> n'est ajouté que pendant le remplissage de chaque bouteille.

**Remarque :** On obtient une boisson finale en mélangeant cinq volumes d'eau avec un volume de sirop fini; et cela pour tous les parfums sauf le Mirinda orange où la proportion sera de quatre volumes d'eau pour un volume de sirop fini.

## **II.2.4 Département Qualité ( Laboratoire )**

### *II.2.4.1 Description du département et missions :*

Il est divisé en trois services :

- Service du contrôle micro biologique
- Service du contrôle physico-chimique
- Service inspection

L'objectif de cette fonction est de veiller au respect strict des normes de fabrication de la boisson imposées par Pepsi Cola International et cela par des contrôles et des analyses micro biologiques et physico-chimiques à tous les niveaux du processus.

Ce département s'occupe aussi du contrôle de la matière première (bouchons, capsules, préformes, sucre, concentré... )



#### *II.2.4.2 Différents contrôles et tests:*

Les contrôles du service qualité consistent à :

- Tester le BRIX inversé juste après la préparation du sirop fini pour confirmer que la préparation a été faite suivant la recette PCI.
- Tester le BRIX frais au moment de démarrage du remplissage. Le résultat de ce test sera communiqué à l'équipe de production, cette valeur est la cible pour le BRIX mesuré au niveau de la ligne.
- Mesurer le volume de sirop simple et de sirop fini pour confirmer que le dosage eau/sucre et eau/sucre/concentré ont été respectés.
- Contrôler en cours de fabrication la conformité du produit en mesurant le BRIX, le taux de CO<sub>2</sub>, le niveau de remplissage ainsi que d'autres paramètres.

#### **II.2.5 Service Utilités**

##### *II.2.5.1 Description du service et missions :*

Il s'occupe de l'alimentation du processus par toute forme d'énergie nécessaire aux différentes transformations et changements d'état des flux physiques.

Le service Utilités doit assurer la disponibilité du CO<sub>2</sub> et son maintien dans des conditions bien déterminées.

##### Exemple :

La vapeur pour la dissolution du sucre, l'eau chaude pour la sanitation des cuves de stockage, des équipements et de la tuyauterie ainsi que le lavage des bouteilles et l'eau froide pour le refroidissement du sirop simple.

Nous avons recensé tous les équipements et installations appartenant au service utilités avec le rôle de chacun(e)

## Utilités

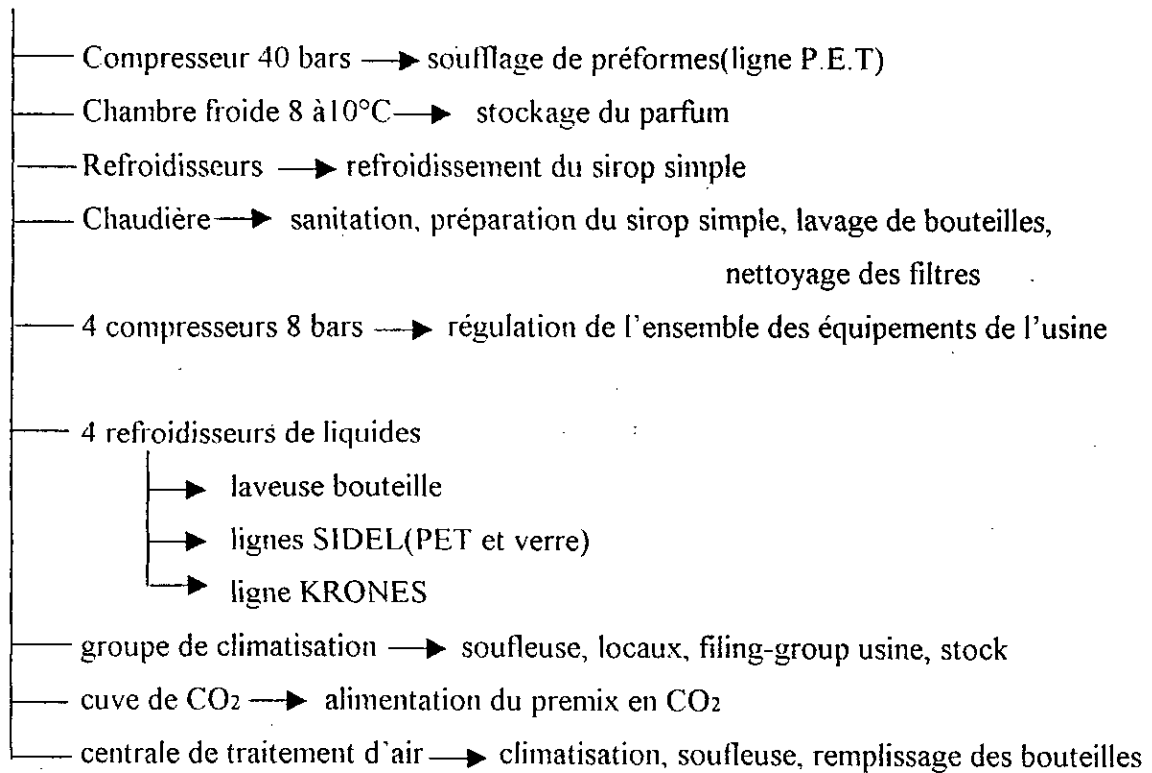


Figure II.7- Parc machines des utilités

## II.2.6 Département Maintenance et Méthodes

### II.2.6.1 Description du département et missions :

Le département maintenance est divisé en trois services :

- Service des méthodes
- Service de maintenance
- Magasin

L'objectif de cette fonction est de maintenir en conformité (disponible) les équipements de production ainsi que les installations annexes.

La relation entre cette fonction et les autres fonctions liées à la production est assimilée à une relation client / fournisseur; le besoin est exprimé par le biais d'une demande de travail déposée au niveau du bureau de méthodes.

## II.2.7 Département Contrôle Industriel et Approvisionnement

### II.2.7.1 Description du département et missions :

Ce service se charge de gérer le magasin des matières premières, d'évaluer les performances de production et de faire le suivi du produit fini dans le but de mieux contrôler et optimiser le processus industriel.

### II.2.7.2 Le magasin des matières premières :

1. Réception de la matière première :
2. Livraison de la matière première pour :
  - Lignes de production.
  - Siroperie.
  - Traitement des eaux.
  - Autres sorties ( non-conforme, commerciale...)
3. Stock de la matière première et consommable :
  - Veiller à l'application stricte du FIFO (*first in, first out*)
  - Veiller avec le service qualité et hygiène au respect des conditions générales de stockage.
  - Assurer la disponibilité des matières premières pour la production.
4. Documents établis quotidiennement par le magasinier :
  - Etat des mouvements des matières premières.

### II.2.7.3 Le suivi du produit fini :

1. Le contrôleur industriel doit être informé de l'état de :
  - Stock service de sucre et du concentré (siroprie).
  - Stock service des préformes (production)
  - Stock de CO<sub>2</sub> (utilités)
2. Documents établis quotidiennement par les chefs des lignes :
  - Bon de transfert de produit fini ( avec le service logistique )
  - Etats des arrêts des machines ( Annexes I)

#### *II.2.7.4 Contrôle et optimisation du processus industriel :*

Le contrôleur industriel collabore avec les responsables des autres services en affichant au cours d'une réunion journalière la production, le taux des pertes et l'efficacité réalisée par équipe ainsi que les problèmes rencontrés lors de la journée précédente. La participation de tous les services aide à :

- Améliorer l'efficacité des lignes de production.
- Identifier et minimiser les pertes.
- Elaborer des plans d'actions pour l'optimisation et la régulation du processus de production.

##### 1. Le contrôleur industriel se charge de :

- Calculer la production théorique et la comparer avec la production réelle pour estimer l'efficacité des lignes et l'efficacité globale de la production.
- Calculer la consommation et estimer les pertes des matières premières
- Utiliser les durées des arrêts et le nombre des pannes pour estimer :
  - L'efficacité.
  - Les temps moyens de réparation MTTR
  - Les temps moyens de bon fonctionnement MTBF
  - La fiabilité.

##### 2. Documents établis quotidiennement :

- Rapport journalier de la production.
- Situation des pertes.
- Situation des stocks de la matière première.

##### 3. Documents établis mensuellement :

- Etat de la production mensuelle.
- Rapport de l'efficacité globale de l'usine.
- Temps programmé par ligne.
- Détails des arrêts externes des lignes
- Situation des stocks des matières premières.

### Standards de calculs :

- L'efficacité est calculée de deux manières :

1. En fonction de la production réalisée :

$$Efficacite = \frac{\text{quantité de produit réalisée}}{\text{cadence} \times \text{temps programmé}}$$

2. En fonction du temps d'arrêts :

$$Efficacite = \frac{\text{temps de fonctionnement}}{\text{temps d'ouverture}}$$

Le deuxième calcul sert à la fiabilité des données et des résultats.

- Les pertes sont calculées selon la formule suivante :

$$Pertes = \frac{\text{Consommation réelle} - \text{consommation théorique}}{\text{consommation réelle}}$$

### **II.3 Caisses, bouteilles vides, produit fini et palettes**

L'ensemble des emballages récupérables (caisses, bouteilles en verre et palettes de stockage) sont gérés par la direction logistique. Elle gère aussi les stocks de produits finis.

### **II.4 Conclusion**

Nous avons rapporté dans ce chapitre la synthèse d'une large procédure de recueil d'informations élaborée sur la base des explications fournies par les agents de maîtrise et les chefs des différents services.

Dans la prochaine étape nous effectuerons un diagnostic sur le comportement global du système productif. Nous nous baserons sur des observations effectuées au niveau des différents services et département afin de mettre en évidence les écarts entre la situation réelle et la situation théorique.

---

**Chapitre**

**III**

---

## **FONCTIONNEMENT ACTUEL DU SYSTEME-DIAGNOSTIC**

### **III.1 Introduction**

### **III.2 Diagnostic au niveau de la siroperie**

### **III.3 Diagnostic au niveau des lignes de production**

#### **III.3.1 Ligne KRONES**

#### **III.3.2 Ligne SIDEL VERRE**

#### **III.3.3 Diagnostic au niveau de la Ligne P.E.T**

### **III.4 Maintenance**

### **III.5 Contrôle qualité**

### **III.6 Suivi de production**

#### **III.6.1 La collecte d'information :**

#### **III.6.2 Le traitement de l'information :**

### **III.7 Conclusion**

### III.1 Introduction

Dans le chapitre précédent nous avons décrit le fonctionnement de l'usine suivant les données *design* ou données du constructeur. Nous allons dans ce qui suit décrire les anomalies que nous avons constatées sur le terrain.

Pour ce faire, nous avons passé deux mois dans les départements et services suivants :

- Services Siroperie.
- Les lignes : KRONES et SIDEL verre.
- Département de contrôle de qualité.
- Service méthodes.
- Département utilités.
- Service de contrôle industriel.

Nous avons intégré le service de contrôle industriel afin de prendre en considération le système de suivi de façon globale.

### III. 2 Diagnostic au niveau de la siroperie

Pour cette partie, comme pour celle consacrée au diagnostic des lignes de production, nous sommes restés sur le lieu de travail durant toutes les opérations pouvant s'effectuer pendant le cycle de production.

#### La salle de stockage et versement du sucre :

Cette salle n'étant pas climatisée, le sucre a tendance à former des blocs à cause de l'humidité. Cela ralentit la cadence de versement et cause même des pannes au niveau des godets. De plus les conditions d'hygiène ne sont pas strictement respectées.

#### La salle des fondoirs et des filtres:

Le sol dans la salle est humide et sans aucune adhérence, le produit qui l'enduit à un goût très sucré. Nous avons confirmation que c'est du sirop simple par les nombreuses gouttes

qui s'échappent des filtres et des échangeurs. Il y a aussi d'énormes fuites de vapeur qui, ajoutées à la non climatisation, rendent l'atmosphère irrespirable. Cela induit aussi que la vitesse de refroidissement n'est pas stable. Elle dépend en grande partie des conditions ambiantes.

La salle des cuves de récolte :

Les cuves faisant partie de l'ancienne siroperie, ne disposent pas de débitmètre. Les valeurs sont prises par les opérateurs sur une échelle graduée. Aucun contrôle sur les volumes n'est effectué.

Pour les cuves faisant partie de la nouvelle siroperie, un débitmètre de sortie existe. Le volume des cuves avant transfert vers les lignes, se fait par le biais d'échelle graduée dont l'unité principale est de 500 litres.

Les opérations de sanitation :

La concentration de chlore ou de soude caustique n'est pas constante, ce qui provoque des délais différents pour une même opération.



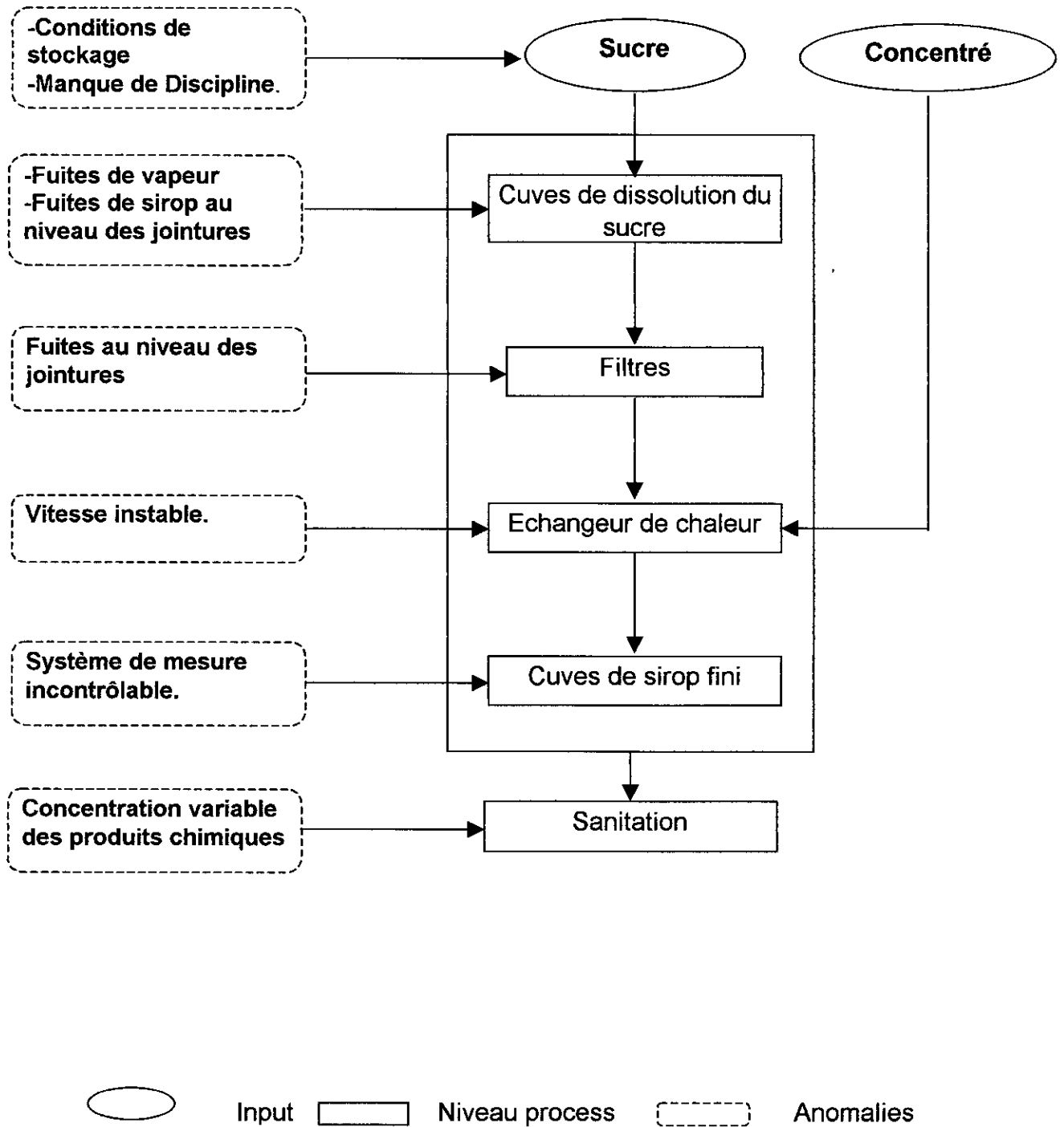


Figure III.1 - Schéma des anomalies de fonctionnement au niveau de la siroperie

### III.3 Diagnostic au niveau des lignes de production

Nous allons prendre comme premier input les palettes de bouteilles vides. Le sirop fini sera introduit au niveau du mixeur (ligne KRONES) ou du Prémixeur (Lignes SIDELS)

Nous allons signaler les anomalies les plus importantes ou les plus fréquentes que nous avons rencontrées.

#### III.3.1 Ligne KRONES :

Le dépalétiseur, Palettiseur : Les deux points les plus importants sont :

##### 1. Les caristes :

La vitesse de la ligne est de 24 000 bouteilles par heure pour le RB100 est de 40 000 bouteilles par heure pour le RB 30. La palette est constituée de 50 caisses, la caisse de 12 bouteilles RB 100 et de 24 bouteilles RB30 ce qui nous donne une vitesse par palette de :

$$(24000 / 12) / 50 = 40 \text{ palettes par heure RB100.}$$

$$(40000 / 24) / 50 = 34 \text{ palettes par heure RB 30.}$$

Si la ligne fonctionne sans baisses de cadence le rythme de transfert des palettes doit être de 1.5 minutes par palette. Le nombre de caristes étant de 2, chaque cariste doit effectuer le transfert vers le magasin ou vers la ligne en 3 minutes.

Nous avons ainsi remarqué des files d'attente au niveau des caisses de produit ce qui cause souvent l'arrêt de la ligne.

##### 2. La qualité des caisses

Lorsqu'une caisse est cassée, toutes les bouteilles de produit fini présentes dans cette dernière se cassent au moment de former des palettes.

#### La décaisseuse, encaisseuse, déboucheuse.

Les arrêts survenus au niveau de ces deux équipements ne sont pas fréquents, ils sont dus à l'usure de pièces mécaniques. Le temps de réparation par contre est très important, sa moyenne est de 20mn.

La laveuse bouteille : Trois anomalies reviennent très souvent :

1. La présence de soude dans les bouteilles lavées.
2. La chute de bouteilles RB30 en sortie à cause de mauvais réglage lors des changements de format.
3. Rechargement des bains de soude suite aux coupures d'électricité.

L'inspectrice :

Lors des redémarrages, l'inspectrice a tendance à éjecter toutes les bouteilles qui passent, cela est dû à l'accumulation du produit de lubrification sur les lentilles et les cellules photosensibles. Nous avons aussi constaté l'état encrassé des composants et cartes à puces. Cela est dû aux conditions ambiantes telles que l'humidité et la température variable.

Le mixeur :

Problèmes lors du démarrage : la première quantité de sirop reçu est mélangé avec de l'eau restant au cours de la sanitation précédente, ce qui implique des variations du Brix et de la concentration de CO<sub>2</sub>.

La soutireuse, boucheuse, capsuleuse :

Arrêts causés par la qualité des bouchons et des bouteilles. Nous avons aussi remarqué d'importantes fuites de CO<sub>2</sub>.

Des bouteilles sortent ayant des niveaux trop bas ou trop hauts. Cela est dû à la déchirure des joints de canules, causée par les explosions de bouteilles.

La vitesse et la pression de remplissage varient en fonction des problèmes survenus au groupe froid ce qui peut causer :

- Des pertes de temps dues à la baisse de cadence du remplissage.
- Des explosions de bouteilles fréquentes dues à la pression élevée, puis les niveaux bas et hauts qui en découle.

L'étiqueteuse, dateuse :

A cause de la non climatisation, l'état de la colle varie en fonction de la température ambiante, cela influe sur la quantité de colle à utiliser pour chaque bouteille.

Les problèmes survenus à cause de l'usure des pièces mettent énormément de temps à être réglés (une moyenne de 20mn)

La sanitation :

Les temps de sanitation varient en fonction de la concentration des produits chimiques utilisés.

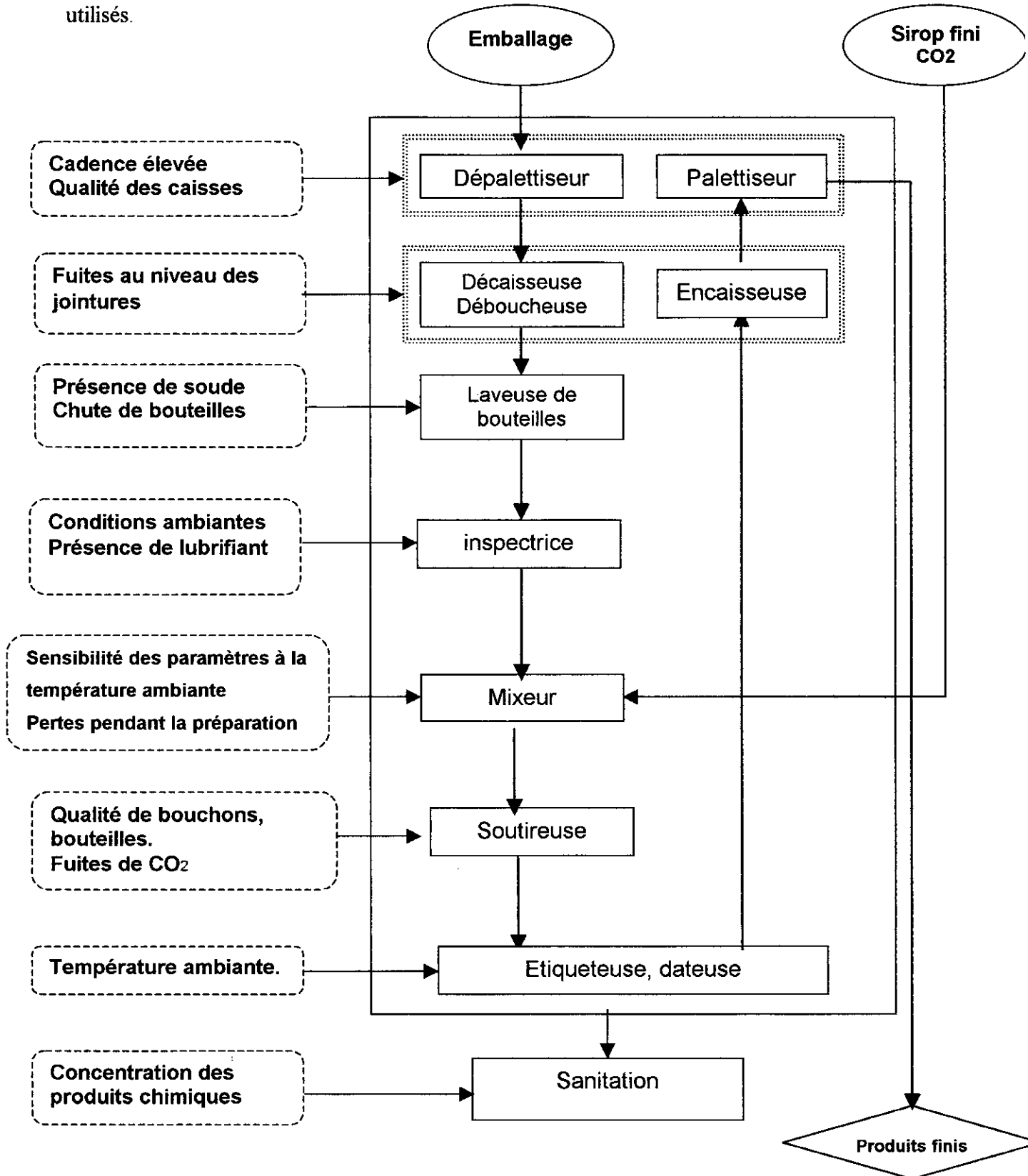


Figure III.2 - Schéma des anomalies présentes sur la ligne KRONES

### III.3.2 Ligne SIDEL VERRE :

#### Palettisation, dépalettisation

Les opérations se font manuellement, tenant compte de la cadence de la ligne : 24 000 bouteilles par heure, il n'y a pas de problème au niveau de la cadence des caristes : une rotation toutes les 6mn.

Le problème de la qualité des caisses est le même que celui décrit pour la ligne KRONES.

#### Décaisseuse, encaisseuse, déboucheuse :

Les arrêts survenus au niveau de ces deux équipements ne sont pas fréquents, ils sont dus à l'usure de pièces mécaniques. Le temps de réparation par contre est très important, sa moyenne est de 20mn.

#### Laveuse bouteille :

Elle cause beaucoup moins de problèmes que celle de la ligne KRONES. Il faut seulement noter un important temps d'arrêt, suite à une coupure d'électricité. On effectue un chargement des bains de soude.

#### Inspection visuelle :

Il n'y a pas d'inspection pour la qualité des caisses.

Les défauts de bouteille ne sont pas éliminés à 100%, les niveaux ne suivent pas toujours les normes.

#### Premix :

La première dose de sirop est très souvent perdue à cause de l'eau présente dans le conduit. Les valeurs du BRIX et du CO<sub>2</sub> sont réglées manuellement.

Une petite variation de température, cause une variation du taux de CO<sub>2</sub>. Les caisses ainsi produites ne répondent plus aux normes et sont perdues.

Des fuites importantes sont présentes au niveau de la jointure de l'échangeur de chaleur. Au mois de juillet une fuite remplissait 1 bouteille de 1l toutes les demi-heures, soit 2l de produit fini perdu par heure.

La soutireuse, boucheuse, étiqueteuse, dateuse, sanitation :

Les anomalies sont les mêmes que celles citées pour la ligne KRONES.

Seules les anomalies différentes de celles de la ligne KRONES seront représentées sur le schéma.

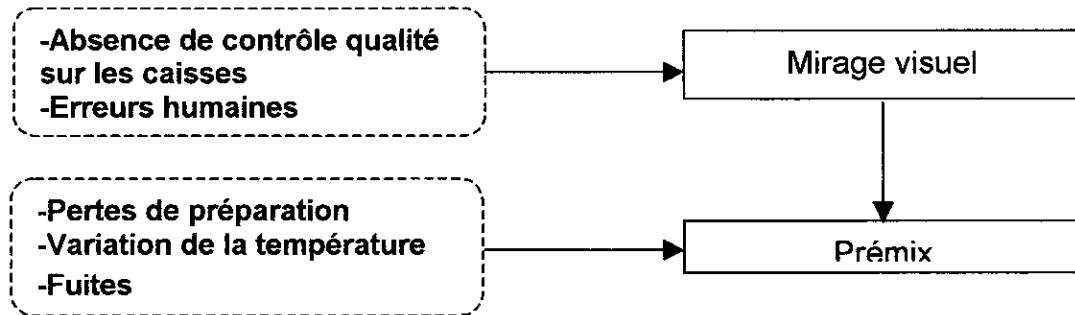


Figure III.3 - Schéma des anomalies présentes sur la ligne SIDEL verre.

### III.3.3 Diagnostic au niveau de la Ligne PET :

Nous commencerons la description du process. par la souffleuse, pour aboutir en fin de chaîne à la fardeuseuse.

Au niveau de la souffleuse :

Un grand nombre de préformes est rejeté pour cause de mauvaise qualité. Il n'y a pas de climatisation dans la salle, ce qui rend les conditions de travail très désagréables.

Au niveau du convoyeur à air :

Les bouteilles PET se bloquent très souvent au niveau des virages, cela arrive souvent après changement de format, les réglages sont faits de façon sommaire au début puis on les modifie en fonction du rythme de la production.

Au niveau de la soutireuse, boucheuse :

Il y a beaucoup moins de problèmes que sur les lignes SIDEL et KRONES, car la cadence n'est pas très rapide (7000 bouteilles par heure au maximum)

Par contre, nous avons constaté des explosions de bouteilles en PET. Cela est dû à la mauvaise qualité des préformes qui arrivent à passer la salle de la souffleuse.

Nous tenons aussi à souligner, que nous n'avons pas rencontré de problèmes dus à la qualité des bouchons.

Au niveau du mirage visuel :

Nous avons remarqué les mêmes problèmes que ceux de la ligne SIDEL verre, mais ayant des impacts moins importants. Cela est dû à la cadence moins importante qui demande moins de concentration de la part des mireurs.

Au niveau de l'étiqueteuse, dateuse :

La forme de la ligne PET, contrairement aux deux autres, est rectiligne sans aucune courbure, et cela à partir de la soutireuse. Les autres lignes, telles que la KRONES, possèdent des chicanes afin de pouvoir bénéficier d'un petit gain de temps sur les arrêts. Nous pouvons ainsi avoir 10mn d'arrêt de l'étiqueteuse KRONES, sans que ne s'arrête aucun autre équipement. Cela permet de changer de cuve de colle, changer de paquet d'étiquettes....

Pour pallier à cette différence de conception. L'étiqueteuse PET est équipée d'une seconde bobine d'étiquette, et d'une seconde cuve de colle.

Nous avons constaté que les équipements redondants ne sont pas utilisés. Et qu'il faut compter un certain temps d'arrêt pour effectuer des opérations de routine.

Au niveau de la fardелеuse :

Nous avons constaté beaucoup d'arrêts qui mettent énormément de temps à être réparés. (La durée moyenne d'un arrêt est de 6h)

Pendant ces arrêts, les bouteilles sont sorties manuellement de la chaîne, et attendent d'être emballés lors du redémarrage.

Au niveau de la banderoleuse :

La quantité de film étirable utilisée est aléatoire. C'est l'opérateur qui décide de la vitesse d'emballage et du nombre de tours à effectuer.

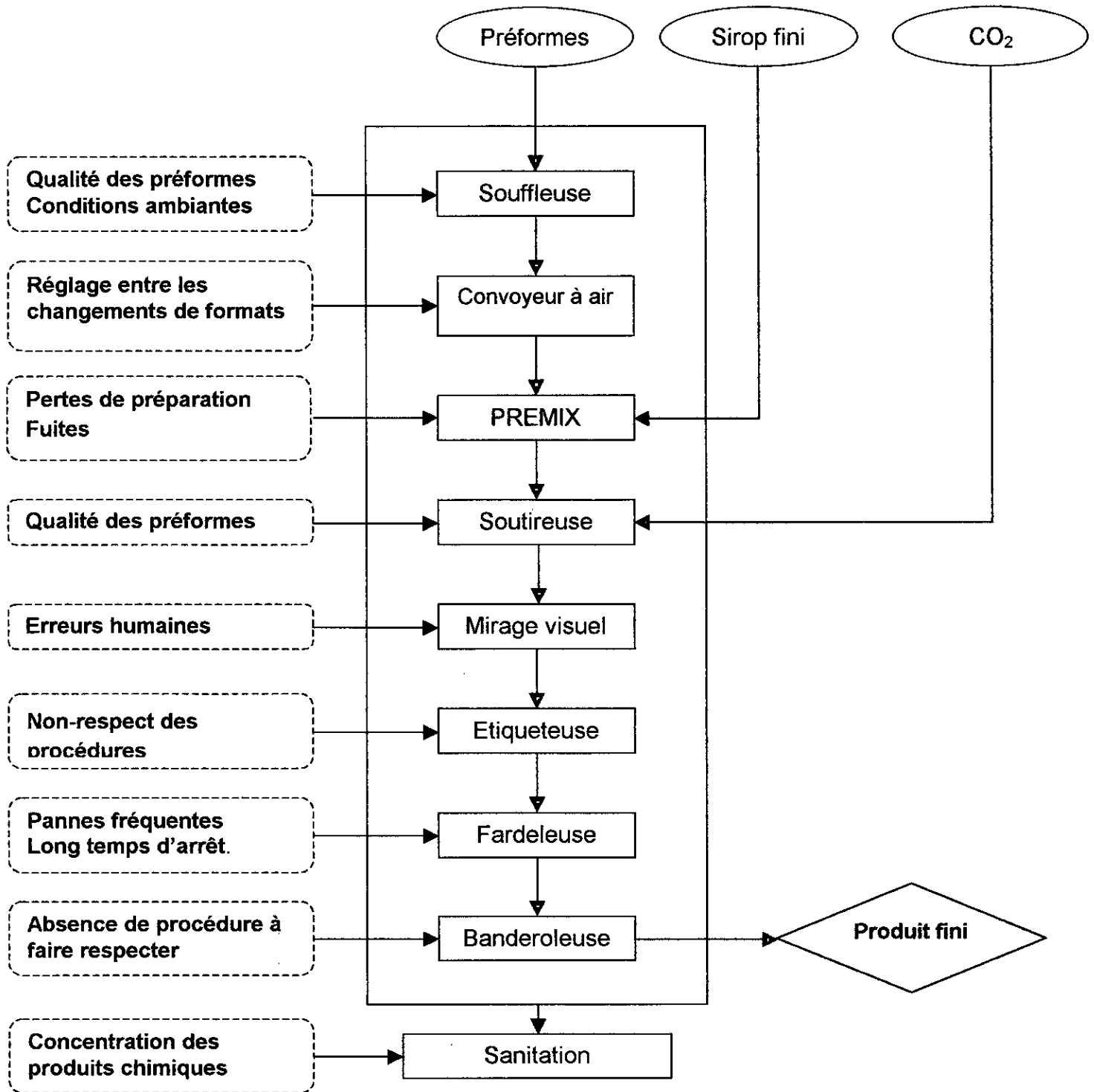


Figure III.4 - Schéma des anomalies présentes sur la ligne PET



### III.4. Maintenance

Les interventions sur machine se font à deux niveaux : Celles des opérateurs sur les lignes de production et celles des agents de maintenance.

Que ce soit au premier ou au deuxième niveau, il n'existe pas de maintenance préventive. Il y a seulement des opérations d'entretien, telles que les remises à niveau de liquide, le nettoyage.

Les interventions sont du type « *POMPIER* » c'est à dire qu'elles nécessitent beaucoup de temps et d'effort physique

Il n y a pas de traçabilité des interventions effectuées par le Département maintenance.

### III.5. Contrôle qualité

Le contrôle de qualité des matières premières se fait sans plan d'échantillonnage. Les échantillons sont pris de façon aléatoire sans objectif précis. Le lot est rejeté, au niveau du contrôle, seulement s'il présente un défaut apparent.

Généralement les lots sont retirés s'ils provoquent de graves dégâts au niveau du process.

### III.6. Suivi de production

Nous avons remarqué plusieurs anomalies qui affectent directement la fiabilité du système de suivi. Certaines d'entre elles rendent même ce système dénué de toute réalité.

Nous pouvons séparer cette partie en deux :

#### III.6.1. La collecte d'information :

Au niveau de la siroperie :

Il n'y a pas de système de suivi de l'efficacité siroperie.

Pour le suivi des pertes (Annexes I.1) :

Les opérateurs ne notent pas les volumes de sirop et les BRIX avant ajustement. Cela rend impossible la détermination du taux de pertes au niveau de la salle des fondoirs puis des

cuves. Les valeurs ainsi données, rendent toute procédure de contrôle impossible, les volumes de sirop simple influent directement sur le sirop fini puis sur les produits finis.

On peut affirmer que personne au niveau de l'usine (hormis les opérateurs siroperie) n'est en mesure de vérifier les volumes des sirops. Ou du moins cela ne peut se faire avec le système de suivi actuel.

#### Au niveau des lignes de production :

##### Suivi de l'efficacité (Annexes I.2 et I.3)

Afin de justifier les temps où l'on n'a pas produit, les opérateurs sont tenus de noter les temps d'arrêts au fur et à mesure de l'avancement de la production. En fin de compte il faut arriver à une efficacité temps qui égale à l'efficacité produit.

Nous avons remarqué que les opérateurs ne respectaient pas la procédure. Ils effectuent les calculs comme suit :

- Calcul de l'Efficacité Produit.
- A partir de l'Efficacité Produit déterminer le temps d'arrêt total.
- Diviser le temps d'arrêt total de façon très subjective sur quelques arrêts qui ont eu lieu durant le tiers de travail.
- Vérifier que l'Efficacité Temps obtenue est égale à l'Efficacité Produit.

##### Suivi des pertes :

Il existe un certain nombre de compteurs au niveau des lignes de production. Ils ne sont malheureusement pas toujours remis à zéro. Les valeurs sont transformées en caisses puis sont notées sur la feuille de suivi (Annexes I.2)

### III.6.2. Le traitement de l'information :

Il se fait au niveau du service contrôle industriel. Le calcul des efficacités et pertes est utilisé en grande partie pour le calcul des salaires.

Le calcul de l'efficacité se fait sur des niveaux globaux. Le système de suivi ne permet pas d'identifier les véritables causes d'inefficacité, ni les corrélations pouvant exister entre-elles.

Les pertes ne sont pas calculées de façon à identifier leurs sources. D'ailleurs, on ne sait même pas si la source se trouve dans la siroperie ou sur les lignes de production.

Le calcul fait seulement apparaître les différences entre les inputs et les outputs process.

Le calcul de la fiabilité du système de suivi, en évaluant la différence entre l'efficacité produit et l'efficacité temps, n'a pas lieu d'être. La façon de rapporter les données, nous a montré que les différences étaient dues à la précision de la calculatrice ou à des erreurs de calculs.

### III.7. Conclusion

L'étude du fonctionnement réel du système nous a permis de mettre en relief un certain nombre d'anomalies qui consomment des ressources temporelles ou matérielles affectant, ainsi, le fonctionnement normalisé du process.

Une première étape consistera à s'orienter vers la ou les causes principales par des méthodes quantitatives.

Mais, avant tout, il convient de présenter les différents outils d'évaluation qui vont nous permettre de déterminer les sources de perte des matières premières et du manque d'efficacité.

---

**Chapitre  
IV**

---

**ETAT DE L'ART**

**IV.1 Introduction**

**IV.2 Les étapes d'une démarche de résolution des problèmes**

**IV.3 Les Méthodes et les outils de travail**

IV.3.1 ETAPE 1 - Perception du problème

IV.3.2 ETAPE 2 - Définition des objectifs

IV.3.3 ETAPE 3 - Choix des moyens

IV.3.4 ETAPE 4 - Mise en place des solutions, suivi et contrôle

**IV.4 Conclusion**

## IV.1 Introduction

Les méthodes de Résolution des problèmes permettent à des groupes de travail de tous niveaux, assistés si nécessaire d'expert, d'analyser des situations anormales en traitant des cas même très complexes. Elles permettent également de résoudre des problèmes dans les domaines techniques, d'organisation, de qualité, humains ...

On considère comme problème, tout écart entre la réponse d'un système et une normalité.

Le cœur de ces méthodes réside dans la formulation du problème, puis la recherche de ses causes. On reconnaît les plus performantes d'entre-elles à l'importance qu'elle accorde à la quantification des causes. Leur principe consiste à s'attaquer d'abord aux causes majeures et à les vérifier pour obtenir le plus rapidement possible une correction significative de l'écart

Les méthodes de résolution des problèmes ont d'abord intéressé les responsables opérationnels qui souhaitent des démarches pragmatiques et mobilisatrices pour maîtriser leur processus de production. Les cercles de qualité ont été l'expression la plus populaire de ces groupes de résolution de problèmes. Les chefs de projets les ont à leur tour pratiqués pour diagnostiquer les aléas des systèmes de développement [CHA97]

## IV.2 Les étapes d'une démarche de résolution des problèmes

Les principales étapes de la démarche de résolution de problèmes sont décrites et caractérisées dans le tableau ci-après, selon le type de problèmes à résoudre.

Ces méthodes sont généralement pratiquées en petit groupe de personnes connaissant bien le problème à résoudre. L'animateur qui garantit l'application de la méthode, peut être un agent de maîtrise, un cadre, un technicien ou un opérateur. Il doit avoir préalablement reçu une formation à la méthode et à l'animation.

Tableau [IV.1] : Principales étapes de résolution des problèmes [CHA97]

DEMARCHE GENERALE				
		Type de problème		
		Problèmes de décisions	Problèmes de risques potentiels	Problèmes existants
<b>PHASES DE LA RESOLUTION DU PROBLEME</b>	<b>Etape 1</b> Perception du problème	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situation départ</li> <li>- Enjeux</li> <li>- Définition de la limite de la décision</li> <li>- Facteurs sur lesquels la décision va agir</li> <li>- Buts et niveaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caractérisation du système étudié</li> <li>- Détermination des facteurs pris en compte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identification et qualification des effets</li> <li>- Choix des effets pris en compte</li> </ul>
	<b>Etape 2</b> Définition des objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identification des besoins, des contraintes et des critères de décision</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inventaire des risques potentiels</li> <li>- Classement des risques</li> <li>- Choix des risques pris en compte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inventaire des causes probables</li> <li>- Détermination des critères de mesures et de vérification</li> </ul>
	<b>Etape 3</b> Choix des moyens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inventaire des options ou des solutions</li> <li>- Sélection d'une solution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recherche des causes</li> <li>- Recherche des solutions d'action préventives</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identification de la ou des causes principales</li> <li>- Recherche des solutions correctives</li> </ul>
	<b>Etape 4</b> Mise en place et contrôle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse des risques</li> <li>- Révision et choix définitifs</li> <li>- Plan de mise en application</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Définition des actions préventives</li> <li>- Définition des actions de secours</li> <li>- Définition du système de contrôle et de suivi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place des solutions</li> <li>- Suivi et contrôle</li> </ul>

Nous avons été sollicités pour remédier à des problèmes d'inefficacité machines et de pertes de matières premières.

Nous nous trouvons ainsi dans la troisième situation du tableau : le cas de problèmes existants.

Nous allons dans ce qui suit exposer les différentes méthodes présentes au niveau de chaque étape.

## IV.3 Les méthodes et les outils de travail

### IV.3.1 ETAPE 1 : Perception du problème

Les effets ont été identifiés par nos encadreurs, nous prendrons comme effets principaux :

- I. Inefficacité des lignes de production.
- II. Pertes de matières premières.
- III. Fiabilité du système de suivi de l'efficacité.

### IV.3.2 ETAPE 2 : Définition des objectifs

#### *IV.3.2.1 L'inventaire des causes probables*

Il doit prendre appui sur un diagnostic pertinent des forces et faiblesses du processus industriel.

Les enquêtes, questionnaires, tests, prototypes, échantillonnages, essais... sont autant d'outils de mesure qu'il faut savoir utiliser pour mener correctement une démarche de résolution des problèmes. La détermination des causes peut s'effectuer à l'aide des méthodes suivantes:

#### Méthodes des mesures des écarts [BUF01] [CHA97]

Ces méthodes consistent à qualifier et quantifier un effet par rapport à une référence, en vue de déterminer la vraisemblance d'une cause et de borner le problème

#### Diagramme d'ISHIKAWA [HOH01] [LAM99]

- Synonymes : arêtes de poisson, diagramme « cause-effet »

Le diagramme d'Ichikawa est sans conteste l'outil de base de la majorité des méthodes de diagnostic.

- But :

Il met en évidence, sur un schéma en forme d'arête de poisson, la ramification des causes qui créent un effet à combattre. Les branches principales de la ramification sont chacune reliée à un agent important de perturbations potentielles capables de créer l'effet combattu.

- Etape :
  - Déterminer les causes et les sous causes
  - Classer ces causes par groupes ( Méthode, matière utilisée, machines, main d'œuvre, milieu)
  - Déterminer les causes les plus fréquentes à l'aide des méthodes statistiques ou autres
  - Verifier l'influence des causes
  - Agir sur les causes prouvées

### Méthode des cinq pourquoi ? ( Why Why Analyses ) [OHN90]

Pouvez-vous vous demander cinq fois « pourquoi? »

Vous est-il arrivé de poser, à cinq reprises, sur un seul sujet, la question «pourquoi?»

C'est facile à dire, mais difficile à faire.

Supposons, par exemple, qu'une machine se soit arrêtée de fonctionner.

(1) " Pourquoi la machine s'est-elle arrêtée ?

Parce qu'il s'est produit une surcharge et que les fusibles ont sauté.

(2) Pourquoi cette surcharge ?

Parce que la lubrification des coussinets était insuffisante.

(3) Pourquoi la lubrification était-elle insuffisante ?

Parce que la pompe de graissage ne pompait pas suffisamment.

(4) Pourquoi la pompe de graissage était-elle insuffisante ?

Parce que l'arbre de la pompe était endommagé et vibrait.

(5) Pourquoi était-il endommagé ?

Parce qu'il n'y avait pas de filtre, ce qui a entraîné l'inclusion de déchets métalliques"

En répétant à plusieurs reprises "pourquoi" comme dans cet exemple, chacun se met à même de pouvoir découvrir les problèmes réels et de leur apporter remède.

### Exemple d'inventaire des causes de perte de rendement [BOF01]

Les spécialistes relèvent 16 causes principales de pertes qui empêchent d'obtenir l'efficacité maximale: des Hommes - des équipements - des matières - de l'énergie. Ils les classent en 3 grandes familles:



1. Les pertes de rendement dues au manque de fiabilité des équipements,
2. Les pertes de rendement dues aux carences de l'organisation,
3. Les pertes de rendement dues aux méthodes et procédés utilisés.

- **Pertes dues au manque de fiabilité des équipements**

Ces pertes concernent les arrêts dus aux:

- Pannes - disparition ou dégradation de la fonction,
- Réglages - ajustages en cours de série qui ne devraient pas exister si le procédé utilisé était capable et stable.
- Pertes aux démarrages - temps de préchauffage de la machine, pièces perdues avant stabilisation du procédé.
- Micro-arrêts et marche à vide - les entreprises ont pris l'habitude de nommer ainsi tous les arrêts inférieurs à 5 ou 10 mn. Mais il y a d'autres arrêts beaucoup plus courts, pas toujours détectables et qui méritent vraiment l'appellation de micro-arrêts. Ils sont souvent à l'origine des défaillances chroniques
- Sous-vitesses - baisse volontaire de vitesse, parce qu'à la vitesse nominale on rencontre des problèmes de fiabilité ou de qualité.
- Rebuts et retouches - l'équipement a été utilisé pour rien (rebuts) ou plus longtemps que nécessaire (retouches).
- Aux arrêts programmés - arrêts de l'équipement pour des actions que l'on pourrait qualifier d'incontournables dans une bonne exploitation des ressources de production. Ce sont les arrêts pour nettoyage, pour maintenance préventive, pour inspections, les temps de réunion (réunions de 5 minutes ou réunions en bout de ligne).

- **Pertes dues aux carences de l'organisation**

Ce sont toutes les pertes générées par les carences du management telles que :

- Temps de changements de fabrication - temps qui s'écoule entre l'obtention de la dernière pièce bonne de la série qui se termine jusqu'à l'obtention de la première pièce bonne de la série suivante.
- Activité Opérateurs - manque d'habileté, de formation, de savoir-faire, d'efficacité de l'Opérateur.

- Déplacements et manutentions - temps passé par les Opérateurs à la manutention de produits ou de matières suite à la défaillance des équipements.
  - Organisation du poste - retards dans l'enchaînement de tâches dus à des déplacements ou à des problèmes divers.
  - Défauts de logistique - manque matière, manque outillage, manque personnel.
  - Excès de mesures - pertes dues à une mauvaise organisation du contrôle, à un manque de confiance dans le procédé, à des attentes de diagnostic qualité.
- **Pertes dues aux méthodes et procédés** : Elles correspondent:
    - Au rendement des matériaux
    - Au rendement énergétique
    - Aux sur-consommations d'outillages et d'accessoires - dépenses supplémentaires de remplacement des outillages et accessoires usés ou cassés. Les sur -consommations d'huile rentrent aussi dans cette catégorie.

#### *IV.3.2.2 La détermination des critères de mesures et de vérifications :*

Le choix des variables de décision ou d'action au sein d'un système industriel est rendu particulièrement difficile compte tenu, d'une part, de la variété et de l'incertitude caractérisant les données à traiter, et d'autre part du nombre et de la diversité à élaborer.

Les domaines habituellement couverts par les variables d'action liées au sujet de notre étude sont :

Flux de produits, flux d'information, stocks, ressources de production, qualité, ressources humaines et environnement.

Les indicateurs de performance qui peuvent concerner une étude de l'efficacité et de pertes font partie des domaines suivants :

- Les ressources technologiques: taux de rendement machine, taux de panne, durée de changement de série, % d'entretien préventif/curatif, nombre de dépannage, durée moyenne de réparation... .
- La qualité: % de non-conformité, taux de rebuts et retouches, taux de perte de matière première, durée de fonctionnement sans problème majeur...

Nous avons choisi les indicateurs suivants :

Le taux de rendement global : TRG [HOH01]: C'est le rapport entre la quantité de produits bien fabriqués et la quantité de produits que l'on aurait pu fabriquer dans les conditions idéales.

- Calcul du TRG

Le TRG tel qu'il a été défini précédemment nécessite de fixer quelles sont les conditions idéales d'utilisation des ressources de production. C'est à dire:

- Le temps d'utilisation de ces ressources,
- La performance ( vitesse, temps de cycle, production horaire, etc.).

- Décomposition du TRG : Le TRG est le produit de 3 taux:

- **Le taux de disponibilité** qui mesure le temps durant lequel l'équipement fonctionne,
- **Le taux de performance** qui prend en compte le fonctionnement dans des conditions de performances anormales,
- **Le taux de qualité.**

Le TRG et ses différents taux sont calculés comme indiqué sur le schéma suivant :

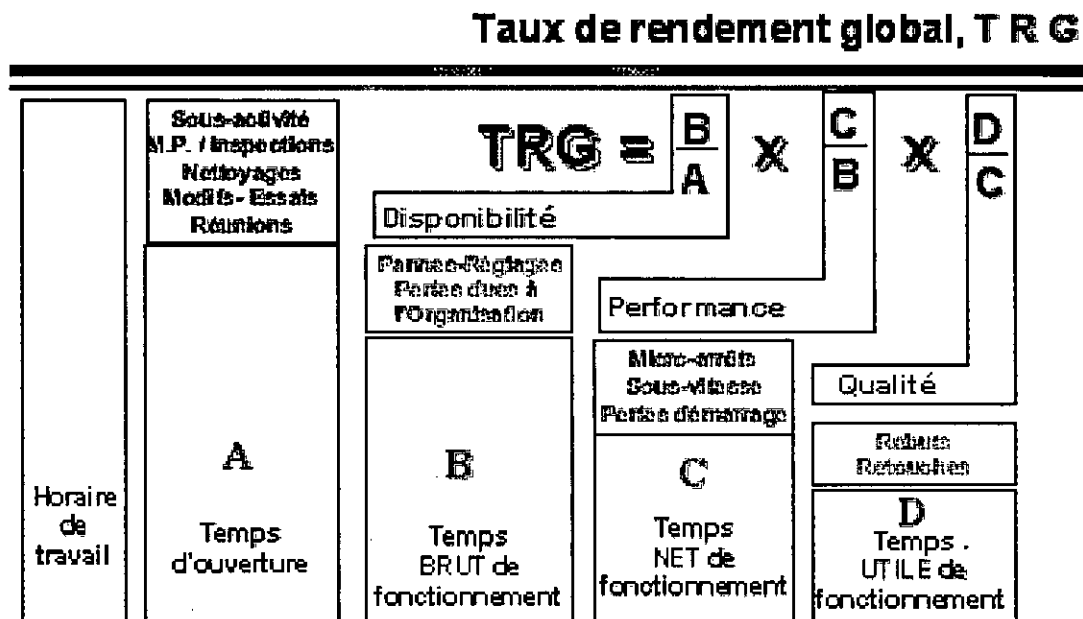


Figure IV.1- Décomposition du TRG

Indicateurs de fiabilité et de maintenabilité [OUA98] [ZWI98]

- Indice de fiabilité MTBF:

Selon la norme AFNOR “la fiabilité d’un dispositif est caractérisée par la probabilité pour que ce dispositif effectue sans défaillance une mission spécifiée dans des conditions spécifiées et pendant un intervalle de temps donné”

Soit  $T$ : la variable aléatoire (durée de vie de l’équipement)

$R(t)$  La fonction de fiabilité exprimée par :

$$R(t) = P(T \geq t) ;$$

C’est à dire que la probabilité que le dispositif ne tombe pas en panne avant un instant  $t$  donné.

**MTBF, Mean Time Between Failure**, temps moyen de bon fonctionnement;

exprime la durée moyenne de bon fonctionnement entre deux défaillances consécutives

$$MTBF = \int_0^{\infty} R(t) dt$$

- Indice de maintenabilité MTTR:

Selon la norme AFNOR “la maintenabilité d’une entité réparable est caractérisée par la probabilité  $M(t)$  que la maintenance d’une entité  $E$  accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits, soit achevée au temps  $t$  sachant que  $e$  est défaillante au temps  $t=0$ ”

$$M(t) = P(\text{la maintenance de } e \text{ est achevée au temps } t)$$

**MTTR, Mean Time To Repair**, temps moyen de dépannage exprime les temps techniques et administratifs entre l’instant de l’apparition de la défaillance et la remise en service.

$$MTTR = \int_0^{\infty} (1 - M(t)) dt$$

- Estimateurs:

$$MTBF = \frac{\text{temps de marche total}}{\text{nombre d'arretes}}$$

$$MTTR = \frac{\text{temps d'arret total}}{\text{nombre d'arretes}}$$

$$\text{Disponibilité} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

$$\text{Indisponibilité} = \frac{MTTR}{MTBF + MTTR}$$

Taux de perte des matières premières:

$$\text{Taux de pertes (A)} = \frac{Cr(A) - Ct(A)}{Cr(A)}$$

A : Matière première.

Cr(A) : Consommation réelle de la matière première A

Ct (A) : Consommation théorique de la matière première A.

### IV.3.3 ETAPE 3 : Choix des moyens

Derrière une multiplicité de méthodes et outils, nous avons certaines méthodes d'analyse centrées sur le diagnostic, l'enquête et l'investigation dont les concepts de base seront expliqués dans ce qui suit

#### IV.3.3.1 Identification de la ou des causes principales

La méthode Pareto : [LAM99] [ULY00]

- Synonymes : Règle des 80/20, Courbe "ABC"
- But :

C'est un outil de visualisation, d'analyse et d'aide à la prise de décision.

En soulignant la répartition des faits par ordre d'importance, il permet de faire un choix et de concentrer l'action autour des problèmes à traiter en priorité. Il s'utilise pour des données mesurables, quantitatives.

Pourquoi ? Cette méthode simple et efficace de visualisation et de classement facilite la prise de décision. De plus, claire et objective, elle contribue à un choix de groupe.

- Etapes:
  - Liste des problèmes,
  - Quantification de l'importance de chacun,
  - Total de la somme et détermination du pourcentage de chacun par rapport à ce total,

- Classement des pourcentages par valeurs décroissantes, la rubrique "divers" étant toujours en dernier rang,
- Représentation graphique.

Il peut être complété par la courbe des valeurs cumulées, ou courbe de Pareto, dont les points sont déterminés par l'addition des valeurs des problèmes précédents, jusqu'à obtenir 100%.

La courbe ABC, quant à elle, découpe la courbe de Pareto en trois segments A, B et C

- "A" représente 75 à 80% de l'ensemble,
- "A" + "B" représente 90 à 95% de l'ensemble,
- "A" + "B" + "C" représente 100% de l'ensemble.

Ainsi, lorsque les causes correspondant au segment "A" sont traitées, 75 à 80% du problème sont supprimés.

L'AMDEC (Analyse des modes de défaillances et de leurs criticités) : [CHA96]

Cette méthode qui vise à valider une définition dès la conception, fut tout d'abord appliquée aux procédés, puis aux produits. Elle permet la détection et l'évaluation des défauts potentiels. Chaque défaut potentiel est noté sous l'angle de la gravité de son effet, de la fréquence ou probabilité d'apparition de ses causes, et de la possibilité de sa détection. Le produit de ces trois notes détermine la criticité du défaut

#### *IV.3.3.2 Moyens d'analyses et d'interprétation*

Méthodes d'analyses statistiques [REM98]

Les outils d'analyse utilisés dans l'entreprise sont directement issus des méthodes statistiques et de calcul des probabilités. Ces instruments mathématiques permettent de dégager des synthèses, des tendances et de mettre en évidence des liens entre données. Ils facilitent les prises de décisions en ne travaillant que sur un nombre volontairement limité d'informations grâce aux techniques d'échantionnage ; réduisant ainsi les coûts de collecte et de traitement.

Les données chiffrées méritent souvent d'être présentées sous forme de graphique. En effet, il est plus facile de comprendre l'image du graphique que la signification d'une suite de chiffres. La synthèse visuelle que permet le graphique en fait un outil privilégié pour

l'établissement de *tableaux de bord*, illustrations de rapports, outil de communication entre utilisateurs, mêmes peu familiers des méthodes statistiques, outils de contrôle et de prise de décision.

### Les méthodes d'Analyse Factorielle [CHA98]

Toujours sous forme de représentation graphique, l'Analyse Factorielle, sur la base d'un tableau de données relatives à une population, cherche à déterminer les facteurs communs ou qui différencient un ensemble de variables ayant entre elles de fortes corrélations.

- graphiques de dispersion

Ils sont utilisés pour analyser la possible relation de cause à effet entre deux phénomènes. Ils n'apportent pas toujours de preuve formelle qu'une variable *implique* l'autre, mais montrent si une relation entre les deux existe et la "force" de celle-ci.

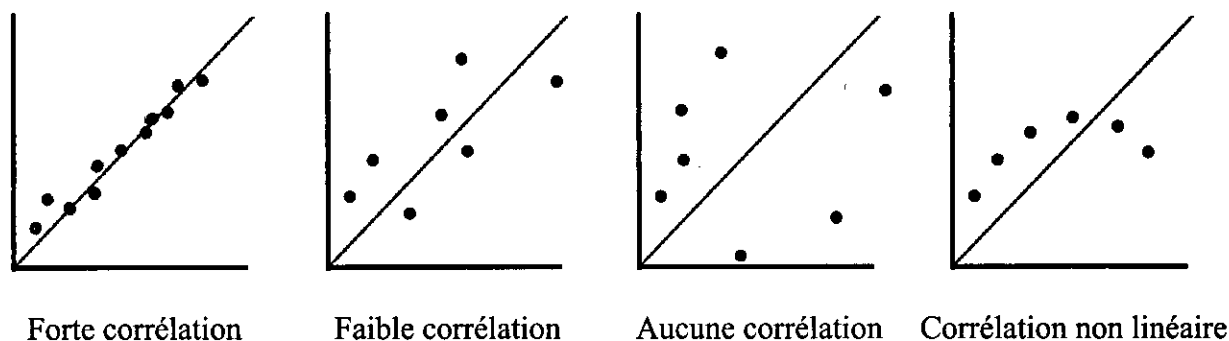


Figure IV.2 – Représentation graphique d'analyse factorielle

Plus le nuage de points est "plat" et se groupe autour d'une ligne, plus la corrélation est forte. L'exemple extrême est une droite elle-même, les coordonnées de ses points étant liées par une relation du type  $y = a x + b$

Les corrélations peuvent être positives, ce qui signifie que lorsqu'une variable croît, l'autre croît également ; ou négative; Lorsqu'une variable croît, l'autre décroît.

A l'aide de méthodes de régression, on peut dégager la loi qui lie les deux grandeurs. Ce n'est qu'une approche, mais elle sera d'autant plus juste que la corrélation est forte. Les graphiques

de dispersion peuvent être utilisés pour déterminer expérimentalement le lien entre deux phénomènes.

### Le contrôle statistique du procédé [LAM99]

Pour éviter la résolution curative des problèmes de production, le contrôle statistique du procédé permet de placer des paramètres descriptifs jugés critiques des produits et procédés sous contrôle. Cette méthode permet donc de déterminer et de surveiller en continu des caractéristiques mesurables et représentatives de l'état de santé d'un procédé, dans le but d'en prévenir les défaillances engendrant des défauts sur les produits.

- Les graphiques de contrôle continu.

Parfois appelé carte de contrôle, un graphique de contrôle continu est un graphique sur lequel on trace les résultats de mesures effectués périodiquement et en continu.

Deux lignes figurent les limites basse et haute. Chaque fois que la mesure ou une suite de mesures montre une dérive vers les limites, on agit sur le process pour le recentrer.

### *IV.3.3 Recherche des solutions*

La dernière étape de la méthode de résolution des problèmes consiste à mettre en place des plans d'action agissant directement sur les causes principales. Nous citerons dans ce qui suit quelques méthodes qui ont fait leur preuves :

#### La maintenance : préventive et prédictive [HOH01] [BUF01] [CHO92]

La maintenance préventive se base sur un entretien planifié et rigide reposant sur l'étude de l'historique des défaillances et interventions, et vise à prévenir les arrêts machines. Elle fut très développée pour limiter les excès de l'entretien curatif dans les années 70 et 80.

A cause de son coût souvent élevé, elle tend chaque fois que possible à être remplacée par l'entretien prédictif. Ce dernier vise à anticiper l'apparition des pannes en plaçant sous contrôle continu des paramètres représentatifs de l'état de santé du process pendant son exploitation courante et sa maintenance. Il s'agit d'une démarche intéressante, développée pour réduire les coûts de maintenance curative et préventive. Ses limites sont atteintes lorsque la complexité des mesures et leur traitement génère plus de problèmes qu'elle n'en résout.



Le SMED (Single Minute Exchange of Die) [HOH01]

Le **SMED** est une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié.

**Single Minute Exchange of Die** = Echange d'outil en moins de 10 minutes.

**Single Minute** signifie que le temps en minutes nécessaire à l'échange doit se compter avec un seul chiffre.

Quatre étapes pour arriver au SMED

Distinguer les opérations ne pouvant s'effectuer que si la machine est à l'arrêt (MA), celles possibles machine en marche (MM) et les opérations inutiles.

- Supprimer les opérations inutiles, convertir des MA en MM
- Simplifier les bridages et fixations
- Travailler à plusieurs
- Eliminer les réglages et essais

La T P M (Maintenance Productive Totale)

Elle est structurée autour de 5 principes qui en font une démarche globale de management des ressources de production, ayant pour objectif la performance économique de l'entreprise. Cette performance se mesure par le TRG

Principe N° 1: Atteindre l'efficacité maximale des équipements

Pour atteindre cette efficacité maximale il est avant tout indispensable de :

- Respecter les conditions de base d'utilisation des équipements
- Prévenir les défaillances naturelles.
- Supprimer les causes de pertes de rendement dues à l'organisation.
- Améliorer les connaissances et le savoir-faire des opérateurs et des techniciens de maintenance

Principe N° 2: Démarrer le plus rapidement possible les nouveaux produits et les nouveaux équipements

La maîtrise des ressources de production permettra aux responsables de la production et de la maintenance de travailler efficacement avec les services développements et ingénierie pour concevoir des produits faciles à fabriquer et des équipements faciles à utiliser et à entretenir.

La T P M rejoint la notion d'ingénierie simultanée et vise à ne plus accepter de modifications du produit ou de l'équipement après la phase de pré-industrialisation.

Principe N° 3: Obtenir l'efficacité maximale des services fonctionnels

Les services techniques et administratifs doivent avoir pour objectifs de fournir à la production les informations et supports nécessaires à l'amélioration de sa compétitivité, tout en diminuant les tâches administratives et en simplifiant les procédures " sur-générées " par les démarches de certification.

Principe N° 4: Maîtriser la qualité

Obtenir le Zéro panne, le Zéro défaut, le TRG maximum, en un mot obtenir la performance maximale des ressources de production nécessite d'atteindre et de maintenir à un haut niveau les 5 M ( Matière, Machine, Milieu, MO, Méthodes).

Principe N° 5: Maîtriser la sécurité, les conditions de travail et le respect de l'environnement

La performance des ressources de production passe aussi par ces exigences qui se traduisent aujourd'hui par la certification environnement ISO 14001 et bientôt sécurité et conditions de travail. C'est aussi rendre le travail moins pénible, moins salissant, moins dangereux.

Méthode des « 5 S » [HOH01]

- a) Les opérateurs pratiquent les « 5 S » pour mettre de l'ordre dans leur atelier en appliquant des concepts dont les noms commencent par la lettre S en japonais mais que l'on peut traduire en Français par : débarrasser, ranger, nettoyer, maintenir l'ordre, rigueur, discipline.
- b) Ils maîtrisent le nettoyage et apprennent à garantir les améliorations.
- c) Ils réalisent la maintenance de premier niveau.
- d) Ils mettent en place des mesures de rendement indiquant le temps réel de fonctionnement des machines et développent une gestion « visualisée ».

e) Ils évaluent, travaillent et optimisent leur atelier.

#### Contrôle de réception [LAM99]

L'objectif de tout contrôle de réception est d'assurer l'acceptation des lots qui sont bons et le rejet de ceux qui sont mauvais.

Il est important de préciser ce qui est bon et ce qui est mauvais car en règle générale le client pourra tolérer un certain nombre d'articles non conformes dans chacun des lots réceptionnés, il sera donc possible au client et au vendeur de trouver un terrain d'entente sur ce qu'il conviendra d'appeler un lot de bonne qualité.

Les plans de contrôle de réception peuvent être distingués suivant qu'ils sont qualitatifs (le produit contrôlé étant simplement classé en bon ou en mauvais) ou quantitatifs (produit contrôlé portant sur des caractéristiques de qualité mesurables)

#### **IV.3.4 ETAPE 4 : Mise en place des solutions, suivi et contrôle**

Les tableaux de bord sont des outils indispensables de suivi, de contrôle, de prévision facilitant la prise de décisions à tous les niveaux.

Un tableau de bord contient des facteurs qui influent sur la performance des activités de l'entreprise, ce sont les indicateurs de performances ou variables d'action que nous avons décrit dans l'étape 2.

#### **IV.4 Conclusion**

Nous sommes à présent munis d'un certain nombre d'outils de détection de problèmes, d'analyse et d'interprétation. Nous pouvons ainsi aborder les prochains chapitres où il sera question d'effectuer un diagnostic basé sur des données quantifiables.

## ANALYSE DES DONNEES SUR L'EFFICACITE

### **V.1 Introduction**

### **V.2 Positionnement du problème**

### **V.3 Analyse des données**

V.3.1 Classification Pareto basée sur l'inefficacité et les fréquences d'arrêts

V.3.2 Analyse du comportement de l'efficacité sur une année

V.3.3 Analyse basée sur les facteurs de fiabilité MTBF et de Maintenabilité MTTR

### **V.4 Recherche des causes de premier niveau**

V.4.1 Analyse de l'inefficacité par équipe

V.4.2 Les principales causes d'arrêts

### **V.5 Le système de suivi de l'efficacité**

V.5.1. Problématique

V.5.2. Etude théorique

V.5.3. Analyse de la fiabilité du système de suivi

### **V.6 Conclusion**

## V.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous allons aborder l'étude de l'efficacité de l'usine de production de ABC dans le but de trouver des moyens pour l'améliorer et obtenir un rendement maximum du système de production.

Cependant, il faut bien comprendre qu'augmenter l'efficacité ne peut être qu'une action progressive et planifiée sur une longue période. Elle nécessite un effort considérable de la part de tout le personnel, chacun à son niveau. Pour y parvenir, il est raisonnable de commencer par déterminer les causes origines du manque d'efficacité puis de les quantifier, les analyser et en tirer toutes les actions curatives prioritaires qu'on pourra mettre en oeuvre.

Procédure :

- Positionnement du problème
- Classement et choix des sujets à traiter
- Collecte des données
- Traitement et analyse des causes du problème

## V.2 Positionnement du problème

Dans un premier temps nous choisissons la ou les lignes les moins efficaces parmi les trois lignes, qui fera l'objet d'une étude plus approfondie.

Pour ce faire, nous avons pris les temps d'arrêt annuels totaux de l'année 2000 pour chaque ligne.

Hypothèses d'estimation du temps d'ouverture :

- Les trois lignes fonctionnent 12 mois par an et en moyenne 22 jours par mois.
- La ligne PET et la ligne Kronos fonctionnent en 3x8;
- La ligne Sidel verre fonctionne en 2x8

Tableau[V.1] : *Efficacité des trois lignes pour l'année 2000*

Ligne de production	SIDEL PET	SIDEL Verre	KRONES
Efficacité (2000)	74%	78%	67%

L'efficacité annuelle de la ligne Krones (67%), est inférieure à celle de la ligne PET (74%) et la ligne Sidel verre (78%)

Cela donne en moyenne une efficacité totale de l'usine de 73%

Nous allons nous intéresser à la ligne Krones, ligne automatisée avec les cadences de production très importantes mais l'efficacité la plus faible.

### V.3 Analyse des données :

L'inefficacité de la ligne s'explique par les arrêts qui empêchent le fonctionnement de la ligne. Nous avons structuré cette partie en trois étapes qui nous permettront de déceler les causes de non-performance les plus importantes.

#### Etapes :

- Classification Pareto basée sur l'inefficacité (temps d'arrêts) et les fréquences d'arrêts et de pannes (nombre d'arrêts)
- Analyse du comportement de l'efficacité sur une année
- Analyse basée sur les facteurs de fiabilité MTBF et de Maintenabilité MTTR

#### Support de travail :

- Rapports des états d'arrêts mensuels et de leurs occurrences (année 2000).
- Fiches de suivi des arrêts journaliers (3 mois de l'année 2001).

#### Source :

- Service du contrôle industriel
- Département de production

### V.3.1 Classification Pareto basée sur l'inefficacité (temps d'arrêts) et les fréquences d'arrêts et de pannes (nombre d'arrêts)

Le temps d'arrêt total enregistré au cours de toute l'année 2000 est égal à  
124367 mn = 2073 h = 86 jours  $\cong$  4 mois ( en-moyenne on travaille 22 jour/mois)

Ce temps d'arrêt représente une inefficacité de 33%.

Les questions qu'on doit se poser maintenant sont : Comment L'inefficacité totale est répartie sur l'ensemble des causes ? Et quelles sont celles qui empêchent un meilleur fonctionnement de la ligne Kronos ?

*V.3.1.1 Application 1: Analyse Pareto basée sur l'inefficacité (liste des problèmes selon l'entreprise)*

#### Calculs et résultats :

Nous allons nous baser sur un calcul de l'inefficacité concernant chaque élément du process. Les calculs sont effectués sur des tableaux Excel portés sur l'annexe II.1 selon les étapes suivantes :

1. Calcul de l'inefficacité par la formule suivante :

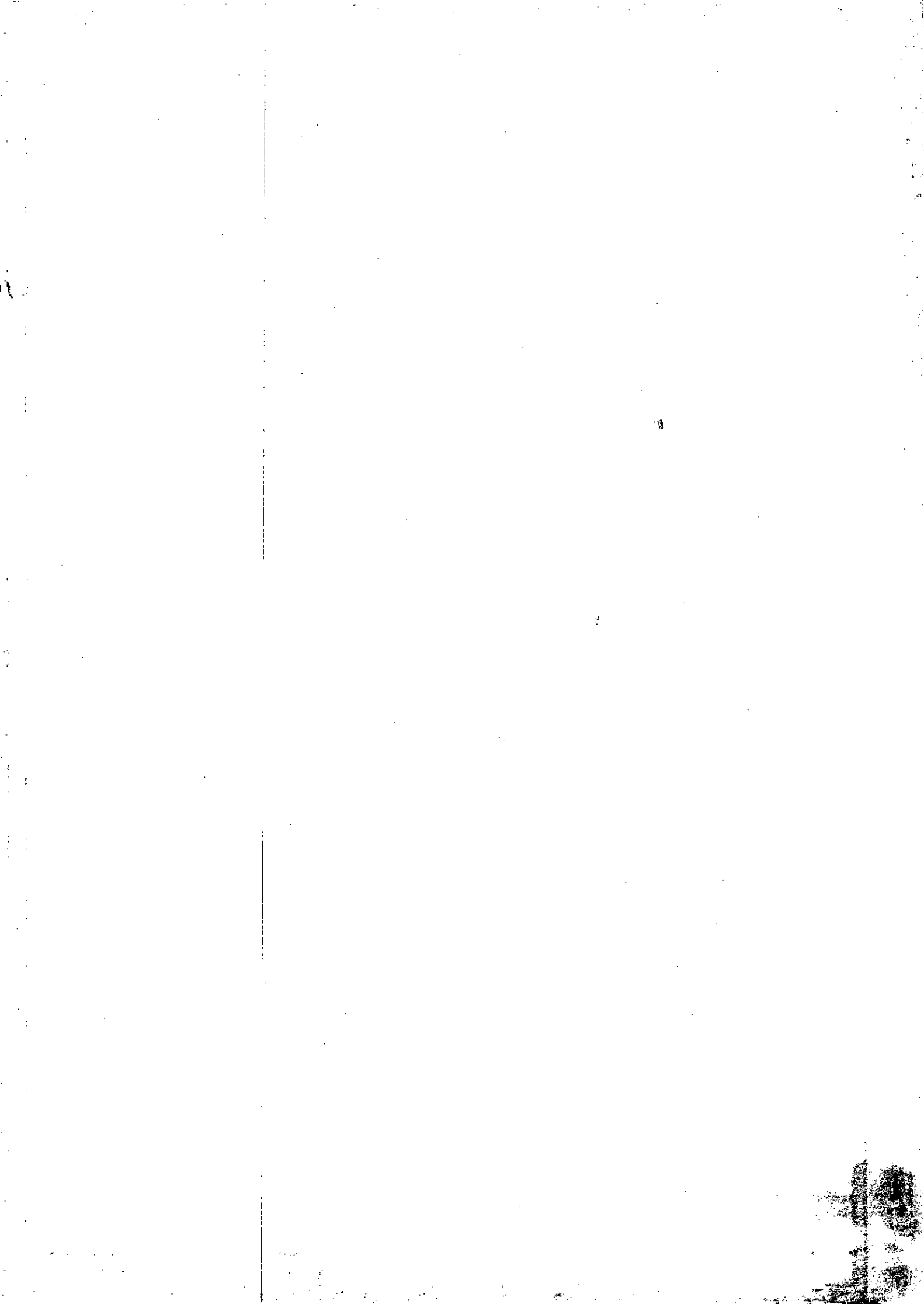
$$Inef(A) = \frac{ta(A)}{To} \times 100$$

Inef(A) : Inefficacité de l'élément du process A sur une période donnée.

ta(A) : Temps d'arrêt de l'équipement à sur une période donnée.

To : temps d'ouverture

2. Calcul du pourcentage d'inefficacité et des cumuls :
3. Déterminer les 20 % de causes qui provoquent 80% de l'inefficacité.





- En ce qui concerne les procédures :

Manque emballage, manque de cariste, Fin production-manque sirop, changement de format représentent 35% des utilités et causent 79% de leur inefficacité.

#### Interprétations:

Nous avons pris la classification faite par l'entreprise. Ils ont séparé les causes en deux catégories : Equipements et Utilités et annexes.

L'application d'une méthode Pareto sur les causes présentées ainsi, permet d'avoir une première idée sur les causes origines d'une grande partie d'inefficacité. Mais ceci reste très global et non fiable pour les raisons suivantes :

La deuxième catégorie des causes désignée par son nom "Utilités et annexes" ne regroupe aucune cause relative aux utilités ; on les retrouve dans la première catégorie "Equipements". Cette dernière ne reflète pas aussi sa nomination car en plus des différents équipements constituant la ligne elle regroupe les utilités, les procédures et autres causes.

La deuxième catégorie regroupe des causes de dysfonctionnement externes à l'usine. Ces causes sont :

Changement de format ; manque d'emballage; manque de cariste; énergie électrique ; retard du transport.

Nous proposons donc une nouvelle classification qui :

- Sépare les causes internes et externes à l'usine pour calculer l'inefficacité interne et externe.
- Fait apparaître clairement tous les départements et services de l'usine à travers les causes liées à chacun. Ceci aura l'avantage de :
  - Donner à l'efficacité plusieurs dimensions(efficacité des équipements, des méthodes et procédés utilisés, de planification de production et de l'organisation du travail)
  - Avoir une idée sur l'inefficacité relative à chaque service pour plus de responsabilité, d'implication et de compétitivité entre services.
- Tracer plus rapidement des plans d'actions

Nouvelle classification des causes :

Nous avons d'une part, **les causes internes** réparties en deux classes sommaires.

## 1. Les équipements :

Ce sont toutes les machines pilotes (soutireuse, encaisseuse, Premix...) ainsi que l'ensemble des convoyeurs qui les relient. Les services concernés par cette première classe sont la production et la maintenance.

## 2. Les utilités, Procédés et annexes :

C'est tout ce qui est en rapport avec les installations annexes alimentant le processus en énergies nécessaires au fonctionnement tel que (eau adoucie, vapeur, froid, CO<sub>2</sub>, air comprimé) Cela relève des responsabilités du service Utilités.

Les méthodes et procédures (préparation, sanitation, rinçage ) faites par les opérateurs de la ligne sous contrôle du service Qualité.

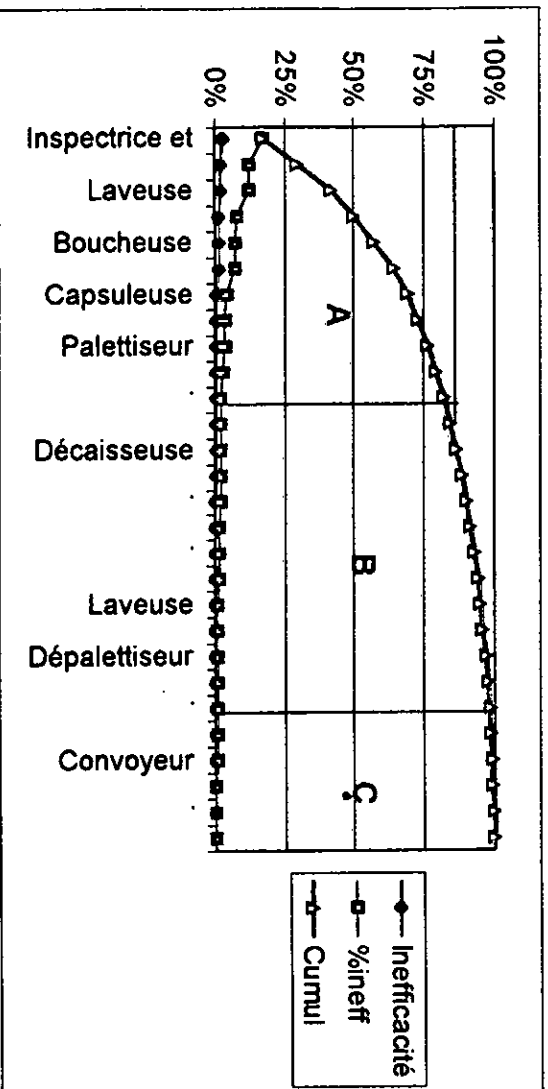
Le manque sirop : concerne la siroperie et parfois le service Utilités

Les autres causes relatives à l'organisation du travail, la planification de production et l'absentéisme.

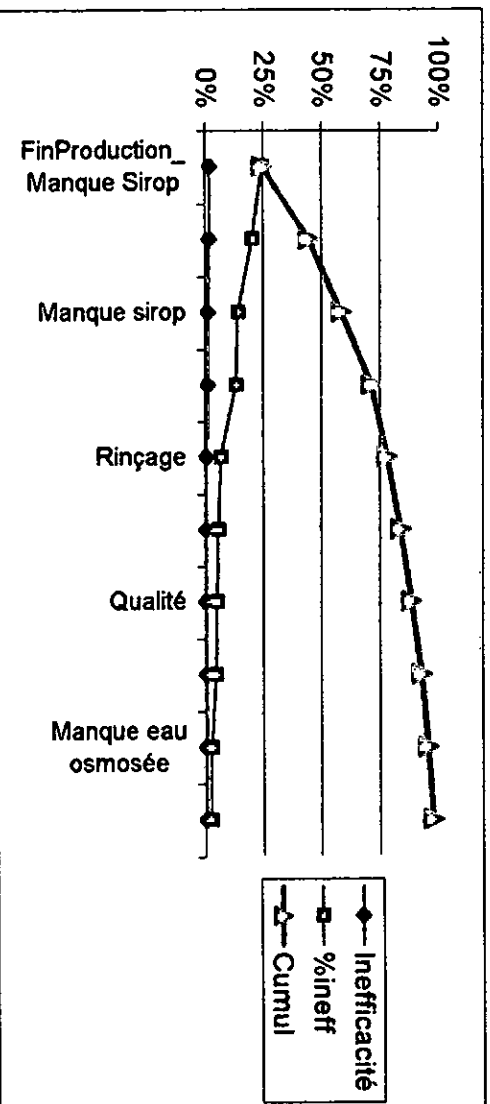
Nous avons d'autre part, **les causes externes** à l'usine : ces causes sont dues aux aléas (coupures d'électricité, retard de transport), aux contraintes de marché (manque emballage, changement de format) et à la disponibilité des caristes qui sont liés à la logistique.

*V.3.1.2 Application 2: Analyse Pareto basée sur l'inefficacité (liste des problèmes selon la nouvelle classification)*

Nous avons effectué les mêmes calculs que ceux de la partie V.3.2.1, les causes d'arrêts sont distribuées selon la nouvelle classification (internes à l'usine équipement – internes à l'usine Procédures – externes à l'usine) sur des tables Excel (Annexes II.2)



Graphique V.3 - Classification ABC des causes internes- Equipements- suivant le taux d'inefficacité décroissant



Graphique V.4 - Classification ABC des causes internes- Unités, Procédés et annexes suivant le taux d'inefficacité décroissant

Interprétation des résultats :

1. Inspectrice et aligneur, encaisseuse, laveuse bouteille, soutireuse, boucheuse, dévisseuse, capsuleuse, premix et palettiseur représentent 26% des équipements qui causent 76% de leur inefficacité et 82% de leur nombre d'arrêts total. C'est la plupart des machines pilotes.

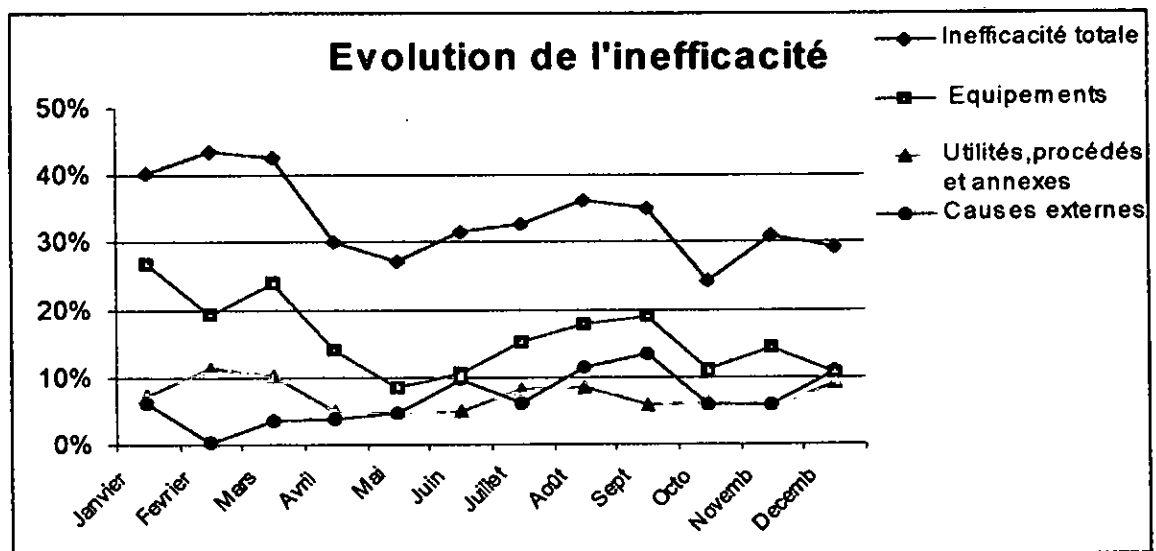
2. Fin production, sanitation, manque sirop, préparation et rinçage représentent 30% des Utilités, Procédés et Annexes qui causent 78% de leur inefficacité et 65% de leur nombre d'arrêts total. L'inefficacité est dûe principalement aux procédés et non pas aux utilités.
3. Manque d'emballage et manque de cariste représentent 40% des causes externes qui causent 64% de leur inefficacité et 87% de leur nombre d'arrêts total.

**V.3.2 Analyse du comportement de l'efficacité sur une année :**

*V.3.2.1 Evolution et répartition de l'inefficacité suivant les trois classes de causes:*

Tableau[V.2] : Evolution et répartition de l'inefficacité suivant les trois classes de causes

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inefficacité totale	40%	44%	43%	30%	27%	32%	33%	36%	35%	24%	31%	29%
Equipements	27%	19%	24%	14%	9%	10%	15%	18%	19%	11%	14%	10%
Utilités,procédés et	7%	11%	10%	5%	5%	5%	8%	8%	6%	6%	5%	9%
Causes externes	6%	0%	3%	4%	5%	10%	6%	11%	13%	6%	6%	11%



Graphique V.5 - Evolution annuelle et répartition de l'inefficacité suivant les trois classes de causes

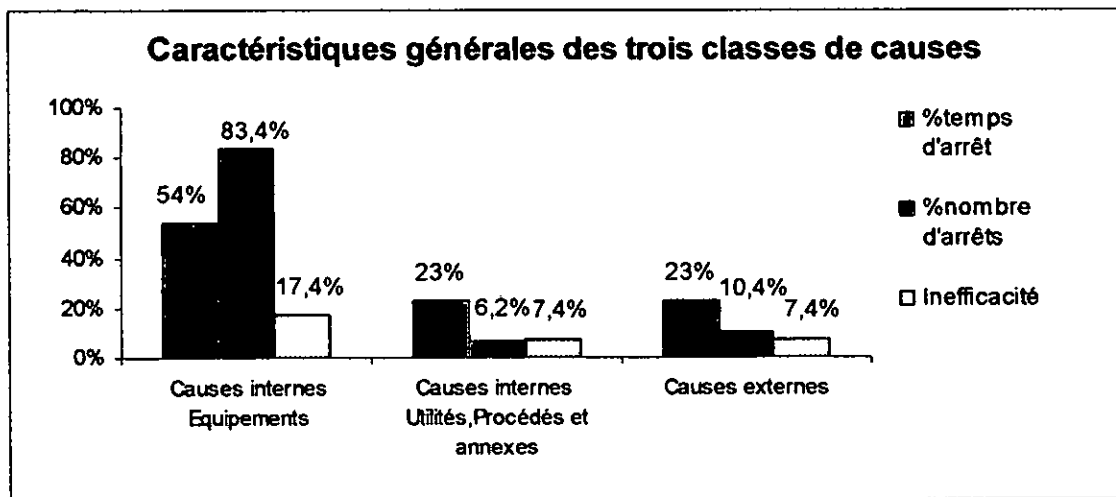
L'inefficacité totale a connu depuis le début de l'année 2000 une diminution. Parallèlement, on constate que cette remarque est aussi vraie pour les équipements, les utilités, procédures et annexes. Cela explique l'adaptation avec le process et toute l'installation. Par contre, les causes externes provoquent une inefficacité de plus en plus importante.

*V.3.2.2 Comparaison des trois classes de causes :*

L'inefficacité totale de la ligne est de 32,7% due aux :

- Causes internes 25,3%
  - Equipements 17,4%
  - Utilités, Procédures et Annexes 7,9%
- Causes externes 7,4%

L'efficacité interne est actuellement de 75%. Notre objectif est quelle atteigne un taux de 85%.



Graphique V.6- *Caractéristiques générales des trois classes de causes*

D'une part, nous remarquons que les temps d'arrêts provoqués par les causes externes ou par les utilités, procédures et annexes ne représentent que 42% du temps induit par les équipements, cet écart est encore plus conséquent sur le nombre d'arrêts où 83% du nombre d'arrêt total est dû seulement aux équipements.

D'autre part, et contrairement aux équipements, les deux autres classes ont des pourcentages de nombres d'arrêts plus importants que ceux des temps d'arrêts. Nous concluons que la durée moyenne des arrêts causée par ces deux classes est plus importante que celle causée par les équipements.

Ceci peut être vérifié par le calcul qui donne:

Temps moyen d'arrêt :

- Equipements : 7 mn
- Utilisés, Procédés et annexes : 39 mn
- Causes externes : 24 mn

Les équipements sont plus maîtrisés que les utilités, les procédures et les autres causes externes. Cela reste vrai même si on exclut quelques éléments qui sont inévitables comme la sanitation, la préparation, la fin de production et le changement de format. On trouve dans le même ordre (7mn, 27mn, 19mn)

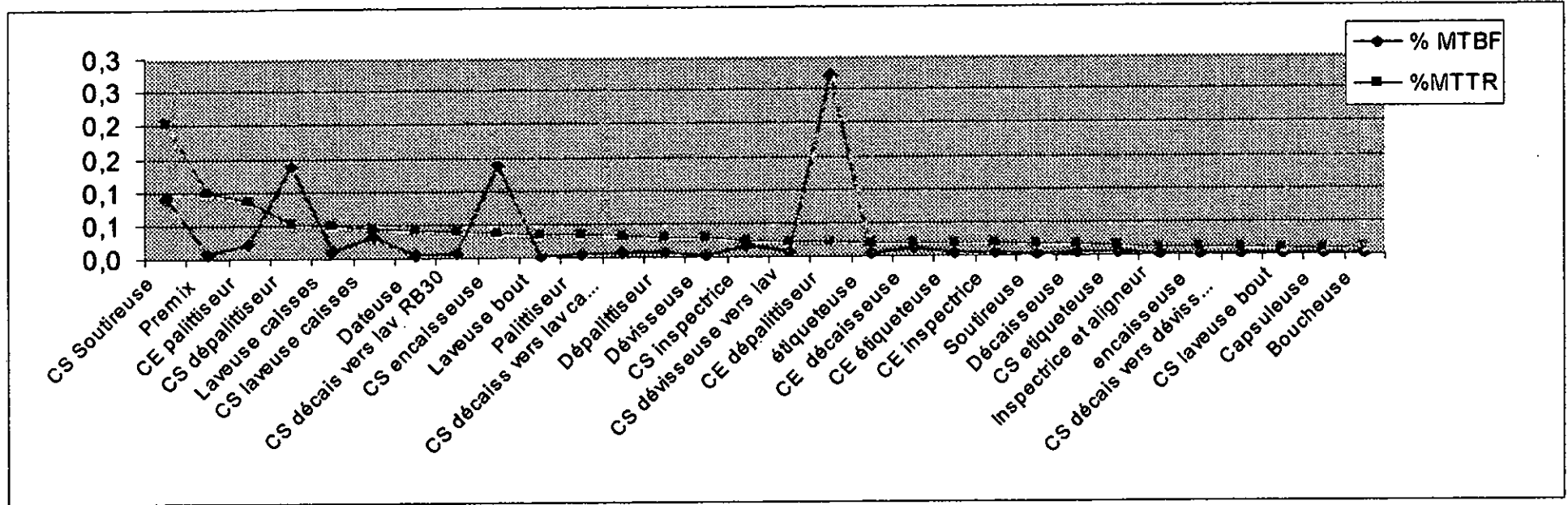
Ce temps moyen d'arrêt appelé MTTR est étudié avec plus de détails dans le prochain paragraphe.

### **V.3.3 Analyse basée sur MTTR et MTBF :**

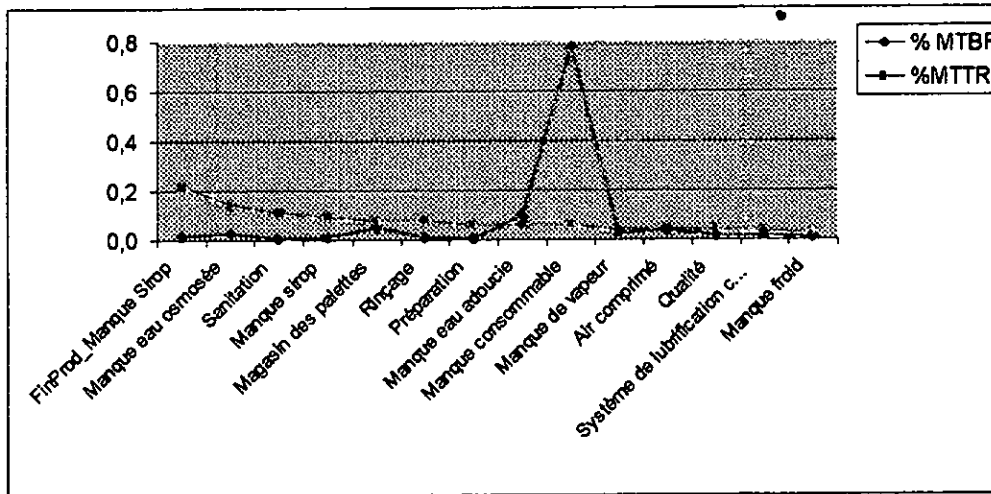
#### Calculs et résultats

Nous avons effectué : une approximation des MTBF et des MTTR d'après les estimateurs développés dans le chapitre IV, un calcul des pourcentages MTTR par rapport à la somme des MTTR et des pourcentages MTBF par rapport au temps d'ouverture annuel.

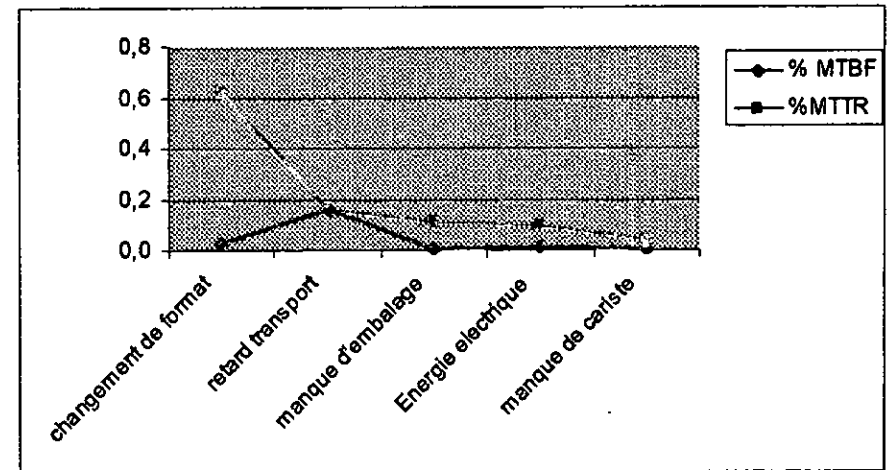
Nous avons ensuite classé les causes internes et les causes externes par ordre décroissant des MTTR (Annexe II.3)



Graphique V.7- % MTBF et MTTR des équipements



Graphique V.9- % MTBF et MTTR des causes externes



Graphique V.8- % MTBF et MTTR des utilités, procédés et annexes

Interprétation des résultats :

- Les équipements ont des MTTR plus faibles que les autres types de causes ce qui confirme les résultats précédents.
- Les machines et équipements ayant des MTTR importants ne sont pas ceux qui causent la grande partie de non efficacité.

Inspectrice et aligneur 5 mn

Encaisseuse 5 mn

Laveuse bouteille 16 mn

Soutireuse 7 mn

Boucheuse 4 mn

Dévisseuse 13 mn

Capsuleuse 4 mn

Premix 49 mn

Palettiseur 16 mn

- La deuxième classe de causes internes présente des MTTR parmi les plus grandes

Fin production-manque sirop 1h 48 mn

sanitation 53 mn

Manque sirop 45 mn

Préparation 27 mn

Rinçage 38 mn.

- La MTTR représente pour quelques procédures une moyenne de leurs durées

La sanitation 53 mn (sanitation 5 étapes 90 mn et Sanitation 3 étapes 30 mn selon normes PCI)

La préparation 27 mn

Le changement de format 3 h 18 mn

Le rinçage 38 mn.



- Pour les causes externes les MTTR sont importantes mais celles qui provoquent 80% d'inefficacité ont des MTTR inférieures aux autres causes externes.

Manque emballage 34 mn

Manque caristes 11 mn

- Les coupures d'électricité durent en moyenne 29 mn. Les conséquences ne sont pas à négliger car l'effet sur les machines surtout la laveuse bouteille et l'inspectrice est négatif.

En général nous avons des causes caractérisée par :

MTBF faible  $\iff$  fréquence d'arrêt grande

MTBF grande  $\iff$  fréquence d'arrêt faible

MTBF moyenne  $\iff$  fréquence d'arrêt moyenne

#### Comparaison entre la moyenne et l'écart type MTTR

Une moyenne MTTR ne suffit pas pour juger la maîtrise ou non d'une machine, d'une procédure ou autre. Pour ce faire ,nous allons calculer l'écart-type pour chaque cause et le comparer à la valeur moyenne MTTR.

Soit :

$\mu = \text{Ecart type (MTTR)} / \text{Moyenne (MTTR)}$

$0 \leq \mu \leq 20 \%$  élément très maîtrisé

$20 < \mu \leq 40 \%$  élément maîtrisé

$40 < \mu \leq 60 \%$  élément peu maîtrisé

$60 < \mu \leq 80 \%$  élément très peu maîtrisé

$\mu > 80 \%$  élément non maîtrisé

Tableau[V.3] : Comparaison entre la moyenne et l'écart type MTTR pour les trois classes de causes

$\mu$	Equipements	Utilités, Procédés	Causes externes
0 à 20%		Préparation	
20 à 40%	CE dépalettiseur Soutireuse Encaisseuse	Manque personnel Sanitation Manque eau adoucie Qualité	Manque cariste Energie électrique Changement de format
40 à 60%	CS laveuse caisse CS dépalettiseur CS inspectrice Étiquetteuse Dévisseuse Palettiseur Laveuse bouteille CS décaisseuse vers dévisseuse	Fin prodction- manque sirop Manque froid Manque sirop Rinçage Air comprimé	
60 à 80%	CE décaisseuse Boucheuse Inspectrice et aligneur Décaisseuse Capsuleuse CE étiquetteuse CS laveuse bouteille Dateuse	Manque eau osmosée Manque de vapeur	Retard transport Manque emballage
80 à 100%	CS décaisseuse vers lav caisse CS étiquetteuse Premix CS soutireuse CE palettiseur CS encaisseuse CE inspectrice Dépalettiseur CS décaisseuse vers lav RB30 CS dévisseuse vers lav bouteille		
> à 100%	Laveuse caisse	Magasin des palettes	

La plupart des machines et des équipements ayant des MTTR faibles figurent parmi les causes dont la dispersion entre la moyenne et l'écart-type est importante.

Nous avons constaté que les arrêts de ces éléments sont dus à plusieurs causes de natures différentes (pannes mécaniques ou automatiques, arrêts dus à une mauvaise qualité de matière première, réglages , micro-arrêts) qu' on regroupe par arrêt de l'équipement sans faire apparaître la nature de l'arrêt. Nous allons faire une autre analyse plus fine qui consiste à rechercher et quantifier les vraies causes.

## V.4 Recherche des sous causes

Augmenter l'efficacité de toute la ligne revient à l'augmentation du rendement de chacun de ses constituants; cela nécessite au préalable la détermination de tous les facteurs qui causent cette inefficacité puis de la quantifier pour permettre une première analyse.

### Support de travail:

Fiches de suivi journalier des trois équipes de la ligne Krone et cela pour les mois de janvier et février plus les données du mois d'avril pendant lequel nous avons suivi la ligne et les différentes opérations faites par l'ensemble du personnel de production.

### Source :

Département de production

Département maintenance.

### V.4.1 Analyse de l'inefficacité par équipe :

#### *V.4.1.1 Méthodologie :*

Sur un tableur Excel on note pour chaque équipe le nombre d'opérateurs ; l'efficacité de la ligne et la quantité cumulée de bouteilles soutirées chaque heure de production (lue à partir du compteur soutireuse)

### **Remarque :**

Concernent cette partie, l'échantillon de l'étude est de 330 heures prises sur 35 jours.

### V.4.1.2 Résultats :

Le traitement de ces données nous a permis de connaître :

1. L'efficacité et les caractéristiques de production par équipe :

Tableau[V.4] : *Efficacité et caractéristiques de production par équipe*

En moyenne	Efficacité	Opérateur	Cadence réelle (b/h)	%Production
EQ1(5 h-13h)	58%	8	16000	30%
EQ2 (13h-21h)	76%	9	19000	49%
EQ3 (21h-5h)	64%	8	17000	21%

La deuxième équipe est la plus performante car le nombre moyen du personnel présent sur la ligne est plus complet bien qu'il n'atteint pas le nombre nécessaire fixé à 12 Opérateurs. Le personnel de la qualité et de la maintenance est aussi plus complet durant ce tiers, cela diminue les temps d'interventions.

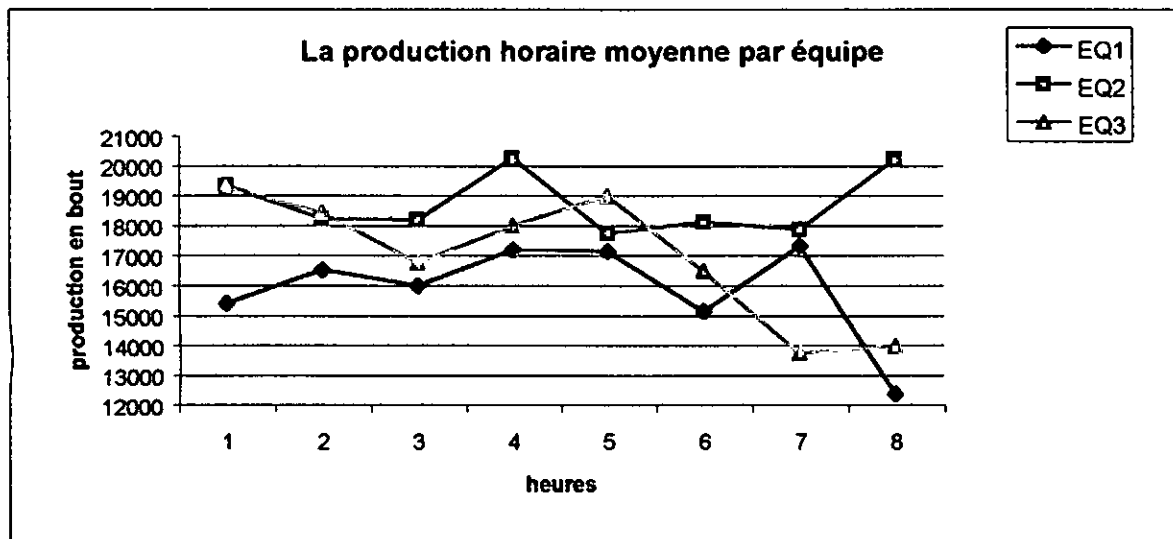
Quant au volume de production, presque la moitié de la production est effectuée au cours du deuxième tiers, ceci est expliqué par l'efficacité la plus importante et aussi par la planification des heures de production qui maintient généralement le deuxième tiers quand on ne travaille pas en trois équipes par jour.

2. L'évolution de production de chaque équipe :

On calcule la quantité soutirée chaque heure ; elle représente la cadence réelle de production.

Tableau[V.5] : *L'évolution de la cadence de production réelle en (b / h)*

Heures	1	2	3	4	5	6	7	8
EQ1	15400	16536	16000	17200	17143	15143	17341	12375
EQ2	19346	18230	18199	20274	17750	18125	17875	20235
EQ3	19286	18429	16766	18000	19000	16500	13750	14000



Graphique V.10- Evolution de la production horaire moyenne par équipe

Une fois encore, les résultats nous confirment la performance de la deuxième équipe. En effet, pendant ce tiers des productions horaires plus grandes sont réalisées que ce soit au démarrage, au milieu ou à la fin de l'intervalle de travail.

#### V.4.2 Les principales causes d'inefficacité

##### V.4.2.1 Les causes d'inefficacité de premier et de deuxième niveau

###### Méthodologie:

- Sur un tableur Excel on note tous les arrêts enregistrés durant les trois mois.
- On calcule le temps d'arrêt total pour chaque cause
- On regroupe les sous causes dans les classes auxquelles elles appartiennent.
- On détermine les pourcentages de leurs temps d'arrêts ainsi que leurs taux d'inefficacité.
- On les classe par ordre de taux d'inefficacité décroissant.

## Résultats :

Tableau[V.6] : Causes de premier et deuxième niveau d'inefficacité interne.

Causes	Temps d'arrêt/cause	%Temps d'arrêt/cause	Inefficacite
<b>LAVEUSE BOUTEILLE</b>	<b>3089</b>		<b>4,29%</b>
Présence de soude	2108	68%	2,93%
Chute des bouteilles à la sortie	447	14%	0,62%
Laveuse bouteille (autres)	155	5%	0,22%
Convoyeur intérieur (changement moto-réducteur)	130	4%	0,18%
Arrêt suite aux coupures d'électricité	120	4%	0,17%
Arrêt dû au moteur d'extraction d'étiquettes	103	3%	0,14%
Manque vapeur	26	1%	0,04%
<b>INSPECTRICE</b>	<b>1368</b>		<b>1,90%</b>
Inspectrice (autres)	834	61%	1,16%
Rejet permanent fond.bague (et/ou)	251	18%	0,35%
Ejection permanente	223	16%	0,31%
Roulement défectueux	60	4%	0,08%
<b>ENCAISSEUSE</b>	<b>980</b>		<b>1,36%</b>
Encaisseuse (autres)	512	52%	0,71%
Encaisseuse: qualité des caisses	373	38%	0,52%
Convoyeur entrée encaisseuse	95	10%	0,13%
<b>PALETTISEUR</b>	<b>913</b>		<b>1,27%</b>
Changement de roulement de la chaîne d'entrée	210	23%	0,29%
Bourrage sortie palettiseur	196	21%	0,27%
Palettes endommagées	155	17%	0,22%
Convoyeur entrée palettiseur	133	15%	0,18%
Bourrage entrée palettiseur: manque cariste	104	11%	0,14%
Palettiseur (autres)	95	11%	0,13%
Serrage des pistons	20	2%	0,03%
<b>DECAISSEUSE</b>	<b>878</b>		<b>1,22%</b>
Décaisseuse: qualité des caisses	696	79%	0,97%
Décaisseuse (autres)	124	14%	0,17%
Convoyeur entrée décaisseuse	23	3%	0,03%
Coincement bras porte ventouse	20	2%	0,03%
Changement maillon entrée décaisseuse	15	2%	0,02%
<b>SOUTIREUSE</b>	<b>813</b>		<b>1,13%</b>
Changement du joint de cannuls (explosion des bout)	420	52%	0,58%
Perturbation des vannes	168	21%	0,23%
Soutireuse (autres)	100	12%	0,14%
Changement du guide de sortie	25	3%	0,03%
Flexible de la soutireuse	10	1%	0,01%
Réglage de la vis sans fin	90	1%	0,13%

Tableau [V.6 bis] : Causes de premier et deuxième niveau d'inefficacité interne.

Causes	Temps d'arrêt/cause	%Temps d'arrêt/cause	Inefficacité
<b>DEVISSEUSE</b>	752		1,04%
Dévisseuse(courroie)	430	57%	0,60%
Dévisseuse (autres)	202	27%	0,28%
Dévisseuse: blocage de la vis	71	9%	0,10%
CE dévisseuse(blocage de la chaîne)	25	3%	0,03%
CS dévi (déplacement des chaînes, guides détériorés)	24	3%	0,03%
<b>BOUCHEUSE</b>	711		0,99%
Qualité des bouchons	455	64%	0,63%
Boucheuse (autres)	206	29%	0,29%
Présence d'eau dans la thremie (nettoyage)	50	7%	0,07%
<b>ÉTIQUETTEUSE</b>	433		0,60%
Convoyeur d'entrée : croisement des chaînes	129	30%	0,18%
Réglage du rail de guidage	101	23%	0,14%
Étiquetteuse (réglage)	90	21%	0,13%
Convoyeur d'entrée : débris de verre	49	11%	0,07%
Étiquetteuse (sanitation)	47	11%	0,07%
Changement de la brosse de lissage	17	4%	0,02%
<b>CAPSULEUSE</b>	328		0,46%
Qualité des capsules	136	41,5%	0,19%
Capsuleuse (autres)	192	58,5%	0,27%
<b>CONTROLE QUALITE</b>	295		0,41%
Contrôle (BRIX+CO2)	227	77%	0,32%
Contrôle d'étanchéité des bouteilles	68	23%	0,09%
<b>LAVEUSE CAISSE</b>	215		0,30%
Blocage convoyeur intérieur présence débris du verre	128	60%	0,18%
Convoyeur d'entrée laveuse caisses	47	22%	0,07%
Convoyeur de sortie laveuse caisse	40	19%	0,06%
<b>DEPALETTISEUR</b>	174		0,24%
Dépalettiseur (qualité palettes)	85	49%	0,12%
Bourrage entrée dépalettiseur: manque cariste	65	37%	0,09%
Bourrage sortie dépalettiseur: manque cariste	14	8%	0,02%
Dépalettiseur (autres)	10	6%	0,01%

#### V.4.2.3 "The why, why analyses"

Ayant effectué des enquêtes auprès des opérateurs des lignes d'embouteillages et des techniciens maintenance, nous avons pu déterminer les différents niveaux de causes relatifs aux effets précédemment cités.

Nous prendrons comme exemple la laveuse bouteille :

1<sup>er</sup> niveau - Cause de l'inefficacité : Arrêt de la laveuse bouteille.

2<sup>me</sup> niveau - Cause de l'arrêt de la laveuse bouteille : chute de bouteilles à la sortie.

3<sup>me</sup> niveau - Cause de la chute de bouteille : mauvaise synchronisation de la vitesse des convoyeurs.

4<sup>me</sup> niveau - Cause de la mauvaise synchronisation : mauvais réglage suite à un changement de format.

Le tableau suivant a été complété grâce à plusieurs observations que nous avons effectuées au niveau de la ligne KRONES. Nous avons aussi été assistés par les agents de maîtrise et de maintenance pour ce qui est des problèmes que nous n'avons pas pu observer.

Tableau [V.7] : Détermination des causes de 1<sup>er</sup>, 2<sup>me</sup>, 3<sup>me</sup>, 4<sup>me</sup> niveau :

Causés 1 <sup>er</sup> et 2 <sup>me</sup> niveau	Causés 3 <sup>me</sup> niveau	Causés 4 <sup>me</sup> niveau	Inefficacité
<b>LAVEUSE BOUTEILLES</b>			0,62%
Chute des bouteilles à la sortie	Mauvaise synchronisation de la vitesse des convoyeurs	Mauvais réglages, changement de format	0,62%
<b>INSPECTRICE</b>			1,82%
Inspectrice (autres)	Nettoyage	Humidité, température élevée, pas de climatisation	1,16%
Rejet permanent fond, bague (et/ou)	Bouteilles salées	Présence de lubrifiant au niveau du convoyeur d'entrée d'inspectrice	0,35%
Ejection permanente	Encrassement des caméras	Humidité, température élevée, pas de climatisation	0,31%
<b>ENCAISSEUSE</b>			1,23%
Encaisseuse (autres)	Qualité des caisses	Pas de contrôle ou de tri sur les caisses	0,71%
Encaisseuse: qualité des caisses	Pas de contrôle ou de tri sur les caisses		0,52%
<b>PALETTISEUR</b>			0,63%
Bourrage sortie palettiseur	Manque de cariste	Gestion de la zone de stockage	0,27%
Palettes endommagées	Pas de contrôle sur la qualité des palettes		0,22%
Bourrage entrée palettiseur	Manque de cariste	Gestion de la zone de stockage	0,14%
<b>DECAISSEUSE</b>			0,97%
Décaisseuse: qualité des caisses	Pas de contrôle ou de tri sur les caisses		0,97%
<b>SOUTREUSE</b>			0,81%
Changement du joint de cannuls	Explosion de bouteille	Qualité des bouteilles. Etat du groupe froid	0,58%
Perturbation des vannes	Pression de remplissage élevée	Etat du groupe froid	0,23%
<b>BOUCHEUSE</b>			0,92%
Qualité des bouchons	Contrôle de réception inefficace		0,63%
Boucheuse (autres)	Blocage tremie des bouchons	Qualité des bouchons	0,29%



Tableau [V.7] bis : Détermination des causes de 1<sup>er</sup>, 2<sup>me</sup>, 3<sup>me</sup>, 4<sup>me</sup> niveau :

Causes 1 <sup>er</sup> et 2 <sup>me</sup> niveau	Causes 3 <sup>me</sup> niveau	Causes 4 <sup>me</sup> niveau	Inefficacité
<b>CAPSULEUSE</b>			0,46%
Qualité des capsules	Contrôle de réception inefficace		0,19%
Capsuleuse (autres)	Blocage	Qualité des bouchons	0,27%
<b>DEPALETTISEUR</b>			0,23%
Bourrage entrée et sortie dépalettiseur	Manque de cariste	Gestion de la zone de stockage	0,11%
Qualité palettes	Pas de contrôle palettes	-	0,12%
Total de points d'inefficacité			8,13%

Conformément aux observations et constatations faites durant notre présence sur les lignes d'embouteillage, les chiffres montrent qu'il y a un problème de qualité lié à la matière première consommable ou emballage.

En accumulant quelques inefficacités dues à cet effet, nous trouverons un total de 5%.

Tableau [V.8] : Impact des problèmes de qualité sur l'efficacité de la ligne KRONES

Causes	Inefficacité
<b>QUALITE</b>	4,85%
Caisses	2,14%
Bouchons	0,92%
Bouteille	0,58%
Capsules	0,46%
Palettes	0,34%
Contrôle BRUX + CO <sub>2</sub>	0,32%
Contrôle de l'étanchéité des bouteilles	0,09%

Les tableaux [V.7] et [V.8] font apparaître 4 sources de gaspillage de ressources temporelles :

1. Qualité : Les contrôles de réception ne sont pas efficaces, car ils ne se basent pas sur des plans d'échantillonnages normalisés.  
« qualité des bouchons, des capsules, des caisses, des bouteilles, des palettes »
2. Procédure : Pas de respect des procédures normalisées par PCI.  
« changement de format, entretien »

3. Gestion : Pas de plan de gestion de la zone de stockage, pas de calcul des besoins en ressources de production.  
« manque de caristes »
4. Milieu : cette partie peut être incluse dans le volet des procédures, car les recommandations de PCI incluent aussi l'aspect ambiance.  
« pas de conditionnement d'air, humidité, température élevée »

Il s'agira donc dans le cadre de la présente étude de proposer des plans d'action afin de remédier à ces quatre points faibles de l'usine ABC. Notre but est de pouvoir gagner les 10 points d'inefficacité qui nous permettront d'atteindre notre objectif initial : une efficacité interne de 85%.

## V.5 LE SYSTEME DE SUIVI DE L'EFFICACITE

L'information permet de servir le fonctionnement, d'assurer l'évolution des organisations et de faciliter le management en aidant à la prise de décisions.

Pour ce faire, un système d'information doit pouvoir gérer un volume important de données et réaliser des traitements souvent complexes pour obtenir une transformation aboutissant à un résultat directement exploitable, dans un temps très bref.

L'information de base pour l'évaluation de l'efficacité de la ligne est le temps d'arrêt. En examinant de plus près cette donnée nous constatons qu'elle existe sur trois rapports journaliers différents :

1. Au niveau des lignes d'embouteillage.
2. Au niveau du laboratoire.
3. Au niveau du contrôle industriel.

Comme nous pouvons le voir sur les annexes (I.2, I.3) ces rapports sont assez différents :

### *1. Rapports journaliers établis par les chefs de lignes:*

On peut retrouver les causes de premier niveau associées à un temps et un nombre d'arrêts.

Ces documents sont fournis au département de production

### 2. *Rapports journaliers établis par les coordinateurs de lignes:*

Pour chaque ligne, le coordinateur regroupe les rapports journaliers des équipes en un seul rapport. Ce dernier fait correspondre les causes explicites à des causes plus générales précitées dans un modèle type, propre à chaque ligne.

L'arrêt sera donc exprimé par type de machine, de procédé ou d'opération logistique.

Ces documents sont fournis au service du contrôle industriel

### 3. *Rapports journaliers établis par l'agent du laboratoire*

L'objectif de noter l'arrêt sur le rapport journalier du laboratoire est de justifier l'absence d'échantillon durant l'intervalle de temps concerné. Un contrôle en cours de production s'effectue chaque demi-heure environ.

Ces documents restent au niveau du laboratoire

#### V.5.1. Problématique:

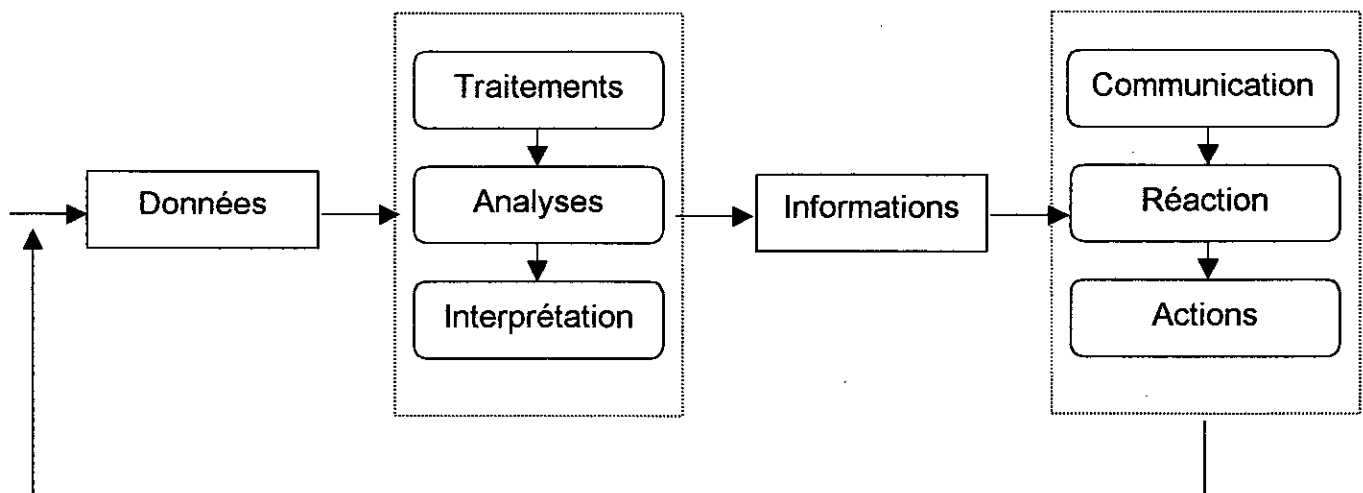


Figure V.1 – schéma du fonctionnement d'un système de suivi

La question que nous devons nous poser, dans notre démarche d'analyse de l'efficacité, est la suivante :

- Le programme d'amélioration de l'efficacité est-il supporté par un système d'information efficace ?

Le système de suivi de l'efficacité présente les lacunes suivantes :

- Redondance de l'information sur plusieurs sous systèmes d'information sans qu'elle soit complète.
- Manque de fiabilité des données.
- Il n'existe pas une véritable communication d'informations entre les différents services concernés par la production, en fait la chaîne est brisée à la source en dépit de l'existence des données.

### V.5.2. Etude théorique:

L'efficacité est le rapport entre la quantité de produits conformes réalisés et la quantité de produits que l'on aurait pu produire dans des conditions idéales.

Formule (1) :

$$\text{Efficacité} = \frac{\text{quantité de produits conformes réalisés}}{\text{cadence de la ligne} \times \text{temps programé}}$$

Durant le temps programmé ou temps d'ouverture, la quantité de produit réalisée correspond à un temps que nous appellerons temps net de fonctionnement. La quantité conforme réalisée correspond à un temps que nous appellerons temps utile de production. On peut donc simplifier l'expression de l'efficacité comme suit :

Formule (2) :

$$\text{Efficacité} = \frac{\text{Temps utile de fonctionnement}}{\text{temps programé}}$$

Il est maintenant clair que l'inefficacité provient des temps d'arrêts en général et du temps pendant lequel le processus génère du produit non conforme.

Parmi les préoccupations principales de l'usine de ABC, est retenue l'augmentation de l'efficacité interne. Cette dernière, prend en considération le temps d'arrêt interne, elle est calculée au niveau du service contrôle industriel comme suit :

Formule (3) :

$$\text{Efficacité interne} = \frac{\text{quantité de produits conformes réalisés}}{\text{cadence de la ligne} \times \text{nombre d'heures réalisées}}$$

Où:

$$\text{Nombre d'heures réalisées} = \text{temps programmé} - \text{arrêts externes}$$

Ceci est équivalent à :

Formule (4) :

$$\text{Efficacité interne} = \frac{\text{nombre d'heures réalisées} - \text{temps d'arrêt interne}}{\text{nombre d'heures réalisées}}$$

Une des préoccupations du système de suivi de production est l'enregistrement de tout arrêt en indiquant sa cause ainsi que sa durée avec précision.

**Remarque :**

Nous appelons pour distinguer les deux formules de calcul de l'efficacité interne : efficacité interne production et efficacité interne temps.

L'analyse que nous allons faire concernant la fiabilité du système de suivi de l'efficacité, comprendra deux axes :

- Comparaison entre temps utiles et temps nets de fonctionnement
- Comparaison entre efficacité interne production et efficacité interne temps

Soient :

Y : Temps utile de production

Y' : Temps de production non conforme.

TO : Temps d'ouverture

Ta : Temps d'arrêt total

Si on soustrait les temps d'arrêts journaliers du temps d'ouverture journalier on obtient le temps de marche brut. On propose dans ce qui suit une comparaison entre le temps net de fonctionnement et le temps utile de fonctionnement.

Ecart = temps net de fonctionnement – temps utile de fonctionnement

$$\text{Ecart} = (TO - Ta) - Y$$

$$\text{Ecart} = (Y + Y') - Y$$

$$\text{Ecart} = Y' \geq 0$$

On suppose que 100 caisses de produit sont non-conformes (cas défavorable)

Dans ce cas  $Y' = 3\text{mn}$  ( si cadence = 24000 b / h )

$Y' = 4\text{mn}$  ( si cadence = 40000 b / h )

$$0 \leq \text{Ecart} = Y' \leq 4 \text{ mn}$$

### V.5.3. Analyse de la fiabilité du système de suivi

Ayant pris connaissance des différents paramètres nécessaires à notre analyse, nous suivrons le cheminement ci dessous, afin de cerner les causes d'anomalies du système de suivi.

#### Support de travail :

Fiches de suivi journalier des trois équipes de la ligne Kronos et cela pour les mois de janvier et février (35jours) plus les données du mois d'avril (25jours) pendant lequel nous avons suivi la ligne et les différentes opérations effectuées par l'ensemble du personnel de production. Nous avons ainsi un total 60 observations.

#### *V.5.3.1 Comparaison entre temps utile et temps net de fonctionnement*

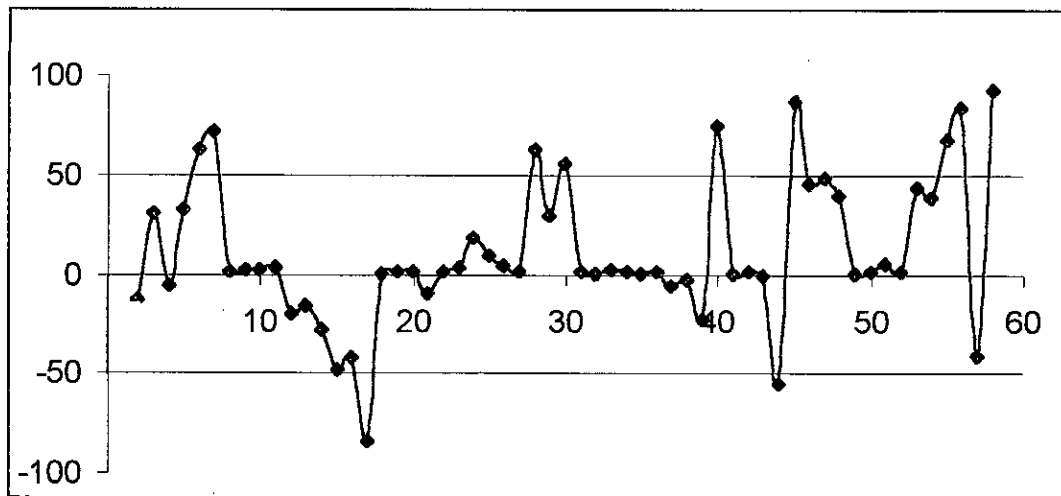
#### Procédure :

- Calcul des temps utiles à partir des productions réalisées et des cadences
- Calcul des temps nets de fonctionnement à partir des temps d'arrêts et des temps programmés.
- Détermination des écarts entre les temps nets et les temps utiles.

Résultats :

Les résultats sont présentés sur l'annexe II.4

Nous allons illustrer ces résultats sur un graphe afin d'en faciliter leur interprétation.



Graphique V.11 – *Ecart entre temps net et temps utile de production*

Nous remarquons que dans la plus part des cas l'écart  $Y'$  :

- Dépasse largement les limites que nous lui avons attribué  $0 \leq Y' \leq 4$  mn.
- Prend des valeurs négatives ce qui ne peut pas être possible.

Cela est principalement dû à la confusion entre le temps programmé ou temps d'ouverture théorique et le temps d'ouverture réel.

Si par exemple :

- Le temps programmé est 8h mais il a fallu prolonger le temps de production de quelques minutes pour finir la cuve de sirop.
- La cuve de sirop a été finie quelques minutes avant la fin du temps programmé.

Les opérateurs ne prennent pas en considération ce temps qui peut fausser les indicateurs (temps d'arrêts, efficacité) d'une façon conséquente.

Et que dans quelques cas l'écart  $Y'$  :

- Est positif, très proche de « 0 », cela explique normalement un taux de qualité élevé. Est ce réellement le cas ?

La part de temps génératrice de produits non-conformes est très négligeable devant le temps programmé de production, le total des temps d'arrêt prélevés par les opérateurs est correct. Le problème réside dans la façon dont ces données sont réparties sur les causes.

Comment sont réellement inscrits les temps d'arrêts ?

A la fin de production, la quantité produite palettisée est prélevée (lecture sur le compteur du palettiseur) et l'efficacité est calculée selon la formule (3)

De cette efficacité on déduit le temps utile de production qu'on soustrait du temps programmé. On obtient le temps d'arrêt total.

A la fin sont mentionnés les arrêts et leurs durées d'une manière approximative.

L'information ne cesse pas de perdre de sa fiabilité et de sa pertinence car les rapports des équipes seront regroupés en un seul rapport journalier, qui sera transféré par la suite au contrôleur industriel mais au lieu des causes nous avons les effets des causes (Exemple : boucheuse au lieu de qualité des bouchons) et quelquefois même, des causes internes au lieu de causes externes (Palettiseur au lieu de Manque caristes) Annexe

#### *V.5.3.2 Comparaison entre Efficacité interne Production et Efficacité interne Temps*

##### Procédure :

- Calcul de la somme des temps d'arrêts internes
- Calcul de la somme des temps d'arrêts externes
- Calcul du nombre d'heures réalisées en soustrayant les arrêts externes du temps programmé
- Calcul des efficacités interne temps et efficacité interne production
- Calcul de l'écart entre les deux valeurs d'efficacités
- Calcul de l'erreur totale



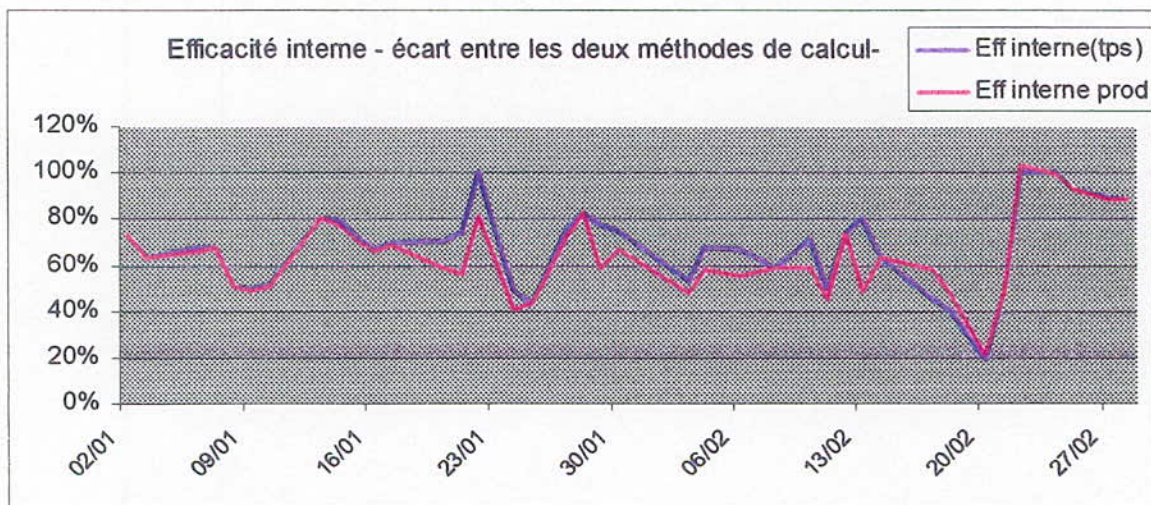
Exemple de calcul

Date	02-Avril-01
Nombre d'équipe par jour	3
Temps d'arrêt total (mn)	772
Temps d'arrêt externe (mn)	294
Temps d'arrêt interne (mn)	478
Production réalisée (caisses)	20665
Nombre d'heures réalisées	19,1
Cadence (bouteilles/ heure)	40000
Efficacite interne temps	58,3%
Efficacité interne production	64,92%
Effi interne temps – Effi interne production	-6,63%
Temps programmé (h)	24

Résultats

Les résultats sont présentés sur l'annexe II.5

Nous allons illustrer ces résultats sur un graphe afin d'en faciliter leur interprétation.



Graphique V.12 – Ecart entre entre Efficacité interne Production et Efficacité interne Temps

L'erreur mesurant l'écart entre les deux méthodes de calcul de l'efficacité est de 2,97%. Elle correspond à la résultante de :

- L'erreur sur le temps d'arrêt externe due à la façon dont les arrêts sont notés
- L'erreur sur le temps programmé
- L'erreur sur la quantité produite réellement

La dernière erreur est négligeable par rapport aux deux premières. Nous allons donc nous concentrer sur les deux premières causes pour voir quelles seront les solutions à apporter afin d'augmenter la fiabilité du système de suivi.

- **Impact de l'erreur du temps programmé sur l'erreur totale :**

Les variables qui entrent dans le calcul de l'efficacité :

$$Eff. = f(Q, T_p, C)$$

Avec :

- Eff : efficacité
- Q : quantité de produit conforme
- T<sub>p</sub> : temps programmé
- C : cadence de production

Erreur relative sur l'efficacité Δ Eff:

$$\frac{\Delta Eff}{Eff} = \frac{\Delta Q}{Q} + \frac{\Delta C}{C} + \frac{\Delta T_p}{T_p}$$

$$\Delta Eff = Eff \times \left( \frac{\Delta Q}{Q} + \frac{\Delta C}{C} + \frac{\Delta T_p}{T_p} \right)$$

La ligne de production fonctionne avec ses vitesses maximales qui sont :

24000 bouteilles/h pour le format de 1l

40000 bouteilles/h pour le format de 30 cl

La cadence dans les deux cas est une constante donc  $\Delta C = 0$

La quantité de caisses transférées au magasin est vérifiée par le fournisseur (l'unité d'embouteillage), elle est aussi vérifiée par le client (magasin) géré par la logistique. Toute erreur sur la quantité est donc à éliminer.

On suppose de plus que toute la ligne de production est vidée ; c'est à dire que nous prendrons en considération toute la production réalisée pendant le temps programmé ou le temps réel. Cette supposition nous permet de déduire  $\Delta Q=0$



Il en résulte que l'erreur sur l'efficacité est fonction du temps programmé et de l'efficacité réelle:

$$\Delta Eff = Eff \times \frac{\Delta Tp}{Tp}$$

avec :

$$\frac{\Delta Eff}{Eff} = \frac{(Eff.calculé - Eff.réelle)}{Eff.réelle}$$

$$\Delta Tp = \frac{(Tp.Prévu - Tp.réel)}{Tp.réel}$$

L'erreur sur l'efficacité est :

Inversement proportionnelle au temps programmé.

Proportionnelle à l'erreur sur le temps programmé.

A titre d'exemple : Pour une efficacité de 70% et 4 valeurs de temps programmés  $T_p$ , nous avons supposé une erreur du  $T_p$  et nous avons calculé l'erreur de l'efficacité correspondante par rapport à l'efficacité réelle (70%)

Tableau[V.9] : Erreur de l'efficacité en fonction de l'erreur sur le temps programmé

Erreur sur le $T_p$ (mn)	5	10	15	20	25	30
$T_p$ (4h)	1,5%	2,9%	4,4%	5,8%	7,3%	8,8%
$T_p$ (8h)	0,7%	1,5%	2,2%	2,9%	3,6%	4,4%
$T_p$ (16 h)	0,4%	0,7%	1,1%	1,5%	1,8%	2,2%
$T_p$ (24h)	0,2%	0,5%	0,7%	1,0%	1,2%	1,5%

Pour le temps programmé, nous avons vu dans le paragraphe V.5.3 que l'incertitude sur ce paramètre est plus au moins importante au vu de:

- La confusion entre le temps d'ouverture (programmé) prévu et le temps d'ouverture réel.
- L'unité est l'heure ce qui conduit à négliger les quelques minutes en plus ou en moins du temps réel d'ouverture.

## **V.6 Conclusion**

Nous avons mis en relief les points les plus essentiels, ayant un impact direct sur l'efficacité.

Ceci nous permettra de proposer des plans d'actions afin de remédier aux problèmes existants au niveau de l'usine.

---

Chapitre  
VI

---

## ANALYSE DES DONNEES SUR LES PERTES

### **VI.1 Introduction**

### **VI.2 Détermination des classes de pertes**

VI.2.1. Calcul de la consommation théorique

VI.2.2. Calcul des consommations réelles

VI.2.3. Classification des pertes

VI.2.4. Interprétation des résultats

### **VI.3 Analyse multicritères des différents paramètres agissant sur le taux de pertes du Sucre ou de concentré**

VI.3.1 Calcul des consommations théoriques en sirop

VI.3.2 Calcul des consommations réelles de sirop

VI.3.3 Evaluation des écarts et calcul des pertes

VI.3.4 Classification d'après les critères : Ligne, Emballage, Parfum

VI.3.5 Interprétation et choix final

### **VI.4 Détermination des causes de pertes de matières premières**

VI.4.1 Analyse des pertes au niveau de la siroperie

VI.4.2 Analyse des pertes au niveau de la ligne d'embouteillage

VI.4.3. Analyse des pertes concernant le PET 200cl

### **VI.5 Conclusion**



## **VI.1 Introduction**

Nous allons dans ce qui suit, procéder à une analyse des pertes matières au niveau du Département Production. La première étape nous aidera à déterminer la ou les matières premières sur lesquelles nous devrions concentrer notre effort. Par la suite, nous effectuerons une analyse multicritères sur ces matières afin de déterminer les facteurs les plus importants, responsables de pertes tel que la ligne, le parfum...etc.

Ayant déterminé les sources de pertes, la troisième étape consistera en une collecte de données aux niveaux les plus critiques afin d'analyser les anomalies puis dégager des résultats quant à leurs origines et impacts sur le process.

## **VI.2. Détermination des classes de pertes**

L'étape la plus importante dans notre travail est de déterminer la ou les matières premières dont les pertes ont le plus de poids sur le processus de production. Nous aurons à choisir entre deux méthodes de classification :

- Classement d'après le taux de pertes :

Cela revient à déterminer les matières premières dont la consommation est la moins maîtrisée.

- Classement d'après le coût relatif au prix d'achat des pertes :

Nous parlons de coût relatif car nous ne disposons pas de toutes les données nous permettant de calculer les coûts réels de ces pertes ; notre calcul consistera seulement en un calcul des consommations théoriques puis une comparaison entre les pertes et les prix d'achat de matières premières.

Nous opterons pour une classification Pareto suivant les taux puis les coûts relatifs aux données du mois de juillet 2001.

## Méthode

1. Calcul des consommations théoriques d'après la production réalisée.
2. Calcul des consommations réelles d'après la différence portée sur les fiches de stocks.
3. Calcul des pertes matières pour chaque composant puis leur classification d'après leur taux de pertes.
4. Calcul des coûts relatifs pour la perte de chaque composant.
5. Classification d'après les coûts relatifs.
6. Interprétation des résultats.

## Support de travail

Données sur la production réalisée durant le mois de juillet 2001.

Fiche de stocks du mois de juillet 2001 concernant tous les mouvements du magasin (Annexe III.1)

Les rapports « sucre – concentré – CO<sub>2</sub> – produit fini » pour chaque parfum et emballage (Annexe III.2)

### **VI.2.1. Calcul de la consommation théorique**

Nous prendrons comme matières premières tout ce qui provoque un mouvement dans le magasin de l'usine. On peut classer ces matières en deux groupes : ceux dont la consommation est directement liée au produit fini (qui sont présents dans ce dernier), et ceux dont la consommation est indirectement liée au produit fini.

Nous rappelons que le suivi actuel des pertes ne concerne que les matières faisant partie du premier groupe.

#### 1<sup>er</sup> groupe

Sucre.

Concentré (acide + parfum)

CO<sub>2</sub>.

Préformes.

Bouchons.

Capsules.



Etiquettes et contre étiquette.

Colle froide et chaude.

Film rétractable et étirable.

### 2<sup>me</sup> groupe

Kieselguhr (CELATOM)

Soude caustique.

Charbon actif.

Relion.

Anti-mousse.

Lubrifiant chaînes.

Intercalaire.

Encre dateuse.

Sel en pastille.

W588, RU3, RF11, RF 08587, MEDOSON 10 (traitement des eaux)

Nos calculs vont consister à tout rapporter en produit fini, c'est à dire de déterminer pour une matière première donnée, sa constitution dans le produit fini en identifiant des coefficients multiplicateurs.

#### *17.2.1.1 Les matières premières figurant au premier groupe*

##### Exemple du parfum de boisson PEPSI

D'après l'annexe III.1 :

- Le Sucre :

1U de concentré  $\longrightarrow$  10 220 l de produit fini  $\longrightarrow$  1 127 kg de sucre

1l de produit fini consomme théoriquement  $1\ 127 / 10\ 220 = 0.1125$  kg de sucre.

- Le concentré :

1U de concentré = 1 U parfum + 1U acide.

1U de concentré  $\longrightarrow$  10220 l Produit fini.

1l de produit fini consomme théoriquement  $1/10220 = 10^{-4}$  U de concentré.



- Le CO<sub>2</sub> :

1l de produit fini consomme théoriquement **7.2 g** de CO<sub>2</sub>

- Préformes, bouchons, capsules, étiquettes, contre-étiquette.

Chaque bouteille de produit fini consomme :

1 préforme (cas du PET)

1 bouchon (cas du PET et du RB100)

1 capsule (cas du RB30)

1 étiquette (sauf RB30 PEPSI et RB30 RB100 7 Up)

1 contre-étiquette (cas du RB s'il y a une étiquette)

- Pour le film étirable et rétractable :

Le film rétractable se présente sous forme de bobines. Il existe deux types de bobines : des bobines de 52 kg ayant 2165 m de longueur qui sont utilisées pour le PET 1l et 1.5l, et des bobines de 63 kg ayant une longueur de 2165m utilisées pour le PET 2l.

Pour le PET 1l et 1.5l : la longueur du film utilisé est de 970mm/ fardeau

Un fardeau de PET 1l ou 1.5l consomme théoriquement :

$$970 / 2165 \times 10^3 \times 52 = \mathbf{0.023 \text{ kg /fardeau.}}$$

Pour le PET 2l : la longueur du film utilisé est de 1090 mm/fardeau

Un fardeau de PET 2l consomme théoriquement

$$(1090 / (2165 \times 10^3)) \times 63 = \mathbf{0.034 \text{ kg/fardeau.}}$$

- Pour la colle froide et chaude :

Nous avons effectué une moyenne sur 2 mois. Les consommations théoriques sont de :

Colle froide : **0.33 g**/étiquette RB30.

Colle chaude : **0.3 g**/étiquette.

### *VI.2.1.2. les matières premières figurant au deuxième groupe*

Nous développerons des calculs semblables à la distribution des charges fixes en comptabilité analytique. Ainsi, pour la plupart des composants, nous effectuerons des observations statistiques afin de déterminer des moyennes d'utilisation mensuelle ou journalière. Nous reporterons ensuite ces données sur les produits finis (volume, bouteilles, caisses, fardeaux...) en prenant comme référence les cadences des lignes de production.

Les pertes de matières dans ce cas seront directement liées à l'inefficacité totale des lignes de production, nous prendrons donc une efficacité de 70 % afin de distinguer les pertes dues à d'autres causes que l'inefficacité.

#### Hypothèses de calcul

- Hypothèses sur les cadences des lignes :

PET 2 l:	5600 b/h
PET 1l et 1.5l:	7000 b/h
SIDEL RB30:	24000 b/h
KRONES RB100:	24000 b/h.
KRONES RB30	40000 b/h.
  
- Hypothèses sur le nombre d'équipes par jour :
  - PET : 3 équipes X 8 heures.
  - SIDEL verre : 2 équipes x 8 heures.
  - KRONES : 3 équipes x 8 heures.
  
- Le nombre de jours d'ouverture par mois : 22 jours / mois.
- Efficacité moyenne : 70%

#### Consommation théorique pour les lubrifiants des chaînes

Nous avons observé pour les trois lignes une consommation moyenne de lubrifiant égale à 200 kg / jour.

En une journée nous avons une production (dans le meilleur des cas) pour les deux lignes de :



Ligne SIDEL verre :

$$24000_{(\text{bouteille/heure})} \times 8_{(\text{heures / équipes})} \times 2_{(\text{équipes})} \times 0.3_{(\text{litre / bouteille})} \times 0.7_{(\text{efficacité})} = 80\ 640\ \text{l.}$$

Ligne PET :

$$5600_{(\text{bouteille / heure})} \times 8_{(\text{heures / équipes})} \times 3_{(\text{équipes})} \times 2_{(\text{litre / bouteille})} \times 0.7_{(\text{efficacité})} = 188\ 160\ \text{l.}$$

Ligne KRONES :

$$24000_{(\text{bouteille/heure})} \times 8_{(\text{heures / équipes})} \times 3_{(\text{équipes})} \times 1_{(\text{litre / bouteille})} \times 0.7_{(\text{efficacité})} = 403\ 200\ \text{l}$$

La production totale en litres sera donc de  $80\ 640 + 188\ 160 + 403\ 200 = 672\ 000\ \text{l.}$

La consommation théorique de lubrifiant sera donc de

$$200_{(\text{kg de lubrifiant / jour})} / 672\ 000_{(\text{litre de produit fini / jour})} = \mathbf{0.3\ g\ lubrifiant / l\ de\ produit\ fini}$$

#### Consommation théorique pour l'encre dateuse

Nous avons observé une utilisation moyenne de 4 litres par mois.

La production mensuelle (en bouteilles) est évaluée par la formule suivante.

Ligne PET :

$$7000_{(\text{bouteilles / heures})} \times 3_{(\text{équipes / jour})} \times 8_{(\text{heures / équipes})} \times 22_{(\text{jours})} = 3\ 696\ 000\ \text{bouteilles}$$

Ligne SIDEL verre :

$$24\ 000_{(\text{bouteilles / heures})} \times 2_{(\text{équipes / jour})} \times 8_{(\text{heures / équipes})} \times 22_{(\text{jours})} = 8\ 448\ 000\ \text{bouteilles}$$

Ligne KRONES :

$$44\ 000_{(\text{bouteilles / heures})} \times 3_{(\text{équipes / jour})} \times 8_{(\text{heures / équipes})} \times 22_{(\text{jours})} = 12\ 672\ 000\ \text{bouteilles}$$

Le nombre de bouteilles moyen par jour est de 1 128 000 bouteilles.

La consommation de l'encre dateuse par bouteille est de :

$$4 / (3\ 696\ 000 + 8\ 448\ 000 + 12\ 672\ 000) = \mathbf{0.0003\ ml / bouteille}$$

#### Consommation théorique pour l'Anti-mousse

L'anti-mousse est utilisé en tant qu'élément additif pour les lubrifiants chaîne. Nous avons observé une consommation moyenne de 100 kg / semaine ce qui revient à 20kg / jour.

Nous rapporterons sa consommation en volume de produit fini comme suit :

$$20 \text{ (kg / jour) / } 672 \text{ 000 (l de produits fini / jour)} = \mathbf{0.03 \text{ g / litre de produit fini.}}$$

#### Consommation théorique pour le Relion

Au niveau de la laveuse bouteille, le relion est utilisé comme adjuvant pour la soude caustique. Nous rapporterons ainsi sa consommation au nombre de bouteilles verre produites.

Nous avons observé une consommation théorique de 80 sacs de 25 kg par semaine + 140 sacs rajoutés à la fin du mois. Cela revient à 23 sacs par jour donc  $23 \times 25 = 575 \text{ kg / jour}$ .

Nombre de bouteilles verre produites par jour :

$$(24000 \times 2 \times 8) + (44 \text{ 000} \times 3 \times 8) = 1 \text{ 008 000 bouteilles en verre par jour.}$$

La consommation de relion sera donc de :

$$575 \text{ (kg / jour) / } 1 \text{ 008 000 (bouteille / jour)} = \mathbf{0.57 \text{ g / bouteille}}$$

#### Consommation théorique pour les RF 08587, Oxonia, Medosan, Sel en pastille, Celatom,

##### Soude caustique

Nous prendrons une moyenne sur 1 mois car ces produits ont une durée de vie fixée par le fournisseur.

- RF 08587, Oxonia, Medosan, le sel en pastilles sont utilisés au niveau du service de traitement des eaux. Leur consommation mensuelle moyenne est de :

RF08587 : 230 kg / mois.

Oxania : 240 kg / mois.

Medosan 10: 100 kg / mois.

Sel en pastilles : 6500 kg / mois.

- Le Celatom et la soude caustique sont utilisés au niveau de la siroperie. Leur consommation mensuelle moyenne est de :

Celatom : 150 kg / mois.

Soude caustique : 750 kg / mois.



### *VI.2.1.3 Application numérique*

Nous allons procéder, au calcul des consommations théoriques de matières premières pour la production réalisée.

En premier lieu, nous prendrons la production en caisses, en fardeaux ou en volume de produit fini, puis nous appliquerons les coefficients multiplicateurs calculés précédemment à chaque matière première concernée.

Les résultats sont données dans l'annexe III.3.

### **VI.2.2. Calcul des consommations réelles**

Les consommations réelles des matières premières seront calculées à partir de la fiche de stock du mois de juillet 2001.

$$\text{Consommation réelle} = \text{Sortie magasin} - \text{Retour magasin}$$

Les résultats calculs sont effectués sur un tableau Excel (Annexe III.4)

### **VI.2.3. Classification des pertes**

Nous rappelons que le taux de perte se calcule comme suit :

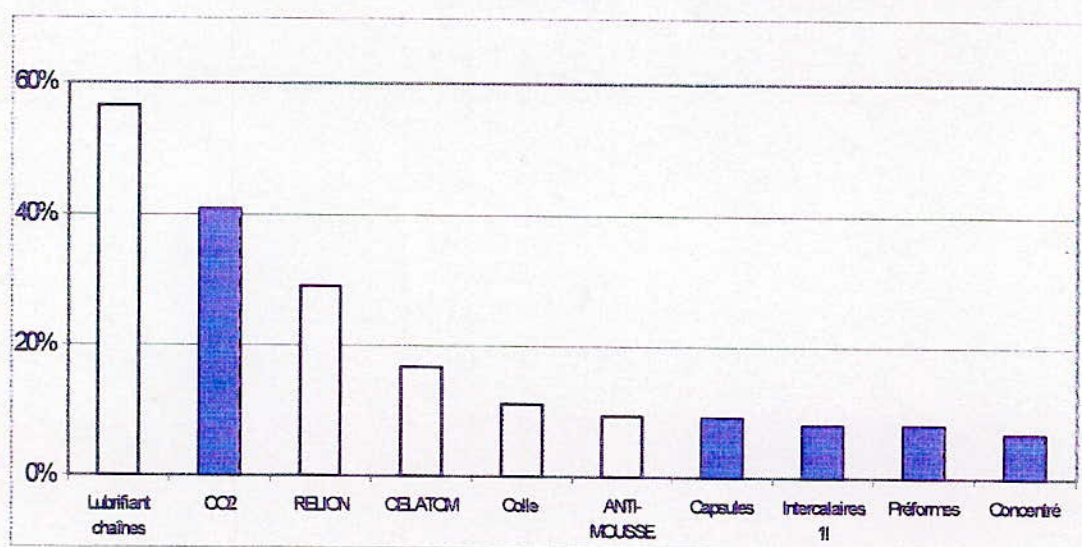
$$\text{Taux de perte} = \frac{\text{consommation réelle} - \text{consommation théorique}}{\text{consommation réelle}} \times 100$$

Etant donné que notre but est de scinder les matières premières en classes, nous regrouperons tous les composants identiques sans distinction entre les parfums ou les formats.

Par exemple, la consommation réelle des étiquettes sera la somme sur tous les emballages et sur tous les parfums. Leur consommation théorique aussi. Nous ferons de même pour toutes les matières premières.

Tableau [VI.1] : Evaluation des pertes de matières premières et classification d'après le taux de pertes

	Unité	Consommation réelle	Consommation théorique	Ecart	Taux de pertes
LUBRIFIANT CHAINES	kg	6 110	2 652	3 458	56,6%
CO2	kg	95 159	56 363	38 796	40,8%
RELION	kg	18 000	12 766	5 234	29,1%
CELATOM	kg	180	150	30	16,7%
COLLE	kg	1 947	1 752	195	11%
ANTI-MOUSSE	kg	450	408	42	9,3%
CAPSULES	Unité	12 753 000	11 569 960	1 163 040	9,1%
INTERCALAIRES 1L	Unité	31 242	28 697	2 545	8,1%
PREFORMES	Unité	2 745 840	2 523 120	222 720	8,1%
CONCENTRE	Unité	3 978	3 711	265	6,7%
SEL EN PASTILLE	kg	6 875	6 500	375	5,5%
SUCRE	kg	1 110 000	1 058 176	51 824	4,7%
SOUDE CAUSTIQUE	kg	775	750	25	3,2%
RF 08587	kg	236	230	6	2,5%
FILM	kg	15 270	15 014	256	1,7%
ETIQUETTES	Unité	11 163 566	11 100 500	63 066	0,7%
BOUCHONS	Unité	4 588 800	4 557 804	30 996	0,2%
ENCRE DATEUSE	l	5	5	0	0,0%
OXONIA	kg	240	240	0	0,0%
MEDOSAN 10	kg	100	100	0	0,0%



Graphique VI.1 – Classification des matières premières d'après leurs taux de pertes



Nous remarquons que les matières premières qui font l'objet de plus de perte, sont celles du deuxième groupe (exception faite du CO<sub>2</sub>). L'écart par contre, n'est pas aussi important que pour les matières premières du premier groupe.

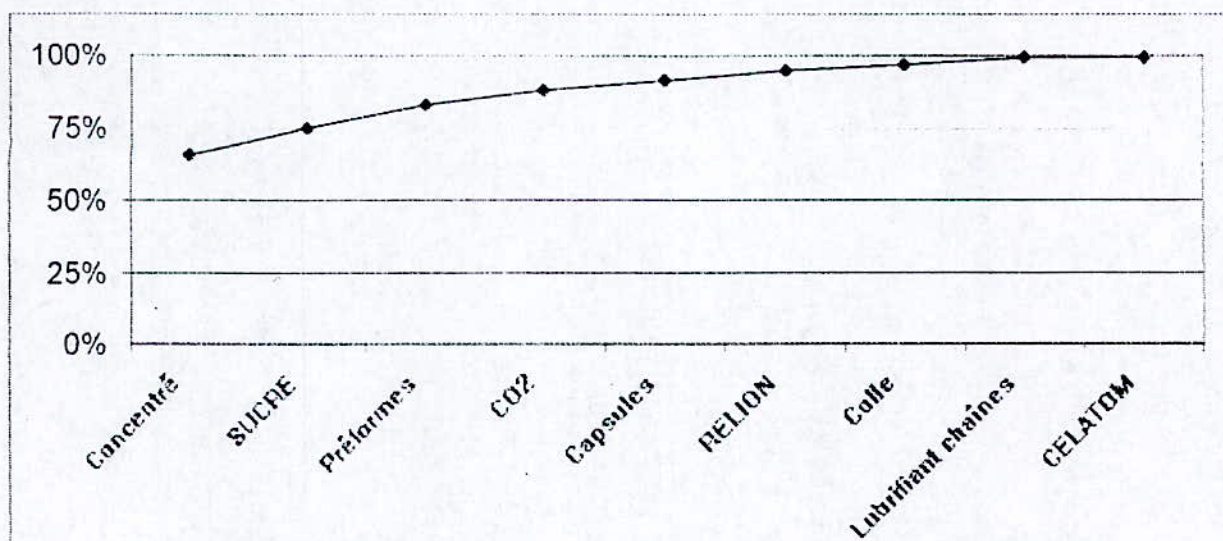
Une analyse tenant compte des coûts relatifs doit donc être entreprise.

Nous allons prendre en considération un ordre de grandeur pour le prix d'achat de matière première afin d'affecter des coûts aux pertes de matières premières.

Tableau [VI.2] : *Evaluation des pertes de matières premières et classification d'après le coût relatif au prix d'achat.*

	Unité	Ecart	Prix d'achat unitaire	Coût relatif de pertes	%Cumul
CONCENTRE	unité	265	4000	1 059 354	64%
SUCRE	Kg	51824	3	155 472	74%
PREFORMES	unité	222 720	0,6	133632	85%
CO2	Kg	38 796	2	77 591	88%
CAPSULES	unité	1 163 040	0,05	58 152	91%
RELION	Kg	5 234	10	52 340	95%
COLLE	Kg	195	200	39 000	97%
LUBRIFIANT CHAINES	Kg	3 458	10	34 580	99%
CELATOM	Kg	30	150	4 500	99%
ETIQUETTES	Kg	83 068	0,05	4 153	100%
SEL EN PASTILLE	Kg	375	10	3 750	100%
INTERCALAIRES 1L	unité	2 545	0,5	1 273	100%
SOUDE CAUSTIQUE	Kg	25	50	1 250	100%
BOUCHONS	Kg	10 996	0,05	550	100%
ANTI-MOUSSE	Kg	42	10	420	100%
RF 08587	Kg	6	50	300	100%
FILM	Kg	256	0,005	1	100%
ENCRE DATEUSE	L	0	100	0	100%
OXONIA	kg	0	50	0	100%
MEDOSAN 10	kg	0	50	0	100%

Le concentré et le sucre représentent 20 % des matières premières, et ils sont responsables de 74 % du coût relatif des pertes, les pertes en préformes et en CO<sub>2</sub> ne sont pas négligeables et doivent aussi être prises en considération.



Graphique VI.2- Classification ABC d'après les taux de pertes

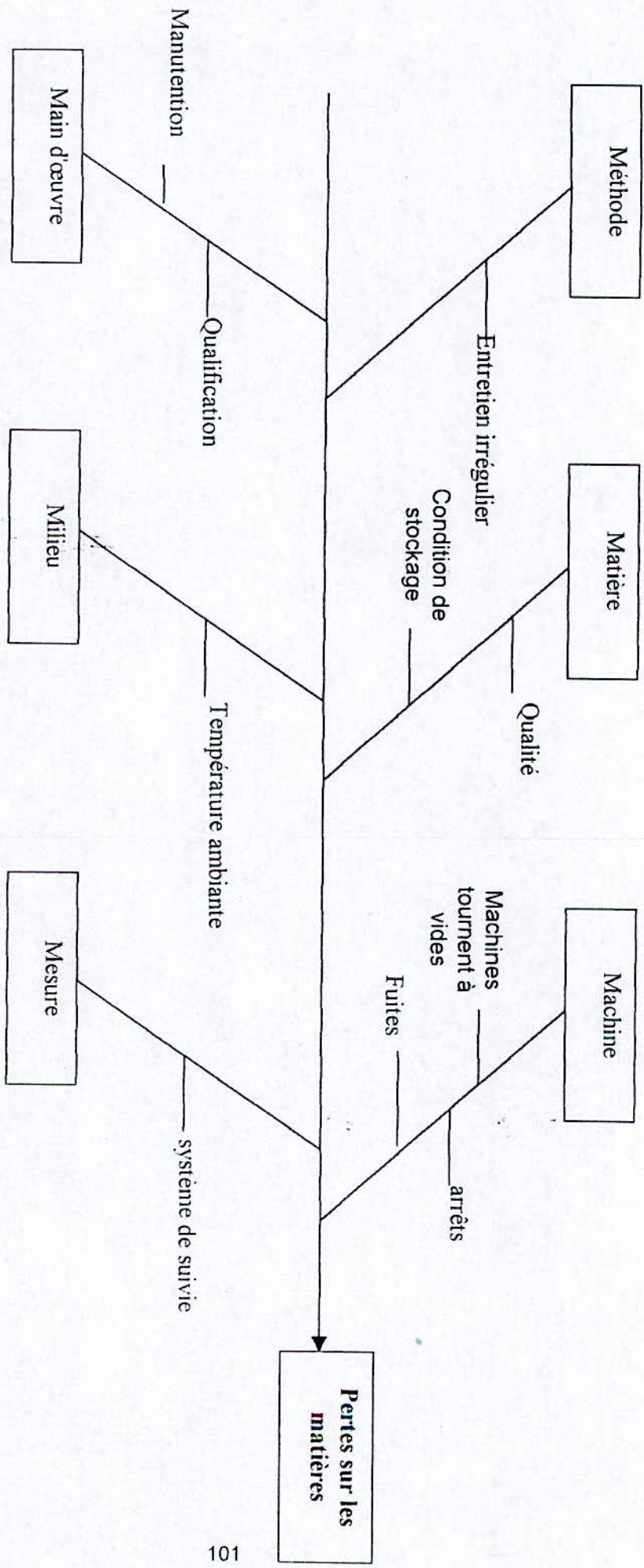
#### VI.2.4. Interprétation des résultats

##### VI.2.4.1. Classification d'après le taux de pertes le plus important

La première classification nous donne une idée sur les taux de perte de matières premières. Nous remarquons que les matières qui ne font pas partie des ' *Ingrédients* ' ont le taux de pertes le plus important.

Le diagramme d'Ishikawa suivant nous permet d'expliquer les causes de pertes suivantes.





Application du diagramme d'ISHIKAWA dans le but de déterminer les causes de perte des matières figurant au deuxième groupe

Les causes qui ont le plus d'impacts sont :

#### Machines

La chaîne tourne à vide pendant des arrêts qui peuvent atteindre 1 heure cela consomme du lubrifiant, de l'anti-mousse...etc. .

Fuites de matières.

#### Mesure

L'impossibilité de deviner des fuites ou des anomalies à partir du système de suivi.

#### Matières :

La mauvaise manutention de la matière première à l'image du CELATOM au niveau de la siroperie.

#### *VI.2.4.2. Classification d'après le coût relatif de perte*

L'analyse Pareto oriente notre étude vers les deux matières suivantes :

- 1. Le sucre.**
- 2. Le Concentré.**

Le CO<sub>2</sub> et les préformes ont aussi des poids importants sur les coûts mais nous ne les prendrons pas en considération car leur étude nécessitent une analyse détaillé orienté vers la gestion des stocks et l'amélioration des conditions de stockage.

L'étape suivante de notre travail sera de déterminer les sources de pertes des matières sélectionnées

### VI.3. Analyse multicritères des différents paramètres agissant sur le taux de pertes du Sucre ou de concentré

Dans cette étude nous voulons déterminer la ligne, la siroperie (nouvelle ou ancienne), l'emballage, et le parfum qui causent le plus de pertes. Le résultat obtenu dans cette partie sera le point de départ d'une analyse plus approfondie.

Nous avons effectué notre travail sur deux mois, janvier et février 2001. nous développerons les calculs pour le mois de janvier uniquement.

**Analyse Suivant les lignes, le parfum, l'emballage :** Nous allons prendre en considération trois axes :

1. Ligne d'embouteillage, Siroperie.
2. Le Format des bouteilles.
3. Les parfums.

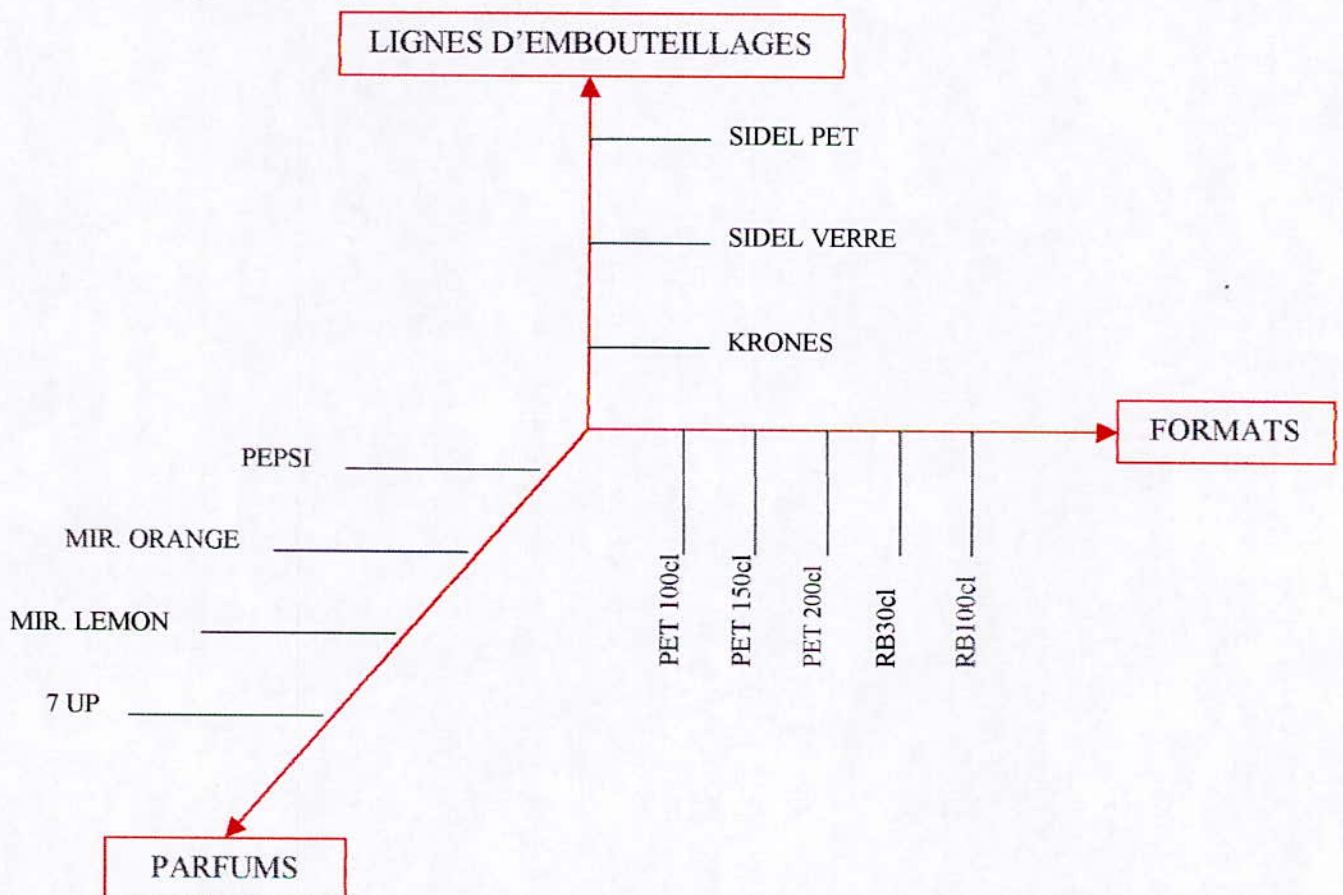


Figure VI.1 - Axes de l'analyse des pertes de matières premières



## Support de travail

Données sur les transferts de sirop vers les lignes de production durant le mois de janvier 2001 (Annexe III.5 a)

Données sur les productions réalisées durant le même mois. (Annexe III.5 b)

## Méthode

1. Transformer les productions - données en caisses – en volume de produit fini puis en volume de sirop fini. On obtiendra ainsi la consommation théorique de sirop.
2. Allouer la quantité de sirop fini à la ligne correspondante d'après la production réalisée.
3. Evaluer l'écart entre consommation réelle et consommation théorique, afin de calculer les pertes de sirop qui sont égales aux pertes de concentré et de sucre.
4. Classer les pertes d'après les emballages, les lignes de production, les parfums.

Etant donné que le suivi actuel ne distribue pas les volumes de sirop selon l'emballage produit, nous allons introduire l'hypothèse suivante :

Dans le cas où il y'aurait un changement de format sans changement de parfum, nous considérerons que les pertes concernent le format qui a été le plus produit, le deuxième format aura des pertes égales à 0.

### **IV.3.1. Calcul des consommations théoriques en sirop**

Nous allons multiplier la production donnée en caisses, par le nombre de bouteilles par caisse, puis par le volume de chaque bouteille, nous diviserons ensuite le total par les rapports Sirop – produit fini.

Exemple :

100 caisses RB30 PEPSI nous donnent  $100 \times 24 = 2400$  bouteilles. Le volume de produit fini est de  $2400 \times 0.3 = 720$  litres de produit fini. La consommation théorique de sirop est de  $720 / 6 = 120$  litres de sirop fini PEPSI.

Nous avons porté les résultats dans un Tableau Excel (Annexe III.6) :

Pour la ligne PET :

Nous avons trois changements de format sans changement de parfum : journées du 09/01 16/01 19/01 et 21 / 01.

Exemple :

Pour la journée du 16 janvier nous supposons que la consommation réelle de sirop est de 88 l pour le PET150cl M.Orange, elle est égale à la consommation théorique.

### **VI.3.2. distribution des consommations réelles de sirop**

Les consommations réelles de sirop sont distribuées pour chaque ligne en tenant compte des suppositions précédentes. Les Calculs sont donnés en Annexe III.7



### VI.3.3. Evaluation des écarts et calcul des pertes

Le tableau suivant, contient des résultats relatifs à un cumul sur un mois,

Tableau [VI.3] : *Ecart et pertes en litres de sirop fini (janvier 2001)*

Emballage	Parfum	Consommation réelle (l)	Consommation théorique (l)	Ecart (l)	Pertes sirop
<b>PET 100 cl</b>	PEPSI	103 570	102 907	663	0,64%
	ORANGE	89 548	89 114	434	0,48%
	LEMON	35 076	35 198	-122	-0,35%
	7UP	17 000	16 382	618	3,64%
<b>PET 150 cl</b>	PEPSI	8 500	8 042	459	5,39%
	ORANGE	8 264	7 711	553	6,69%
	LEMON	0	0	0	
	7UP	0	0	0	
<b>PET 200 cl</b>	PEPSI	68 162	66 182	1 980	2,90%
	ORANGE	0	0	0	
	LEMON	18 264	17 446	818	4,48%
	7UP	0	0	0	
<b>SIDEL 30 cl</b>	PEPSI	40 686	39 014	1 672	4,11%
	ORANGE	53 324	51 692	1 632	3,06%
	LEMON	42 180	41 302	878	2,08%
	7UP	8 516	8 468	48	0,56%
<b>KRONES 30cl</b>	PEPSI	51 000	49 163	1 837	3,60%
	ORANGE	81 670	79 966	1 704	2,09%
	LEMON	12 240	11 680	560	4,58%
	7UP	0	0	0	
<b>KRONES 100cl</b>	PEPSI	163 350	161 820	1 530	0,94%
	ORANGE	236 286	257 388	-21 102	-8,93%
	LEMON	54 488	53 442	1 046	1,92%
	7UP	0	0	0	

Nous remarquons que la donnée concernant le MIRINDA Orange sur la ligne KRONES en RB100cl est aberrante. Les sources d'anomalies proviennent des journées du 13 et du 15

janvier. En supprimant les données relatives à ces journées nous obtenons le résultat suivant à la place de la ligne erronée.

Tableau [VI.4] : Correction du tableau VI.14

Emballage	Parfum	Consommation. Réelle(l)	Consommation. Théorique(l)	Ecart(l)	Pertes
KRONES RB100	Orange	164 786	162 559	2 227	1.35 %

#### VI.3.4. classification d'après les critères : Ligne, Emballage, Parfum

Nous regrouperons les consommations de sirop d'après le critère sélectionné, nous effectuerons ensuite le calcul des écarts puis des pertes en sirop fini.

Tableau [VI.5] : Classification des pertes d'après les lignes de production (janvier 2001)

	Consommation réelle (l)	Consommation théorique (l)	Ecart (l)	Pertes sirop
SIDEL VERRÉ	144 706	140 476	4 230	2,92%
KRONES	527 534	518 630	8 904	1,69%
SIDEL PET	348 384	342 982	5 402	1,55%

Tableau [VI.6] : Classification des pertes d'après l'emballage (janvier 2001)

	Consommation réelle (l)	Consommation théorique (l)	Ecart (l)	Pertes sirop
PET 150 cl	16 764	15 753	1 011	6,03%
PET 200 cl	86 426	83 628	2 798	3,24%
RB30 cl	289 616	281 285	8 331	2,88%
RB 100 cl	382 624	377 821	4 803	1,26%
PET 100 cl	245 194	243 601	1 593	0,65%

Tableau [VI.7] : Classification des pertes d'après le parfum (janvier 2001)

	Consommation réelle (l)	Consommation théorique (l)	Ecart (l)	Pertes sirop
7 UP	25 516	24 850	666	2,61%
MIRINDA LEMON	162 248	159 067	3 181	1,96%
PEPSI	435 268	427 128	8 140	1,87%
MIRINDA ORANGE	397 592	391 043	6 549	1,65%



PET 2 l:	5600 bout/h
PET 1l et 1.5l:	7000 bout/h
SIDEL RB30:	24000 bout/h
KRONES RB100:	24000 bout/h.
KRONES RB30	40000 bout/h.

- Hypothèses sur le nombre d'équipes par jour :

PET : 3 équipes X 8 heures.

SIDEL verre : 2 équipes x 8 heures.

KRONES : 3 équipes x 8 heures.

- Le nombre de jours d'ouverture par mois :

22 jours / mois.

- Efficacité moyenne :

70%

### Consommation théorique pour les lubrifiants des chaînes

Nous avons observé pour les trois lignes une consommation moyenne de lubrifiant égale à 200 kg / jour.

En une journée nous avons une production (dans le meilleur des cas) pour les deux lignes de :

Ligne SIDEL verre

$$(24000_{\text{(bout/heure)}} \times 8_{\text{(heures / équipes)}} \times 2_{\text{(équipes)}} \times 0.3_{\text{(litre / bouteille)}} \times 0.7_{\text{(efficacité)}}) = 80\ 640\text{l.}$$

Ligne PET

$$(5600_{\text{(bout / heure)}} \times 8_{\text{(heures / équipes)}} \times 3_{\text{(équipes)}} \times 2_{\text{(litre / bouteille)}} \times 0.7_{\text{(efficacité)}}) = 188\ 160\text{l.}$$

Ligne KRONES :

$$24000_{\text{(bout/heure)}} \times 8_{\text{(heures / équipes)}} \times 3_{\text{(équipes)}} \times 1_{\text{(litre / bouteille)}} \times 0.7_{\text{(efficacité)}} = 403\ 200\ \text{l}$$



la production totale en litres sera donc de  $80\,640 + 188\,160 + 403\,200 = 672\,000$  l.

la consommation théorique de lubrifiant sera donc de  
 $200$  (kg de lubrifiant / jour) /  $672\,000$  (litre de produit fini / jour) = **0.3 g** lubrifiant / l de produit fini

#### Consommation théorique pour l'encre dateuse

Nous avons observé une utilisation moyenne de 4 litres par mois.  
 La production mensuelle (en bouteilles) est évaluée par la formule suivante.

Ligne PET :

$$7000_{\text{(bouteilles / heures)}} \times 3_{\text{(équipes / jour)}} \times 8_{\text{(heures / équipes)}} \times 22_{\text{(jours)}} = 3\,696\,000 \text{ bouteilles}$$

Ligne Verre SIDEL

$$24\,000_{\text{(bouteilles / heures)}} \times 2_{\text{(équipes / jour)}} \times 8_{\text{(heures / équipes)}} \times 22_{\text{(jours)}} = 8\,448\,000 \text{ bouteilles}$$

Ligne KRONES :

$$44\,000_{\text{(bouteilles / heures)}} \times 3_{\text{(équipes / jour)}} \times 8_{\text{(heures / équipes)}} \times 22_{\text{(jours)}} = 12\,672\,000 \text{ bouteilles}$$

Le nombre de bouteilles moyen par jour est de 1 128 000 bouteilles.

la consommation de l'encre dateuse par bouteille est de :

$$4 / (3\,696\,000 + 8\,448\,000 + 12\,672\,000) = \mathbf{0.0003 \text{ ml}} / \text{bouteille}$$

#### Consommation théorique pour l'Anti-mousse

L'anti-mousse est utilisé en tant qu'élément additif pour les lubrifiants chaîne.  
 Nous avons observé une consommation moyenne de 100 kg / semaine ce qui revient à 20kg / jour.

Nous rapporterons sa consommation en volume de produit fini comme suit :

$$20 \text{ (kg / jour)} / 672\,000 \text{ (l de produits fini / jour)} = \mathbf{0.03 \text{ g}} / \text{litre de produit fini.}$$

#### Consommation théorique pour le Relion

Au niveau de la laveuse bouteille, le relion est utilisé comme adjuvant pour la soude caustique. Nous rapporterons ainsi sa consommation au nombre de bouteilles verre produites.

### Concernant le format (L'emballage)

Le PET 150cl a un taux de pertes de 5.33 % cela dépasse de 4.33% les limites de tolérance. Cette perte n'influe pas beaucoup sur la ligne PET à cause du faible volume de production de PET150cl.

Le RB30cl a un taux de pertes de 3.76%; cela est de 2.76% supérieur aux limites de tolérance. Cette perte est du même ordre que celle de la ligne SIDEL.

Le PET 200cl dépasse de 2.53 % les normes. Nous remarquons que pour les formats produits au niveau de la ligne PET, le taux de pertes est inversement proportionnel au volume de produit réalisé.

Pour le RB100cl et le PET100cl les pertes ne sont pas très éloignées des normes, et sont même inférieures dans le cas du PET100cl. Nous remarquons que le taux de pertes du RB100 est du même ordre que les pertes de la ligne KRONES.

Nous distinguerons ainsi 3 classes suivant un ordre décroissant de taux de pertes:

1. Le PET 150cl
2. Le RB30cl et le PET200cl.
3. Le RB100cl et le PET 100cl.

### Concernant le parfum

Le 7 UP a le taux de pertes le plus important, comme pour le PET 150cl cité précédemment, cela est dû au faible volume produit.

Le PEPSI et le MIRINDA Orange ont des taux de perte ayant le même ordre de grandeur, les raisons sont pourtant différentes.

Pour le PEPSI cela est dû à la pression du CO2 beaucoup plus importante que les autres parfums. Ceci nous oriente directement vers des problèmes de fuites. Le MIRINDA Orange à une pression moyenne, il a par contre une autre particularité : le coefficient volume de sirop – volume de produit fini est inférieur aux autres parfums, cela implique qu'une perte de produit fini MIRINDA Orange a plus d'impacte qu'un autre parfum



Nous avons ainsi trois classes de pertes :

1. Le 7 UP.
2. Le PEPSI et MIRINDA Orange.
3. Le MIRINDA Lemon.

Choix des sources de pertes à étudier :

Nous prendrons en considération les premières ou deuxièmes classes.

Pour les lignes d'embouteillage : nous prendrons la SIDEL et l'ancienne siroperie.

Pour le format : Nous prendrons le RB30.

Le PET 200 fera aussi l'objet de notre étude.

Pour le parfum : les écarts ne seront pas pris en considération

## **VI.4. Détermination des causes de pertes de matières premières**

Dans le but de déterminer les vraies causes de pertes de matières premières, nous devons identifier les emplacements (au niveau des lignes et de la siroperie) où l'on perd le plus de produit.

Nous commencerons notre travail au niveau de l'ancienne siroperie, puis nous enchaînerons avec la ligne SIDEL verre dans le format RB30cl et la ligne SIDEL PET dans le format PET200cl.

### **VI.4.1 Analyse des pertes au niveau de la siroperie :**

Il n'existe pas de système de suivi des pertes de matières, nous avons donc sectionné le process en trois niveaux représentant les différentes opérations possibles :

1. Préparation du sirop simple avant ajustement :
2. Ajustement du sirop simple et Préparation du sirop fini.

#### *VI.4.1.1 Pertes pendant la préparation du sirop simple avant ajustement :*

Le nombre de sacs de sucre est fixé par les procédures PCI. La variable sera donc la quantité d'eau à ajouter dans les cuves de dissolution de sucre. Cette quantité est normalement fixée par les plans PCI mais elle n'est pas respectée étant donné l'absence de contrôle.

De cette quantité d'eau dépendront deux valeurs théoriques :

- Le volume de sirop simple avant ajustement.
- Le BRIX du sirop simple avant ajustement.

La première valeur sera déterminée à partir des plans PCI. La deuxième à partir de la formule du BRIX.

#### Calcul du volume théorique de sirop simple avant ajustement :

Les plans PCI spécifient pour un parfum et nombre d'unité fixé U les valeurs suivantes :

1. La quantité d'eau à mettre dans les fondoirs.
2. La quantité de sucre à ajouter.
3. Le volume de sirop simple à obtenir théoriquement.

Il y a une balance permettant de prendre le poids du fondoir à tout moment. Nous avons procédé comme suit :

1. Noter le parfum et le nombre d'unités programmé pour chaque préparation.
2. Noter le poids du fondoir durant la période de dissolution.
3. Calculer la différence du volume d'eau ajouté d'après la différence entre le poids théorique du fondoir et le poids réel.
4. Calculer le volume de sirop simple théorique en enlevant la différence de volume d'eau au volume de sirop simple fixé par PCI.



Calcul du BRIX théorique de sirop simple avant ajustement :

Le BRIX représente la teneur du sirop simple en sucre.

La formule pour le calcul du BRIX est la suivante

Formule (1) :

$$BRIX = \frac{Pds}{Pds + Pde}$$

Pds : Poids du sucre.

Pde : Poids de l'eau.

Calcul des pertes :

Il peut y avoir deux types de pertes : pertes dues à des fuites et des pertes dues à la qualité du sucre.

- Pour les pertes dues aux fuites :

Nous les calculerons par la formule suivante :

Formule (2) :

$$Pf = \frac{VSt - VSr}{VSt}$$

Pf : Pertes de sucre et de concentré dues à des fuites.

VSt : Volume de sirop simple théorique.

VSr : Volume de sirop simple réel.

Théoriquement, les pertes de sucre sont égales aux pertes de concentré: la procédure PCI stipule que la quantité de sucre et de concentré à utiliser lors d'une préparation est fixe. Nous expliquerons cela plus en détail lors de la partie Ajustement du sirop.

- Pour les pertes dues à la qualité du sucre :

Elles se manifestent par un écart entre le BRIX réel et théorique.

Nous calculerons à partir d'un écart de BRIX la quantité de sucre perdue.

Formule (3) :

$$P_{dsr} = \frac{Pde}{(1 - BRIX_r)}$$

$P_{dsr}$  : Poids du sucre réel mis dans le fondoir.

$BRIX_r$  : BRIX de sirop simple avant ajustement réel.

Les pertes en sucre et concentré dues à la qualité du sucre seront calculées par la formule suivante

Formule (4) :

$$P_{QS} = \frac{Pds - P_{dsr}}{Pds}$$

$P_{QS}$  : pertes de sucre et de concentré dues à la qualité du sucre.

La perte totale au niveau de la préparation du sirop simple avant ajustement, sera la somme des pertes dues à des fuites, et celles dues à la qualité du sucre.

#### *VI.4.1.1 Pertes pendant l'ajustement du sirop simple et la préparation du sirop fini*

Afin de calculer les pertes au niveau de la deuxième section, nous devons calculer le volume de sirop fini théorique. Une seule cause de perte restera à ce stade : les fuites au niveau des cuves de collecte.

Le calcul des pertes au niveau de la deuxième section se fera comme suit :

1. Ajustement du BRIX du sirop simple.
2. Calcul du volume de sirop fini théorique.
3. Calcul des pertes par rapport au volume de sirop fini relevé.

Nous supposerons ainsi que le BRIX du sirop fini sera toujours égal à la cible fixée par PCI.

Ajustement du BRIX sirop simple :

Nous allons calculer la quantité d'eau à ajouter dans le but d'avoir un BRIX égal aux normes PCI.

Le poids du sucre présent pour l'ajustement sera égal au poids original moins la quantité perdue durant la première étape.

Formule (5) :

$$PdSa = Pds - (P_{QS} + P_F) \times Pds$$

PdSa : Poids su sucre après Ajustement.

D'après la formule 1 nous pouvons calculer le volume d'eau final présent dans la cuve de récolte, afin d'obtenir un BRIX égale à la cible.

Formule (6) :

$$Pde_a = PdSa \times (1 - BRIX_c)$$

Pde<sub>a</sub> : Poids de l'eau après ajustement.

A partir de ces données nous avons calculé le volume de sirop fini théorique, et de ce fait, les pertes de sirop au niveau de la deuxième section.

Formule (7) :

$$Vf_i = Vf_n - (V_{Sr} + Vde_a - Vde_i)$$

Vf<sub>i</sub> : Volume de sirop fini théorique pour les calculs de la deuxième section.

Vf<sub>n</sub> : Cible du Volume de sirop fini

Pde<sub>i</sub> : Volume d'eau initial.



## **VI.4.2 Analyse des pertes au niveau de la ligne d'embouteillage :**

Nous allons déterminer les sources de pertes au niveau de la ligne d'embouteillage SIDEL verre ; pour ce faire, nous allons prendre les relevés journaliers de trois compteurs :

Un compteur de bouteilles au niveau de la soutireuse.

Un compteur de bouteille au niveau de l'étiqueteuse.

Un compteur de caisse au niveau du palettiseur.

### *VI.4.2.1. Analyse des causes de premier et de deuxième niveau :*

Nous prendrons aussi le volume de sirop fini consommé et le nombre de caisses non-conformes. La ligne d'embouteillage sera ainsi scindée en quatre sections :

#### 1. La préparation, PREMIXEUR :

La perte est calculée en fonction de la différence entre l'entrée Sirop fini et le compteur de la soutireuse.

Les causes de premier niveau sont les suivantes :

- Pertes dues à la préparation de la boisson.
- Pertes dues à des fuites au niveau de l'échangeur,...

#### 2. La soutireuse :

La perte est calculée en fonction de la différence entre le compteur de la soutireuse et celui de la dateuse.

Les causes de premier niveau sont :

- Niveau haut.
- Niveau Bas.
- Bouteilles cassées.

#### 3. Le Palettiseur :

La perte est calculée en fonction de la différence entre le compteur de la dateuse et celui du palettiseur.

Les causes de premier niveau sont :

- Chutes de caisses.



#### 4. Les produits non-conformes :

Les causes de premier niveau sont :

- Niveau de CO<sub>2</sub> bas ou haut.
- BRIX bas ou haut

Nous avons effectué une application numérique concernant les mois d'avril, mai et juin. Nous avons pris comme support de travail les données reportées quotidiennement par les deux chefs de ligne SIDEL verre.

Tableau [VI.10] : *Calcul des pertes sur les différents niveaux de la ligne SIDEL verre*

CONSOMMATION SIROP (L.)	554 150
Sirop en caisses (cc)	435 871
Total Compteur Bout (cc)	428 966
Total Dateuse (cc)	429 770
Production non conforme(cc)	265
Caisses entrées au magasin (cc)	424 923
Moyenne des pertes Préparation	1,6%
Moyenne des pertes Soutireuse	0,8%
Moyenne des pertes Palettiseur	0,3%
Moyenne des Pertes Produit non-conforme	0,1%
Moyenne des Pertes Ligne sur 3 mois	2,7%

Nous prendrons en considération les sources de pertes qui ont le plus d'incidence sur la perte totale. Notre choix se portera ainsi sur trois niveaux du process :

1. La préparation (Pré-mixeur)
2. La soutireuse.
3. Le palettiseur.

#### *VI.4.2.1. Why Why Analyses:*

Ayant effectué des enquêtes sur les causes des causes de pertes de premier et deuxième niveau ; nous avons obtenu les arbres suivants :

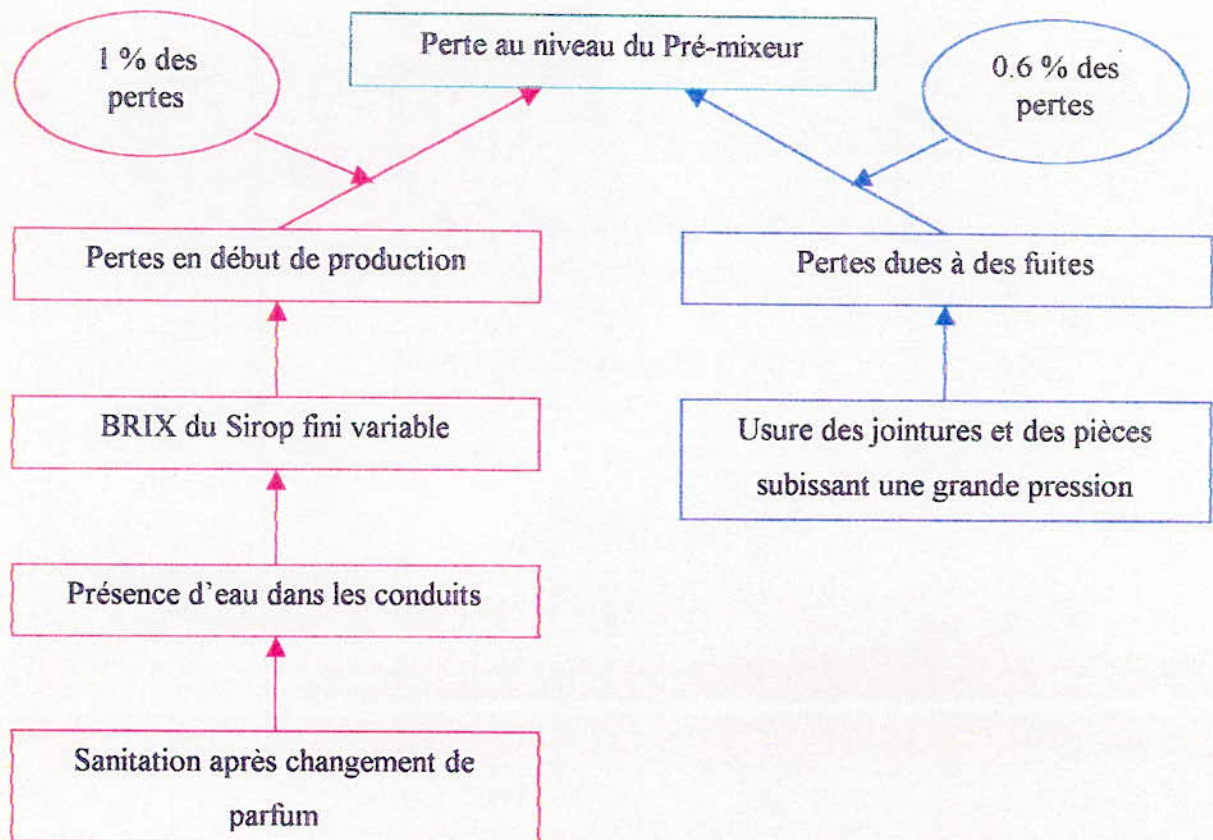


Figure VI.2 – Arborescence des pertes au niveau du Pré-mixeur



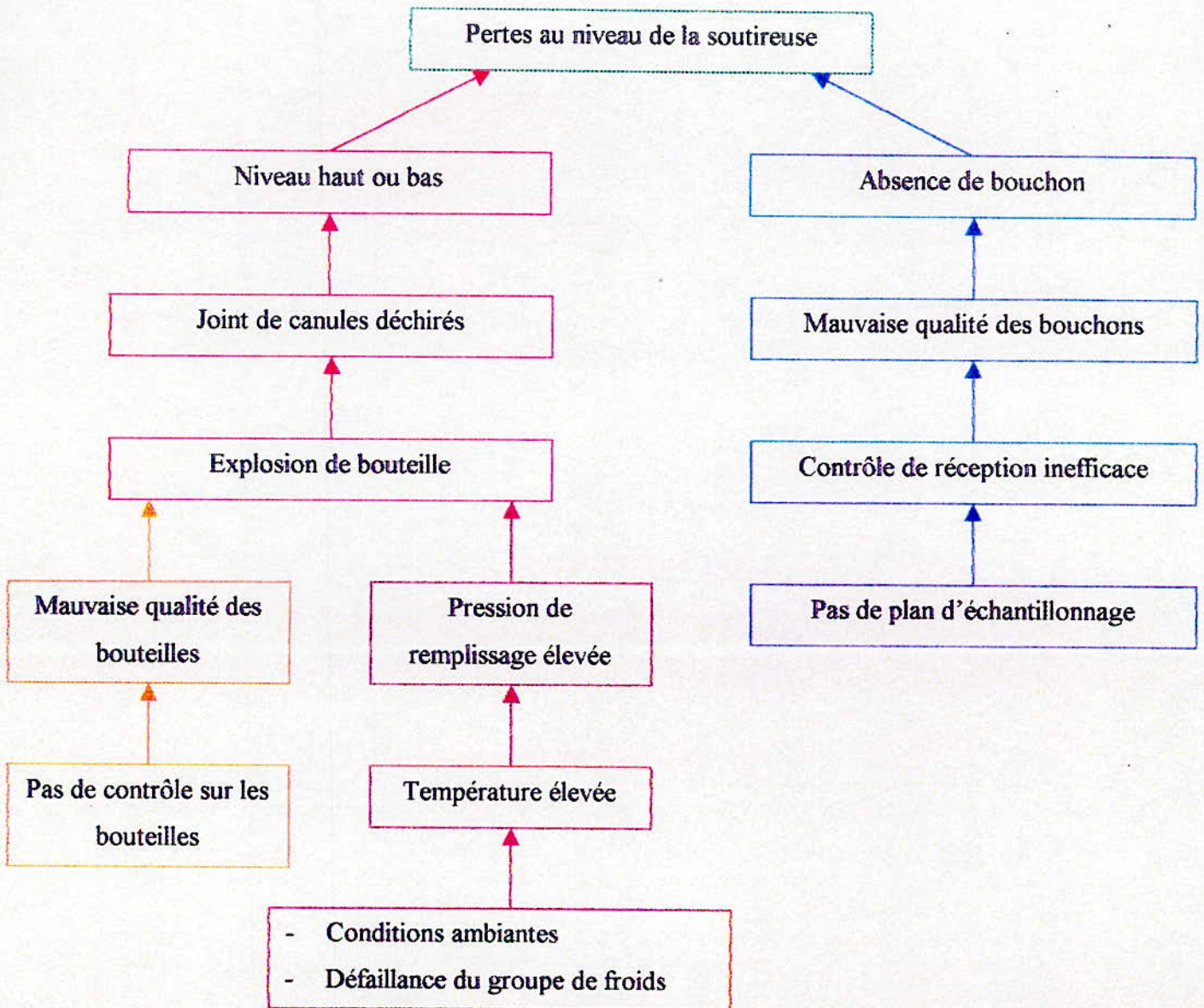


Figure VI.3 – Arborescence des pertes au niveau de la soutireuse

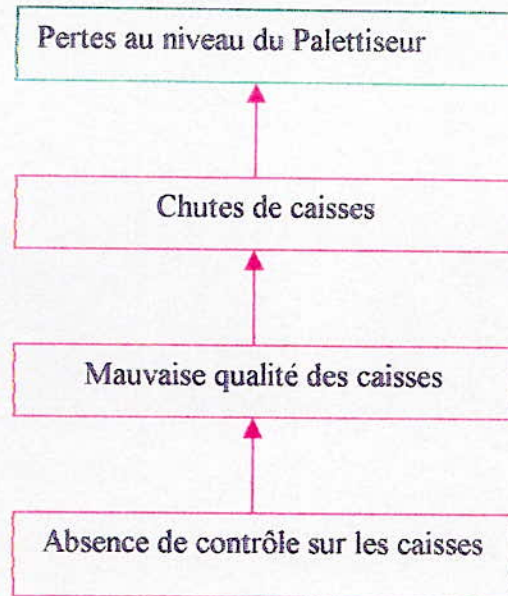


Figure VI.4 – Arborescence des pertes au niveau du Palettiseur

#### VI.4.2.2. choix des causes à traiter :

Nous prendrons les causes du plus bas niveau présent pour chaque source, une exception sera faite pour le début de production qui présente la particularité d'être un compromis entre efficacité et perte :

- Si on récupère le sirop mélangé avec de l'eau on perd du temps dans les réglages du BRIX
- Si on ne veut pas perdre de temps, il faut jeter le premier volume de sirop ce qui est considéré comme causes de perte de matières premières.

Le même choix se pose en fin de chaque cuve de sirop fini, seulement le problème n'est plus l'eau avec le sirop, mais la vitesse avec laquelle le sirop est drainé du fond de la cuve.

Ces pertes feront partie d'un ensemble de pertes dit de « Process. » qui ne seront pas l'objet de notre étude.



Les causes sélectionnées sont :

- Absence de contrôle ou de tri sur les emballages.
- Absence de plan d'échantillonnage pour le contrôle de réception des bouchons.
- Problème de fuites au niveau des joints sous-pression.
- Mauvaises conditions ambiantes.

#### VI.4.3. Analyse des pertes concernant le PET 200cl :

Les causes de premier niveau sont les niveaux hauts ou bas. Cela arrivé comme suit :

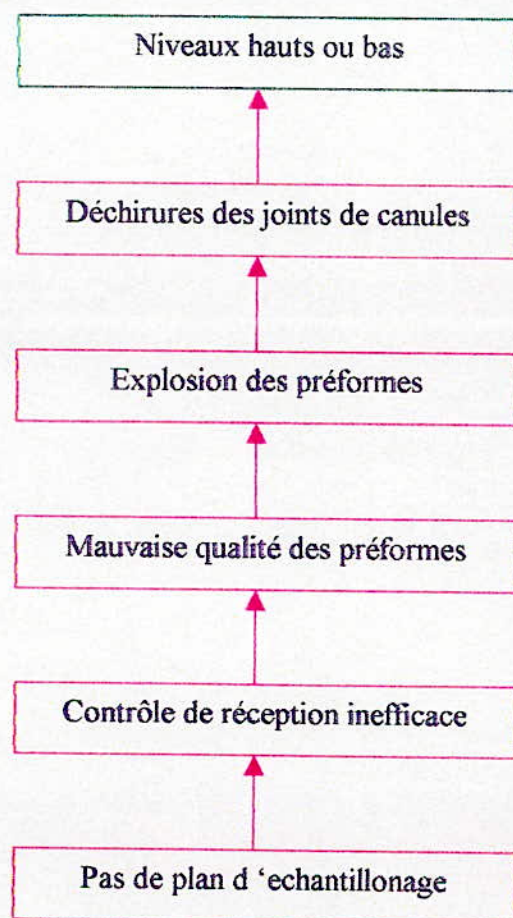


Figure VI.5 – Arborescence des pertes PET200cl

Ces pertes apparaissent plus sur le PET200cl car la pression de soufflage est beaucoup plus importante pour ce dernier que pour le RB100cl.

La cause principale sera ainsi l'absence de plan d'échantillonnage pour le contrôle de réception des préformes.

## **VI.5. Conclusion**

Nous avons déterminé dans ce chapitre les causes de pertes originelles, la suite de notre travail consistera à mettre en place des plans d'actions en vue de remédier à ces situations.

---

**Chapitre  
VII**

---

**SOLUTIONS  
PROPOSEES**

**VII.1 Suggestions et recommandation**

**VI.2 Elaboration d'un progiciel de suivi des pertes (SDPM)**

VII.2.1. Présentation du Progiciel SDPM

VII.2.2. Principales fonctions du progiciel SDPM

VII.2.3. Déroulement du progiciel SDPM

VII.2.4. Prise en main de SDPM



La Direction de l'usine dispose maintenant de tous les éléments permettant la réalisation d'un meilleur rendement de son process.

L'entreprise doit avoir pour objectifs:

- D'entreprendre des actions concernant tous les paramètres qui permettent d'améliorer les performances de ses installations.
- De combler les lacunes concernant le système de suivie de production.
- De mobiliser l'ensemble du personnel vers une démarche d'amélioration qui fait appel à toutes les ressources disponibles.

### **VII.1. Suggestions et recommandations**

Afin de déterminer les actions prioritaires agissant sur les points faibles de la productivité, nos plans d'action seront structurés autour des 5 M ( Matières premières, Machines, Milieu de travail, Main d'œuvre, Méthodes–procédure).

#### **1. Matières premières:**

Selon le tableau [V.8] l'inefficacité due à une mauvaise qualité des inputs est de 2,65%. Elle est aussi à l'origine d'une partie de perte de produits. Nous proposons les solutions suivantes :

- La mise en place de plans d'échantillonnages pour tous les inputs consommables.
- Les inputs récupérables comme les bouteilles, les caisses doivent subir des contrôles de réception stricts lors de leur achat.
- Les caisses réutilisées ainsi que les palettes doivent être triées avant utilisation.
- Le renforcement des mirages de bouteilles en verre.

#### **2. Machines :**

Les arrêts critiques sont dus à des défaillances d'équipements ou aux changements de séries.

### **3. Milieu de travail:**

Il est important que les conditions de base d'utilisation des équipements soient respectées: et donc supprimer toutes les causes de pertes chroniques et de dégradations forcées ( agressions extérieures et non-respect des conditions de normalité)

### **4. Main d'œuvre :**

Améliorer les connaissances et le savoir-faire des opérateurs et des techniciens de maintenance

Faire respecter les procédures de collecte de données afin d'améliorer la fiabilité du suivi de l'efficacité, nous proposons ainsi que les temps d'arrêts soient mesurés à l'aide d'un chronomètre et non calculés.

### **5. Méthodes :**

Prévenir les défaillances naturelles : Tant qu'il existe des causes de dégradations forcées la maintenance préventive est peu efficace et coûteuse. Ce n'est que lorsque les conditions de base seront respectées que le service maintenance pourra mettre en place une organisation permettant de prévenir les défaillances naturelles dues aux phénomènes d'usure, de détecter et de rechercher les améliorations possibles concernant la fiabilité Pour le système de suivi des pertes



## **VII.2. Elaboration d'un progiciel de suivi des pertes matière (SDPM)**

Nous avons identifier dans les chapitres précédents plusieurs lacunes dans le système de suivi de production, notamment au niveau de la collecte des données et de leurs traitements. Le système de suivi des pertes de matières premières se distinguait néanmoins par les insuffisances suivantes :

- Il n'y a pas de calcul des pertes au niveau des éléments du process (contrairement au suivi de l'efficacité)
- Les données concernant les compteurs des lignes ne sont pas traitées.
- Il n'y a pas de contrôle permettant d'évaluer la fiabilité des données concernant les volumes de sirop sortis de la siroperie.
- Les causes de pertes de matières premières ne sont pas déterminées au préalable, les actions ne se font que sur ce qui est visible (fuites apparentes, bouteilles qui ne sont pas bouchés...)

### **VII.2.1 Présentation du progiciel SDPM**

Afin de palier aux points faibles cités si dessus, nous avons élaboré un progiciel opérationnel

Le logiciel SDPM à été programmé en langage Pascal objet avec le logiciel Borland Delphi 5.0 (Construction 5.62) et le tableur Excel 2000 sur une plate-forme Windows98, Pentium Celeron 416 Mhz disposant de 128 Mo de RAM. .

La partie Delphi présente une interface graphique qui s'exécute sous environnement Windows 4 et plus. Elle se compose de 4 modules contenant 1000 lignes de code au total.

La partie Excel se compose de 12 tables représentant les 12 mois de l'année, elle se compose d'une fiche et d'un graphique.

Le progiciel SDPM a été programmé en 5 semaine.

### **VII.2.2. Les Principales fonctions du progiciel SDPM :**

Nous décrivons brièvement les différentes fonctions de SDPM :

#### Evaluation des pertes par section au niveau de la siroperie :

Elle se fait en appliquant les formules élaborées au chapitre VI, les pertes seront ainsi classées selon leurs natures et leurs origines.

Le progiciel permet aussi de vérifier la fiabilité des données en signalant toute anomalie présente sur les différents paramètres communiqués par la siroperie.

#### Evaluation des pertes par section au niveau des lignes d'embouteillage :

Elle est basée sur les différents compteurs présents au niveau de la ligne d'embouteillage et associera les pertes de sirop aux causes relevées dans le chapitre VII.

#### Traitement des Données sur le tableur Excel :

Le progiciel calcul calcule différents paramètres statistiques concernant les pertes et permet de suivre leur évolution sur un graphique.

### **VII.2.3. Déroulement du Progiciel SDPM :**

L'interface graphique est présentée dans les schéma suivant :





Figure VII.1 Progiciel SDPM – Fenêtre Principale

- 1 : Menu Principal comprenant les commandes présentes sur les différents boutons en plus des déplacements vers les deux autres sections
- 2 : Démarrer un nouveau calcul des pertes concernant une journée donnée.
- 3 : Ouvrir le fichier Excel pour voir les calculs précédents.
- 4 : Affiche l'aide de SDPM.
- 5 : Change les paramètres d'après les recommandations PCI.
- 6 : Afficher les paramètres actuellement utilisés.
- 7 : Quitter SDPM.



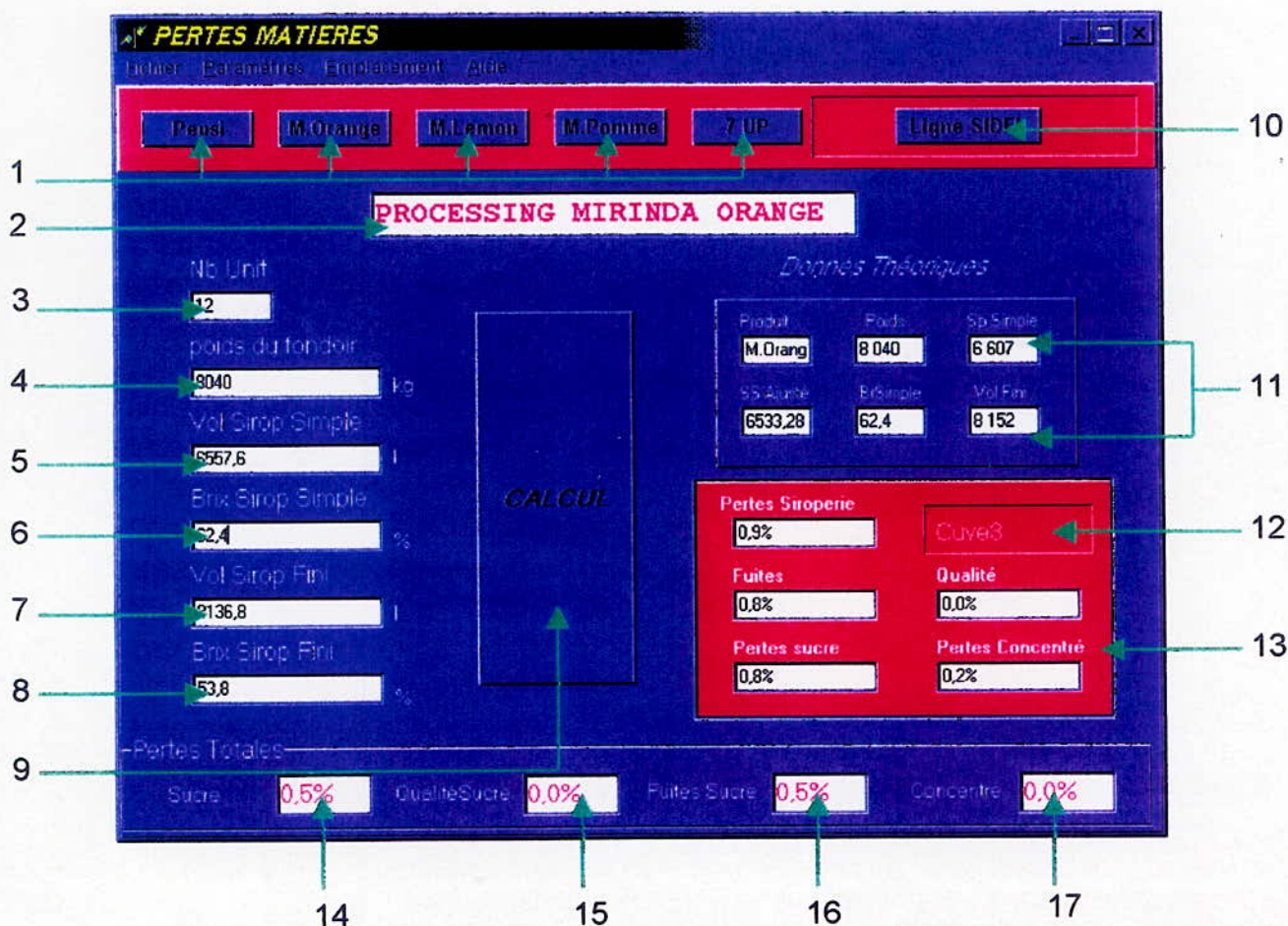


Figure VII.2 Progiciel SDPM – Fenêtre Siroperie

- 1 : Choix du parfum.
- 2 : Affichage du parfum en cours.
- 3 : Nombre d'unité de parfum.
- 4 : Poids du fondoir (affiché sur le tableau synaptique de la siroperie).
- 5 : Volume du sirop simple avant ajustement.
- 6 : Brix du sirop simple avant ajustement.
- 7 : Volume du sirop fini après ajustement.
- 8 : Brix du sirop fini après ajustement (Doit être égal à la cible).
- 9 : Exécution du calcul pour une cuve.
- 10 : Passage à la ligne d'embouteillage.
- 11 : Valeurs théoriques en fonction des données entrées.
- 12 : Nombre de cuve.
- 13 : Pertes concernant la cuve en cours.
- 14 : Total des pertes de sucre.
- 15 : Total des pertes de sucre dues à sa qualité.
- 16 : Total des pertes de sucre dues à des fuites.
- 17 : Total des pertes de concentré.



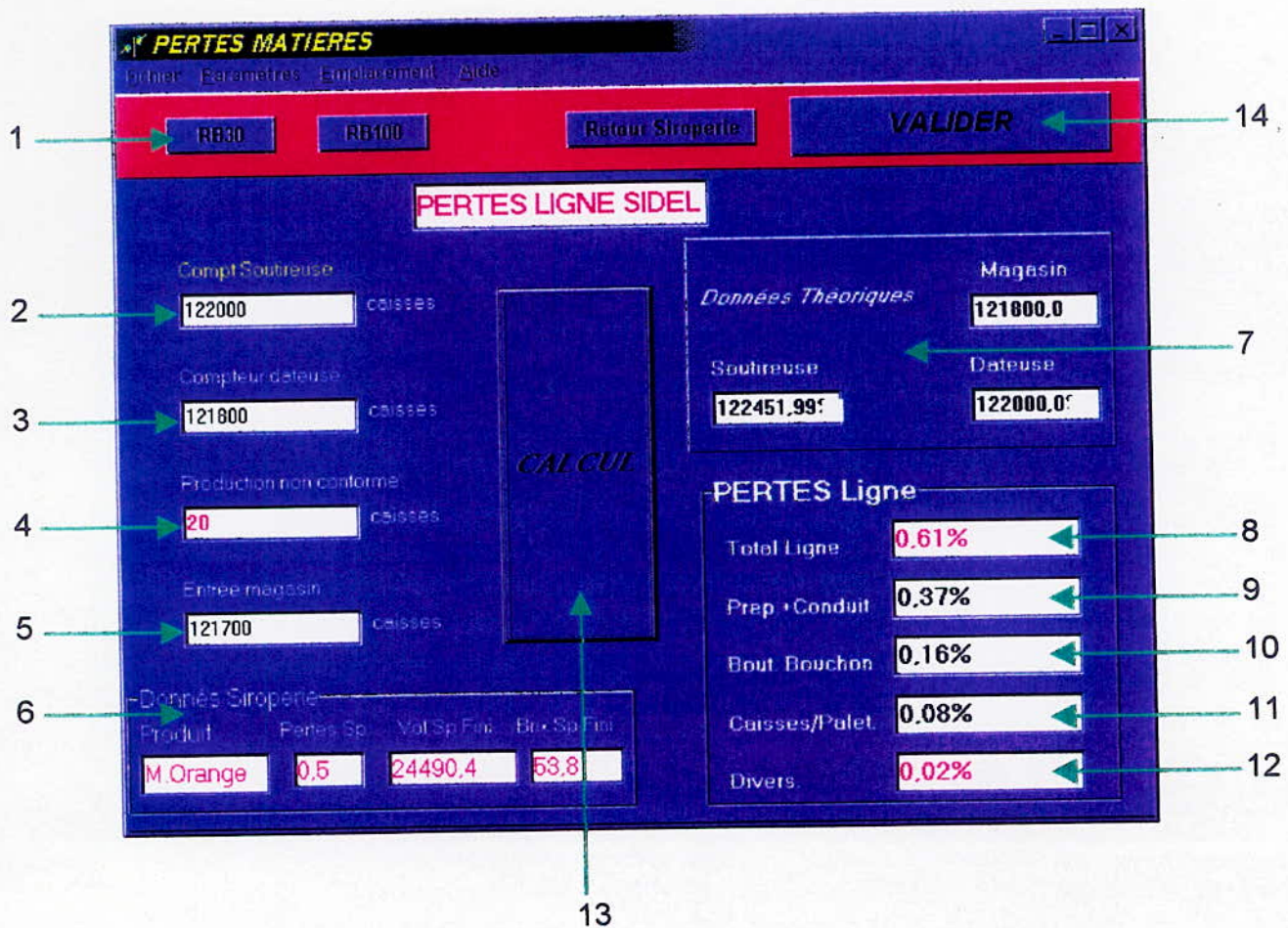


Figure VII.3 Progiciel SDPM – Fenêtre Ligne verre SIDEL

- 1 : Choix du format.
- 2 : Nombre de caisses passées par la soutireuse.
- 3 : Nombre de caisses passées par la dateuse.
- 4 : Nombre de caisses non conformes.
- 5 : Nombre de caisses entrées au magasin de produit fini.
- 6 : Données initiales sur les volumes de sirop et les pertes au niveau de la siroperie.
- 7 : Valeur théorique en fonction des données entrées.
- 8 : Taux de pertes au niveau de la ligne.
- 9 : Pertes causées par des fuites au niveau du mixeur.
- 10 : Pertes causées par la mauvaise qualité des bouteilles ou bouchons.
- 11 : Pertes causées par la mauvaise qualité des caisses ou des palettes.
- 12 : Pertes dues aux produits non conformes.
- 13 : Exécution du calcul des pertes au niveau de la ligne.
- 14 : Sauvegarder les données sur le fichier Excel concernant le mois en cours.



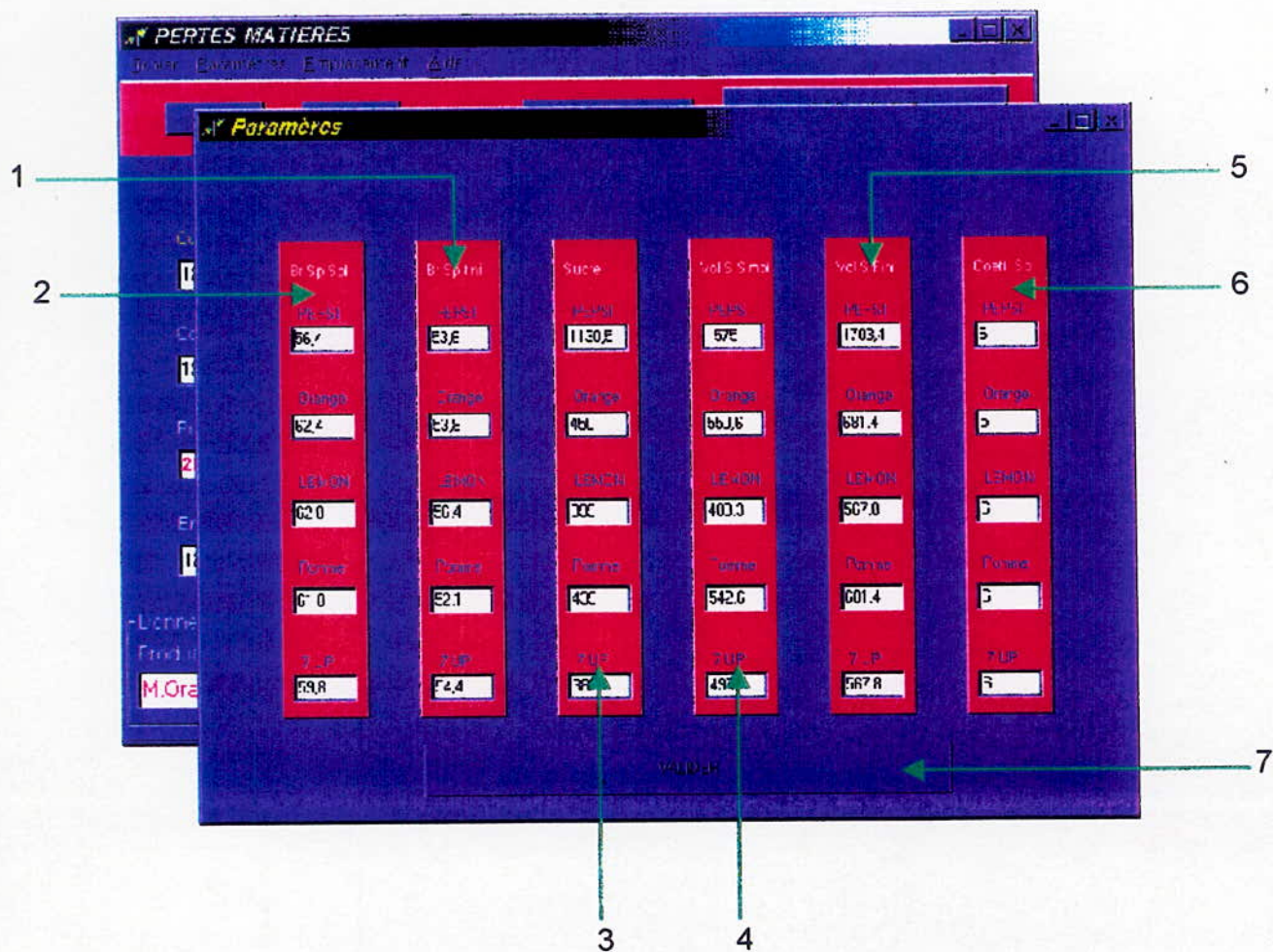


Figure VII.4 Progiciel SDPM – Fenêtre modification des paramètres

- 1 : Modifier la valeur théorique du Brix du sirop simple pour 1 unité de concentré
- 2 : Modifier la valeur théorique du Brix du sirop fini pour 1 unité de concentré
- 3 : Modifier la valeur théorique de la quantité de sucre à ajouter pour 1 unité de concentré
- 4 : Modifier la valeur théorique du volume de sirop simple pour 1 unité de concentré
- 5 : Modifier la valeur théorique du volume de sirop fini pour 1 unité de concentré
- 6 : Modifier le coefficient du volume de produit fini par rapport au volume de sirop fini.
- 7 : Accepter les paramètres modifiés.

### VII.2.3. Prise en main du progiciel SDPM :

Nous allons dans ce qui suit détailler les différentes opérations possible avec SDPM.

#### VII.2.3.1. Nouveau calcul

Les premières valeurs à entrer seront : la journée, le mois et l'année. Elles seront utilisées par la suite pour se positionner sur les cellules du fichier de sortie automatiquement par SDPM.

La fenêtre bascule ensuite sur la section siroperie, les données à entrer seront :

- Le Parfum
- Le nombre d'unité de concentré
- Le poids du fondoir
- Le Brix et volume du sirop simple avant ajustement
- Le Brix et volume du sirop fini après ajustement

(Voir. Schéma VII.2).

En activant le bouton Calcul, on obtient les taux de pertes causés par la qualité du sucre et les fuites de sirop. SPDM calcule aussi les valeurs théoriques relatives au données entrées, il ajuste ainsi le Brix et Calcul le volume de sirop fini théorique.

Cette procédure doit être répétée autant de fois que le nombre de cuves préparées dans la journée. Par la suite, on passe à la fenêtre Ligne SIDEL en appuyant sur le Bouton Ligne. Les données à entrées seront :

- Le Format.
- La somme des données sur les compteur transformées en caisses : au niveau de la soutireuse, de la dateuse et du palettiseur.
- Le nombre de caisses de production non-conforme.

(Voir Schéma VII.3)

Il faut ensuite activer le bouton calcul et sauvegarder les données en appuyant sur valider. Les données sont portées sur le fichier Excel du Mois en cours.



*VII.2.3.2. Consulter les calculs précédents*

En activant le bouton Journée précédente, puis en entrant le mois et l'année, une fenêtre Excel contenant les données souhaitées s'affiche sur l'écran.

*VII.2.3.3. Modifier les paramètres PCI*

Il faut appuyer sur le bouton changer les paramètres, puis modifier les données souhaitée, en appuyant ensuite sur valider, la fenêtre paramètre se referme et les nouvelles données sont opérationnelles.

## CONCLUSION GENERALE

Nous nous sommes intéressés dans cette étude aux problèmes de perte de rendement existant au niveau de l'usine d'embouteillage ABC Pepsi. Les objectifs initiaux étaient d'atteindre un taux d'efficacité supérieur à 85%, un taux de pertes inférieur à 1% et une fiabilité du suivi de l'efficacité supérieure à 99%. Nous avons effectué ainsi, deux diagnostics du système de production : le premier basé sur des observations et des données qualitatives, le deuxième sur des données quantitatives faisant apparaître les indicateurs de performances.

Nous avons commencé notre étude par une description des normes PCI présentées au niveau de l'unité d'embouteillage, où nous avons relevé beaucoup d'anomalies contredisant les consignes PCI. Afin de connaître leur impact sur les indicateurs de performances, nous avons développé deux méthodes d'analyse quantitatives qui nous ont permis d'aboutir aux véritables causes pénalisant le Process.

La partie analyse a conduit à une réévaluation de l'efficacité qui est passée de 75% à 83%, les causes d'une insuffisante fiabilité du système de suivi ont été déterminées.

Un Progiciel SDPM s'intégrant parfaitement au système de suivi actuel a été élaboré dans le but de mettre en place une plate-forme permettant une maîtrise des flux physiques à l'intérieur de l'usine.

Nous rappelons toutefois que pour parvenir à l'élimination complète des pertes de rendement, il est important de garder à l'esprit les deux points suivants :

1. Accroître l'efficacité n'a de sens que si cela permet une réduction des coûts.
2. Rechercher l'efficacité de chacun des opérateurs, de chacune des lignes de production, des opérateurs en tant que groupe et, enfin, de l'ensemble des lignes, c'est-à-dire de la totalité de l'usine. Il faut viser l'efficacité des parties mais aussi celle du tout.

En ce qui concerne les perspectives ; il semble intéressant d'exploiter ce travail dans les directions suivantes :

1. Généraliser cette étude pour toutes les lignes de production afin d'améliorer l'efficacité globale de l'usine ainsi que la diminution des pertes pour chaque niveau du processus.
2. Généraliser la procédure de traitement des données concernant la fiabilité des machines pour les mieux gérer et pour prévoir les pannes et ainsi mieux organiser les opérations de maintenance.



---

# **BIBLIOGRAPHIE**

---



## Bibliographie

[BUF01] « **Le management des ressources de production par la "Total Productive Maintenance"** »

J.BUFFERNE Instructeur certifié par le Japan Institute of Plant Maintenance

[CHA96] : « **Audit opérationnel** »

J.CHARLES Economica 1996 – 418P.24CM

[CHA97] : « **Méthodes de management, le Guide** »

A.CHAUVAIS. Les éditions d'organisation 1997

[CHA98] : « **Techniques d'amélioration continue en production** »

A.CHAPAUCCOUR, 1<sup>ere</sup> édition 1998

[CHO92] « **Systèmes intelligents de management** »

J.M.CHOFRAY Editions NATHAN 1992

[DGI99] « **Dictionnaire des termes de gestion industrielle** »

Paris 1999

[HOH01] « **World Wide Web Hconline®** »

Christian HOHMANN [Http;\multimania.com\hconline\engineer\\_fr.htm](http://multimania.com/hconline/engineer_fr.htm)JUILLET2000

[LAM99] « **Cours de statistiques mathématiques appliquées à l'industrie** »

T.LAMRAOUI. ENP 4<sup>me</sup> Année Génie industriel 1998.

[OHN90] « **L'esprit TOYOTA** »

T.OHNO, Masson, Paris, 1990



[OUA98] « **Cours de Fiabilité et de statistiques** »

M.OUABDESSALEM. ENP 3<sup>me</sup> Année Génie industriel 1998.

[REM98] : « **Diagnostic d'entreprise** »

A.REMON 2<sup>eme</sup> Edition 1998

[ULY00] « **World Wide Web Université de Lyon** »

[HTTP:// qualite.univ-lyon1 .fr/ outils.html](http://qualite.univ-lyon1.fr/outils.html)

[ZWI98] « **Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels complexes** »

G.ZWINGELSTEIN, techniques de l'ingénieur, traité informatique industrielle S825-4 et (décomposition du processus indus) S825-9 et 13.

---

# INDEX

---

- Tables des illustrations
- Glossaire
- Liste des abréviations

## == TABLES DES ILLUSTRATIONS ==

### LISTE DES FIGURES

- Figure I.1 - Organigramme de la direction générale
- Figure I.2 - Organigramme de la direction de l'usine
- Figure II.1 - Procédé de fabrication de la boisson gazeuse « FLUX PHYSIQUES »
- Figure II.2 - Description de l'unité de traitement des eaux
- Figure II.3 - Schéma du processus de traitement de l'eau
- Figure II.4 - Schéma du processus de fabrication du sirop fini
- Figure II.5 - Procédés de mise en emballage «Ligne PET»
- Figure II.6 - Procédés de mise en emballage «Ligne SIDEL verre»
- Figure II.7 - Parc machines des utilités
- Figure III.1 - Schéma des anomalies de fonctionnement au niveau de la siroperie
- Figure III.2- Schéma des anomalies présentes sur la ligne KRONES
- Figure III.3- Schéma des anomalies présentes sur la ligne SIDEL verre
- Figure III.4- Schéma des anomalies présentes sur la ligne PET
- Figure IV.1- Décomposition du TRG
- Figure IV.2- Représentation graphique d'analyse factorielle
- Figure V.1 - Schéma du fonctionnement d'un système de suivi
- Figure VI.1- Axes de l'analyse des pertes de matières premières
- Figure VI.2- Arborescence des pertes au niveau du Pré-mixeur
- Figure VI.3- Arborescence des pertes au niveau de la soutireuse
- Figure VI.4- Arborescence des pertes au niveau du Palettiseur
- Figure VI.5- Arborescence des pertes PET200cl
- Figure VII.1- Progiciel SDPM Fenêtre principale.
- Figure VII.2- Progiciel SDPM Fenêtre siroperie.
- Figure VII.3- Progiciel SDPM Fenêtre Ligne SIDEL.
- Figure VII.4- Progiciel SDPM Fenêtre modification des paramètres.

**LISTE DES GRAPHIQUES**

- Graphique V.1 - Classification ABC des équipements suivant le taux d'inefficacité
- Graphique V.2 - Classification ABC des équipements suivant le taux d'inefficacité
- Graphique V.1 - Evolution annuelle et répartition de l'inefficacité suivant les trois classes de causes
- Graphique V.3 - Classification ABC des équipements internes suivant le taux d'inefficacité
- Graphique V.4 - Classification ABC des causes internes- utilités, procédure et annexes- suivant le taux d'inefficacité
- Graphique V.5 - Evolution annuelle et répartition de l'inefficacité suivant les trois classes de causes
- Graphique V.6 - Caractéristiques générales des trois classes de causes
- Graphique V.7 - Pourcentage MTBF et MTTR des équipements
- Graphique V.8 - Pourcentage MTBF et MTTR des utilités, Procédés et annexes
- Graphique V.9 - Pourcentage MTBF et MTTR des causes externes
- Graphique V.10 - Evolution de la production horaire moyenne par équipe
- Graphique V.11 - Ecart entre temps net et temps utile de production
- Graphique V.12 - Ecart entre Efficacité interne Production et Efficacité interne Temps
- Graphique VI.1 - Classification des matières premières d'après leurs taux de pertes
- Graphique VI.2 - Classification ABC des matières premières d'après leurs taux de pertes
- Graphique VI.3 - Classification ABC des matières premières d'après leurs taux de pertes



**LISTE DES TABLEAUX**

- Tableau II.1 : Décomposition du processus industriel par fonction
- Tableau II.2 : Caractéristiques des trois lignes de production
- Tableau IV.1 : Principales étapes de résolution des problèmes
- Tableau V.1 : Efficacité des trois lignes pour l'année 2000
- Tableau V.2 : Evolution et répartition de l'inefficacité suivant les trois classes de causes
- Tableau V.3 : Comparaison entre la moyenne et l'écart type MTTR pour les trois classes de causes
- Tableau V.4 : Efficacité et caractéristiques de production par équipe
- Tableau V.5 : L'évolution de la cadence de production réelle en (b/h)
- Tableau V.6 : Causes de premier et deuxième niveau d'inefficacité interne
- Tableau V.6 : Causes de premier et deuxième niveau d'inefficacité interne
- Tableau V.7 : Détermination des causes de 1<sup>er</sup>, 2<sup>me</sup>, 3<sup>me</sup>, 4<sup>me</sup> niveau
- Tableau V.8 : Impacte des problèmes de qualité sur l'efficacité de la ligne KRONES
- Tableau V.9 : Erreur de l'efficacité en fonction de l'erreur sur le temps programmé
- Ligne verre (en caisses)
- Tableau VI.1 : Evaluation des pertes de matières premières et classification d'après le taux de pertes
- Tableau VI.2 : Evaluation des pertes de matières premières et classification d'après le coût relatif au prix d'achat.
- Tableau VI.3 : Ecart et pertes en litres de sirop fini (janvier 2001)
- Tableau VI.4 : Correction du tableau VI.14
- Tableau VI.5 : Classification des pertes d'après les lignes de production (janvier 2001)
- Tableau VI.6 : Classification des pertes d'après l'emballage (janvier 2001)
- Tableau VI.7 : Classification des pertes d'après le parfum (janvier 2001)
- Tableau VI.8 : Classification des pertes d'après les lignes de production (février 2001)
- Tableau VI.9 : Classification des pertes d'après les lignes de production (cumul janvier, février 2001)
- Tableau VI.10 : Calcul des pertes sur les différents niveaux de la ligne SIDEL verre

## GLOSSAIRE

### **L'efficacité :**

C'est le rapport entre la quantité de produits conformes réalisés et la quantité de produits que l'on aurait pu produire dans des conditions idéales.

### **Processus:**

C'est l'ensemble des opérations de transformations et les moyens par lesquels s'effectuent ces transformations.

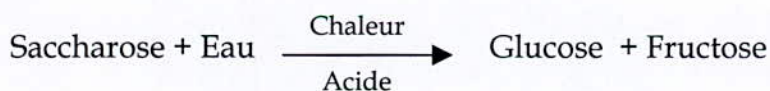
### **Kieselguhr :**

Masse de silice hydratée, très poreuse et absorbante. (Synonyme : célatom)

### **BRIX :**

Le Brix est calculé comme étant le pourcentage en masse du saccharose pur dans une solution et est rapporté en unités de degré Brix

Le Brix peut être mesuré par hydromètre, réfractomètre ou densimètre. Cependant, l'acidité, la température et le temps peuvent causer un changement dans les molécules de saccharose. Le processus de la conversion du saccharose dans le sucre simple en molécules de glucose (dextrose) et du fructose est appelé "inversion". L'inversion résulte de l'augmentation de solides ou le niveau du Brix par 5.26% de non inverti en inverti.



### **BRIX inverti :**

Le but de l'inversion du Brix est de transformer les molécules de saccharose dans l'échantillon en molécules de **glucose et fructose**.

### **Tableau de bord:**

Interface présentant à l'opérateur de conduite, sous une forme ergonomique, un certain nombre d'information sur le système de production 1

**Conduite** (*dispatching, monitoring*):

gestion de la pile de tâches, intégration des contraintes locales, lancement, suivi des produits et de chaque ressource (1)

**Supervision de production:**

Composante de la conduite assurant le suivi de l'état du système de production (productivité, stocks, ...) et la détection des anomalies (1)

**Maintenance de premier niveau** : (norme AFNOR)

Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage d'équipement ou échange d'éléments accessibles en toute sécurité.

**Turbidité** :

mesure des matières en suspension

(1) : Dictionnaire des termes de gestion industrielle, Paris 1991



## Liste des abréviations

**ABC** : Atlas Bottling Corporation  
**AOQ** : *average outgoing quality* qualité moyenne des lots après inspection totale des lots rejetés  
**AQL** : *average quality level* niveau de qualité acceptable  
**b/h** : bouteille/heure  
**bch/bout** : bouchon/bouteille  
**BRIX<sub>r</sub>** : BRIX de sirop simple avant ajustement réel  
**C** : cadence de production  
**Cap/bout** : capsule/bouteille  
**CE** : convoyeur de sortie  
**CS** : convoyeur d'entrée  
**Eff** : efficacité  
**EQ** : équipe  
**Et/bout** : étiquette/bouteille  
**Fard** : fardeau  
**Inef** : inefficacité  
**Int** : intercalaire  
**ICUMSA** : International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis  
**LTPD** : *Lot tolerance percent defective* proportion maximale de déchets tolérée  
**MTTR** : Temps moyen entre deux réparations  
**MTBF** : Temps moyen de bon fonctionnement  
**PCI** : Pepsi Cola International  
**Pde<sub>a</sub>** : Poids de l'eau après ajustement.  
**Pde** : Poids de l'eau.  
**Pde<sub>i</sub>** : Volume d'eau initial.  
**P<sub>F</sub>** : Pertes de sucre et de concentré dues à des fuites.  
**P<sub>QS</sub>** : pertes de sucre et de concentré dues à la qualité du sucre.  
**PdSa** : Poids su sucre après Ajustement.  
**Pds** : Poids du sucre.  
**Pds<sub>r</sub>** : Poids du sucre réel mis dans le fondoir.  
**PET** : Poly-tétra-éthylène  
**pref/bout** : préforme/bouteille  
**Q** : quantité de produit conforme  
**RB** : bouteille récupérable  
**Ta** : Temps d'arrêt total  
**TO** : Temps d'ouverture  
**Tp** : Temps programmé  
**U** : unité  
**Vf<sub>n</sub>** : Cible du Volume de sirop fini  
**Vf<sub>t</sub>** : Volume de sirop fini théorique pour les calculs de la deuxième section.  
**VS<sub>R</sub>** : Volume de sirop simple réel.  
**VS<sub>T</sub>** : Volume de sirop simple théorique.  
**Y** : Temps utile de production  
**Y'** : Temps de production non conforme.

---

# ANNEXES

---

- ANNEXE I : Systèmes de suivi.
- ANNEXE II : Etudes de l'efficacité
- ANNEXE III : Etude des pertes
- ANNEXE IV : Historique de PEPSI COLA® INTERNATIONAL®





Annexe I.1 b : suivi de la préparation du sirop

FICHE DE SUIVI PREPARATION DU SIROP		
Responsable:	Date:	Equipe:
Heure démarrage préparation	Heure fin préparation:	
Parfums: <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	Numéro du lot	Numéro réservoir du stockage
<b>Test</b>	<b>Résultat</b>	<b>Unités de concentré utilisées + Num.Lots</b>
Goût / Odeur / Apparence sucre		
Quantité de sucre sirop simple		
Température de dissolution		
Durée de stockage dans cuve de dissolution		<b>Date et heure Début de remplissage</b>
Quantité de Kieselghur		
Quantité de charbon actif (pour Top)		
Durée de transfert		
Température de transfert		<b>Durée entre fin préparation et début remplissage</b>
Température sirop simple après refroidissement		
Goût / Odeur / Apparence du sirop simple		
Couleur sirop simple		
Turbidité sirop simple		
Brix sirop simple		
Volume sirop simple		
Volume sirop fini		<b>Pertes</b>
Brix sirop fini (frais)		Concentré      %
Brix inventi boisson témoin (juste après préparation du sirop)		Sucre              %
TA boisson témoin (juste après préparation du sirop)		<b>Remarques</b>
Brix frais boisson (juste avant remplissage)		
TA boisson témoin (juste avant le remplissage)		
Signature du responsable:		
Sirop approuvé pour l'utilisation:	OUI / NON	
Reçu et signé par le laboratoire:		







Annexe I.2.b : Suivi des arrêts de la ligne KRONES traité au niveau du contrôle industriel

**SIDEL**

DATE	ARRÊTS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TOTAL
EQUIPE	SOUS EQUIPEMENT															
	Convoyeur Valentin entrée décaussuse															
QUART	Décaussuse															
	Convoyeur Valentin sortie décaussuse															
PRODUCTION	Laveuse de bouteilles															
	Groupe froid Laveuse															
RB 30	Arrivée vapeur															
	Laveuse de brosses															
RB 11	Convoyeur Valentin sortie laveuse															
	Convoyeur entrée égouttoir															
SOUTIÈSE	Soutiruse															
	Capotuse															
RB 30	Prétre															
	Groupe froid prétre															
RB 11	Stroperie															
	Manque d'Eau															
EMBOÛSEUSE	Serrance															
	F. Opération															
RB 30	A. enrichie 1 bar															
	Arrivée CO2															
RB 11	Convoyeur Valentin avant étiqueteuse															
	Étiqueteuse															
RB 30	Détasse															
	Convoyeur Valentin après étiqueteuse															
RB 11	Encaséreuse															
	Convoyeur Valentin de sortie															
BOCALLEUSE	Utilité et arrivée															
	Qualité															
RB 30	Système de vérification															
	Changement de format															
RB 11	Manque d'emballage															
	Manque de casse															
RB 30	Manque de personnel															
	Manque consommables															
RB 11	Distributeur électrique															
	Manque d'électricité															
RB 30	Défaut transport															
	Fin production - Manque Strip															
RB 11	Actes litiges															
	Actes Extérie.															







Annexe I.3.a : Suivi de production de la ligne verre KRONES au niveau du département de production

**A.B.C**

Atlas Bottling Corporation Sarl

ABC PEPSI

Zone Industrielle de Rouiba - Alger (Algérie)

Tel. : (213-2) 81.16.84

Fax : (213-2) 81.19.55



**DIRECTION USINE : DEPARTEMENT PRODUCTION : SERVICE SIROPERIE**

**RAPPORT JOURNALIER DE SUIVI DE L'EFFICACITE  
DE LA PRODUCTIVITE ET DES PERTES**

**LIGNE VERRE KRONES**

Date : 13-02-01

Nom chef de ligne : HOUART

Heure de démarrage : 18:00

Heure d'arrêt : 21:00

Cadence de Calcul : 40.000 b/h pour les formats 30 cc et 24.000 pour les format 100 cc (1)

Production réalisée en caisses physiques : (en caisses de 12 bout. pour le 100 cc et 24 bout pour le 30 cc)

	REALISATIONS EN RB 100 CC	REALISATIONS EN RB 30 CC
PEPSI		
MIRINDA ORANGE		
MIRINDA LEMON	7166	
SEVEN UP		
TOTAL (2)		

Temps programmé : (en heures)

	REALISATIONS EN RB 100 CC	REALISATIONS EN RB 30 CC
PEPSI		
MIRINDA ORANGE		
MIRINDA LEMON	8 heures	
SEVEN UP		
TOTAL (3)		

Efficacité de la ligne :

Objectif visé : 85% (4)

Réalisation 84,7%

Calcul :  $\frac{\text{Cumul des productions réalisées (2) en bout}}{\text{Temps programmé (3) x cadence (1)}}$

Nombre de personnes sur la ligne :

Objectif à atteindre : 12

Réalisation : 10 (5)

Productivité : en caisses par personnes et par heure.

Objectif à atteindre : 141,6 pour le 100 cc

Réalisation : 83,8 (5)

Calcul :  $\frac{\text{Production réalisée (2)}}{\text{Nombre personnes sur ligne (5) x temps programmé (3)}}$

Objectif à atteindre : 118,0 pour le 30 cc

Réalisation : ..... (5)



Annexe I.3.b : Suivi de production de la ligne verre KRONES au niveau du département de production

VOLUME DE SIROP CONSOMMÉ PAR CŪVE EN LITRES :

	Cuve 1	Cuve 2	Cuve 3	Cuve 4	Cuve 5	Cuve 6	Cuve 7	Cuve 8	Cuve 9	Cuve 10	Cuve 11	Cuve 12	Cuve 13	Cuve 14
Pepsi														
Mir O.														
Mir L.											13100			
7UP														

VOLUME CONSOMMÉ PAR PARFUM :

	PEPSI	MIRINDA ORANGE	MIRINDA LEMON	SEVEN UP
Volume en litres			13100	

SITUATION DU COMPTEUR SOUTIREUSE EN BOUTELLES :

	1er heure	2ème heure	3ème heure	4ème heure	5ème heure	6ème heure	7ème heure	8ème heure	9ème heure	10ème heure	Fin Prod.
Prod. réalisée 1	18000	35000	52000	68000	80000	98000	112000	125000	135000	145000	
Prod. théorique 2	24000	48000	72000	96000	120000	144000	168000	192000	216000	240000	
Ecart											
Efficacité 1.2%	75%	72.92%	72.22%	70.83%	66.67%	62.5%	62.5%	62.5%	62.5%	62.5%	

COMMENTAIRES :

- + Perturbation électrique ( [redacted] ) 45'
- + arrêt soudain ( arrêt de grince de Courtes ) 15'
- + perturbation électrique ( [redacted] ) 35'
- + Perturbation électrique ( [redacted] ) 60'
- + arrêt loyère ( [redacted] ) 45'
- + manque pression air principal 8'
- + [redacted] 60'

LE CHEF DE LIGNE	LE CHEF DE DÉPARTEMENT	LE CHEF DE SERVICE SIROPERIE	LE DIRECTEUR DE L'USINE
[Signature]			



## Annexe[II.1]a : Classement des équipements suivant le taux d'inefficacité décroissant

Equipements	Inefficacité	%inefficacité	Cumul
Inspectrice et aligneur	2,9%	13%	13%
Encaisseuse	2,2%	10%	23%
Laveuse bouteille	2,1%	10%	33%
Sanitation	1,6%	7%	40%
Soutireuse	1,4%	6%	46%
Boucheuse	1,2%	6%	52%
Dévisseuse	1,2%	6%	57%
Manque sirop	1,1%	5%	62%
Préparation	1,0%	5%	67%
Capsuleuse	0,8%	4%	71%
Premix	0,7%	3%	74%
Palettiseur	0,7%	3%	77%
Rinçage	0,5%	2%	79%
Dateuse	0,5%	2%	81%
Convoyeur sortie décaisseuse vers dévisseuse	0,4%	2%	83%
Étiqueteuse	0,4%	2%	85%
Décaisseuse	0,4%	2%	87%
Convoyeur sortie laveuse bouteille	0,4%	2%	88%
Convoyeur entrée inspectrice	0,3%	1%	90%
Convoyeur sortie décaisseuse vers laveuse RB30	0,2%	1%	91%
Convoyeur entrée étiqueteuse	0,2%	1%	92%
Convoyeur sortie décaisseuse vers laveuse caisse	0,2%	1%	93%
Manque eau osmosée	0,2%	1%	94%
Laveuse caisse	0,2%	1%	95%
Manque froid	0,2%	1%	95%
Convoyeur sortie étiqueteuse	0,2%	1%	96%
Dépalettiseur	0,2%	1%	97%
Convoyeur entrée palettiseur	0,1%	1%	97%
Convoyeur sortie dévisseuse vers lav	0,1%	1%	98%
Convoyeur sortie Soutireuse	0,1%	0%	98%
Convoyeur entrée décaisseuse	0,1%	0%	99%
Magasin des palettes	0,1%	0%	99%
Manque de vapeur	0,1%	0%	99%
Convoyeur sortie inspectrice	0,1%	0%	99%
Convoyeur sortie laveuse caisse	0,0%	0%	100%
Air comprimé	0,0%	0%	100%
Manque eau adoucie	0,0%	0%	100%
Convoyeur sortie dépalettiseur	0,0%	0%	100%
Convoyeur sortie encaisseuse	0,0%	0%	100%
Convoyeur entrée dépalettiseur	0,0%	0%	100%

## Annexe[II.1]b : Classement des utilités et annexes suivant le taux d'inefficacité décroissant

Utilités et annexes	Inefficacité	% inefficacité	Cumul
Manque d'emballage	2,7%	25%	25%
Manque de cariste	2,1%	20%	45%
FinProduction_Manque Sirop	1,9%	18%	63%
Changement de format	1,7%	16%	79%
Energie électrique	0,9%	9%	88%
Manque de personnel	0,4%	4%	92%
Qualité	0,4%	4%	96%
Système de lubrification convoyeur	0,3%	3%	99%
Retard transport	0,1%	1%	99%
Manque consommable	0,0%	0%	100%



Annexe[II.2]a : *Classement des causes internes -Equipements- suivant le taux d'inefficacité décroissant*

Equipements	Inefficacité	%ineff	Cumul
Inspectrice et aligneur	2,9%	17,0%	17,0%
Encaisseuse	2,2%	12,5%	29,5%
Laveuse bouteille	2,1%	12,3%	41,8%
Soutireuse	1,4%	8,2%	50,0%
Boucheuse	1,2%	7,1%	57,1%
Dévisseuse	1,2%	7,1%	64,2%
Capsuleuse	0,8%	4,6%	68,9%
Premix	0,7%	3,9%	72,8%
Palettiseur	0,7%	3,8%	76,5%
Dateuse	0,5%	2,7%	79,2%
Convoyeur sortie décais vers dévisseuse	0,4%	2,5%	81,8%
Étiqueteuse	0,4%	2,3%	84,1%
Décaisseuse	0,4%	2,3%	86,4%
Convoyeur sortie laveuse	0,4%	2,1%	88,4%
Convoyeur entrée inspectrice	0,3%	1,8%	90,2%
Convoyeur sortie décais vers lav RB30	0,2%	1,4%	91,6%
Convoyeur entrée étiqueteuse	0,2%	1,3%	92,9%
Convoyeur sortie décaiss vers lav caisse	0,2%	1,2%	94,1%
Laveuse caisses	0,2%	1,0%	95,0%
Convoyeur sortie étiqueteuse	0,2%	0,9%	96,0%
Dépalettiseur	0,2%	0,9%	96,9%
Convoyeur entrée palettiseur	0,1%	0,8%	97,7%
Convoyeur sortie dévisseuse vers laveus	0,1%	0,7%	98,4%
Convoyeur sortie Soutireuse	0,1%	0,5%	98,9%
Convoyeur entrée décaisseuse	0,1%	0,4%	99,2%
Convoyeur sortie inspectrice	0,1%	0,3%	99,6%
Convoyeur sortie laveuse caisses	0,0%	0,3%	99,9%
Convoyeur sortie dépalettiseur	0,0%	0,1%	99,9%
Convoyeur sortie encaisseuse	0,0%	0,1%	100,0%
Convoyeur entrée dépalettiseur	0,0%	0,0%	100,0%

Annexe[II.2]b : *Classement des causes internes - Utilités, Procédés et annexes- suivant le taux d'inefficacité décroissant*

Utilités, Procédés et annexes	Inefficacité	%ineff	Cumul
FinProduction_Manque Sirop	1,9%	24,5%	24,5%
Sanitation	1,6%	20,1%	44,5%
Manque sirop	1,1%	13,9%	58,4%
Préparation	1,0%	13,1%	71,6%
Rinçage	0,5%	6,6%	78,1%
Manque de personnel	0,4%	5,6%	83,7%
Qualité	0,4%	4,8%	88,6%
Système de lubrification convoyeur	0,3%	4,4%	93,0%
Manque eau osmosée	0,2%	2,6%	95,6%
Manque froid	0,2%	2,1%	97,7%
Magasin des palettes	0,1%	0,8%	98,5%
Manque de vapeur	0,1%	0,7%	99,2%
Air comprimé	0,0%	0,4%	99,7%
Manque eau adoucie	0,0%	0,2%	99,9%
Manque consommable	0,0%	0,1%	100,0%
Manque CO2	0,0%	0,0%	100,0%
Distributeur électrique Millot	0,0%	0,0%	100,0%

## Annexe[II.2] c : Classement des causes externes suivant le taux d'inefficacité décroissant

Causes externes	Inefficacité	% ineff	Cumul
Manque d'emballage	2,7%	35,9%	35,9%
Manque de cariste	2,1%	28,6%	64,5%
Changement de format	1,7%	22,4%	86,9%
Energie électrique	0,9%	12,3%	99,1%
Retard transport	0,1%	0,9%	100,0%

## Annexe[II.3]a : Indicateurs de maintenabilité et de fiabilité - causes internes-

Causes internes	Temps d'arrêt annuel (mn)	Nombre d'arrêts	MTTR	MTBF	%MTBF
FinProduction Manque Sirop	7351	68	108	5482	1,4%
Convoyeur sortie Soutireuse	300	3	100	126620	33,3%
Manque eau osmosée	775	11	70	34490	9,1%
Sanitation	6023	114	53	3282	0,9%
Premix	2580	53	49	7124	1,9%
Manque sirop	4183	93	45	4043	1,1%
Convoyeur entrée palettiseur	546	13	42	29201	7,7%
Magasin des palettes	231	6	39	63322	16,7%
Rinçage	1976	52	38	7273	1,9%
Préparation	3939	146	27	2577	0,7%
Convoyeur sortie dépalettiseur	50	2	25	190055	50,0%
Manque eau adoucie	75	3	25	126695	33,3%
Manque consommable	25	1	25	380135	100,0%
Manque de personnel	1683	77	22	4915	1,3%
Laveuse caisses	644	28	23	13554	3,6%
Convoyeur sortie laveuse caisses	187	9	21	42219	11,1%
Dateuse	1774	90	20	4204	1,1%
Convoyeur sortie décais vers lav RB30	905	50	18	7585	2,0%
Convoyeur sortie encaisseuse	35	2	18	190063	50,0%
Manque de vapeur	225	13	17	29226	7,7%
Air comprimé	135	8	17	47503	12,5%
Qualité	1450	87	17	4353	1,1%
Laveuse bouteilles	8121	507	16	734	0,2%
Système de lubrification convoyeur	1329	85	16	4457	1,2%
Palettiseur	2489	160	16	2360	0,6%
Convoyeur sortie décais vers lav caisses	780	54	14	7026	1,8%
Dépalettiseur	600	44	14	8626	2,3%
Dévisseuse	4692	348	13	1079	0,3%
Manque froid	639	51	13	7442	2,0%
Convoyeur sortie inspectrice	217	19	11	19997	5,3%
Convoyeur sortie dévisseuse vers lav	488	48	10	7910	2,1%
Convoyeur entre dépalettiseur	10	1	10	380150	100,0%
Étiqueteuse	1544	173	9	2189	0,6%
Convoyeur entrée décaisseuse	232	26	9	14613	3,8%
Convoyeur entrée étiqueteuse	836	96	9	3951	1,0%
Convoyeur entrée inspectrice	1187	143	8	2650	0,7%
Soutireuse	5415	756	7	496	0,1%
Décaisseuse	1502	211	7	1795	0,5%
Convoyeur sortie étiqueteuse	613	103	6	3685	1,0%
Inspectrice et aligneur	11213	2227	5	166	0,0%
Encaisseuse	8240	1758	5	212	0,1%
Convoyeur sortie décais vers dévis	1681	379	4	999	0,3%
Convoyeur sortie laveuse	1362	317	4	1195	0,3%
Capsuleuse	3067	764	4	494	0,1%
Boucheuse	4708	1258	4	298	0,1%



## Annexe[II.3]b : Indicateurs de maintenabilité et de fiabilité -causes externes-

Causes externes	Temps d'arrêt annuel (mn)	Nombre d'arrêts	MTTR	MTBF	%MTBF/TO
Changement de format	6335	32	198	11682	3,1%
Retard transport	245	5	49	75983	20,0%
Manque d'emballage	10154	299	34	1237	0,3%
Energie électrique	3477	119	29	3165	0,8%
Manque de cariste	8099	749	11	497	0,1%

## Annexe[II.4] : Observations des écarts entre temps net et temps utile de production

Observation	Ecart en minutes	Observation	Ecart en minutes	Observation	Ecart en minutes
0	-21	22	3,66	44	86,98
1	-13	23	18,16	45	45,91
2	30	24	9,82	46	48,61
3	-6	25	4,88	47	39,81
4	32	26	1,4	48	1
5	63,06	27	63,17	49	2
6	71,75	28	29,95	50	6
7	1,06	29	56,17	51	1,96
8	3	30	1,36	52	44,072
9	2,89	31	0,62	53	39,162
10	4	32	2,05	54	67,624
11	-19,48	33	1,66	55	83,64
12	-15,31	34	0,92	56	-40,606
13	-27,32	35	1,22	57	92,87
14	-47,31	36	-5,62	55	83,64
15	-41,78	37	-2,26	56	-40,606
16	-84,24	38	-22,17	57	92,87
17	1	39	75,02	56	-40,606
18	1,52	40	0,83	57	92,87
19	2	41	1,22	55	83,64
20	-9,98	42	-0,36	57	92,87
21	2	43	-54,4	55	83,64



## Annexe[II.5] : Comparaison entre Efficacité interne Production et Efficacité interne Temps

Date	N équipe	arrêt total(mn)	arrêt externe(mn)	arrêt interne(mn)	eff interne(tps)	Prod réalisée	NHR	CADENCE	Eff prod	Ecart	Tps Prog (h)	temps net de fonctionnement (mn)	temps utile de fonctionnement (mn)	tps net - tps utile
02-avr	3	772	294	478	58,3%	20665	19,1	40000	64,92%	-6,63%	24	668	744	-76
03-avr	3	747	288	459	60,2%	25830	19,2	24000	67,27%	-7,11%	24	693	775	-82
07-avr	2	317	18	299	68,3%	21342	15,7	24000	67,97%	0,29%	16	643	640	3
08-avr	2	240	108	132	84,5%	24160	14,2	24000	85,07%	-0,56%	16	720	725	-5
09-avr	2	617	378	239	58,9%	11640	9,7	24000	60,00%	-1,07%	16	343	349	-6
10-avr	2	155	72	83	79,7%	10786	6,8	24000	79,31%	0,35%	8	325	324	1
14-avr	2	455	318	137	78,7%	17000	10,7	24000	79,44%	-0,78%	16	505	510	-5
16-avr	1	275	272	3	98,6%	7077	3,5	24000	102,07%	-3,51%	8	205	212	-7
21-avr	1	428	420	8	86,7%	1726	1,0	24000	86,30%	0,37%	8	52	52	0
22-avr	1	103	69	34	91,7%	13560	6,9	24000	98,98%	-7,25%	9	437	407	30
23-avr	1	158	28	130	71,2%	12933	7,5	24000	85,84%	-14,6%	9	382	388	-6
28-avr	2	215	0	215	77,6%	12760	16,0	24000	39,88%	37,73%	10,5	415	383	32
29-avr	2	566	395	171	69,7%	13608	9,4	24000	72,25%	-2,52%	16	394	408	-14
30-avr	1	113	0	113	76,5%	6198	8,0	24000	38,74%	37,72%	8	367	186	181
02-janv	3	374	96	278	73,4%	25437	17,4	24000	73,09%	0,28%	19	766	763	3
03-janv	2	470	121	349	63,6%	20200	16,0	24000	63,19%	0,42%	18	610	606	4
06-janv	3	673	300	373	67,3%	20785	19,0	40000	65,64%	1,64%	24	767	748	19
07-janv	2	356	64	292	67,4%	16780	14,9	40000	67,42%	-0,01%	16	604	604	0
08-janv	2	473	0	473	50,7%	13496	16,0	40000	50,61%	0,12%	16	487	486	1
09-janv	2	487	0	487	49,3%	12991	16,0	40000	48,72%	0,55%	16	473	468	5
10-janv	2	556	169,8	386,2	51,1%	13400	13,2	24000	50,87%	0,25%	16	404	402	2
13-janv	2	306	147	159	80,4%	21678	13,6	24000	79,99%	0,45%	16	654	650	4
14-janv	2	260	79,8	180,2	79,5%	22728	14,7	24000	77,46%	2,06%	16	700	682	18
15-janv	2	341	108	233	72,7%	20306	14,2	24000	71,50%	1,15%	16	619	609	10
16-janv	2	322	0	322	66,5%	21104	16,0	24000	65,95%	0,51%	16	638	633	5
17-janv	1	355	300	55	69,4%	4120	3,0	24000	68,67%	0,78%	8	125	124	1
20-janv	2	329	60	269	70,1%	14632	15,0	40000	58,53%	11,58%	16	631	527	104
21-janv	2	342	120	222	73,6%	13020	14,0	40000	55,80%	17,77%	16	618	469	149
22-janv	1	330	330	0	100,0%	3367	2,5	40000	80,81%	19,19%	8	150	121	29
24-janv	1	67	-375	442	48,3%	11661	14,3	24000	40,92%	7,39%	8	413	350	63
25-janv	1	428	360	68	43,3%	1716	2,0	24000	42,90%	0,43%	8	52	51	1
27-janv	2	245	0	245	74,5%	22835	16,0	24000	71,36%	3,12%	16	715	685	30
28-janv	1	181	120	61	83,1%	9916	6,0	24000	82,63%	0,42%	8	299	297	2
29-janv	2	519	390	129	77,4%	11161	9,5	24000	58,74%	18,63%	16	441	335	106
30-janv	2	355	135	220	75,1%	19775	14,8	24000	67,03%	8,11%	17	665	593	72
03-févr	2	485	73	412	53,6%	14213	14,8	24000	48,07%	5,48%	16	475	426	49
04-févr	1	155	0	155	67,7%	9303	8,0	24000	58,14%	9,56%	8	325	279	46
05-févr	1	405	180	225	25,0%	10398	5,0	24000	103,98%	-79%	13	375	312	63
06-févr	2	639	480	159	66,9%	8877	8,0	24000	55,48%	11,39%	12	81	266	-185
08-févr	1	198	0	198	58,8%	9412	8,0	24000	58,83%	-0,08%	8	282	282	0
10-févr	2	476	278	198	71,0%	13234	11,4	24000	58,21%	12,75%	16	484	397	87
11-févr	2	516	60	456	49,3%	13473	15,0	24000	44,91%	4,42%	16	444	404	40
12-févr	1	154	38	116	73,8%	10846	7,4	24000	73,62%	0,14%	8	326	325	1
13-févr	2	516	405	111	80,0%	8966	9,3	24000	48,46%	31,54%	16	444	269	175
14-févr	2	508	242	266	63,0%	15039	12,0	24000	62,84%	0,12%	16	452	451	1
15-févr	1	343	343	0	100,0%	6526	2,3	24000	142,91%	-42,9%	9	197	196	1
17-févr	1	280	39	241	45,4%	8480	7,4	24000	57,69%	-12,3%	8	200	254	-54



Annexe[II.5] bis : *Comparaison entre Efficacité interne Production et Efficacité interne Temps*

Date	N équipe	arrêt total(mn)	arrêt externe(mn)	arrêt interne(mn)	eff interne(tps)	Prod réalisée	NHR	CADENCE	Eff prod	Ecart	Tps Prog (h)	temps net de fonctionnement (mn)	temps utile de fonctionnement (mn)	tps net - tps utile
18-févr	2	691	300	391	40,8%	10544	11,0	24000	47,93%	-7,17%	16	29	316	-49
20-févr	3	1176	55	1121	19,1%	9539	23,1	24000	20,66%	-1,60%	24	264	286	-22
21-févr	3	772	72	700	48,8%	22342	22,8	24000	49,00%	-0,17%	24	668	670	-2
22-févr	1	274	274	0	100,0%	7054	3,4	24000	102,73%	-2,73%	8	206	212	-6
24-févr	1	175	175	0	100,0%	10126	5,1	24000	99,60%	0,40%	8	305	304	1
25-févr	1	211	191	20	93,1%	8936	4,8	24000	92,76%	0,32%	8	269	268	1
26-févr	1	116	116	0	100,0%	12088	6,1	24000	99,63%	0,37%	8	364	363	1
27-févr	1	149	109	40	89,2%	10978	6,2	24000	88,77%	0,45%	8	331	329	2
28-févr	2	335	252	83	88,3%	20765	11,8	24000	87,99%	0,29%	16	625	623	2



Annexe III.1 a : Rapport Sucre – volume sirop fini – volume produit fini pour une unité de concentré suivant les cinq parfums :

Produit	Sucre (kg)	Volume Sirop fini (l)	Volume Produit fini (l)
PEPSI	1127	1703.4	10220.4
MIRINDA Orange	450	681.4	3407
MIRINDA Lemon	399	567.8	3406.8
MIRINDA Pomme	439	681.4	4088.4
7 UP	382	567.8	3406.8

Annexe III 1 b : Rapport CO<sub>2</sub> – Parfum – Emballages.

Parfum	CO <sub>2</sub> emballage verre (g/l)	CO <sub>2</sub> emballage PET (g/l)
PEPSI	7.2	7.4
Mirinda Orange	5.6	5.8
Mirinda Lemon	6	6.2
Mirinda Pomme		
7 Up	6.2	6.4

Annexe III.2 a: données sur la production réalisée durant le mois de juillet 2001 Ligne PET (en fardeaux)

Emballage	parfum	Production en fardeaux
PET 11	PEPSI	118 779
	MIRINDA ORANGE	118 786
	MIRINDA LEMON	40 106
	7 UP	8 454
	TOTAL	190 861
PET 1.5 1	PEPSI	0
	MIRINDA ORANGE	0
	MIRINDA LEMON	0
	7 UP	0
	TOTAL	0
PET 2 1	PEPSI	61 337
	MIRINDA ORANGE	58 256
	MIRINDA LEMON	14 802
	7 UP	0
	TOTAL	130 504

Annexe III.2 b: Données sur la production réalisée durant le mois de juillet 2001  
Ligne verre (en caisses)

Format	Parfum	Production en caisses
RB30	PEPSI	174 620
	MIRINDA ORANGE	160 578
	MIRINDA LEMON	88 213
	7 UP	59 504
	TOTAL	482 915
RB100	PEPSI	89 509
	MIRINDA ORANGE	60 090
	MIRINDA LEMON	19 958
	7 UP	0
	TOTAL	411 530

Annexe III.3 a: Consommation théorique des matières premières (1<sup>er</sup> groupe)

Matières premières	caisses, fardeaux	bouteilles	volume	coefficient	Unité du coef	Consommation théorique	unité
Sucre PEPSI	-	-	3780090	0,11	kg / l	418 913,37	Kg
Sucre MO	-	-	3289029,6	0,13	kg / l	434 358,98	Kg
Sucre ML	-	-	1292889,6	0,12	kg / l	151 190,62	Kg
Sucre 7UP	-	-	479152,8	0,11	kg / l	53 712,71	Kg
TOTAL SUCRE	-	-				1 058 175,68	Kg
Concentré Pepsi_A	-	-	3780090	0,00009784	U / l	369,8573441	U
Concentré Pepsi_B	-	-	3780090	0,00009784	U / l	369,8573441	U
Concentré Mirinda orange_A	-	-	3289029,6	0,00029351	U / l	965,3741121	U
Concentré Mirinda orange_B	-	-	3289029,6	0,00029351	U / l	965,3741121	U
Concentré Mirinda Lemon_A	-	-	1292889,6	0,00029369	U / l	379,7032599	U
Concentré Mirinda Lemon_B	-	-	1292889,6	0,00029369	U / l	379,7032599	U
Concentré 7UP_A	-	-	479152,8	0,00029353	U / l	140,6460021	U
Concentré 7UP_B	-	-	479152,8	0,00029353	U / l	140,6460021	U
CO2 PEPSI	-	-	3780090	7,2	g / l	27216,648	Kg
CO2 MO	-	-	3289029,6	5,6	g / l	18418,56576	Kg
CO2 ML	-	-	1292889,6	6	g / l	7757,3376	Kg
CO2 7UP	-	-	479152,8	6,2	g / l	2970,74736	Kg
CO2	-	-	-			56363,29872	
Préformes claires 39g	-	1666026	-	1	pref / bout	1666026	préforme
Préformes vertes 47g	-	0	-	1	pref / bout	0	préforme
Préformes vertes 39g	-	50724	-	1	pref / bout	50724	préforme
Préformes claires 54g	-	806370	-	1	pref / bout	806370	préforme
Bouchon PET Pepsi	-	1080696	-	1	Bch / bout	1080696	bouchon
Bouchon PET MO	-	1062252	-	1	Bch / bout	1062252	bouchon
Bouchon PET M L	-	329448	-	1	Bch / bout	329448	bouchon
Bouchon PET 7UP	-	50724	-	1	Bch / bout	50724	bouchon
Bouchon RB Pepsi	-	1074108	-	1	Bch / bout	1074108	bouchon
Bouchon RB MO	-	721080	-	1	Bch / bout	721080	bouchon
Bouchon RB ML	-	239496	-	1	Bch / bout	239496	bouchon
Capsules Pepsi	-	4190880	-	1	Cap / bout	4190880	capsule
Capsules MO	-	3853872	-	1	Cap / bout	3853872	capsule



Annexe III.3 bis b: *Consommation théorique des matières premières (1<sup>er</sup> groupe)*

Matières premières	caisses, fardeaux	bouteilles	volume	coefficient	Unité du coef	Consommation théorique	unité
Capsules ML	-	2117112	-	1	Cap / bout	2117112	capsule
Capsules 7UP	-	1428096	-	1	Cap / bout	1428096	capsule
Etiquette PET 1 l Pepsi	-	712674	-	1	Et / bout	712674	Etiquette
Etiquette PET 1 l MO	-	712716	-	1	Et / bout	712716	Etiquette
Etiquette PET 1 l ML	-	240636	-	1	Et / bout	240636	Etiquette
Etiquette PET 1 l 7UP	-	50724	-	1	Et / bout	50724	Etiquette
Etiquette PET 2 l Pepsi	-	368022	-	1	Et / bout	368022	Etiquette
Etiquette PET 2 l MO	-	349536	-	1	Et / bout	349536	Etiquette
Etiquette PET 2 l ML	-	88812	-	1	Et / bout	88812	Etiquette
Etiquette RB 30 MO	-	3853872	-	1	Et / bout	3853872	Etiquette
Etiquette RB 30 ML	-	2117112	-	1	Et / bout	2117112	Etiquette
Etiquette RB 100 Pepsi	-	1074108	-	1	Et / bout	1074108	Etiquette
Etiquette RB 100 MO	-	721080	-	1	Et / bout	721080	Etiquette
Etiquette RB 100 ML	-	239496	-	1	Et / bout	239496	Etiquette
Colle froide	-	13624644	-	0,033	g / bout	449,61	kg
Colle chaude	-	2 523 120	-	0,03	g / bout	75,69	kg
Film rétractable 1 et 1,5l	190 861	-	-	0,023	kg / fard	4389,803	Kg
Film retractable 2l	130 504	-	-	0,034	kg / fard	4437,136	Kg
Film étirable 1l	320 861	-	-	0,007	kg / fard	6317	Kg

Annexe III.3 b : *Consommation théorique des matières premières (2<sup>me</sup> groupe)*

Matières premières	caisses, fardeaux	Bouteilles	volume	coefficient	Unité du coef	Consommation théorique	Unité
CELATOM	-	-	-	150	kg /mois	150	Kg
Soude caustique	-	-	-	750	kg /mois	750	Kg
RELION	-	13 624 644	-	0,57	g / bout	7766,04708	Kg
ANTI-MOUSSE	-	13 624 644	-	0,03	g / bout	408,73932	Kg
Lubrifiant chaînes	-	-	8841162	0,3	g / litre	2652,3486	Kg
Intercalaires 1l	190 861	-	-	0,033	int / fard	6298,413	Intercalaire
Intercalaires 2l 1,5l	130 504	-	-	0,1	int / fard	13050,4	Intercalaire
Encre dateuse	-	16 147 764	-	0,0003	ml / bout	4,74	L
RF 08587	-	-	-	230	kg /mois	230	Kg
OXONIA	-	-	-	240	kg /mois	240	Kg
Sel en pastilles	-	-	-	6500	kg /mois	6500	Kg
Medosan 10	-	-	-	100	kg /mois	100	Kg

Annexe III.4.a : *Fiche Sortie magasin – retour usine pour les matières premières du Groupe1 :*

Matières premières	Sortie magasin	Retour magasin	Consommation réelle
TOTAL SUCRE	1 110 000	0	1 110 000
Concentré Pepsi A	385	0	385
Concentré Pepsi B	376	0	376
Concentré Mirinda orange A	1 016	0	1 016
Concentré Mirinda orange B	1 062	0	1 062
Concentré Mirinda Lemoni A	394	0	394
Concentré Mirinda Lemoni B	440	0	440
Concentré 7UP A	159	0	159
Concentré 7UP B	144	0	144

Annexe III.4.a : Fiche Sortie magasin – retour usine pour les matières premières du Groupe1 :

Matières premières	Sortie magasin	Retour magasin	Consommation réelle
CO2	95 159	0	95 159
Préformes claires 39g	1 713 984	0	1 713 984
Préformes vertes 39g	68 256	0	68 256
Préformes claires 54g	1 023 000	59 400	963 600
Bouchon PET Pepsi	1 220 000	0	1 220 000
Bouchon PET MO	1 185 000	22 500	1 162 500
Bouchon PET M L	420 000	95 000	325 000
Bouchon PET 7UP	52 500	0	52 500
Bouchon RB Pepsi	834 400	0	834 400
Bouchon RB MO	921 200	190 400	730 800
Bouchon RB ML	246 400	2 800	243 600
Capsules Pepsi	4 470 000	62 000	4 408 000
Capsules MO	4 480 000	40 000	4 440 000
Capsules ML	2 410 000	295 000	2 115 000
Capsules 7UP	1 810 000	20 000	1 790 000
Etiquette PET 1 l Pepsi	727 714	10 350	717 364
Etiquette PET 1 l MO	753 208	0	753 208
Etiquette PET 1 l ML	273 790	33 687	240 103
Etiquette PET 1 l 7UP	49 868	0	49 868
Etiquette PET 2 l Pepsi	502 365	35 396	466 969
Etiquette PET 2 l MO	420 017	88 706	331 311
Etiquette PET 2 l ML	146 769	82 024	64 745
Etiquette RB 30 MO	4 500 000	63 000	4 437 000
Etiquette RB 30 ML	2 259 000	108 000	2 151 000
Etiquette RB 100 Pepsi	850 000	30 000	820 000
Etiquette RB 100 MO	936 000	20 000	916 000
Etiquette RB 100 ML	276 000	40 000	236 000
Colle froide	1 815	0	1 815
Colle chaude	132	0	132
Film rétractable 1 et 1,5l	7 413	53	7 360
Film retractable 2l	6 619	1 054	5 565
Film étirable	2 345	0	2 345

Annexe III.4 b : Fiche Sortie magasin – retour usine pour les matières premières du Groupe2 :

Matières premières	Sortie magasin	Retour magasin	Consommation réelle
CELATOM	180	0	180
Soude caustique	775	0	775
RELION	18 000	0	18 000
ANTI-MOUSSE	140	0	140
Lubrifiant chaînes	6 110	0	6 110
Intercalaires	31 242	0	31 242
Encre dateuse	5	0	5
RF 08587	236	0	236
OXONIA	240	0	240
Sel en pastilles	6 875	0	6 875
Medosan 10	100	0	100



Annexe III.5 b Production réalisée en litres de sirop

	Ligne verre SIDEL				Ligne verre KRONES				Ligne PET			
	Pepsi	Mir Or	Mir Lm	7 UP	Pepsi	Mir Or	Mir Lm	7 UP	Pepsi	Mir Or	Mir Lm	7 UP
01-janv-01												
02-janv-01					51 000				30 720			
03-janv-01		16 280				48 900			3 300		9 080	
04-janv-01												
05-janv-01												
06-janv-01	3 400				25 500				22 100			
07-janv-01		8 160				24 530				16 350	9 080	
08-janv-01	8 500					19 720			5 100			
09-janv-01			7 040			4 750	12 240		3 400	8 176		
10-janv-01			7 900			32 026			19 750			
11-janv-01									5 750			
12-janv-01												
13-janv-01	6 970				35 550	10 350			15 750			
14-janv-01		9 164				38 800			1 250	10 522		8 500
15-janv-01		8 180				16 350	27 560		4 000	13 030		
16-janv-01			9 080			32 700	8 760		30 012	0	10 860	
17-janv-01			9 080		8 500					16 350	7 300	
18-janv-01												
19-janv-01												
20-janv-01	8 500				18 200				13 600			
21-janv-01		11 540			7 300	11 120			8 500	16 644		
22-janv-01				8 516		5 200				4 500	17 020	
23-janv-01			9 080						17 000		4 100	
24-janv-01	8 500					28 270				12 240		4 400
25-janv-01						4 400						
26-janv-01												
27-janv-01	4 816				46 200							
28-janv-01						24 490						
29-janv-01						16 350						
30-janv-01					22 100		18 168					
31-janv-01												



## Annexe III.5 a Consommation du sirop par jour et par équipe

	Ligne verre SIDEL				Ligne verre KRONES				Ligne PET			
	Pepsi	Mir Or	Mir Lm	7 UP	Pepsi	Mir Or	Mir Lm	7 UP	Pepsi	Mir Or	Mir Lm	7 UP
01-janv-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-janv-01	0	135	0	0	50 874	0	0	29 120	0	0	0	0
03-janv-01	0	15 900	0	0	48 480	0	0	3 648	0	9 055	0	0
04-janv-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-janv-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-janv-01	3 176	0	0	0	24 944	0	0	21 450	0	84	0	0
07-janv-01	0	7 836	0	0	0	24 163	0	265	16 457	8 919	0	0
08-janv-01	8 369	0	0	0	0	19 434	0	4 650	0	0	0	0
09-janv-01	0	0	6 827	0	0	4 692	11 680	2 933	7 623	0	0	0
10-janv-01	0	0	7 744	0	0	32 160	0	19 867	78	0	0	0
11-janv-01	0	0	0	0	0	0	0	6 078	0	0	0	0
12-janv-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-janv-01	6 581	0	0	0	35 188	9 802	0	15 703	0	149	0	0
14-janv-01	0	8 787	0	0	0	54 547	0	1 516	9 900	0	8 280	0
15-janv-01	0	7 855	0	0	0	16 214	27 100	3 680	13 499	0	0	0
16-janv-01	0	0	9 002	0	0	40 282	8 640	29 604	0	9 600	0	0
17-janv-01	0	0	8 815	0	8 240	0	0	459	16 126	7 742	0	0
18-janv-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19-janv-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-janv-01	8 092	0	0	0	17 558	0	0	12 300	0	0	0	0
21-janv-01	0	11 177	0	0	6 660	10 757	0	8 860	15 840	0	0	0
22-janv-01	0	0	0	8 468	0	4 848	0	269	5 104	17 095	0	0
23-janv-01	0	0	8 914	0	0	0	0	16 729	0	0	3 300	0
24-janv-01	8 195	0	0	0	0	27 986	0	0	12 199	0	4 802	0
25-janv-01	0	0	0	0	0	4 118	0	0	0	0	0	0
26-janv-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27-janv-01	4 602	0	0	0	45 670	0	0	0	0	0	0	0
28-janv-01	0	0	0	0	0	23 798	0	0	0	0	0	0
29-janv-01	0	0	0	0	0	16 072	0	0	0	0	0	0
30-janv-01	0	0	0	0	21 848	0	17 702	0	0	0	0	0

## Annexe III.7 a : Evaluation des consommations réelles (Ligne PET)

Mois :	PET 100 cl				PET 150 cl				PET 200 cl			
Janv-01	Pepsi	Mir. O	Mir. L	7UP	Pepsi	Mir. O	Mir. L	7UP	Pepsi	Mir. O	Mir. L	7UP
01-janv-01									30 720			
02-janv-01			9 080						3 300			
03-janv-01												
04-janv-01												
05-janv-01	22 100		0									
06-janv-01	0	16 350	9 080									
07-janv-01					5 100							
08-janv-01					3 400	8 176						
09-janv-01	19 620	0							130			
10-janv-01	5 750											
11-janv-01												
12-janv-01	15 750		0									
13-janv-01	1 250	10 522		8 500								
14-janv-01		13 030							4 000			
15-janv-01									30 012		10 860	
16-janv-01		16 262			0	88					7 300	
17-janv-01												
18-janv-01												
19-janv-01	13 600											
20-janv-01	8 500	16 644										
21-janv-01	0	4 500	16 916								104	
22-janv-01	17 000			4 100								
23-janv-01		12 240		4 400								
24-janv-01												
25-janv-01												
26-janv-01												
27-janv-01												
28-janv-01												
29-janv-01												
30-janv-01												
Somme	103 570	89 548	35 076	17 000	8 500	8 264	0	0	68 162	0	18 264	0



Annexe III.6 b : Consommation théorique en litres de sirop  
(Lignes SIDEL verre et KRONES) :

Mois :	RB 30 cl / SIDEL verre				RB 30 cl / KRONES				RB 100 cl / KRONES			
	Pepsi	7 up	Mir. O	Mir. L	Pepsi	7 up	Mir. O	Mir. L	Pepsi	7 up	Mir. O	Mir. L
01-janv-01			135		0	0	0	0	50 874	0	0	0
02-janv-01			15 900		0	0	0	0	0	0	48 480	0
03-janv-01					0	0	0	0	0	0	0	0
04-janv-01					0	0	0	0	0	0	0	0
05-janv-01	3 176				24 944	0	0	0	0	0	0	0
06-janv-01			7 836		0	0	24 163	0	0	0	0	0
07-janv-01	8 369				0	0	19 434	0	0	0	0	0
08-janv-01				6 827	0	0	4 692	11 680	0	0	0	0
09-janv-01				7 744	0	0	0	0	0	0	32 160	0
10-janv-01					0	0	0	0	0	0	0	0
11-janv-01					0	0	0	0	0	0	0	0
12-janv-01	6 581				0	0	0	0	35 188	0	9 802	0
13-janv-01			8 787		0	0	0	0	0	0		0
14-janv-01			7 855		0	0	0	0	0	0	16 214	27 100
15-janv-01				9 002	0	0	0	0	0	0		8 640
16-janv-01				8 815	0	0	0	0	8 240	0	0	0
17-janv-01					0	0	0	0	0	0	0	0
18-janv-01					0	0	0	0	0	0	0	0
19-janv-01	8 092				17 558	0	0	0	0	0	0	0
20-janv-01			11 177		6 660	0	10 757	0	0	0	0	0
21-janv-01		8 468			0	0	4 848	0	0	0	0	0
22-janv-01				8 914	0	0	0	0	0	0	0	0
23-janv-01	8 195				0	0	0	0	0	0	27 986	0
24-janv-01					0	0	0	0	0	0	4 118	0
25-janv-01					0	0	0	0	0	0	0	0
26-janv-01	4 602				0	0	0	0	45 670	0	0	0
27-janv-01					0	0	0	0	0	0	23 798	0
28-janv-01					0	0	16 072	0	0	0	0	0
29-janv-01					0	0	0	0	21 848	0	0	17 702
30-janv-01					0	0	0	0	0	0	0	0
Somme	39 014	8 468	51 692	41 302	49 163	0	79 966	11 680	161 820	0	162 559	53 442

## Annexe III.6 a : Consommation théorique en litres de sirop (Ligne PET) :

Mois :	PET 100 cl				PET 150 cl				PET 200 cl			
	Pepsi	Mir. O	Mir. L	7UP	Pepsi	Mir. O	Mir. L	7UP	Pepsi	Mir. O	Mir. L	7UP
janv-01												
01-janv-01									29 120			
02-janv-01			9 055						3 648			
03-janv-01												
04-janv-01												
05-janv-01	21 450		84									
06-janv-01	265	16 457	8 919									
07-janv-01					4 650							
08-janv-01					2 933	7 623						
09-janv-01	19 737	78							130			
10-janv-01	6 078											
11-janv-01												
12-janv-01	15 703		149									
13-janv-01	1 516	9 900		8 280								
14-janv-01		13 499							3 680			
15-janv-01									29 604		9 600	
16-janv-01		16 038			459	88					7 742	
17-janv-01												
18-janv-01												
19-janv-01	12 300											
20-janv-01	8 860	15 840										
21-janv-01	269	5 104	16 991								104	
22-janv-01	16 729			3 300								
23-janv-01		12 199		4 802								
24-janv-01												
25-janv-01												
26-janv-01												
27-janv-01												
28-janv-01												
29-janv-01												
30-janv-01												
Somme	102 907	89 114	35 198	16 382	8 042	7 711	0	0	66 182	0	17 446	0



Annexe III.7 b : Calcul et évaluation des consommations réelles  
(Lignes SIDEL verre et KRONES)

Mois :	RB 30 cl / SIDEL verre				RB 30 cl / KRONES				RB 100 cl / KRONES			
	Pepsi	7 up	Mir. O	Mir. L	Pepsi	7 up	Mir. O	Mir. L	Pepsi	7 up	Mir. O	Mir. L
01-janv-01			0						51 000			
02-janv-01			16 280								48 900	
03-janv-01												
04-janv-01												
05-janv-01	3 400				25 500							
06-janv-01			8 160				24 530					
07-janv-01	8 500						19 720					
08-janv-01				7 040			4 750	12 240				
09-janv-01				7 900							32 026	
10-janv-01												
11-janv-01												
12-janv-01	6 970								35 550		10 350	
13-janv-01			9 164								38 800	
14-janv-01			8 180								16 350	27 560
15-janv-01				9 080							32 700	8 760
16-janv-01				9 080					8 500			
17-janv-01												
18-janv-01												
19-janv-01	8 500				18 200							
20-janv-01			11 540		7 300		11 120					
21-janv-01		8 516					5 200					
22-janv-01				9 080								
23-janv-01	8 500										28 270	
24-janv-01											4 400	
25-janv-01												
26-janv-01	4 816								46 200			
27-janv-01											24 490	
28-janv-01							16 350					
29-janv-01									22 100			18 168
30-janv-01												
Somme	40 686	8 516	53 324	42 180	51 000	0	81 670	12 240	163 350	0	236 286	54 488

## Historique de PEPSI



1898



1905



1906



1940



1950



1962



1973



1991-1992



aujourd'hui

L'histoire de Pepsi-Cola débute à New Bern en Caroline de Nord, chez un pharmacien nommé Caled Bradham. Le rêve de ce dernier, est de créer une boisson rafraîchissante, qui, à la fois, facilite la digestion et donne du tonus. Mais une boisson différente des autres qui ne présenterait ni impuretés, ni narcotiques.

C'est en 1898, que l'objectif de ce pharmacien est atteint. Caled Bradham arrive sur le marché en proposant sa fontaine de Pepsi-Cola. L'origine de ce nom se décompose ainsi :

PEPSI : Nom dérivé de la Pepsine, ingrédient qui facilite la digestion. Il faut cependant noter qu'il n'y a pas de pepsine dans le pepsi-cola.

COLA : nom dérivé du Kola Nut, ingrédient indispensable pour les colas.

Au début Bradham proposait son invention uniquement dans la petite ville de New Bern.

Puis en 1902, la demande augmentant considérablement, Bradham décide d'ouvrir plusieurs succursales ; Les premières publicités de Pepsi apparaissent en 1902 dans le « New Bern Weekly Journal ». Les ventes augmentent de plus en plus, en 1902 : 7570 litres vendus et en 1903 : 30283 litres vendus.

De 1914 jusque dans les années 1920, ( 1<sup>ère</sup> guerre mondiale), la compagnie a connu de nombreuses difficultés causées par la variation continue du prix du sucre. Le coût de revient du produit étant trop cher, les ventes de Pepsi-Cola chutaient et l'entreprise n'était plus rentable .

En Mai 1923, Pepsi fait faillite. Alors, la société recherche de nouveaux actionnaires prêts à apporter des capitaux neufs. Le 15 Juin 1923 , une fusion entre la Craven Holding Corporation et la Dominion Beverage Compagny



donne naissance à la Pepsi-Cola Corporation.

Jusqu'à présent, les clients étaient contraints de rapporter leur bouteille pour se réapprovisionner en Pepsi.

*Et en Juillet 1929*, Pepsi lance sa première bouteille en verre standard de 17 cl, sur laquelle était inscrit le logotype de Pepsi.

*23 Juillet 1931*, Charles Guth entre en jeu et intègre la nouvelle compagnie Pepsi en temps que président. Guth est également responsable de la firm Loft.

Guth est convaincu, comme l'était Caled Bradham, que le Pepsi-cola peut devenir le numéro un mondial des boissons à base de cola, et notamment devancer Coca-Cola. Il décide alors d'ouvrir à New-York une Pepsi-Cola Compagny, qui assure la production et la distribution de la boisson, en utilisant la marque et la formule de Pepsi.

*Puis, le 26 septembre 1931*, la guerre des colas est déclarée, par l'arrivée surprise des petites bouteilles de Pepsi sur de nombreux circuits de distribution. Mais Coca ne se laisse pas faire : il fait une pétition à Delaware contre Pepsi. Coca-Cola ne veut pas que le produit concurrent Pepsi-Cola soit vendu en produit de remplacement à l'insu du consommateur.

*En Mars 1934*, Guth met sur un marché test : Baltimore et Maryland, sa nouvelle innovation : la grande bouteille de Pepsi de 35 cl. Des résultats concluant se sont vite fait sentir. En effet, *en Mai 1934* : 1000 bouteilles sont vendues par jour. En voyant ce succès grandissant, Guth décide de franchisé des magasins Pepsi- Cola à travers les Etats Unis.

*Puis le 22 Octobre 1935* : les problèmes arrivent : la société Loft est rachetée, et le nouveau responsable, en examinant la comptabilité, se rend compte qu'il manque de l'argent. Immédiatement, les comptes de Guth sont examinés. En effet ce dernier avait prit 30.000 dollars de la société Loft pour financer une partie des innovations qu'il avait lancé au sein de Pepsi. Malgré ce regrettable incident, Pepsi-Cola continue à prospérer.

*En 1938* : 180 millions de bouteilles sont vendues. Et c'est en 1938 également que Guth est forcé de laisser sa place et quitter la compagnie. On peut



cependant noter que depuis la naissance de Pepsi-Cola, ce fut grâce à Guth que l'entreprise a réellement fait du profit.

*En Juillet 1939*, Walter S. Mack Jr devient le Président de la société. Depuis l'innovation de Guth : la bouteille 35 cl, les ventes de Pepsi n'ont jamais cessé de monter en flèche. Pour garder cette position très confortable et même l'améliorer, Mack a misé sur le Marketing de Pepsi, qui n'était pas encore vraiment utilisé. Pour les campagne de publicité, Mack délègue cela aux agences de publicité et de communication (alors que jusqu'à présent c'était les directeurs de Pepsi qui réalisaient la publicité).

Ainsi il utilisa le « Skywritting » : l'avion qui passe dans les airs en tirant une banderole « DRINK PEPSI-COLA » .

*En 1939*, Mack voulait créer une publicité qui séduirait toute la famille. Ainsi il utilisa les dessins animés tels que : Popeye. Il créa également un petit jingle de 15 secondes.

*En 1940*, il met sur le marché la nouvelle bouteille : Pepsi-Cola écrit autour du cou et du corps et Pepsi-Cola gravé sur le verre comme pour représenter les bras.

Voyant la réussite de Pepsi, *en 1938*, Coke attaque en justice Pepsi-cola pour qu'il ne porte plus ce nom. Coca-Cola affirme que Pepsi avait copié le nom cola. Après plusieurs mois de procès, la cour suprême canadienne a statué que les 2 firmes pouvaient utiliser le nom Cola qui était un dérivé de l'ingrédient Kola Nut.

Ensuite arrive la seconde guerre mondiale qui déstabilise à nouveau le marché du sucre, et fait évoluer son prix. Pepsi-Cola qui a déjà connu cette situation prévoie des réserves, ce qui lui permettra de dépasser cette guerre sans trop en subire les conséquences.

La guerre finie, l'inflation était haute, et si Pepsi continuait à vendre 5 cents la bouteille, il aurait perdu beaucoup d'argent. C'est pourquoi, *en 1949*, Mack inventa la bouteille 23 cl et la canette 35 cl.

*Fin 1949*, Steele devient le nouveau président de Pepsi.



En 1950, Pepsi débute une campagne publicitaire à la télévision : « The Fay Emerson Show », puis à la radio : « The Phil Reagan Armed Services Show » et enfin dans la presse : « Life », « Look » ...

Steele favorisa également la communication entre franchisés et franchiseur.

En effet il fit réaliser des contrôles de qualité de la boisson dans chaque magasin. Steele était toujours en quête d'amélioration du produit.

De plus, pour satisfaire pleinement la demande, il adopta une stratégie proposant 2 bouteilles :

- 1 bouteille de 35 cl vendue dans tous les magasins représentant Pepsi,
- 1 canette de 23 cl vendue par distributeur automatique dans tous les cinémas, théâtres...

Pour promouvoir ces machines, Steele proposa des facilités de paiement et plus particulièrement pour les stations services qu'il appréciait particulièrement.

En 1953 Pepsi lance le PEPSI DIET boisson de la nouvelle génération avec moins de sucre.

Le 18 Juillet 1955, lors de l'ouverture du premier Disneyland en Amérique, Pepsi était présent et distribuait sa boisson.

Pour améliorer davantage son image, Pepsi a sponsorisé de nombreux évènements tels que : en 1957 le dessin animé Cendrillon, en 1958 pour la Miss America...



En 1958, Pepsi élargi sa gamme en proposant : des bouteilles de 76 cl, 19 cl, 35 cl, et 23 cl. Ainsi il agrandi également son assortiment en lançant « Teem » une boisson rafraîchissante au citron.

En 1963, Kendall devient le nouveau président de la Pepsi Co.

---

Le 10 Janvier 1965, Pepsi-cola fusionne avec Frito Lay le numero un des chips.

En 1973, Kendall lance la 1<sup>ère</sup> bouteille de 2 l.

En 1977, rachat de Pizza Hut.

1983, Roger Enrico devient président de Pepsi . En 1984, Pepsi sponsorise pour quelques millions de dollars la tournée de Michaël Jackson : « Victory Tour » .

Puis en 1985 c'est au tour de Lionel Richie pour sa tournée : « Black Party ».

En Avril 1985, Coca-Cola organise une conférence de presse pour annoncer que pour les 100 ans de la firme

Coke avait réactualisé et légèrement changé le goût du coca. Pepsi c'est alors servi de cette phrase pour annoncer, sur le New York Time et d'autres journaux, que la guerre des colas était fini et que Pepsi avait gagné puisque Coca avait modifié le goût de son produit. Cela signifiait que Pepsi avait meilleur goût.

En 1984, lancement de « SLICE » jus à base de citron.

1984, Pepsi est consommé dans l'espace.

1987, Pepsi rachète Kentucky Fried Chicken.

Septembre 1991, le logo et l'emballage de Pepsi et Pepsi diet change avec le « Globe ».

1993, Pepsi introduit Pepsi Max.