

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane MIRA de Bejaia
Faculté de Science de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires

Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Contrôle de
Qualité et Analyses



Thème

**Etude de quelques paramètres
physicochimiques au cours du procédé de
raffinage de sucre à l'unité CEVITAL
«Etude d'un critère de qualité, couleur»**

Proposé par :

M. DJOUDI Ahmed
M. DJERROUD Khaled

Membres du jury :

President : M^r. BOUKHALFA.
Promoteur : M^r. MADANI K .
Examinatrices : M^{me} GHUEMGHAR.
M^{me} IKHENACHE.

Année 2012-2013

REMERCIEMENTS

Nous remercions Dieu, le tout puissant pour nous avoir donné la foi qui nous a guidé jusqu'à la réalisation et l'aboutissement de ce projet.

Nous exprimons notre respect et notre gratitude à M^r MADANI-K, pour avoir accepté de nous encadrer et pour avoir suivi notre travail.

Notre travail a été réalisé au laboratoire d'analyse physicochimique de la raffinerie de sucre au niveau du complexe CEVITAL.

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude et notre respect aux responsables du laboratoire M^r REHAL .N et M^{lle} S. Charchour, et toutes les équipes du laboratoire d'analyse. Nous attachons une importance particulière à remercier :

Mr Boukhalfa.F pour avoir accepté de présider le jury de la soutenance ;

Mme Ghuemghar.H et Mme Ikhenache.F pour nous avoir fait l'honneur de juger ce travail en tant qu'examinatrices.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont participées de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicaces

C e travail achève avec l'aide de Dieu, le tout puissant ;

Est dédiée à tous personnes que j'aime :

A mes très chers parents, qui se sont sacrifié pour m'offrir un climat idéal de travail, qui n'ont jamais cessé de me témoigner leur affection et de m'apporter leurs soutient depuis toujours. Et leurs encouragement, consentis dans le soucie de ma réussite.

Mes très chère grand- parents qui sont dignes

De ma gratitude et mon estime.

A mes frères Djamel et Sofiane et toute ma famille

Mes très chère sœurs ; Nora et ses enfants (Moumouh , Narimane et Manel, son mari Karim, qui je souhaite une belle vie .

Nacera et sa petite Aya, son mari Redouane, qui je souhaite une belle vie.

Ma grande mère Fatima.

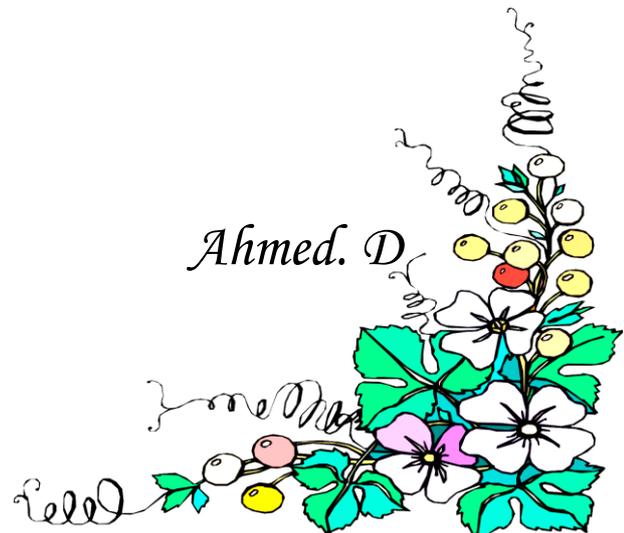
Mes très chères tantes et mes oncles et leurs familles.

Mon très cher ami Khaled et sa famille.

Mes très chères amies en particuliers, Mehdià, Lynda H, Lynda A, Siham M, Siham H, Sonia, Nora.

A tous mes collègues de la promotion

5^{ème} année CQA.





Dédicaces

Ce travail achève avec l'aide de Dieu, le tout puissant ;

Est dédiée à tous personnes que j'aime :

A mes très chers parents, qui se sont sacrifié pour m'offrir un climat idéal de travail, qui n'ont jamais cessé de me témoigner leur affection et de m'apporter leurs soutient depuis toujours. Et leurs encouragement, consentis dans le soucie de ma réussite.

Mes très chère grand- parents qui sont dignes

De ma gratitude et mon estime.

A mes frères Massi et Saïd et

Mes très chère sœurs ; Dalïssia, nora et Lydia

Mes deux petites nièces Manel et lyna.

Mes très chères tantes et mes oncles et toutes leurs familles

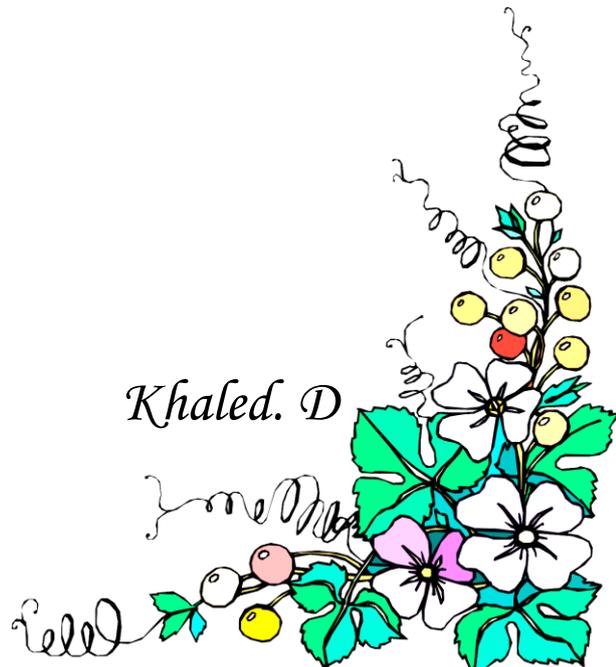
Mon très cher ami Ahmed et sa famille.

Mes très chères amies en particuliers, Lynda H, Lynda A, Siham M, Siham H, Sonia, Nora, Amine, Nassim, et tous les autres.

A tous mes collègues de la promotion

5^{ème} année CQA.

Khaled. D



Liste des Abréviations

AOAC: Association of Official Analytical Chemists;

ALC : Alcalinité;

BP:basse pureté;

CaCO₃: Carbonate de calcium.

CEE : Communauté Economique Européenne ;

CO₂ : Dioxyde de carbone

CV : Coefficient de variation ;

DG : Direction Général

E : Eau ;

EP : Egout Pauvre ;

ER : Egout Riche;

FAO: Food and Agricultural organization;

HP: haute pureté;

ICUMSA: international Commission For Unification méthodes For Sugar Analysis;

J.O.R.A: Journal officiel de la République Algérienne;

LS : Liqueur standard ;

M : Masse ;

mE : masse d'Eau ;

mMS : masse de la Matière Sèche ;

mNS : masse des nom sucres ;

moy : moyenne.

mS : masse de sucre ;

MS : matière sèche ;

NS : Non Sucre ;

OM : Ouverture Moyenne ;

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PDAH : Produits de Dégradation Alcaline des Hexoses ;

PDG : Président Directeur Général ;

QE : Quantité d'Eau ;

QS : Quantité de Sucre ;

SR : sirop de fonte ;

SC : Sirop Concentré ;

SD : Sirop Décoloré;

SF : Sirop Filtré ;

S : Sucres ;

S Roux : Sucre Roux ;

TD : taux de décoloration

UI : Unité ICUMSA.

Table des Matières

Table des Matières	i
Liste des Figures	iv
Liste des Tableaux	v
Introduction Générale	1
Partie Théorique	2
Chapitre I : Généralités sur la Canne à Sucre	2
Canne à sucre	2
I.2. Sucre roux	2
I.2.1. Définition	2
I.3. Saccharose	3
I.3.1. Définition	3
I.3.2. Propriétés physicochimique du saccharose :	3
I.3.2.1. Aspect	3
I.3.2.2. Granulométrie	3
I.3.2.3. Solubilité	4
I.3.2.4. Température de fusion	4
I.4- Notion générale sur la chimie sucrière	5
I.4.1. Brix	5
I.4.2. Solubilité	5
I.4.3. Polarisation	5
I.4.4. Saturation :	6
I.4.5. Pureté	6
I.4.6. Densité	7
I.4.7. Non sucres	7
Chapitre II : Technologies de Raffinage du Sucre Roux de Cannes	8
II.1. Section 1 : Affinage et Refonte	8
II.1.1. Affinage	8
II.1.2. Refonte	8
II.2. Section 2 : Épuration Calco-Carbonique	9
II.3. Section 3 : Filtration	11
II.4 Section 4 : Décoloration	11
II.5. Section 5 : Concentration	11
II.6 Section 6 : Cristallisation	12
a) Cristallisation Haut Produit (HP)	12
b) Cristallisation Bas produit (BP)	13

II.7. Section 7 : Séchage et maturation _____	13
II.8-Section 8 : Stockage et conditionnement _____	13
Chapitre III : La Décoloration _____	16
III.1. Principe _____	16
III.2. Principaux colorants présents dans le sucre de canne _____	16
i. Colorants naturels _____	17
ii. Mélanines _____	17
iii. Mélanoïdines _____	17
iv. Produits de la dégradation alcaline des hexoses (PDAH) : _____	17
III.3. Procédé de la décoloration _____	18
III.3.1. Présentations de la section décoloration _____	18
III.3.2. Les étapes de la décoloration au cours d'un cycle _____	19
III.3.3. Facteurs intervenant dans la décoloration _____	19
III.4. Résine échangeuse d'ion _____	20
III.4.1. Mécanismes d'action de la résine _____	20
III.4.2. Régénération de la résine _____	20
III.4.3. Dépollution acide de la résine _____	21
III.4.4. Couplage de la décoloration et de la nanofiltration _____	21
Chapitre IV : Normes et Qualité _____	22
IV.1. Critères de qualité du sucre blanc _____	22
IV.1.1. Aspect _____	22
IV.1.2. Aspect microbiologique _____	22
IV.1.3. Coloration en solution _____	23
IV.1.4. Teneur en cendres _____	23
IV.2. Couleur critère d'évaluation de la qualité _____	23
IV.3. Classification des sucres selon les différents textes réglementaires _____	23
Partie Pratique _____	27
Chapitre V : Matériels et Méthodes _____	25
V.1. Prélèvement des échantillons _____	25
V.2. Mesure de la couleur du magma(M) et des sirops (SR, SF, SD1, SD2, SC, LS1, LS2, LS3, LSA). Méthode ICUMSA GS 1/3-7 (2002) _____	26
V.3. Mesure de °Brix _____	26
V.4. Mesure de la pureté _____	27
V.5. Évaluation de la qualité du sucre blanc. _____	27
V.5.1. Polarisation du sucre blanc _____	27
V.5.2. Dosage des sucres réducteurs _____	28
V.5.3. Détermination des cendres conductimétriques _____	28
V.5.4. Mesure de la couleur _____	29
V.5.5. Détermination du taux de l'humidité _____	30

V.6. Une analyse statistique _____	30
Chapitre VI : Résultat et Discussion _____	32
VI.1. Evolution de la Moyenne de la couleur durant le processus de raffinage du sucre roux _	32
VI.2. Analyse des résidus _____	33
VI.3. Evolution de la pureté durant le processus de raffinage du sucre _____	34
VI.4 : Analyse des résidus _____	35
VI.5: Evolution du °Brix durant le processus de raffinage du sucre _____	35
VI.6. Analyse des résidus _____	36
VI.7. Analyse de corrélation _____	36
VI.8. Taux de décoloration de sirops (SD1) et (SD2) _____	37
VI.9. Etude de la conformité du sucre blanc de CEVITAL _____	38
Conclusion Générale _____	40
Références Bibliographiques _____	44
Annexes _____	49

Liste des Figures

Figure I. 1 : Structure moléculaire du saccharose (Decloux, 2001).....	3
Figure II. 1 : L'organisation de l'atelier d'épuration calco-carbonique du complexe industriel CEVITAL (ANONYME 3, 2002).....	10
Figure II. 2 : Atelier de cristallisation (Decloux, 2003).....	12
Figure II. 3 : Schéma simplifié du procédé de raffinage de sucre roux au niveau de CEVITAL.....	15
Figure III. 1 : Schéma simplifié de la section Décoloration au sein du complexe CEVITAL (Applexion, 2006).....	18
Figure III. 2 : Mise en œuvre d'un cycle d'une colonne de décoloration	19
Figure III. 3 : Principe du traitement des effluents par nanofiltration (Lameloise L. et Decloux M., 2007).....	21

Liste des Figures insérées dans l'Annexe

Figure I : Organigramme du Complexe Cevital.....	42
Figure II : Schéma de la régénération des colonnes de décoloration au niveau du complexe CEVITAL (Theoleyre et al., 1999).	42
Figure III : Schéma illustrant le fonctionnement d'un filtre à presse	42
Figure IV : Fonctionnement d'un filtre à bougies (Putsch, 2010).....	43
Figure V : Schéma de cycle de cristallisation des hauts produits (HP) à CEVITAL	44
Figure VI : Schéma de cycle des bas produits (BP) à CEVITAL	45

Liste des Tableaux

Tableau II. 1 : Principales réactions de transformation de la chaux (Burzawa, 1999).	10
Tableau IV. 1 : Critères de classification du sucre blanc selon les différentes réglementations	24
Tableau V. 1 : Échantillons prélevés des différentes sections et leurs paramètres étudiés	25
Tableau VI. 1 : Résultats d'analyses physico-chimiques pour la conformité du sucre blanc de CEVITAL, suivie durant 15 jours.....	39

Liste des Tableaux insérées dans l'Annexe

Tableau I : Table de correction pour la polarisation de sucre blanc	49
Tableau II : Table de correction pour la teneur en sucre réducteur de sucre blanc.	50
Tableau III : Présente les différents colorants qui présents dans le sucre.	51
Tableau IV : Représente les différentes calculs faite sur le paramètre couleur.	52
Tableau V : Représente les différentes calculs faite sur le paramètre pureté.	52
Tableau VI : Représente les différentes calculs faite sur le paramètre °Brix.	53
Tableau VII : Résultats du paramètre couleur du sirop décoloré dans la section décoloration.	53
Tableau VIII : Liste des matériels et solutions utilisés.	54
Tableau IX : Résultats d'analyse de corrélation entre les paramètres mesurés.	56

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'industrie du sucre de canne est considérée comme un secteur mûr reposant sur les principes de base développés au XIX^{ème} siècle. Cette industrie éprouve des changements, y compris des développements technologiques. L'économie d'énergie a toujours été un point clé dans l'avancement de la technologie (Arzate , 2005).

La technologie sucrière de canne, compte parmi les industries agroalimentaires les plus anciennement connues et les plus répandues dans le monde. La recherche technologique sucrière s'est surtout orientée vers la réduction des pertes en sucre (Belhamri, 2005).

A l'heure actuelle, l'industrie sucrière est confrontée à des contraintes à la fois économiques et environnementales. Les recherches entreprises en vue de l'amélioration de la qualité et de la couleur du sucre, mais à des prix de revient les plus bas possibles sont devenues des critères très importants dans l'industrie et le marché du sucre. Cette situation a amené les sucriers à chercher les voies et les moyens d'augmenter le rendement de l'extraction du saccharose et d'accélérer le développement économique sans pour autant nuire à l'environnement (Belhamri , 2005).

L'objectif de la raffinerie du sucre CEVITAL est d'assurer l'obtention d'un produit fini de bonne qualité. Pour y parvenir, il est nécessaire de maintenir le bon fonctionnement du process de raffinage du sucre en assurant notamment sa stabilité. Cette dernière dépend de plusieurs paramètres devant être continuellement contrôlés

Notre étude s'inscrit dans le cadre de l'évaluation du procédé de raffinage du sucre roux de canne et de vérifier la repense de trois paramètres physico-chimique à savoir, la couleur, le °Brix et la pureté, aux exigences de la norme et leurs variations au cours des étapes de raffinage au niveau du complexe «CEVITAL» et d'apprécier le rôle de la décoloration sur la stabilité du sucre blanc.

PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE I

GENERALITES SUR LA CANNE A SUCRE

CHAPITRE I

GENERALITES SUR LA CANNE A SUCRE

Canne à sucre

La canne à sucre et le miel furent longtemps les seules sources de sucre de l'humanité.

De nos jours, plus de cent pays cultivent la canne à sucre sur 130000 km². Les vingt premiers ont récolté 1199 millions de tonnes en 2004, soit 91% de la production totale mondiale (1317 millions de tonnes). Les plus gros producteurs sont le Brésil, l'Inde et la Chine, contribuant respectivement pour 31%, 19% et 7% de la production totale mondiale. À l'heure actuelle, la canne à sucre fournit environ 74% de la production mondiale de sucre (**Arzate, 2005**).

La canne à sucre« *Saccharum officinarum* » est une plante graminée principalement cultivée dans les régions tropicales et subtropicales (**Bonie, 2004**).

I.2. Sucre roux

I.2.1. Définition

Le sucre roux est extrait directement du jus de la canne à sucre pressée, filtré et concentré. C'est un sucre complet auquel on a plus ou moins enlevé la mélasse par centrifugation. Le sucre est ensuite séché et refroidi afin d'optimiser sa conservation. Les morceaux sont obtenus par moulage d'un sucre cristallisé humidifié à chaud, suivi d'un séchage qui soude les cristaux entre eux (**Arzate, 2005**).

Il caractérise par des cristaux de saccharose recouverts d'une pellicule de mélasse de canne (**Codex Stan 212, 1999**).

Le sucre roux de canne est constitué de 94 à 98,5% de saccharose, il comprend également diverse impuretés (**Decloux et al, 1999**).

Au niveau des raffineries de sucre, le sucre roux constitue la matière première qui va subir plusieurs étapes de transformation pour aboutir à un produit final qui est le sucre blanc, commercialisable **(Mathlouthi et Barbara, 2001)**.

I.3. Saccharose

I.3.1. Définition

Le sucre, ou saccharose, est une molécule organique composée de carbone (C), d'hydrogène (H) et d'oxygène (O).

Elle est constituée d'une molécule de fructose et d'une molécule de glucose liées entre elles par un pont glycosidique (1→2). Sa formule chimique brute est $C_{12}H_{22}O_{11}$, avec une masse molaire de 342,30 g/mol. Son nom officiel selon la nomenclature internationale est le α -D-glucopyranosyl-(1→2)- β -D-fructofuranoside. **(Belhamri, 2005)**

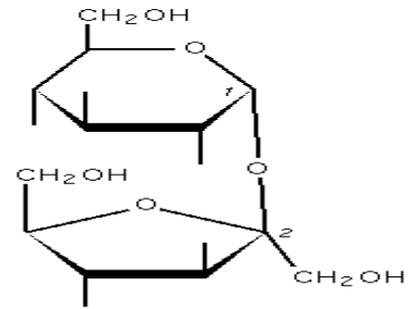


Figure I. 1 : Structure moléculaire du saccharose **(Decloux, 2001)**.

I.3.2. Propriétés physicochimique du saccharose :

I.3.2.1. Aspect

Le sucre de commerce se présente sous la forme d'une matière cristalline blanche et brillante (prismes rhomboïdaux) qui n'est pas hygroscopique. Il est inodore et de saveur caractéristique **(Doucet, 1992)**.

I.3.2.2. Granulométrie

Le sucre se présente sous différentes formes granulométriques, chacune adaptée aux multiples besoins des industries utilisatrices.

La granulométrie est exprimée au moyen de deux chiffres : l'ouverture moyenne qui caractérise la dimension moyenne des cristaux (OM) et le coefficient de variation (CV) qui caractérise la dispersion des cristaux autour de cette valeur moyenne **(Doucet, 1992)**.

1.3.2.3. Solubilité

La solubilité du sucre dans l'eau et d'autant plus que la température de celle-ci est plus élevée : à température ambiante (20°C) la solubilité est de 67g pour 33g d'eau ou pour 100g de solution (**Doucet, 1992**).

En règle générale, le saccharose est nettement moins soluble dans les solvants non aqueux qu'en solution aqueuse. En outre, il n'est pas soluble dans les solvants apolaires. Il n'est pratiquement pas soluble dans l'alcool pur (**Doucet, 1992 ; Bubnik et Kadlec, 1995**).

1.3.2.4. Température de fusion

Chauffé lentement à sec, le sucre commence à fondre vers 160°C puis se transforme en caramel avant de brûler vers 190°C, en donnant un résidu de « charbon de sucre » (**Doucet, 1992**).

1.3.2.5. Pouvoir rotatoire

Le saccharose présente un pouvoir rotatoire +66,5° (**Kouadri, 2006**). Cette propriété fondamentale est utilisée pour la détermination de la pureté du sucre et de la teneur en saccharose des solutions de sucre dans l'eau (**Doucet, 1992**).

1.3.2.6. Inversion

L'hydrolyse du saccharose, donne naissance à un produit constitué équimoléculairement de glucose et de fructose (ou lévulose) : « le sucre inverti ». Industriellement le sucre inverti est obtenu par l'action de la chaleur sur une solution de saccharose en présence d'un catalyseur (acide tartrique ou citrique) ou encore par l'action d'une enzyme spécifique : l'invertase.

Grâce à la présence du fructose, le sucre inverti est un inhibiteur efficace de la cristallisation du saccharose et également un rétenteur d'eau (**Dilmi-Boras, 1998**).

1.3.2.7 Activité de l'eau (aw)

Le saccharose se caractérise par une propriété importante qu'est sa capacité d'hydratation. Cette caractéristique affecte l'activité de l'eau (aw) de la solution ou du produit dans lequel le saccharose est présent. L'apparence et la texture du produit, la

sensation du produit dans la bouche et le temps de conservation du produit est ainsi affectée. (Arzate , 2005).

I.4- Notion générale sur la chimie sucrière

I.4.1.Brix

Lorsqu'on chauffe une solution, on aura l'évaporation totale de l'eau (E). Il reste ce qu'on appelle « matières sèches (MS) ». Une solution est donc composée de matière sèche et de l'eau. (Anonyme II, 2005).

$$\text{Brix} = \frac{\text{Quantité de matière sèche (g)} \times 100}{\text{Quantité de Solution (g)}} (\%)$$

I.4.2. Solubilité

Le saccharose doit sa grande solubilité dans l'eau à sa structure spécifique.

Elle s'obtient en divisant la quantité (Q) de sucre dissout par la quantité (Q') d'eau dans laquelle elle a été dissoute selon la formule suivante (AFISUC, 2002)

$$\text{La solubilité} = \frac{Q \text{ sucre dissout (g)}}{Q' \text{ d'eau (g)}}$$

I.4.3. Polarisation

Une solution de sucre est composée de matières sèches et d'eau. Ces matières sèches contiennent des sucres et des non sucres. D'où :

$$MS = S + NS$$

$$\text{Quantité de solution} = (MS) + m(NS) + m(E)$$

Avec : (MS) : matières sèches ; m (E) : masse d'eau ; (S) : Sucres ; (NS) : non sucres.

La teneur en sucre d'une solution (polarisation) est le rapport entre la quantité de sucre contenue dans la solution et la quantité de solution. Elle est généralement exprimée en pourcentage par la formule suivante :

$$\text{La teneur en sucre} = \frac{\text{Quantité de sucre (g)} \times 100}{\text{Quantité de solution (g)}} (\%)$$

La polarisation peut être mesurée grâce à un polarimètre thermostaté à 20°C. (AFISUC, 2002).

I.4.4. Saturation :

Une solution de sucre est dite saturée à une température donnée lorsque, mise en présence de cristaux de sucre, ces derniers ne se dissolvent plus et ne grossissent plus. En dessous de cette concentration en sucre, la solution est dite sous-saturée, les cristaux peuvent encore se dissoudre. On peut dépasser la limite de solubilité soit en refroidissant la solution, soit en éliminant l'eau par évaporation

$$\text{Saturation} = \frac{\text{Masse maximum de sucre dissout (mS)}}{\text{Masse d'eau (mE)}}$$

I.4.5. Pureté

La pureté définit la quantité de sucre contenue dans la matière sèche. Elle est généralement exprimée en pourcentage (Rachedi, 2002).

$$\text{La pureté} = \frac{\text{Quantité de sucre (g)} \times 100}{\text{Quantité de la matière sèche (g)}} (\%)$$

Du fait que la pureté est le rapport entre la quantité de sucre et la quantité de matières sèches, la dilution ou la concentration d'une solution est sans effet sur sa pureté. Ainsi, un jus avant évaporation et le sirop correspondant ont la même pureté (AFISUC, 2002).

I.4.6. Densité

La densité a été mesurée à 15°C par PLATO dès 1901 et la valeur obtenue ($d=1587,9\text{kg/m}^3$) est toujours valable pour une utilisation pratique (**Mathlouthi et Reiser, 1995**).

I.4.7. Non sucres

Les non sucres sont constitués de cendres et de matière organique, si l'on procède à l'évaporation totale de l'eau, il ne reste que la matière sèche, c'est-à-dire :

$$\text{MS} = \text{S} + \text{NS} = \text{S} + \text{matière organique} + \text{cendres}$$

Si l'on continue à chauffer, le sucre et les matières organiques se consomment à 128° C et l'ensemble donne du caramel. À 600° C le sucre et les matières organiques ont complètement disparue, il ne reste que les cendres (**AFISUC, 2002**).

CHAPITRE II

TECHNOLOGIES DE RAFFINAGE DU SUCRE ROUX DE CANNE

CHAPITRE II

TECHNOLOGIES DE RAFFINAGE DU SUCRE ROUX DE CANNE

La raffinerie est une industrie complémentaire de la sucrerie, elle traite des sucres roux de canne, des sucres bruts de betterave et des sirops de sucrerie.

Le but du raffinage est d'éliminer les impuretés (sels minéraux, matières organiques) que contient le jus sucré (sucre roux + eau) pour arriver à un sucre commercial titrant plus de 99% de saccharose. **(Romain et al, 2007)**.

Le raffinage du sucre au niveau de la raffinerie de CEVITAL comporte huit sections à savoir :

II.1. Section 1 : Affinage et Refonte

II.1.1. Affinage

Affinage ou empattage est une opération qui consiste à un malaxage de sucre roux avec un sirop chaud légèrement sous saturé donnant un produit appelé magma d'affinage d'un °Brix variant de 80 et 85% **(Decloux et al, 1999)**.

Cette étape a pour objectif de permettre à la couche superficielle des cristaux (la plus impure) de se dissoudre **(Mathlouthi et Barbara, 2004)**.

Environ 50% des colorants sont éliminés pendant l'affinage **(Neill, 2004)**.

Au niveau de CEVITAL, cette étape a été temporairement supprimée vu que le sucre roux importé a une couleur relativement inférieure, pouvant atteindre 800UI.

II.1.2. Refonte

Le sucre affiné passe dans des turbines d'affinage pour être débarrassé des impuretés et matières colorantes sur la surface des cristaux, puis fondu dans un fondoir avec de l'eau sucrée et chaude à 850°C pour atteindre un °Brix de 70%, formant « un sirop de refonte » **(Rachedi, 2002)**.

Le sirop de refonte obtenu est acheminé vers le bac de contact avant de subir une épuration par chaulage et carbonatation **(Assadi, 2007)**.

II.2. Section 2 : Épuration Calco-Carbonique

Dans la majorité des raffineries, on utilise le procédé calco-carbonique qui est le procédé le plus économique pour une usine de grande capacité.

Le sirop de refonte est traité par une solution de chaux (lait de chaux), qui a pour but d'éliminer par décantations et filtration les impuretés dissoutes ou en suspension dans le sirop.

Cette chaux est ensuite saturée au moyenne de dioxyde de carbone (CO_2) (**Decloux, 2002**).

La combinaison de la chaux et de dioxyde de carbone conduit à la formation d'un précipité de carbonate de calcium (CaCO_3) qui piège les substances non sucres.

▪ Préparation de lait de chaux

Le lait de chaux est constitué d'un mélange de chaux industrielle et du petit jus provenant de la filtration

On utilise le petit jus car la chaux se dissout plus facilement dans une eau sucrée afin d'augmenter sa solubilité et de minimiser la quantité d'eau dans le procès. Le mélange est homogénéisé et agité afin d'éviter la décantation de la chaux (**Rachedi, 2002**).

▪ Chaulage

Le sirop de refonte est chauffé à une température de 80 à 90 °C dans un échangeur de chaleur et mélangé avec le lait de chaux pour obtenir un jus chaulé qui sera mélangé avec le gaz carbonique (**Belhamri, 2005**).

Le chaulage assure les réactions de dégradation, coagulation, floculation et la précipitation et apporte une charge suffisante de chaux qui carbonatée, servira de support de filtration (**Burzawa, 1999**).

▪ Carbonatation

Le jus obtenu après diffusion contient une grande quantité de sucre, mais également des impuretés, la carbonatation provoque d'une part à la précipitation de la chaux sous forme de carbonate de calcium (CaCO_3), support d'adsorption des impuretés et d'autre part, elle permet de neutraliser le milieu (**Belhamri, 2005**).

Le mélange (jus chaulé, CO_2) s'effectue dans les chaudières de carbonatation, il s'agit de faire barboter le dioxyde de carbone dans le sirop afin d'avoir la meilleur efficacité de réaction. Le point optimum de carbonatation est obtenu pour un ph de 11.10 à 11.20 et une alcalinité de 5.5 g CaO/l et la température varie de 80 à 82 °C (**Decloux, 2002**).

i. Première carbonatation :

La première carbonatation sert à précipiter la chaux en excès dans le jus sous forme de CaCO_3 , sur les cristaux de carbonate naissants s'adsorbent les impuretés et plus particulièrement les colorants provenant de la décomposition de sucre invertis produit de dégradation alcaline des hexoses (PDAH).

Pratiquement, le jus chaulé est réchauffé puis barboté au CO_2 selon la réaction : **(Mathlouthi et barbara, 2001)** $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

ii. Deuxième carbonatation :

La deuxième carbonatation a pour rôle d'éliminer le maximum de calcium encore en solution dans les sirops de la première carbonatation **(Burzawa, 1999)**. La réaction se résume comme suite :



Préparation de lait de chaux	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + 159 \text{ KCal}$ Lait de chaux
Chaulage	Saccharose + lait de chaux \rightarrow saccharate de chaux
1ère et 2ème carbonations	Saccharate de chaux + $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{saccharose} + \text{H}_2\text{O} + 276 \text{ Kcal}$

Tableau II. 1 : Principales réactions de transformation de la chaux **(Burzawa, 1999)**.

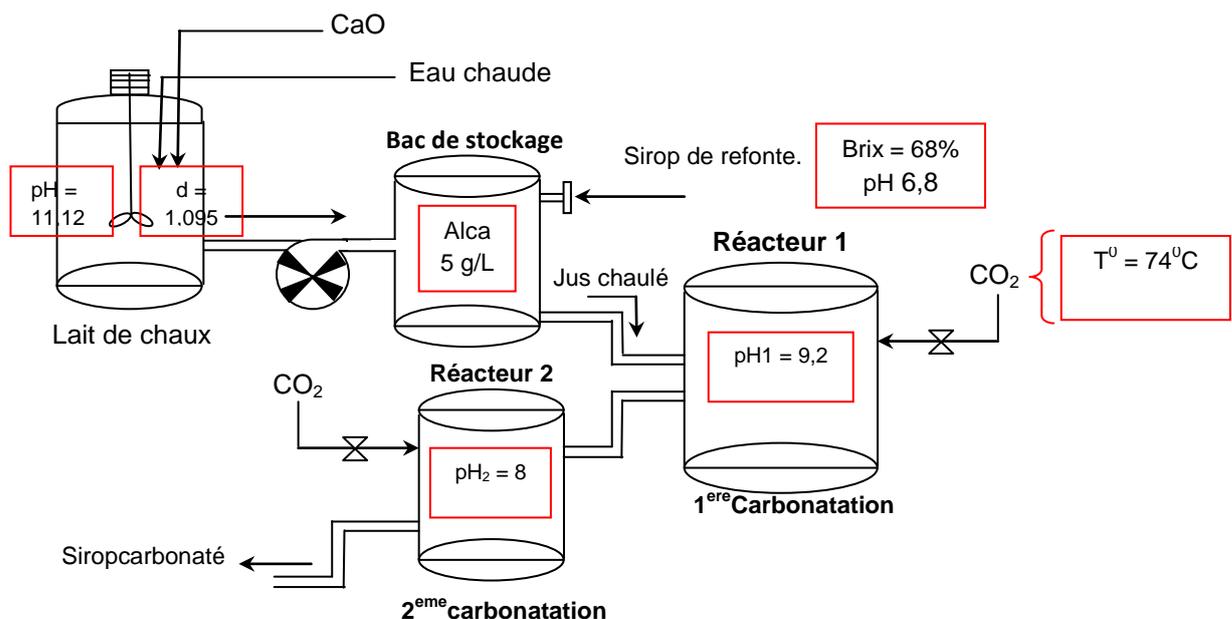


Figure II. 1 : L'organisation de l'atelier d'épuration calco-carbonique du complexe industriel CEVITAL **(ANONYME I, 2002)**.

II.3. Section 3 : Filtration

La filtration a pour but d'éliminer le carbonate de calcium en suspension dans le sirop carbonaté et de récupérer le petit jus.

Le sirop issu de la carbonatation passe à travers des filtres à bougie (**annexe, figure IV**), dont le but d'obtenir un jus clair en retenant dans les filtres les impuretés précipitées par la chaux et absorbées sur le carbonate de calcium (**Bounie, 2003**).

Les particules déposées finissent par former une pré-couche, qui au fur et à mesure que la filtration avance, se transforme en un "gâteau" dont l'épaisseur va en croissant (**Rachedi, 2002**).

Les filtres sont vidangés pour récupérer la boue, cette dernière est passée à travers un filtre à presse (**annexe, figure III**), ce qui permet d'obtenir un petit jus utilisé dans la préparation d'un lait de chaux tandis que les écumes seront utilisées comme engrais (**Rachedi, 2002 ; Hamachi et al, 2003**).

II.4 Section 4 : Décoloration

A la raffinerie de CEVITAL , la décoloration du sirop filtré s'effectue dans un échangeur anionique de type AMBERLITE IRA 900 RF cl .Elle consiste à réduire le taux de la coloration du sirop issu de la section d'épuration jusqu'à 80%, elle est effectuée par des résine échangeuses d'ions dans le but d'améliorer le rendement de la cristallisation, la couleur du sirop qui est de l'ordre de 1000 ICUMSA sera ramenée jusqu'à 200 voir 100 ICUMSA après la décoloration (**Theoleyere et al , 1999 ; Lameloise et Decloux, 2007**).

Cette étape très importante qui décolore le sirop filtré en un sirop décoloré est largement évoquée dans le chapitre III.

II.5. Section 5 : Concentration

Avant de cristalliser le sirop est concentré dans un évaporateur, et les vapeurs issues de ce dernier sont récupérées pour les besoins de chauffage durant le process (**MCG ,2009**) .Le but de l'évaporation ou la concentration est d'éliminer l'eau (**Hugot, 1987**).

Le sirop initialement a environ 58% de brix se retrouve à la sortie du concentrateur à un brix de 78%. A la fin de l'évaporation, le sirop de sucre se caractérise par un taux de pureté de 93 % est destinée vers les cuites pour la cristallisation (**Mathlouthi et Barbara, 2004**).

II.6 Section 6 : Cristallisation

La cristallisation de sucre est une opération qui permet d'extraire le saccharose en solution dans le jus concentré (**Gromdin-Perez et al, 2005**), alors que les impuretés restent concentrées dans le liquide pour donner en final une solution résiduelle épuisée (**Mathlouthi et Barbara, 2001**).

Cette figure illustre les étapes de fonctionnement de la cristallisation au niveau de l'unité CEVITAL.

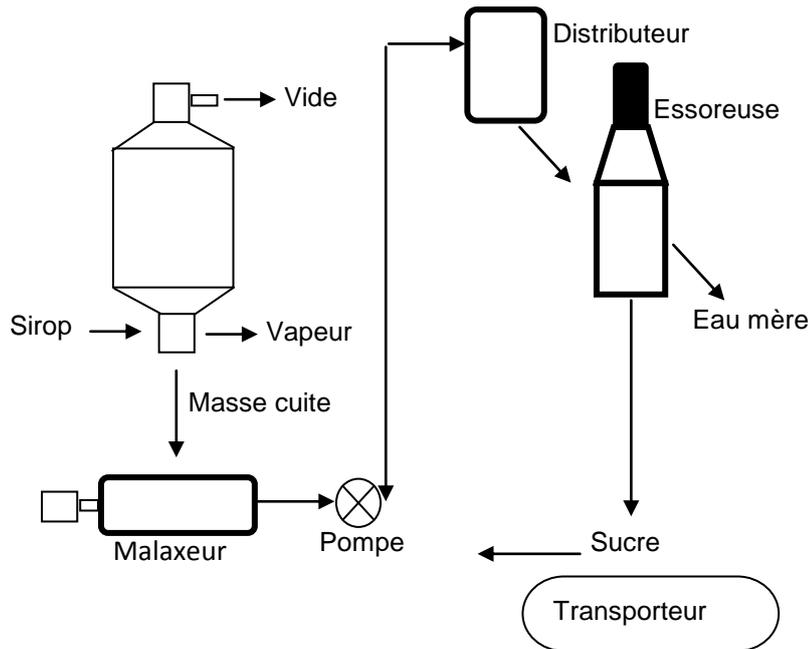


Figure II. 2 : Atelier de cristallisation (**Decloux, 2003**).

a) Cristallisation Haut Produit (HP)

Cette étape est généralement effectuée en trois(3) jets (**annexe, figure 4**), chaque jet comprend lui-même 3 étapes : la cuisson, le malaxage et l'essorage ou turbinage.

Le sirop d'alimentation du premier jet est appelé « liqueur standard », le sirop et les cristaux formés au cours de la cristallisation forment la « masse cuite », ce sirop qui entoure les cristaux est dit eau de mère puisqu'il nourrit les cristaux.

Lors de l'essorage, l'eau mère entourant les cristaux devient « égout pauvre » l'eau utilisée pour le clairçage de sucre dans les turbines centrifugeuse constitue « l'égout riche » (**Mathlouthi et Barbara, 2001**).

Le sucre obtenu est envoyé au séchage et l'égout contenant encore du sucre cristallisable est recyclé pour réaliser une nouvelle cristallisation. Trois jets sont ainsi réalisés. L'égout final qui est de pureté insuffisante pour produire un sucre raffiné est envoyé à la cristallisation Bas-produits.

b) Cristallisation Bas produit (BP)

Cette section permet de récupérer le sucre contenu dans les égouts provenant des cuites Haute Pureté, ou des égouts pauvres d'affinage, pour leurs épuisements en sucre, cela se fait en trois étapes (jets) dans des cuites puis des centrifuges.

Les cuites sont identiques à celle de la cristallisation HP. La première étape donne un sucre A qui peut être séché et consommé comme sucre roux ou refondu pour être réintégré au raffinage. Les jets B et C ne sont que des moyens d'épuisement complémentaires (**annexe, figure 5**).

L'égout final de la centrifugation de la masse cuite C contient le non sucre et une partie équivalente de sucre qui n'est plus cristallisable s'appelle la mélasse.

La mélasse un sous- produit qui est commercialisable pour diverse utilisation dont :

- La production d'alcool (distillation après fermentation).
- La fabrication de levure boulangère.
- L'introduction dans l'alimentation du bétail. (**Anonyme III, 2009**).

II.7. Section 7 : Séchage et maturation

Le sucre cristallisé blanc, issu du premier jet, est évacué encore chaud (45 à 60°C) vers un sécheur, il présente un taux d'humidité de 1%. Subit un séchage par de l'air chaud dans des cylindres, séchoirs rotatifs ou en lits fluidisés, puis refroidi pour ramener ce taux à des valeurs comprises entre 0.03 et 0.06% (**Mathlouthi et Barbara, 2001**).

L'air requis pour le séchage doit être sec, chaud et filtré, avec une température de 35°C. Avec un volume d'air de l'ordre de 1600 m³ par tonne de sucre (**Schrevel, 2001**).

Ces deux étapes sont nécessaires à la bonne conservation du sucre et permettant d'éviter son altération (**Frédéric, 2004**).

II.8-Section 8 : Stockage et conditionnement

Après séchage, le sucre est tamisé, classé et pesé puis dirigé vers les ateliers de conditionnement où il peut être directement ensaché ou conditionné en morceaux ou stocké en silos. Le sucre destiné au stockage en silo est en apparence sec et fluide, mais la cristallisation du sucre se poursuit au cours des premiers jours de stockage, s'accompagne d'une libération d'eau qu'il faut éliminer par ventilation des silos (maturation) (**Romain et al, 2007**).

Le sac destiné au conditionnement de 1Kg est en plastique hermétique avec une face interne en polyéthylène et une face externe en polypropylène et ceux de 50Kg et

1000Kg sont des housses en polyéthylène et polypropylène tissé en toile assurant la préservation des qualités hygiénique, nutritionnelle et technologique du produit.

Il ya quatre silos de stockage d'une capacité de 3200 tonnes pour chacun dont les conditions de stockage recommandées sont :

- Température ambiante.
- Humidité relative $\leq 65\%$ (à 20°C).
- Evité les chocs thermique et le contact avec des surfaces humides.
- Et la propreté de l'endroit du stockage.

La date limite d'utilisation optimale de sucre blanc est de deux ans après la date de son conditionnement (**Anonyme IV, 2010**).

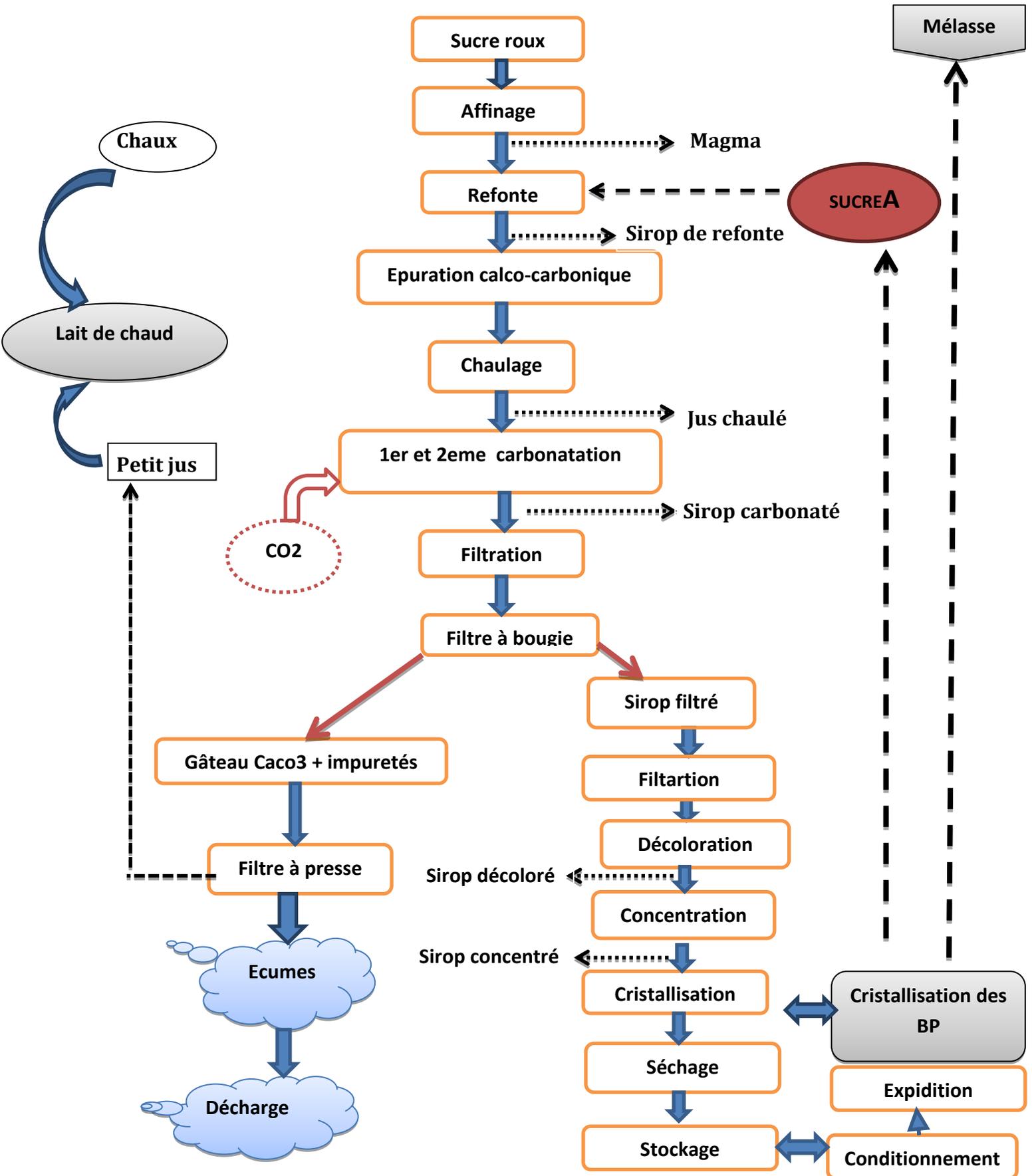


Figure II. 3 : Schéma simplifié du procédé de raffinage de sucre roux au niveau de CEVITAL

CHAPITRE III

LA DECOLORATION

CHAPITRE III

LA DECOLORATION

Sachant que les négociations du marché mondial sur le prix de sucre dépendent de sa couleur. Quel sont les consignes qui sont mises en œuvre non plus pour obtenir un sucre bien décoloré, mais aussi afin d'aboutir à un sucre de qualité satisfaisante ?

En sucrerie, la plupart des macromolécules sont extraites de la paroi végétale de la canne à sucre. Une grande partie est éliminée en épuration. Il en reste cependant puisqu'on retrouve une faible quantité de polysaccharides, notamment les substances pectiques, les hémicelluloses, les arabinogalactanes, dans les jus clairs, les sirops et la mélasse (**Vogel et Schiweck, 1988**).

Le premier objectif du raffinage du sucre est l'élimination de la couleur parmi les autres impuretés, et ce afin de produire un sucre de bonne couleur et présentant une bonne homogénéité cristallographique.

La couleur détermine la catégorie du sucre roux, brut ou blanc et elle est le souci principal du producteur, de l'acheteur et des consommateurs (**Ellis, 2004**).

III.1. Principe

La décoloration se fait généralement sur résine échangeuse d'ions. L'échange d'ions est un procédé dans le quelle les ions d'une certaine charge contenu dans une solution (par exemple des anions) sont éliminés de cette solution, par absorption sur un matériau solide (l'échangeur d'ions), pour être remplacés par une quantité équivalente d'autres ions de mêmes charge.

Ce type de procédé relativement récent mêmes si plusieurs unités l'ont adopté avec succès. Ces résines sont classiquement utilisées pour décolorer le sirop filtré après affinage et carbonatation (**Arden et dardel, 1981**).

III.2. Principaux colorants présents dans le sucre de canne

Les colorants du sucre sont constitués d'un mélange complexe de composés organiques d'origine multiple (**Decloux et al, 1999**).

En sucrerie, la présence des colorants n'est pas très souhaitable. En effet, la production d'un sucre de bonne qualité nécessite l'élimination des colorants susceptibles de se former au cours du process sucrier. Les principaux colorants rencontrés en sucrerie sont:

i. Colorants naturels

Issus de la canne à sucre, ce sont principalement des molécules dérivées des phénols et sont minoritaires en raffinerie (**Theoleyre et al, 1999**). Ils sont caractérisés par une faible masse molaire (**Kelly et Brown, 1978**).

Ces colorants, qui sont les pigments typiques des plantes, à savoir les flavonoïdes sont difficile à éliminer et les chlorophylles qui sont éliminées par clarification (**Smith et Paton, 1985**).

Les autres molécules colorées de la canne sont constituées par les sucres réducteurs, les acides aminés et d'autres composants phénoliques qui participent à la formation de colorants uniquement lors du procédé de fabrication (**Decloux et al, 1999**).

ii. Mélanines

Les mélanines résultent de la polycondensation oxydative des dérivés phénoliques par voie chimique ou enzymatique. L'oxydation met en jeu des enzymes de type oxydoréductase et sont responsables du brunissement de la canne à sucre. Les mélanines sont des pigments bruns de haut poids moléculaire dont la formation est favorisée par l'oxygène, l'augmentation de la température et du pH ainsi que par la présence des métaux de transition (cuivre, fer,...etc). (**Belhamri, 2005**).

iii. Mélanoïdines

Les mélanoïdines sont, par définition, des colorants à hauts poids moléculaires issus de la réaction Maillard. Elles sont formées par combinaison d'un sucre réducteur, glucose ou fructose, et d'un composé aminé tel que l'acide glutamique. (**Jennifer, 2002**).

Ils se forment à des températures ambiantes, mais sont favorisés à une température élevée (environ 85°C), un brix élevé et une basse pureté (**Mersad et al, 2003**).

iv. Produits de la dégradation

Les PDAH sont issus de la transformation des hexoses ou sucres réducteurs en C₆ sous l'effet de la température et d'un pH basique. C'est donc lors de l'épuration que ces composés risquent de se former, (**Lameloise, 2008**).

Leur production est en continue durant tout le processus sucrier, en particulier sur les surfaces de chauffage (**Cortés, 2007**).

- Les PDAH se forment lorsque la solution de saccharose est chauffée en milieu alcalin.
- Les hexoses (les invertis) sont alors transformés en acides (lactique, acétique, formique) et en Matières colorantes de couleur brune (**Decloux et al, 1999**)

III.3. Procédé de la décoloration

III.3.1. Présentations de la section décoloration

Le sucre roux de canne est constitué de 94 à 98,5% de saccharose. Il comprend également des impuretés de diverses natures tel que les colorants (**Gratius et al,1995**)

La décoloration est l'étape la plus sensible et la plus importante au cours du processus de raffinage du sucre roux, elle permet de décolorer le sirop filtré, qui sera à l'entrée de cette section avoisinant 600 ICUMSA au maximum : le taux de décoloration moyen par cycle est estimé à 80%.

L'installation proposée est composée de colonnes d'échanges d'ions à double compartiment acceptant des pressions d'alimentation jusqu'à 6-8 bar d'où une grande robustesse du système et la possibilité de traiter des sirops de caractéristiques variables en couleur et concentration avec un débit entre 60 à 105 M³/h.

L'unité de décoloration existante comporte :

- un poste de décoloration sur résines composé de 3 colonnes de diamètre 3 300mm avec une charge de résines de 21m³ par colonne.
- un poste de préparation et retraitement des saumures de régénération.

La décoloration s'effectue par percolation du sirop de bas en haut (up-flow) à travers le lit de résine compacté flottant.

Le cycle de fonctionnement de chaque colonne comprend trois étapes :

- Régénération (R)
- Décoloration finale (DF)
- Décoloration primaire (DP).

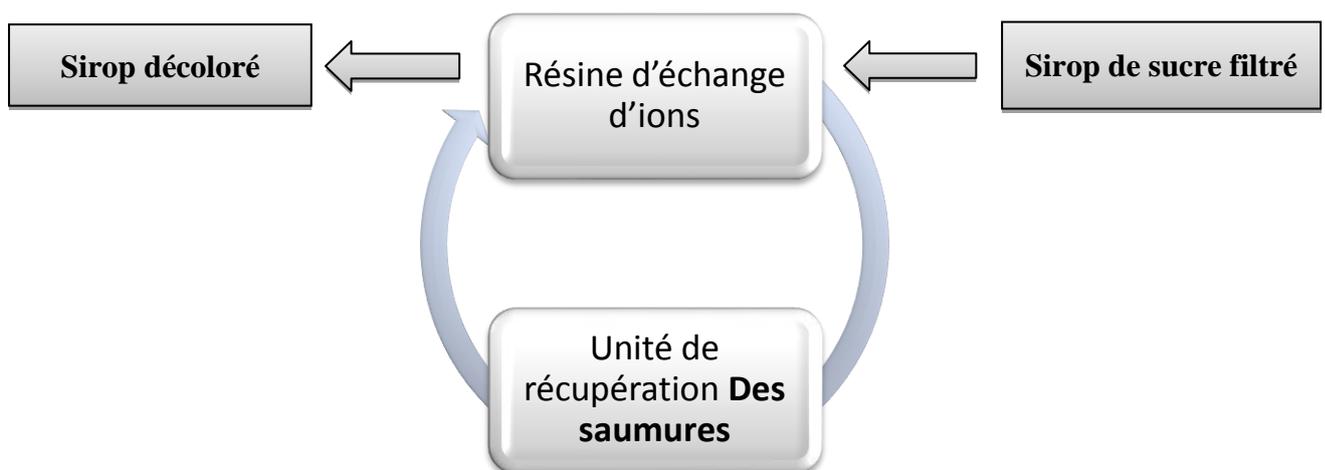


Figure III. 1 : Schéma simplifié de la section Décoloration au sein du complexe CEVITAL (Applexion, 2006).

III.3.2. Les étapes de la décoloration au cours d'un cycle

La décoloration décolore les sirops de refonte de sucre roux après affinage et carbonatation. Le sirop traité (décoloré) présente alors, généralement, une couleur de l'ordre de 1000 Icumsa qu'il s'agit de ramener à 200 voire 100 Icumsa avant la cristallisation (**Theoleyre et al, 1999**). La figure III.2 montre un schéma simplifié du processus de décoloration au sein du complexe CEVITAL.

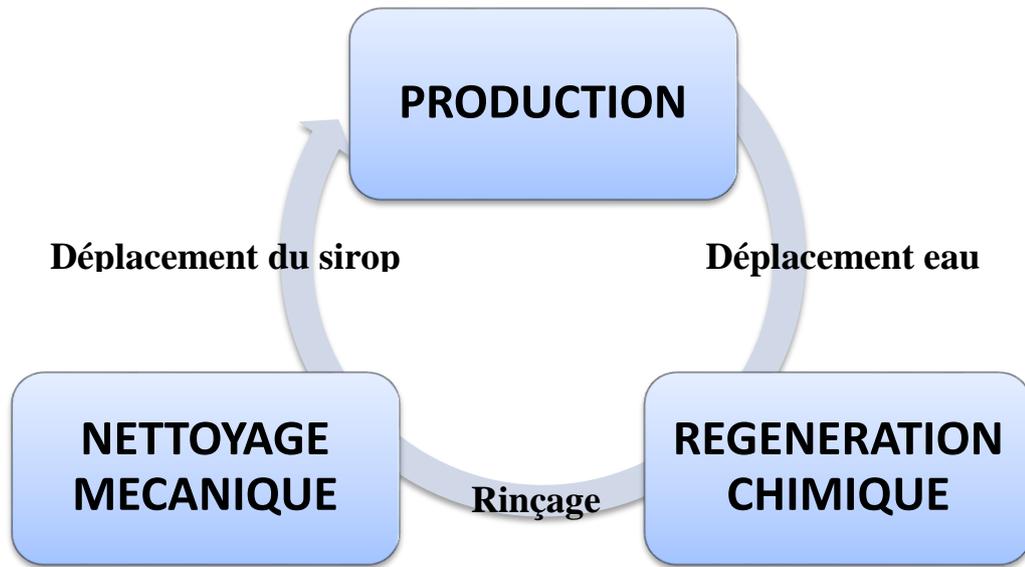


Figure III. 2 : Mise en œuvre d'un cycle d'une colonne de décoloration

III.3.3. Facteurs intervenant dans la décoloration

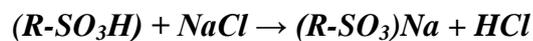
D'après **Theoleyre et al (1999)**, Les principaux facteurs qui interviennent dans la décoloration d'un sirop de sucre sont :

- **La couleur de la matière première** ; sucre roux.
- **Les caractéristiques du sirop carbonaté-filtré** dont le °Brix doit être entre 60 – 65 % maximum, et pour fonctionner dans de bonnes conditions, ce sirop doit être d'une température de 85°C.
- **Respecter les paramètres physiques de la décoloration**
 - ✓ La température dans la colonne qui doit être entre 70 à 80°C, pour que le sirop de sucre reste fluide et ne cristallise pas.
 - ✓ Le pH doit être légèrement basique entre 6,80 – 8,30.
 - ✓ Le temps de séjour qui est en fonction du débit du sirop traité (84m³/h).
- **La qualité de la résine**
 - ✓ La hauteur totale du lit de résine.

- ✓ Une bonne régénération des résines qui dépend de la bonne qualité de la saumure, qui doit être d'une pureté de 99%, qui elle-même dépend du rendement de la nanofiltration.
- ✓ Le temps de séjour dans la résine,
- ✓ Le débit.

III.4. Résine échangeuse d'ion

Les résines ont été employées pendant plus de cinquante ans dans l'industrie sucrière (**Cortés, 2007**). Elles sont utilisées pour décolorer des refontes de sucre roux après affinage et carbonatation (**Theoleyre et al ; 1999**). Ces résines se comportent comme des acides forts, ayant la capacité d'être fortement ionisé sous les formes d'acide et de sel. Elles fonctionnent par la réaction représentative suivante : (**Cortés ; 2007**)



III.4.1. Mécanismes d'action de la résine

De façon générale, les colorants ont un comportement d'acides faibles. Ils se présentent sous la forme de longues chaînes carbonées hydrophobes et possèdent une extrémité hydrophile, au niveau de leur fonction acide faible (**Theoleyre et Cartier, 1999**).

Deux mécanismes interviennent dans la décoloration:

- Interaction hydrophobe entre les chaînes carbonées du polymère et du colorant Il s'agit de liaisons faibles (adsorption physique).
- Échange d'ions, ou échange entre les ions Cl⁻ initialement fixés sur la résine et les acides organiques (colorants) présents dans la solution à décolorer.

III.4.2. Régénération de la résine

Une fois la résine de décoloration est saturée, une régénération est nécessaire. Cette dernière s'effectue par une saumure basique.

D'une manière générale, la régénération des résines est réalisée avec une solution de NaCl à 100 g/l additionnée de 5 à 10g/l de soude (NaOH). Du point de vue échange d'ions, la régénération représente la réaction inverse de la décoloration (**Theoleyre et Cartier, 1999**). Celle-ci entre dans la colonne de régénération par le haut afin de permettre à la résine de récupérer ses ions de bases (Cl⁻). La saumure est récupérée par le bas de la colonne puis elle est concentrée avant d'être filtrée par des membranes de nanofiltration. Au final, il y'a obtention du retentât où sont retenus les colorants et le perméat contenant les sels pouvant être réutilisés pour une deuxième régénération (**Anonyme I, 2002**).

III.4.3. Dépollution acide de la résine

Lorsqu'on observe une diminution importante de la capacité de la résine après la régénération, il est nécessaire de procéder à une dépollution de la résine. Cette dépollution est effectuée grâce à l'injection d'une solution d'acide (HCl) à 1 % suivi d'un rinçage. Dans ce cas il est important de faire deux régénérations à la saumure basique par la suite.

III.4.4. Couplage de la décoloration et de la nanofiltration

Dans l'industrie sucrière, le développement de l'utilisation des résines en décoloration est limité par la production d'effluents liquides riches en sels et en colorants.

En ce qui concerne la fraction riche en sel peut être traitée efficacement par nano filtration (**Theoleyre et al , 1999**).

Durham et ses collaborateurs (2003), ont confirmé que la nanofiltration a été appliqué avec succès, pour le rétablissement des saumures épuisées lors des échanges anioniques.

Les membranes des polymères de la nanofiltration ont des groupements fonctionnels ionisables carboxyliques aminés et tendent à porter une charge extérieure négative.

À un pH neutre, elles rejettent activement les anions polyvalents (tels que des colorants, des phosphates et des citrates), tandis que les ions monovalents s'imprègnent par la membrane pour maintenir l'électroneutralité (**Durham et al , 2003**).

L'utilisation de ce type de membrane permet de concentrer les colorants et de produire une fraction riche en sel réutilisable pour la régénération des résines (**AFISUC, 2002**). Le principe de traitement des effluents par la nanofiltration est représenté dans la **figure III.3**

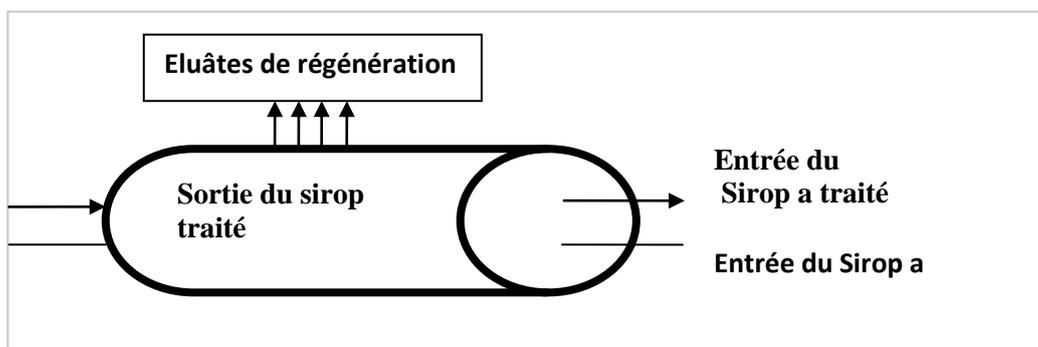


Figure III. 3 : Principe du traitement des effluents par nanofiltration (**Lameloise L et Decloux M, 2007**).

CHAPITRE IV

NORMES ET QUALITE

CHAPITRE IV

NORMES ET QUALITE

Les produits alimentaires destinés à la consommation directe doivent respecter un certain nombre de règles de conformités établies par les organismes internationaux dans le but de protéger la santé des consommateurs **(Le sucre, 1995)**.

La qualité commerciale d'un sucre blanc se détermine au laboratoire à l'aide de critères normalisés au niveau européen. Elle est ainsi fonction de :

- L'aspect du cristal en surface.
- La coloration en solution
- La teneur en cendres conductimétriques-. **(Belhamri, 2005)**

IV.1. Critères de qualité du sucre blanc

IV.1.1. Aspect

L'aspect ou la blancheur du sucre est déterminée suivant la méthode de l'Institut de Brunswick. Ce procédé consiste à comparer visuellement le sucre analysé, à une série de sucres témoins colorés artificiellement, sur une échelle croissante de 0 à 6. Le nombre de points à attribuer au sucre ainsi analysé, équivaut au double de la valeur trouvée par comparaison. **(Belhamri, 2005)**.

IV.1.2. Aspect microbiologique

Les analyses effectuées sur le sucre blanc montrent que l'activité de l'eau (a_w) est située entre 0.2 et 0.3. Ces valeurs sont largement inférieures à la limite de développement des micro-organismes (0,6 – 0,7). Pour cette raison, le sucre sec est considéré comme un produit microbiologiquement sûr ne nécessitant pas de précautions autres que des bonnes pratiques de fabrication et un stockage adapté **(Tiane1n, 2007)**.

IV.1.3. Coloration en solution

On détermine l'absorption de la lumière sous une longueur d'onde, à la limite du visible et de l'ultraviolet d'une solution de sucre à contrôler, diluée dans l'eau distillée à une concentration de 50%. Cette solution filtrée, est examinée à l'aide d'une table à une concentration de 1% sous une épaisseur de 1cm et multipliée par 1000, et prend le nom de coloration ICUMSA (Commission Internationale d'Unification des Méthodes d'Analyses du Sucre) Cette coloration divisée par 7,5 donne le nombre de points (ICUMSA, 1994).

A partir de la valeur relevée sur le colorimètre on calcule les points de coloration. (Margaret et al, 1997).

IV.1.4 Teneur en cendres

Généralement, les cendres correspondent au tiers des impuretés solubles totales contenues dans le sucre. La détermination du taux de sucres est basée sur la mesure de la conductivité électrique d'une solution de sucre à 28% (Doucet, 1992).

IV.2. Couleur critère d'évaluation de la qualité

La couleur du sucre blanc constitue un des déterminants qui fondent la typicité du produit, celle-ci est une caractéristique forte sur laquelle le consommateur peut se baser pour faire son choix parmi plusieurs produits concurrents.

Différents aspects de la couleur peuvent être considérés : scientifique, technologique et commercial. Pour une définition commerciale des sucres et leur contrôle, les méthodes officielles ICUMSA sont utilisées. La coloration en solution est déterminée par spectrophotométrie à 420 nm sur une solution de sucre à 50 °Brix préalablement filtrée sur une membrane de 0,45µm. Un point est attribué pour chaque 7,5 unités de la coloration exprimée en unités « ICUMSA », qui est la méthode de mesure utilisée à « CEVITAL ». (Ait- Amar, 1981).

IV.3. Classification des sucres selon les différents textes réglementaires

Les sucres sont classés selon différents règlements : Européenne, CEE, Codex-alimentarius et Algérienne.

Critères	Normes					
	Réglementation algérienne(J.O.R.A, 1997)		Réglementation européenne CEE (DOUCET ,1992).			Codex alimentarius (FAO/OMS) (Multon,1992).
	Spécification A	Spécification B	Qualité type sucre blanc 1	Qualité type sucre blanc 2	Méthodes d'évaluation	Sucre blanc
Teneur maximal en sucres réducteurs (%MS)	0,04	0,1	0,04	0,04	Titrage avec une solution d'iode	0,04
Teneur maximal en cendres	0,04	0,1	0,27	0,072	Mesure conductimétrie	0,04
Taux d'humidité maximal (%)	0,1	0,1	0,06	0,06	Rapport de poids entre avant et après déshydratation	0,1
Couleur maximal ICUMSA	60	100	45	22,5	Mesure par la spectrophotométrie	60
La polarisation minimale (%)	99,7	99,7	99,7	99,7	Polarimetre	99,7
Aspect	Granulation homogène s'écoule librement	Granulation homogène s'écoule librement	Granulation homogène s'écoule librement	Cristaux homogène s'écoule librement	La vue	//
Teneur maximal en Arsenic (mg/kg)	1	1	0,1	//	//	1
Teneur maximal en plomb (mg/kg)	0,5	0,5	0,1	//	//	1
Teneur maximal en Cuivre (mg/kg)	2	2	0,1	//	//	2
Somme maximal des point	//	//	≤ 22	≤ 8	//	//

Tableau IV. 1 : Critères de classification du sucre blanc selon les différentes réglementations.

PARTIE PRATIQUE

CHAPITRE V

MATÉRIELS ET MÉTHODES

CHAPITRE V

MATERIELS ET METHODES

V.1. Prélèvement des échantillons

Au cours du stage pratique effectué au sein du complexe CEVITAL nous avons effectué différents prélèvements pour les analyses physico-chimiques pendant 15 jours du 10 au 25 février.

Les échantillons sont recueillis au niveau des différentes sections de l'atelier de production.

Le prélèvement consiste à ouvrir la vanne permettant de recueillir une quantité suffisante et immédiatement transportés au laboratoire pour analyser.

Section	Echantillon prélevé	les paramètres étudiés
Affinage et refonte	Magma, Sirop de refonte	°Brix, Pureté, couleur.
Filtration	Sirop filtré	°Brix, Pureté, couleur
Décoloration	Sirop décoloré 1 Sirop décoloré 2	°Brix, Pureté, couleur.
Concentration	Sirop concentré	°Brix, Pureté, couleur.
Cristallisation	Liqueur standard 1 Liqueur standard 2 Liqueur standard 3	°Brix, Pureté, couleur.
Séchage	Sucre blanc A	Couleur

Tableau V. 1 : Échantillons prélevés des différentes sections et leurs paramètres étudiés

V.2. Mesure de la couleur du magma(M) et des sirops (SR, SF, SD1, SD2, SC, LS1, LS2, LS3, LSA). Méthode ICUMSA GS 1/3-7 (2002)

- **Principe**

La couleur de la solution est déterminée à partir de la valeur de l'absorbance mesurée à 420nm.

- **Mode opératoire**

À partir des échantillons prélevés, on pèse 50 à 60g de chaque sirop à l'aide d'une balance de précision, puis avec un diluteur, on réalise leurs dilutions de (1/5).

Après dilution et agitation, on procède à la filtration des différents échantillons à travers une membrane filtrante (filtre plissé standard), puis on récupère le filtrat dans un bécher propre et sec.

On ajuste le pH du filtrat à 7 ± 0.1 , par l'ajout de fines gouttelettes de solution de *NaOH 0.1N* ou d' *HCl 0.1N*.

Avec un spectrophotomètre UV visible on lit l'absorbance de la solution à 420nm dans une cellule de quartz de 1cm après avoir annulé l'absorbance de l'eau distillée.

On lit le °Brix de la solution, puis on calcule la couleur à partir de la formule incluse dans le logiciel Cléopâtre.

Remarque

La cellule de mesure doit être propre et les parois (que traverse le faisceau lumineux) doivent être claires et nettes.

Rincer la cellule avec la solution de sucre avant de la remplir (éviter les bulles d'air).

- **Expression des résultats**

$$\text{Couleur ICUMSA} = \frac{1000 \times A_s}{b \times c}$$

- **A_s** : Absorbance de la solution à 420nm ;
- **b** : Epaisseur (1cm) de la cellule (chemin optique à l'intérieur de la solution) ;
- **c** : Concentration (g/ml) de la solution de sucre.

V.3. Mesure de °Brix

Le °Brix est le rapport entre la quantité de matières sèche (MS) contenues dans la solution et la quantité de la solution. Il est réalisé par mesure de l'indice de réfraction au moyen d'un réfractomètre thermostaté à 20°C. Tel que 50g ± 5g de l'échantillon à analyser sont dilués avec de l'eau distillée à 1/5 à l'aide d'un dilueur

automatique. Une quantité de la solution préparée est analysée par le réfractomètre. Les résultats obtenus sont exprimés soit en gramme par millilitre (g/ml) ou par pourcentage de matières sèches (%) présent dans la solution

$$\text{°Brix} = \text{lecture sur le réfractomètre} \times \text{le facteur de dilution}$$

V.4. Mesure de la pureté

La pureté est définie par le rapport entre la teneur en saccharose et la teneur en matières sèches.

$$\text{Pureté (\%)} = \frac{\text{Teneur en saccharose}}{\text{Teneur en MS}} \times 100$$

$$\text{Pureté (\%)} = \frac{\text{Polarisation}}{\text{°Brix}} \times 100$$

V.5. Évaluation de la qualité du sucre blanc.

Ce type d'analyse est effectué quotidiennement, cela dans le but de garantir une bonne qualité du sucre destiné à la vente d'une part, et de satisfaire les exigences de la clientèle d'autre part. Les protocoles d'analyses des paramètres évaluant la qualité physicochimique du sucre blanc pendant une semaine ont concerné les paramètres suivants.

V.5.1. Polarisation du sucre blanc

(Méthode ICUMSA GS 2/3-1 (1994))

- **Principe**

La rotation optique d'une solution de sucre est la somme algébrique de l'effet majeur produit par sa teneur en saccharose et de celui produit par les traces d'autres constituants optiquement actifs.

- **Mode opératoire**

On pèse $26,000 \pm 0,001$ g de sucre blanc dans une fiole de 100 ml séchée et pesée (m1), puis on ajoute environ 60 ml d'eau distillée.

On doit maintenir la température de la solution de sucre à 20°C en la mettant dans un bain d'eau.

On ajuste le volume de la solution exactement au trait de jauge avec de l'eau à 20°C avec une pipette, et on sèche la paroi interne du col de la fiole avec du papier filtre.

On sèche l'extérieur de la fiole et on la pèse à une précision de $\pm 0.001\text{g}$ (**m₂**).

On vérifie le zéro du polarimètre, et on rince le tube du polarimètre au moins 3 fois avec le filtrat. On remplit le tube du polarimètre avec la solution de l'échantillon à 20°C., et on note la polarisation.

- **Expression des résultats**

On lit la polarisation qui est exprimée en [**S**], puis on apporte la correction du volume de la solution (**m₂ - m₁**) à la polarisation lue en se référant au tableau I, annexe.

V.5.2. Dosage des sucres réducteurs

(Méthode ICUMSA GS 2/3/9-5 (2007))

- **Principe**

Une solution de sucre est chauffée dans un bain d'eau bouillant avec un réactif alcalin cuivrique. Les ions sont réduits en oxyde cuivreux par les sucres réducteurs présents.

Après refroidissement les ions cuivriques résiduels sont titrés à l'EDTA en utilisant de la murexide comme indicateur coloré.

- **Mode opératoire**

On pèse 5g de sucre blanc dans un tube à essai en ajoutant 5 ml d'eau distillée, puis on agite jusqu'à une dissolution complète.

On ajoute 5 ml de solution alcaline au cuivre, on apporte le tube dans un bain d'eau bouillant pendant 5 mn exactement.

On refroidit immédiatement le tube à l'eau courante et on transvase le contenu du tube et les eaux de rinçage dans un erlenmeyer en ajoutant une pincée de murexide.

On titre la solution avec EDTA à 0.005 mol/l jusqu'au virage du vert au pourpre et on note le volume de titrage (**T**).

- **Expression des résultats**

La teneur en sucres réducteurs est calculée à partir du (tableau II annexe) qui présente le pourcentage en sucre réducteur par rapport au volume de titrage.

V.5.3. Détermination des cendres conductimétriques

(ICUMSA Méthode GS 2/3-17 (2002))

- **Principe**

On détermine la conductivité spécifique d'une solution de sucre blanc de 28g/100g et on calcule les cendres équivalentes en utilisant un facteur conventionnel.

- **Mode opératoire**

On pèse $28\text{g} \pm 0.1\text{g}$ de sucre blanc dans un bécher de 250ml en ajustant à 100g avec de l'eau distillée. Puis on mélange soigneusement la solution jusqu'à une dissolution complète. On mesure la conductivité de cette solution ($C_{\text{mesurée}}$), ainsi que la conductivité de l'eau (C_{eau}) distillée à $20 \pm 0.2^\circ\text{C}$.

- **Expression des résultats**

La conductivité corrigée (C_{28}) de la solution à 28g/100g est donnée par la formule :

$$C_{28} = C_{\text{mesurée}} - 0.35 C_{\text{eau}}$$

$$\text{Cendres conductométriques (\%)} = 6 \times 10^{-4} \times C_{28}$$

V.5.4. Mesure de la couleur

(ICUMSA Méthode GS 2/3-10 (2007))

- **Principe**

Le sucre blanc est dissous dans l'eau ; la solution est filtrée à travers une membrane filtrante. L'absorbance de la solution filtrée est mesurée à une longueur d'onde de 420nm et on calcule la couleur de la solution.

- **Mode opératoire**

On pèse 50 g de sucre blanc et on ajuste à 100 g avec de l'eau distillée filtrée, on dissout le sucre, puis on filtre la solution à travers une membrane filtrante de $0.45 \mu\text{m}$ de porosité.

On jette la première fraction de la solution, puis on récupère le filtrat dans un bécher propre et sec.

On ajuste le pH du filtrat à 7 ± 0.1 , par l'ajout de fines gouttelettes de solution de NaOH 0.1N ou d'HCl 0.1N

Avec un spectrophotomètre UV visible on lit l'absorbance de la solution à 420nm dans une cellule de 5 cm, après avoir annulé l'absorbance de l'eau distillée filtrée.

On rince la cellule avec la solution de sucre avant de la remplir et on lit le brix de la solution.

- **Expression des résultats**

$$\text{Couleur ICUMSA} = \frac{1000 \times A_s}{b \times c}$$

- **As** : absorbance de la solution à 420nm.
- **b** : Epaisseur (5cm) de la cellule (chemin optique à l'intérieur de la solution).
- **c** : Concentration (g/ml) de la solution de sucre.

V.5.5. Détermination du taux de l'humidité

(Méthode ICUMSA GS 2/1/3/9-15 (2007))

- **Principe**

Le principe de la méthode repose sur le séchage à l'étuve 105°C suivi d'un refroidissement dans des conditions normalisées.

- **Mode opératoire**

On sèche le récipient et son couvercle ouvert à l'étuve à 105°C pendant 30 min, puis on les refroidit au dessiccateur jusqu'à température ambiante.

On pèse aussi (**m₁**) à ± 0.0001g, puis on met 20 à 30g d'échantillon, en remettant le couvercle et on pèse (**m₂**) à ± 0.0001g l'épaisseur ne doit pas dépasser 1cm.

On remet le récipient ouvert à l'étuve pendant 3 heures, et on replace le couvercle, en le refroidissant au dessiccateur jusqu'à température ambiante.

Enfin, on pèse (**m₃**) à ± 0.0001g.

- **Expression des résultats**

$$\text{Humidité} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

- **m₁** : récipient + couvercle ;
- **m₂** : récipient + couvercle + échantillon avant séchage ;
- **m₃** : récipient + couvercle + échantillon après séchage.

V.6. Une analyse statistique

Une étude statistique descriptive des données a été réalisée afin de mettre en évidence les différences significatives entre les différents échantillons pour les paramètres (couleur, pureté et le °Brix), cela par calcul de la moyenne, écart-type suivie d'une analyse des résidus par calcul des erreurs standard et une analyse de corrélation afin de confirmer les résultats calculés.

L'erreur standard est calculée comme suite :

$$\text{Erreur standard} = \frac{\text{la moyenne de la mesure} - \text{la moyenne de la norme}}{\text{la moyenne de la mesure}}$$

Remarque

Le matériel utilisé durant notre étude est représenté aux **annexes, tableau VIII.**

CHAPITRE VI

RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE VI

RESULTATS ET DISCUSSION

VI.1. Evolution de la Moyenne de la couleur durant le processus de raffinage du sucre roux

La figure VI-1 représente l'évolution de la Moyenne de la couleur durant le processus de raffinage du sucre au niveau de toutes les sections de raffinage, avec une représentation de l'évolution des écart-types.

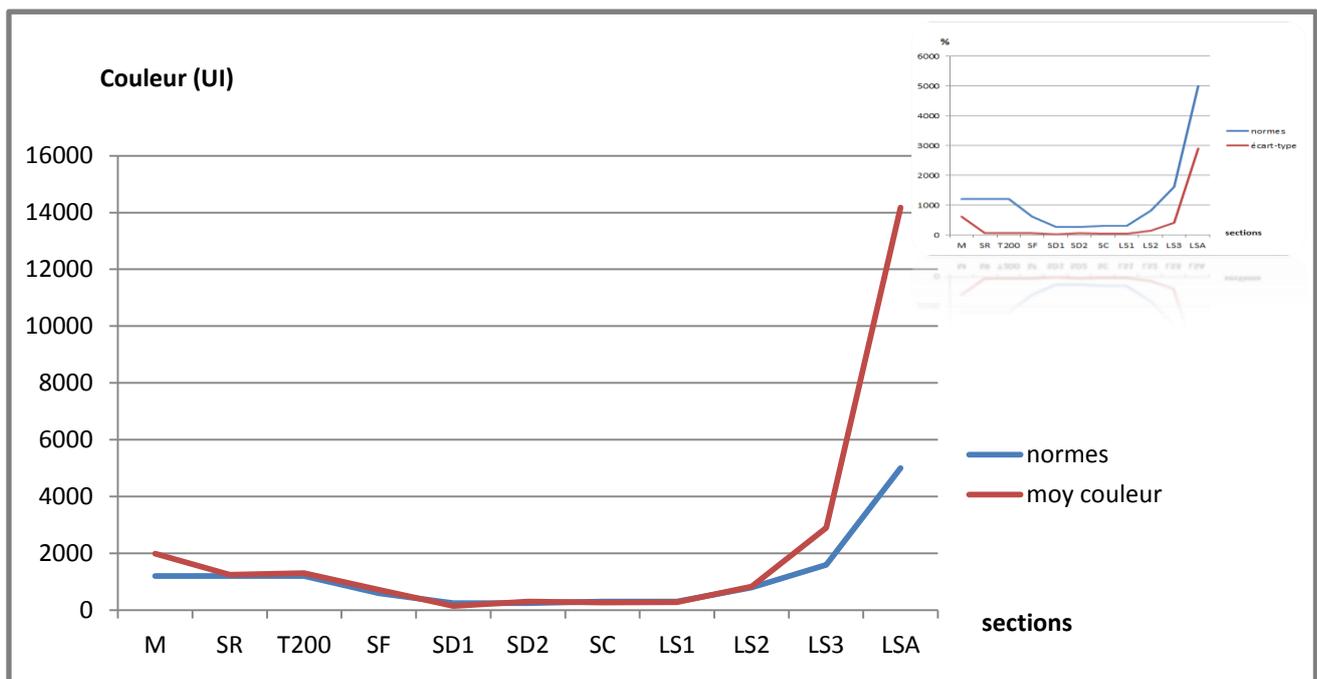


Figure VI. 1 : Evolution de la moyenne de la couleur par-rapport aux normes durant le processus de raffinage du sucre au niveau de toutes les sections de raffinage avec une représentation des écart-types.

Une étude statistique descriptive a été réalisée sur l'évolution de la couleur au niveau de toutes les sections du procédé de raffinage pendant une période de 15 jours, cette étude a permis de calculer la moyenne, l'écart-type et l'erreur standard de la couleur.

La figure VI-1 montre que la moyenne de la mesure est proche de la moyenne de la norme, sauf à partir de LS3 où il y a un dépassement. L'analyse des mesures représentées par le graphe des écart-types montre que ce dépassement rentre dans le cadre de la norme.

Pour obtenir le magma, le sucre roux est additionné d'une eau sucrée, ce qui explique l'augmentation de la couleur pour atteindre 1994 UI. La couleur continue d'augmenter dans le fondoir, à cause de l'eau saturée en sucre, ajoutée pour dissoudre la couche superficielle d'impuretés des cristaux de sucre roux. Il y a aussi l'effet de sucre A riche en impuretés, recyclé dans le fondoir qui participe également à l'augmentation de cette dernière. Après filtration, la couleur diminue sensiblement, car les filtres retiennent les colorants et les impuretés piégées après l'épuration carbonique.

La couleur continue de baisser après décoloration, grâce au rôle des résines échangeuses d'ions pour atteindre une couleur de 142 UI en moyenne pour le sirop décoloré. Au niveau des concentrateurs, la couleur augmente légèrement, ceci s'explique par l'effet thermique qui engendre la caramélisation du sirop et par l'augmentation du °Brix. Pour les liqueurs standard 2,3 et A la couleur augmente après chaque jet, parce que des colorants se forment dans les cuites où les égouts sont également envoyés d'un jet à l'autre.

Ces valeurs sont conformes aux normes (couleur ICUMSA) de la section magma jusqu'à la section LS1, au niveau des sections LS2, LS3 et LSA la couleur dépasse les normes cela est due à la formation des colorants.

VI.2. Analyse des résidus

La variabilité des écarts entre la moyenne des mesures et la moyenne de la norme a été mesurée par l'erreur standard qui est représentée dans la *Figure VI.2*.

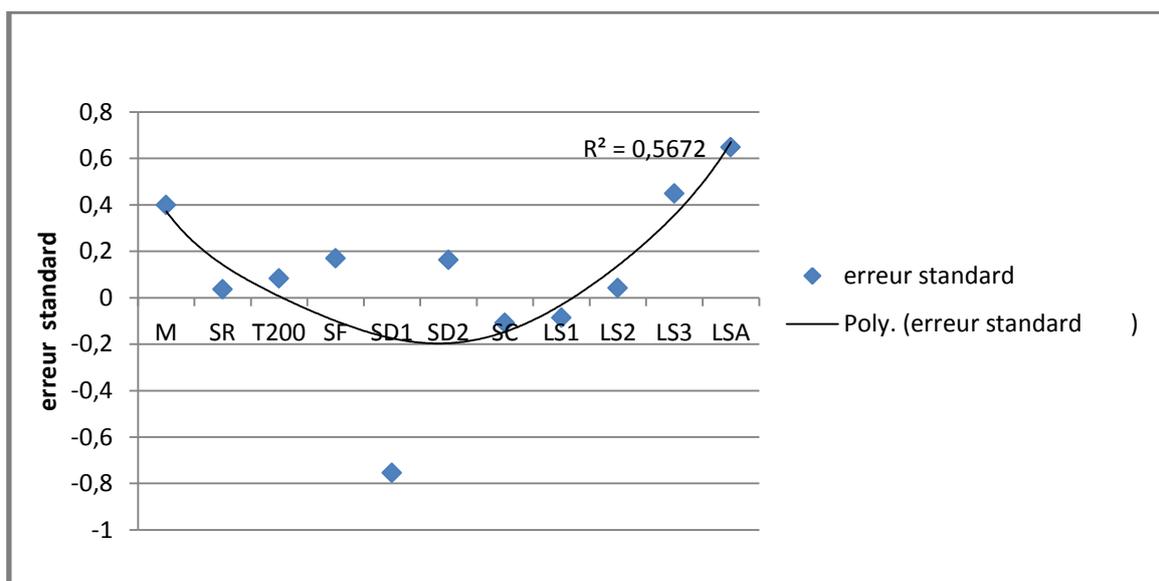


Figure VI. 2 : Représentation des erreurs standards de la couleur.

Les erreurs représentées dans la figure VI.2 sont aléatoire montrant qu'il n'y a pas de tendance de l'erreur, ce qui veut dire qu'il y a une répétabilité du process durant les 15 jours de suivi du process.

VI.3. Evolution de la pureté durant le processus de raffinage du sucre

La Figure VI.3 représente l'évolution de la Moyenne de la pureté durant le processus de raffinage du sucre au niveau de toutes les sections de raffinage, avec une représentation de l'évolution des écart-types.

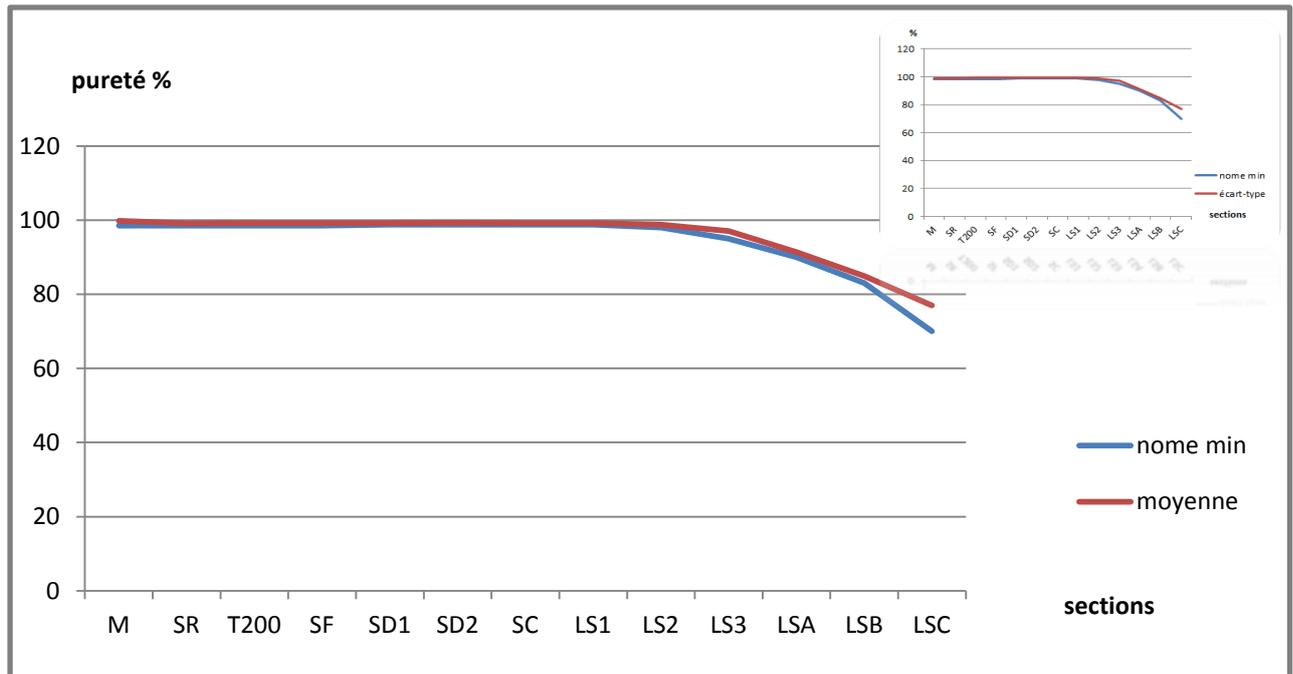


Figure VI. 3 : Evolution de la moyenne de la pureté par rapport aux normes durant le processus de raffinage du sucre au niveau de toutes les sections de raffinage avec une représentation des écart-types.

L'analyse graphique montre que l'allure du graphe de la moyenne de la pureté est similaire à celle des écart-types.

Le graphe de l'évolution de la pureté au cours de processus de raffinage, montre une stabilité de la pureté du magma avec une valeur de 99,82% Jusqu'à LS1 ou elle atteint une valeur de 99,18% ce qui peut être attribué à la présence de produits très riche en saccharose par rapport aux impuretés durant les différents étapes de raffinage jusqu'au 1er jet de cristallisation (LS1). La courbe s'incline vers des valeurs plus basses à partir de LS2, jusqu'à LSC qui sont de 98,74% et 97,00% respectivement, cela est due à la diminution de taux de saccharose dans les liqueurs après séparation du sucre.

VI.4 : Analyse des résidus

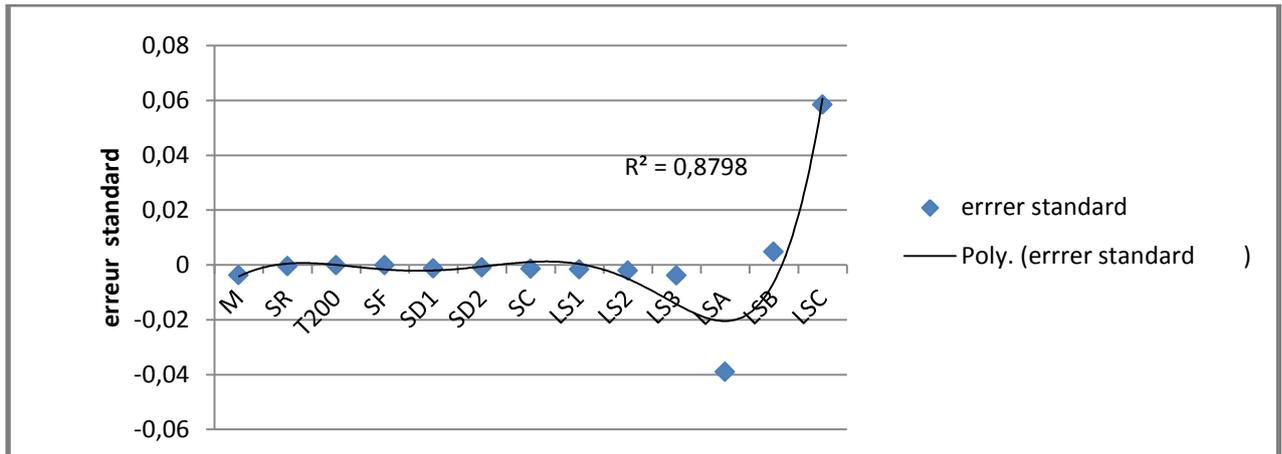


Figure VI.4 : Représentation des erreurs standards de la pureté

L'erreur standard est proche de l'erreur standard Zero, sauf à partir de LSA où il y a une déviation par rapport à l'erreur standard commise sur toutes les autres sections car à partir de ce point il y'a une diminution significative sur la moyenne qui a des conséquences sur l'erreur standard.

VI.5: Evolution du °Brix durant le processus de raffinage du sucre

La variation du °Brix dans les différentes sections de raffinage du sucre est représentée dans la figure VI.5. Les valeurs obtenues sont regroupées dans le *Tableau VI*, annexe I.

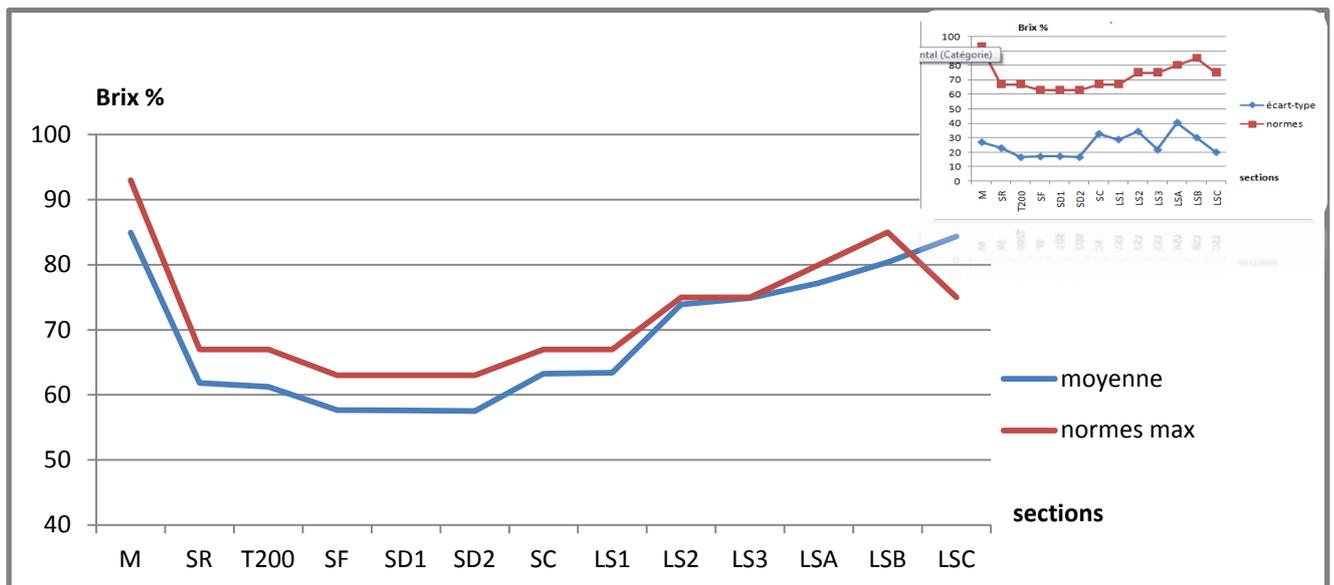


Figure VI. 4 : Représentation de l'évolution du °Brix durant le processus de raffinage du sucre au niveau de toutes les sections.

Le magma qui est un mélange de sucre roux et de la liqueur standard de raffinage a un °Brix de moyenne 84,93 % ,ce dernier diminue jusqu'à 61,82% dans le fondoir par l'ajout d'une certaine quantité d'eau chaude permettant la dissolution des cristaux de sucre raffiné. Selon la courbe nous constatons une stabilité du °Brix du sirop de refonte jusqu'à a LS1. Cependant une diminution de la valeur du °Brix jusqu'à 57,65% est notée pour le sirop filtré, due à l'étape de carbonatation.

Après décoloration, suite à la rétention des impuretés et colorants organique par la résine, le °Brix atteint une moyenne de 57,50% pour le sirop décoloré et augmente jusqu'à une valeur de 63,24% au niveau de concentrateur.

Dans les liqueurs standard 1, 2,3 et A la moyenne du °Brix est de 63,40%, 73,90%, 74,86% et 77,71% respectivement. Cette augmentation est due l'effet de l'accumulation des égouts récupérés.

VI.6. Analyse des résidus

La *Figure VI.6* représente la variation des erreurs standards qui représentent les variabilités des moyennes mesures par rapport aux moyennes des normes.

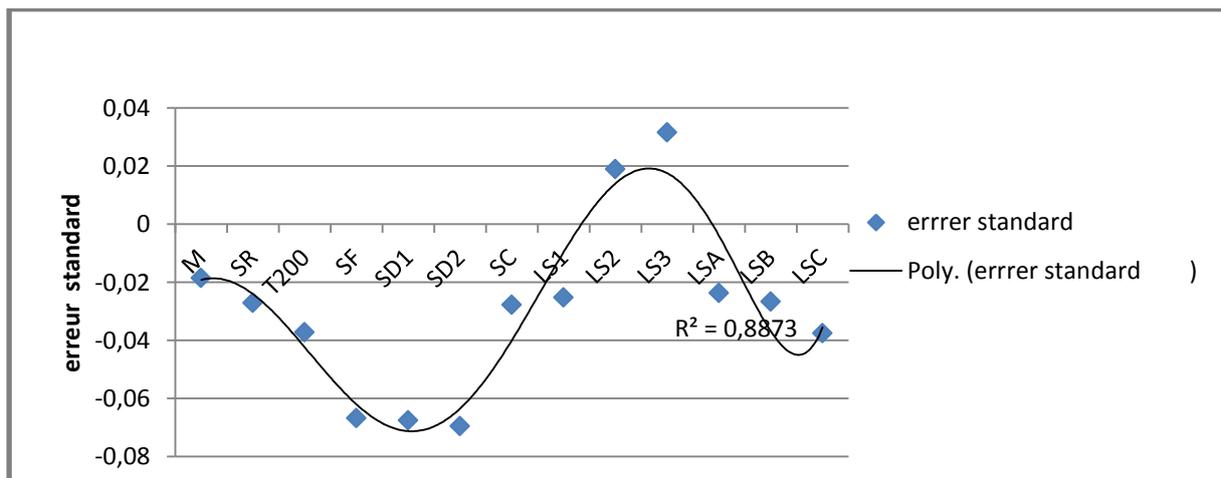


Figure VI. 5 : Représentation des erreurs standards du °Brix

L'analyse graphique montre qu'il ya une tendance à l'erreur standard qui est observée sur le °Brix donc le process n'est pas répétable durant les 15 jours de suivi.

VI.7. Analyse de corrélation

Une analyse de corrélation a été effectuée, dans le but d'étudier la relation entre les paramètres mesurés. Cette analyse montre que la corrélation entre les paramètres dépend largement du procédé, la variation de coefficient de corrélation explique l'effet de la section sur la corrélation.

- La couleur n'est pas corrélable au °Brix au niveau des sections responsables de la décoloration (SD1 et SD2 dont les indices de corrélations sont

respectivement (-0,32 et -0,03), ou il y'a élimination des colorants qui engendre une diminution de taux de matière présente dans le sirop.

- Le plus grand taux de corrélation entre le °Brix et la couleur est aperçu au niveau des sections ou il y a une recoloration (A partir de LSA ou l'indice de corrélation et de 0,9), expliqué vraisemblablement par le fait que le sirop est porteur des colorants.
 - La corrélation entre le °Brix et la pureté est faible lors du procédé de décoloration par contre elle augmente au niveau des sections de recoloration, dans cette partie on peut dire que le °Brix représente la pureté.
- ✓ Les paramètres de mesures que nous avons effectués montrent par l'inter-corrélation, que certains de ces paramètres sont reliable à d'autres paramètres seulement quand la section ne fait pas les procédés de décoloration (dans le cas où le procédé est fait la corrélation devient négative).
 - ✓ Donc il faut la présence des trois paramètres de mesure pour pouvoir prendre une décision sur la qualité du procédé.
 - ✓ Cette analyse de corrélation démontre que la coloration est normalisée sur toutes les sections.

VI.8. Taux de décoloration de sirops (SD1) et (SD2)

La figure VI.7 représente l'évolution des taux de décoloration (TD) des deux sirops SD1 et SD2, sont exprimés en pourcentage (%), et calculés par la formule suivante ;

$$\text{Taux de décoloration} = \frac{\text{Couleur du (SF)} - \text{Couleur du (SD)}}{\text{Couleur du (SF)}} \times 100$$

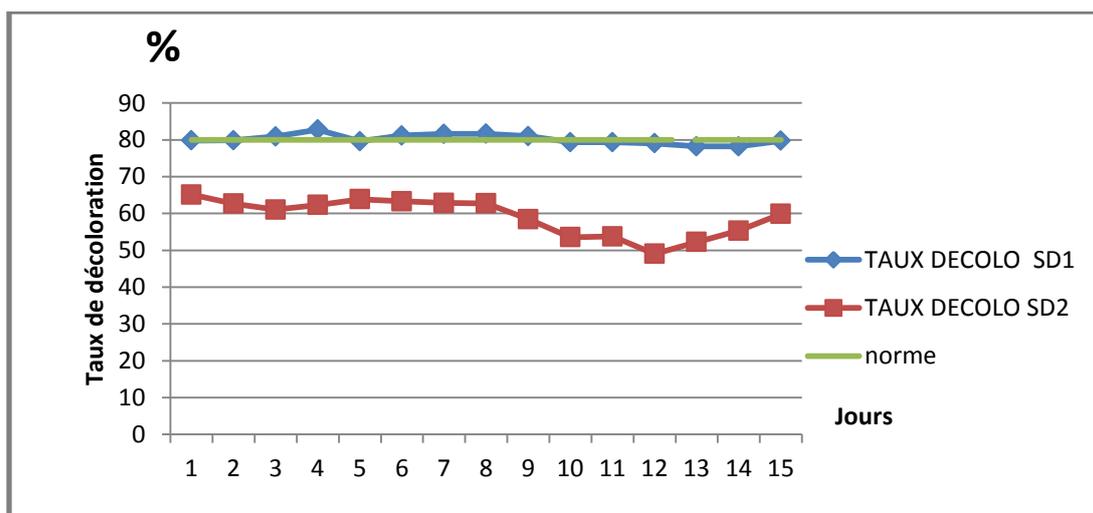


Figure VI. 6 : Évolution des taux de décoloration des deux sirops décolorés (SD1) et (SD2) par rapport aux normes.

- **Taux de décoloration de (SD1) (%)**

La figure montre que les valeurs des taux de décoloration de **(SD1)** sont stables avec un rendement considérable, et une valeur représentative d'environ **80%**.

- **Taux de décoloration de (SD 2) (%)**

Les valeurs des taux de décoloration de **(SD2)** ne sont pas stables. Elles sont comprises **entre 49.03%** et **65.15%**, par rapport au taux estimé qui est d'environ **80%**.

Ces variations qu'on peut justifier par l'instabilité de quelques paramètres au cours du procédé.

- **Interprétation des deux taux TD1 et TD2**

Les deux courbes présentent deux allures différentes, on note une différence significative entre les deux TD de SD1 et de SD2.

1. la courbe du SD2 présente des valeurs instables tout au long de la période d'étude qui ont une moyenne caractéristique d'une résine en fin de vie, puisque le rendement ne dépasse pas 65,15% donc au-dessous de la norme. L'interruption qui a eu durant ses 15 jours est due à l'état (l'âge) de la résine utilisée (saturation des sites actifs), parce que les autres conditions (débit, couleur du sirop filtré, temps de séjour dans la résine et même la hauteur du lit de résine) sont presque semblables dans les deux lignes.
2. la courbe du SD1 présente une certaine stabilité de rendement, ce qui caractérise la mise en fonction d'une nouvelle résine (remplacement de l'ancienne résine par une nouvelle résine), donc à partir de ces deux graphes on peut conclure que la résine à une durée d'utilisation limitée et son remplacement est alors nécessaire afin de garantir une décoloration satisfaisante.

VI.9. Etude de la conformité du sucre blanc de CEVITAL

Les résultats d'analyses physico-chimiques pour la conformité du sucre blanc de CEVITAL, sont présentés dans le *Tableau VI.1*.

Jours	Pol (%)	Teneur en sucre invertis %	Teneur en Cendres %	Taux Humidité %	Couleur IU (ICUMSA)
J1	99.71	0.008	0.022	0.012	33
J2	99.84	0.008	0.017	0.021	26
J3	99.73	0.002	0.021	0.010	27
J4	99.70	0.004	0.018	0.020	28
J5	99.80	0.014	0.015	0.013	29
J6	99.79	0.014	0.017	0.014	39
J7	99.77	0.012	0.017	0.007	24
J8	99.70	0.010	0.016	0.012	29

J9	99.70	0.010	0.016	0.037	23
J10	99,96	0,004	0,011	0,012	29
J11	99,94	0,006	0,013	0,020	35
J12	99,93	0,006	0,017	0,021	24
J13	99,79	0,008	0,015	0,015	36
J14	99,86	0,004	0,013	0,012	33
J15	99.78	0.001	0.015	0.012	23
Norme A	99.7 min	0.04 max	0.04 max	0.10 max	60 max
Norme B	99.7 min	0.1 max	0.1 max	0.1 max	100 max

Tableau VI. 1 : Résultats d'analyses physico-chimiques pour la conformité du sucre blanc de CEVITAL, suivie durant 15 jours.

POL : polarisation ; J : jour ; Max : maximum ; Min : minimum.

Norme A : Norme algérienne pour le sucre de spécification A.

Norme B : Norme algérienne pour le sucre de spécification B.

Interprétations

D'après le *Tableau VI.1*, le sucre de Cevital, répond largement aux normes A et B de classification algérienne, et la répétabilité du procédé permet à la raffinerie de répondre aux exigences des clients.

CONCLUSION

CONCLUSION

De nos jours la qualité est devenue un enjeu stratégique et de concurrence entre les différentes industries agro-alimentaires de satisfaire le consommateur par offre d'un produit qui répond à ses exigences sans oublier qu'à prix égal, le sucre de meilleure qualité reste la préférence des acheteurs.

En effet, le raffinage du sucre roux de canne est un processus très délicat nécessitant un contrôle continu qui aboutit à un sucre blanc, dont la décoloration qui est une étape déterminante.

Le travail effectué au niveau de la raffinerie de complexe agroalimentaire CEVITAL avait pour objectif de suivre l'évolution des paramètres physico-chimique à savoir le °BRIX, LA PURETE et LA COULEUR du sirop à chaque stade de production afin de vérifier leur stabilité et leur conformité aux normes ICUMSA.

Les résultats obtenus durant la période de notre stage nous ont permis de vérifier la stabilité de procédé de raffinage au niveau de chaque section. La chute des valeurs de la couleur après filtration et décoloration indique l'efficacité de ces deux traitements, notamment l'effet de la résine échangeuse d'ions et l'augmentation de cette couleur dans les égouts (LS1, LS2, LS3 et LSA) confirme que la majorité des colorants et des impuretés sont séparés des cristaux du sucre après chaque turbinage. La diminution de la pureté du magma jusqu'à LSA, et sa stabilité dans les liqueurs des différents jets, témoigne l'efficacité du processus de raffinage, notamment le turbinage de chaque jet permettant la récupération du sucre. Les résultats obtenus, indique aussi une stabilité du °Brix dans les différentes sections de raffinage ce qui montre la bonne maîtrise de procédé, bon contrôle et respect des consignes de travail.

D'après les résultats obtenus nous pouvons conclure, que les systèmes de décoloration appliquée par CEVITAL sont efficaces pour obtenir un sucre blanc de bon qualité qui répond aux normes.

Dans le but d'approfondir cette étude, il serait intéressant de se focaliser sur l'étude spécifique de chaque étape de production, afin de maîtriser et mieux caractériser les paramètres agissant sur le rendement et la qualité du produit.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

A

- **Arzate A.(2005)**. Extraction et raffinage du sucre de canne, *Revue de l'ACER* (Centre de recherche, de développement et de transfert technologique en acériculture), Saint-Norbert-d'Arthabaska, novembre, 41p.
- **Asadi M. (2007)**. Beet-Sugar Handbook. Ed : John Wiley et Sons, Inc. Hoboken New Jersey. USA. 884p.
- AFISUC. (2002)**. Association pour la formation et le perfectionnement dans les industries sucrières. Cristal 1- 15p.
- **Ait amar A. (1989)**. Cours de technologie du sucre. Institut national des industries légères Boumerdes - Alger, 182p.
- **Anonyme I**, Manuel opératoire cevital (2002).
- **Anonyme II**, Rapport de formation Cevital, (2005).
- **Anonyme III, (2009)**. Manuel opératoire des connaissances générales utilisé à CEVITAL. 12p.
- Anonyme IV**, Manuel opératoire CEVITAL ,(2010).
- **Applexion. (2006)**. Management de la qualité. Extension de l'unité de décoloration existante. Manuel opératoire CEVITAL-ALGERIE. FORM 002A.
- ARDEN, Victor et DE DARDEL, français**. Echange d'ions. Extraits des cahiers techniques de l'ingénieur, 1981, p. 1 – 16.

B

-Bounie D. (2003). Cours de technologies industrielles : l'usine agroalimentaire, école polytechnique universitaire de Lille, 42 p.

-Belhamri R. (2005). Extraction des macromolécules pariétales des eaux de presse de betteraves sucrières étude de leur composition, de leurs propriétés physico-chimiques et de leur effet sur le processus sucrière p4, 98,99.

-Burzawa E. (1999). Rappel des bases de l'épuration calco-carbonique. Association AVH, 6^{ème} symposium. Reims, 7-10p.

-Bento M. et Sa S. (1998). Study of HMW compounds in sugar liquors from carbonatation and ion-exchange resins, using GPC chromatography with an evaporative light scattering detector. *Sugar processing research conference*, Georgia, p 247.

- Bubnik Z. et Kadlec P. (1995). La solubilité du saccharose. *Ed. Polytechnica*, p 106 – 131.

C

- Codex STAN 212-1999(Amend. 1-2001). NORME CODEX POUR LES SUCRES.

-Cortes A. (2007). Direct white sugar production: optimization and chemical regeneration of fixed-bed activated carbon adsorbers. *Biological and Agricultural Engineering. Master of Science*, pp 6-8, 13-20.

D

-Decloux M., Tatoud L. et Messad A. (1999). Rétention des impuretés de refonte de sucre roux de canne par filtration tangentielle. Association avh, 6^{ème} symposium, Reims, pp 58-63.

-Decloux M, (2002). Procédés de transformation en sucrerie (partie1). In techniques de l'ingénieur, 18p.

- Doucet J. (1992). Le sucre (saccharose) est ses dérivés traditionnels et nouveaux. In sucre, les sucres, les édulcorants est les glucides des charges dans l'industrie agroalimentaires (Multon J. L). Ed. Tec et Doc Lavoisier, pp258-281.

- Dilmi Bouras A. (1998). Le constituant alimentaire et leur rapport avec la santé. Ed. Office de la publication Universitaire, Alger. 272p.

-Durham R., Sleight R. et Hourigan A. (2003). Nanofiltration for recovery of spent ion exchange brines. Centre for Advanced Food Research, University of Western Sydney, Locked Bag 1797, SthPenrith, NSW, 1797. pp 1-6.

E

-Ellis B. (2004). Modeling of Cane Sugar Colorant Removal in Packed-Bed Ion Exchange Columns and an Investigation into Pretreatment Methods. Chemical Engineering. Baton Rouge, Louisiana State University. Master of Science: 249p.

F

-Frédéric P. (2004). Descriptif et analyse des différents sécheurs et refroidisseurs de sucre. Association avh, 11^{ème} symposium, Reims, pp 70 , 77.

G

-Gratius I., Decloux M., Dornier M. et Cuvelier G. (1995). The determination of polysaccharides in raw cane sugar syrups: perfecting of the phenol sulfuric acid method in order to characterize crossflow filtration. *International Sugar Journal*, pp 339,341.

-Grondin-Perez B; Benne M. et Chabriat J. P. (2005). Supervision of crystallization in Bois Rouge sugar mill using on-line crystal content. Estimation using synchronous microwave and refractometric brix measurements. *Journal of Food Engineering* 76p.

H

Hamachi M., Gupta B.B. et Ben-Aim R. (2003). Ultra filtration : a means for decolorization of cane sugar Solution. *Séparation and Purification Technology*, pp 229 -239.

Hugot E, (1987). La sucrerie de canne : carbonatation, *Ed. tec & Doc*, 3^{ème} édition . Lavoisier , France , 449p.

I

ICUMSA Method GS1/3/4/7/8-13 (1994). The Determination of Conductivity Ash in Raw Sugar, Brown Sugar, Juice, Syrup and Molasses – Official.

ICUMSA Method GS1/3-7 (2002). Determination of the Solution Colour of Raw Sugars, Brown Sugars and Coloured Syrups at pH 7.0 – Official.

J

-J.O.R.A. (1997).Arrête interministériel du 27 avril 1997 fixant les spécifications techniques du sucre blanc. 2p.

K

-Kelly F. et Brown D. (1978). Thermal decomposition and color formation in aqueous sucrose solutions. Sugar Tech. Reviews. 6 (1), p 48.

L

-Lescure J.P. (1995).L'analyse des solutions de sucre. In le saccharose : propriétés et application (Mathlouthi M. et Reiser P.). Ed. Polytechnica. pp164-196.

-Lameloise L et Decloux M. (2007).Les membranes en sucrerie et distillerie : Applications récentes et en développement. UMR GénIAL. AgroParisTech, site de Massy, 21p.

M

-Mathlouthi M. et Reiser P. (1995).Le saccharose propriétés et application. Edition française polytechnique, pp240-299.

- Mathlouthi M. et Barbara R. (2001). L'extraction du sucre. CEDUS : Centre d'étude et de documentation du sucre pp1-11-14.

-Mathlouthi M. et Barbara R. (2004). Chapitre 9 sucreries de canne, dossier CEDUS avec la collaboration de l'université de Reims, 7p.

-Mersad A., Lewandowski R., Heyd B. et Decloux M. (2003).Colorants in the Sugar Industry: Laboratory Preparation and Spectrometric Analysis. International Sugar Journal 105(1254), 269-281.

-Multon J.L. (1992).Les fonctions des sucres et leurs produits de substitution dans les aliments. In Le sucre, les s sucrés, les édulcorants et les glucides des charges dans les industries agroalimentaires (Multon J.L.). Ed. TEC et DOC Lavoisier, pp2-13.

-Margaret A. Clarke H., Leslie A. Edye P. et Bjarne C. (1997).In line measurement of color. In raw and refined sugars. Paper presented at the Sugar Industry Technologists Conference, Montreal. pp 1-12.

N

-**Neill T. (2004)**. Sugar quality. In sugar Trading Manual (S T M). Jonathan Kingsman. Ed: Woodhead Publishing Limited. Cambridge England. 285P.

R

-**Rachedi N, (2002)**.Précèdes de transformation dans la raffinerie de CEVITAL spa. Rapport de formation, pp 1-30.

-**Romain J, Thomas C., Pierre S. et Gérard B. (2007)**.*Science des aliments*. Lavoisier, Tec et Doc, 449p.

S

-**Schrevel G. (2001)**. Interaction eau - saccharose et conséquences sur le séchage, la maturation et le stockage du sucre cristallise. Association avh, 8ème symposium, Université de Reims, 9p.

-**Smith P. et Paton N. H. (1985)**.Sugarcane flavonoids. SugarTechnologyReviews, p142.

T

-**Theoleyre M.A., Cartier S. et Decloux M. (1999)**. Couplage de la décoloration et de la nanofiltration des éluant de régénération en sucrerie de canne. Association AVH, 6ème Symposium, Reims,2- 13p.

-**Tianen T. (2007)**. Raffinerie Tirlemontoises.a. Ed. Avenue de Tervueren, 182- B -1150 Bruxelles –Belgique. 2p.

ANNEXES

ANNEXES

M	V	Correction*
109.461	99.800	-0.200
109.471	99.810	-0.190
109.481	99.820	-0.180
109.491	99.830	-0.170
109.501	99.840	-0.160
109.511	99.850	-0.150
109.521	99.860	-0.140
109.531	99.870	-0.130
109.541	99.880	-0.120
109.551	99.890	-0.110
109.561	99.900	-0.100
109.571	99.910	-0.090
109.581	99.920	-0.080
109.591	99.930	-0.070
109.601	99.940	-0.060
109.610	99.950	-0.050
109.620	99.960	-0.040
109.630	99.970	-0.030
109.640	99.980	-0.020
109.650	99.990	-0.010
109.660	100.000	±0
109.670	100.010	+0.010
109.680	100.020	+0.020
109.690	100.030	+0.030
109.700	100.040	+0.040
109.710	100.050	+0.050
109.720	100.060	+0.060
109.730	100.070	+0.070
109.740	100.080	+0.080
109.750	100.090	+0.090
109.760	100.100	+0.100
109.770	100.110	+0.110
109.780	100.120	+0.120
109.790	100.130	+0.130
109.800	100.140	+0.140
109.810	100.150	+0.150
109.820	100.160	+0.160
109.830	100.170	+0.170
109.840	100.180	+0.180
109.850	100.190	+0.190
109.860	100.200	+0.200

Tableau I : Table de correction pour la polarisation de sucre blanc

Volume de titrage T ml de solution d'EDTA	%sucres réducteurs
De 1.7 à 2.2	0.017
De 2.3 à 2.9	0.016
De 3 à 3.6	0.015
De 3.7 à 4.2	0.014
De 4.3 à 4.8	0.013
De 4.9 à 5.5	0.012
De 5.6 à 6.2	0.011
De 6.3 à 6.8	0.010
De 6.9 à 7.5	0.009
De 7.6 à 8.1	0.008
De 8.2 à 8.7	0.007
De 8.8 à 9.4	0.006
De 9.5 à 10.1	0.005
De 10.2 à 10.7	0.004
De 10.8 à 11.3	0.003
De 11.4 à 11.8	0.002

Tableau II : Table de correction pour la teneur en sucre réducteur de sucre blanc.

Origine	Colorants	Formation	Caractéristiques
Pigments et précurseurs de colorants de la canne	Flavones	/	Composés polyphénoliques pâles en milieu acide Jaunes-verts en milieu basique
	Mélanines	Brunissement enzymatique des composés polyphénoliques présents dans la canne	Polymères colorés bruns ou noirs
Colorants de fabrication	Caramels	Dégradation thermique du saccharose	
	Mélanoïdines	Réaction de Maillard: Réaction entre un sucre réducteur et un acide aminé	Composés azotés Couleur très foncée
	Produits de dégradation alcaline des hexoses (PDAH)	1. Inversion du saccharose en milieu acide 2. Dégradation des hexoses en acides et produits colorés en milieu basique	Molécules que l'on distingue difficilement des précédentes Acides - Couleur brune

Tableau III : Présente les différents colorants qui sont présents dans le sucre.

La couleur				
sections	erreur standard	normes	moy couleur	écart-type
M	0,39839572	1200	1994,667	614,219443
SR	0,03536977	1200	1244	48,8130545
T200	0,08289601	1200	1308,467	57,5225008
SF	0,16981828	600	722,7333	50,8140401
SD1	-0,75397609	250	142,5333	15,0184014
SD2	0,16219839	250	298,4	54,4226843
SC	-0,10810159	300	270,7333	42,4995238
LS1	-0,08616944	300	276,2	33,1322027
LS2	0,04145699	800	834,6	126,158517
LS3	0,44895991	1600	2903,6	404,487295
LSA	0,64736582	5000	14179	2884,76758

Tableau IV : Représente les différentes calculs faite sur le paramètre couleur.

la pureté					
sections	erreur standard	nome min	norme max	moyenne	écart-type
M	-0,00379	98,5	99,9	99,82533	98,8253333
SR	-0,0005	98,5	99,9	99,15	99,15
T200	-0,00019	98,5	99,9	99,18067	99,1806667
SF	-0,00021	98,5	99,9	99,17933	99,1793333
SD1	-0,00128	98,8	99,9	99,22267	99,2226667
SD2	-0,00091	98,8	99,9	99,25933	99,2593333
SC	-0,00141	98,8	99,9	99,21	99,21
LS1	-0,0017	98,8	99,9	99,18133	99,1813333
LS2	-0,00211	98	99,9	98,742	98,742
LS3	-0,00391	95	99,9	97,07	97,07
LSA	-0,03902	90	99,9	91,384	91,384
LSB	0,004727	83	86	84,90133	84,9013333
LSC	0,058474	70	75	77,00267	77,0026667

Tableau V : Représente les différentes calculs faite sur le paramètre pureté.

le °BRIX					
sections	moyenne	écart-type	erreur standard	normes min	normes max
M	84,93	1,34843825	-0,01849	80	93
SR	61,82733	1,14746595	-0,02705	60	67
T200	61,22267	0,82885865	-0,0372	60	67
SF	57,65067	0,85028119	-0,06677	60	63
SD1	57,61133	0,85836944	-0,0675	60	63
SD2	57,50467	0,83129732	-0,06948	60	63
SC	63,248	1,64421149	-0,0277	63	67
LS1	63,402	1,44064073	-0,0252	63	67
LS2	73,90333	1,71955005	0,018989	70	75
LS3	74,86733	1,08729984	0,03162	70	75
LSA	77,17467	2,0264461	-0,02365	78	80
LSB	80,358	1,50615499	-0,02666	80	85
LSC	84,34267	1,00235057	-0,03743	70	75

Tableau VI : Représente les différentes calculs faite sur le paramètre °Brix.

Jours	TAUX DECOLO SD1	TAUX DECOLO SD2	norme
1	79,85	65,15	80
2	79,88	62,66	80
3	80,92	61,06	80
4	82,76	62,32	80
5	79,61	63,87	80
6	81,16	63,3	80
7	81,6	62,86	80
8	81,64	62,76	80
9	80,98	58,43	80
10	79,35	53,57	80
11	79,35	53,75	80
12	79,03	49,03	80
13	78,23	52,23	80
14	78,22	55,34	80
15	79,74	59,88	80

Tableau VII : Résultats du paramètre couleur du sirop décoloré dans la section décoloration.

Matériels
<ul style="list-style-type: none">▪ Un saccharimètre de pailleuse (pour la mesure du brix), model : RFM 340.▪ Un spectrophotomètre (pour la mesure de l'absorbance), de marque ELIOS.▪ Un diluteur mené d'une balance de précision (pour la réalisation des dilutions),▪ Un pH mètre (pour la mesure des pH des différentes solutions), de marque HANNA instruments.▪ Un polarimètre (pour la mesure de la polarisation), de marque POLASER-S▪ Un bain marine (pour le refroidissement des différentes solutions et permet aussi de réguler les températures voulues),▪ Un agitateur magnétique, de marque VELP.▪ L'étuve réglée à 105°C, de marque MEMMERT.▪ Une balance de précision, de marque SARTORIUS CP4201.▪ Une balance analytique, de marque KERN.▪ Un dessiccateur en verre▪ Une pompe à vide,▪ Un papier filtre de 0.45 µm et des filtres plissés standard▪ Des bouteilles pour la réalisation des différentes dilutions,▪ Des entonnoirs,▪ Les pots en plastiques de 500ml pour la réalisation des différents prélèvements,▪ Des ordinateurs menés d'un logiciel 'CLEOPATRE'.
Les solutions
<ul style="list-style-type: none">• HCl à 0.1N,• NaOH à 0.1N,• Des solutions tampons 7 et 10.• Une eau osmosée et filtrée.

Tableau VIII : Liste des matériels et solutions utilisés.

	<i>°Brix</i>	<i>Pol</i>	<i>Pureté</i>	<i>Couleur ICUMSA</i>		
<i>°Brix</i>	1					
<i>Pol</i>	0,98375849	1			M a g m a	
<i>Pureté</i>	0,00182628	0,18119632	1			
<i>Couleur ICUMSA</i>	0,54688453	0,5922074	0,31088687	1		
Sirop de refonte "AFFINAGE "						
	<i>°Brix</i>	<i>Pol</i>	<i>Pureté</i>	<i>Couleur ICUMSA</i>	<i>pH</i>	
<i>°Brix</i>	1					
<i>Pol</i>	0,99457745	1				
<i>Pureté</i>	-0,34408243	-0,24463525	1			
<i>Couleur ICUMSA</i>	-0,20726678	-0,2456942	-0,28575664	1		
<i>pH</i>	0,09485718	0,07731377	-0,19267947	0,53213205	1	
Sirop de refonte N (T200)						
	<i>°Brix</i>	<i>Pol</i>	<i>Pureté</i>	<i>Couleur ICUMSA</i>	<i>pH</i>	
<i>°Brix</i>	1					
<i>Pol</i>	0,99524269	1				
<i>Pureté</i>	-0,45326202	-0,36446709	1			
<i>Couleur ICUMSA</i>	-0,04865774	-0,10266603	-0,46282602	1		
<i>pH</i>	0,19287059	0,15943983	-0,37672479	0,29860196	1	
Sirop filtré T4200 N						
	<i>°Brix</i>	<i>Pol</i>	<i>Pureté</i>	<i>Couleur ICUMSA</i>	<i>pH</i>	
<i>°Brix</i>	1					
<i>Pol</i>	0,99395043	1				
<i>Pureté</i>	-0,63591791	-0,55335728	1			
<i>Couleur ICUMSA</i>	0,36813922	0,33967483	-0,32155029	1		
<i>pH</i>	0,41205763	0,4075766	-0,3151683	0,18347184	1	
SIROP DECOLORE 1 N						
	<i>pH</i>	<i>°Brix</i>	<i>Pol</i>	<i>Pureté</i>	<i>Couleur ICUMSA</i>	
<i>pH</i>	1					
<i>°Brix</i>	0,18787771	1				
<i>Pol</i>	0,15651148	0,99721223	1			
<i>Pureté</i>	-0,41185165	-0,73039743	-0,67772719	1		
<i>Couleur ICUMSA</i>	-0,32086058	0,55468775	0,53559858	-0,57698708	1	
TAUX DECOLO	0,34362199	-0,49331188	-0,48091333	0,47264114	-0,82434593	
SIROP DECOLORE 2 N						
	<i>pH</i>	<i>°Brix</i>	<i>Pol</i>	<i>Pureté</i>	<i>Couleur ICUMSA</i>	
<i>pH</i>	1					
<i>°Brix</i>	0,07419077	1				
<i>Pol</i>	0,06149141	0,9980969	1			
<i>Pureté</i>	-0,23568923	-0,66766537	-0,62063995	1		
<i>Couleur ICUMSA</i>	-0,03813932	0,61661557	0,60985835	-0,47873848	1	
Concentrateur E540 N						
	<i>°Brix</i>	<i>Pol</i>	<i>Pureté</i>	<i>Couleur ICUMSA</i>	<i>TAUX COLORATION</i>	
<i>°Brix</i>	1					
<i>Pol</i>	0,99789344	1				
<i>Pureté</i>	-0,54443333	-0,49047134	1			
<i>Couleur ICUMSA</i>	0,13464448	0,10234496	-0,51017395	1		

TAUX COLORATION	-0,18927393	-0,16377449	0,46219032	0,03150655	1
LS 1 N					
	<i>°Brix</i>	<i>Pol</i>	<i>Pureté</i>	<i>Couleur ICUMSA</i>	<i>pH</i>
°Brix	1				
Pol	0,99684974	1			
Pureté	-0,50588388	-0,43595343	1		
Couleur ICUMSA	-0,04792572	-0,08122667	-0,33455663	1	
pH	0,31315991	0,2756502	-0,55762263	-0,08469557	1
LS 2 N					
	<i>°Brix</i>	<i>Pol</i>	<i>Pureté</i>	<i>Couleur ICUMSA</i>	<i>pH</i>
°Brix	1				
Pol	0,99750775	1			
Pureté	0,53609033	0,59428336	1		
Couleur ICUMSA	-0,13086487	-0,17295415	-0,57914917	1	
pH	0,15657001	0,16679296	0,2211059	-0,21799111	1
LS 3 N					
	<i>°Brix</i>	<i>Pol</i>	<i>Pureté</i>	<i>Couleur ICUMSA</i>	<i>pH</i>
°Brix	1				
Pol	0,92737559	1			
Pureté	-0,30825195	0,07001816	1		
Couleur ICUMSA	0,57164981	0,34404682	-0,65026806	1	
pH	-0,01288296	0,21399999	0,57823869	-0,20637424	1
LS A N					
	<i>°Brix</i>	<i>Pol</i>	<i>Pureté</i>	<i>Couleur ICUMSA</i>	<i>pH</i>
°Brix	1				
Pol	0,69874861	1			
Pureté	-0,82300249	-0,16913677	1		
Couleur ICUMSA	0,90429796	0,55033039	-0,81064092	1	
pH	0,315767	-0,08721986	-0,49978062	0,21766726	1

Tableau IX : Résultats d'analyse de corrélation entre les paramètres mesurés.

Organigramme du complexe CEVITAL

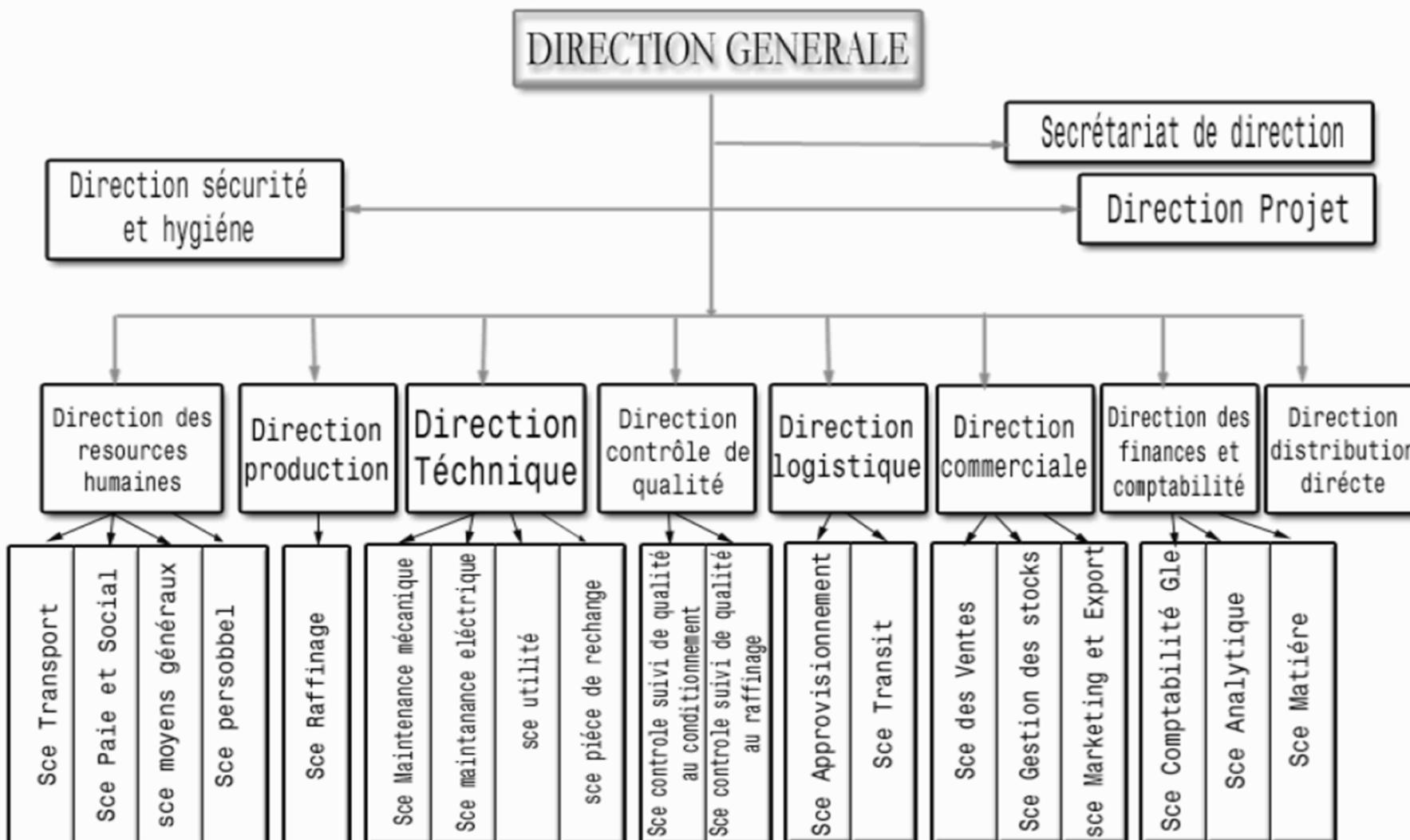
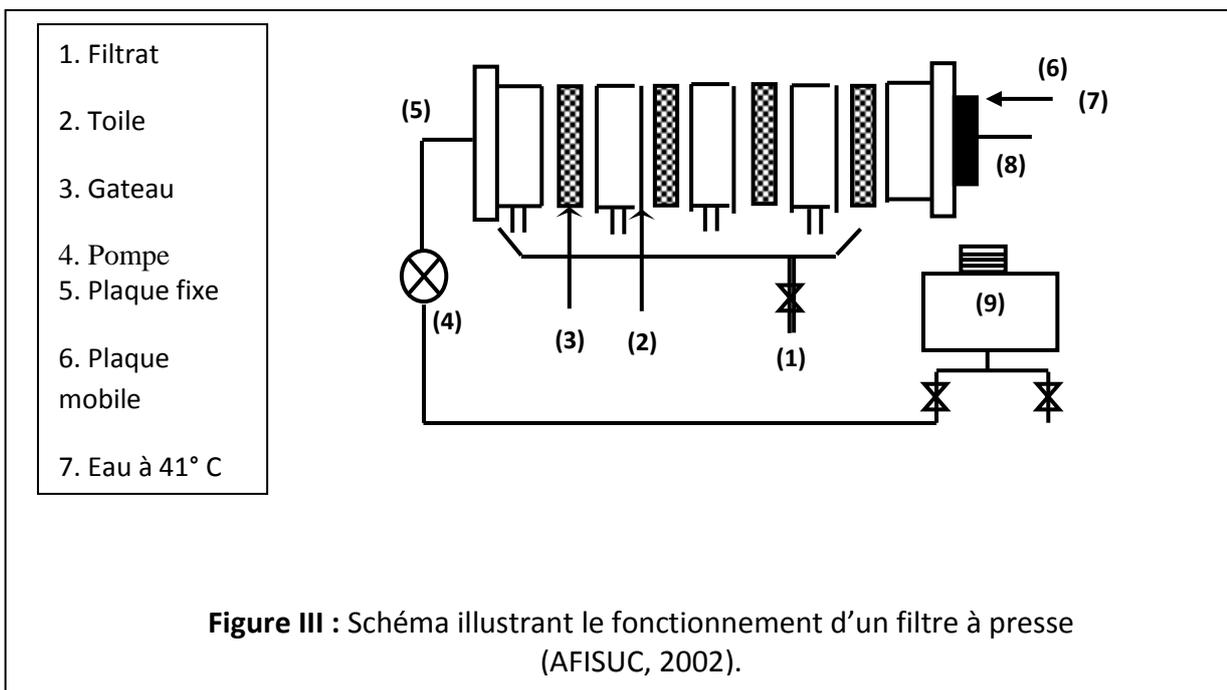
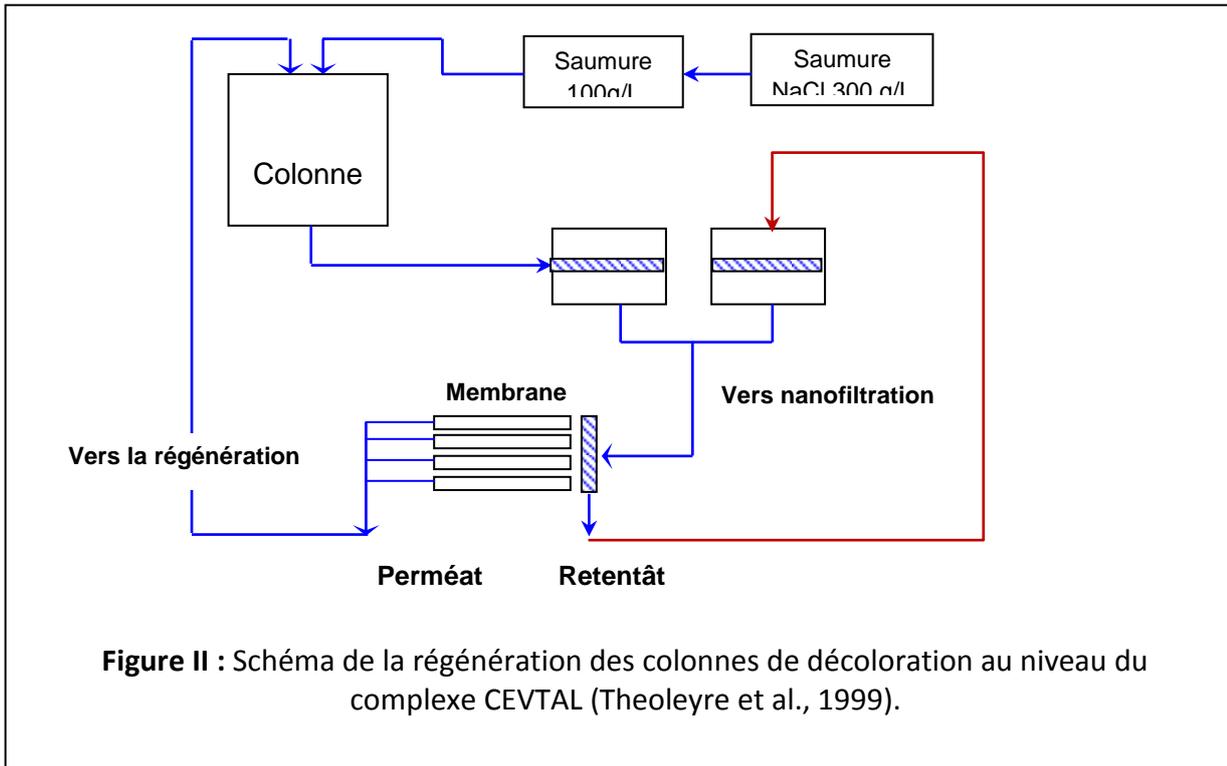


Figure I : Organigramme du Complexe Cevital



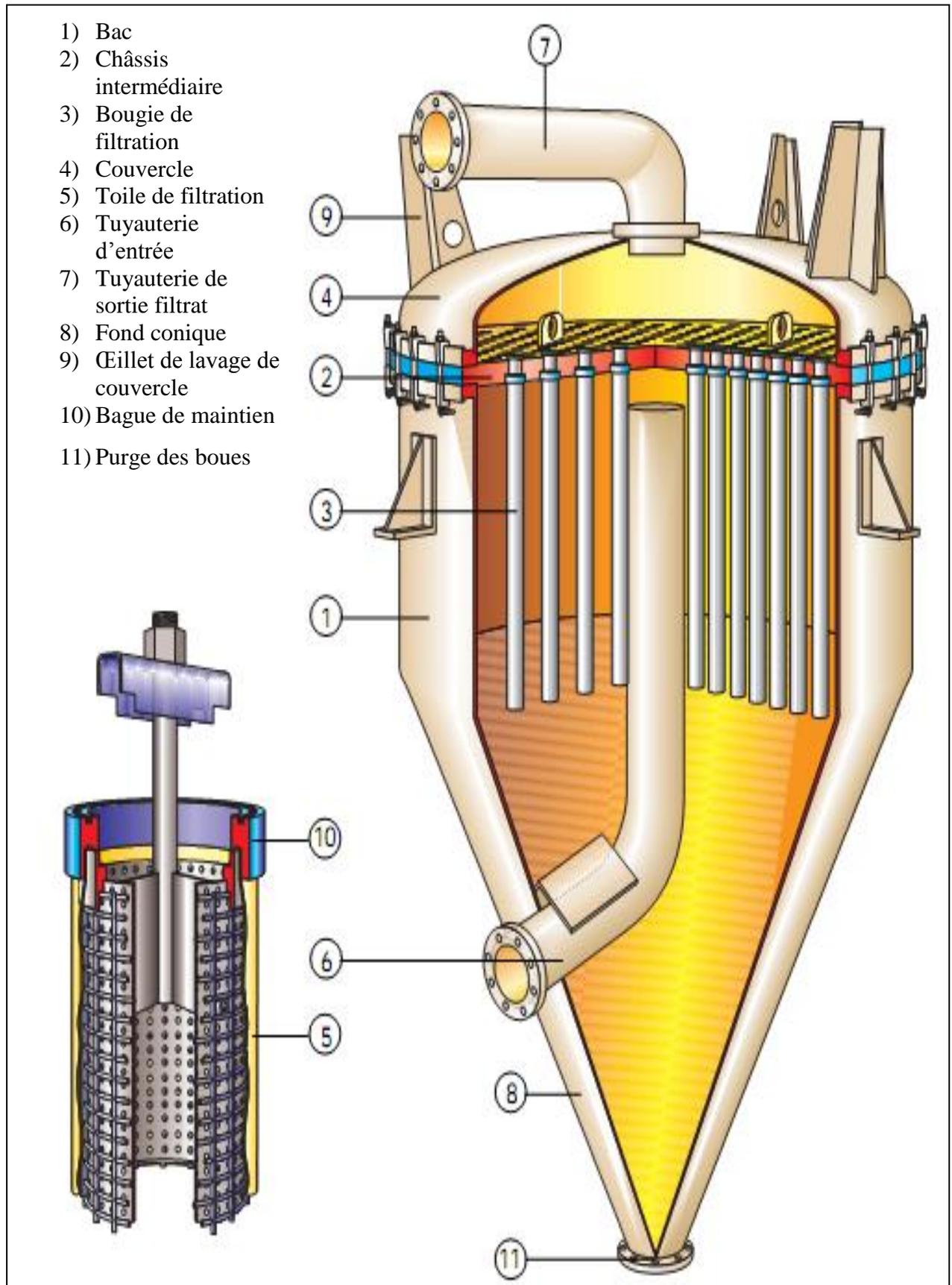


Figure IV : Fonctionnement d'un filtre à bougies (Putsch, 2010).

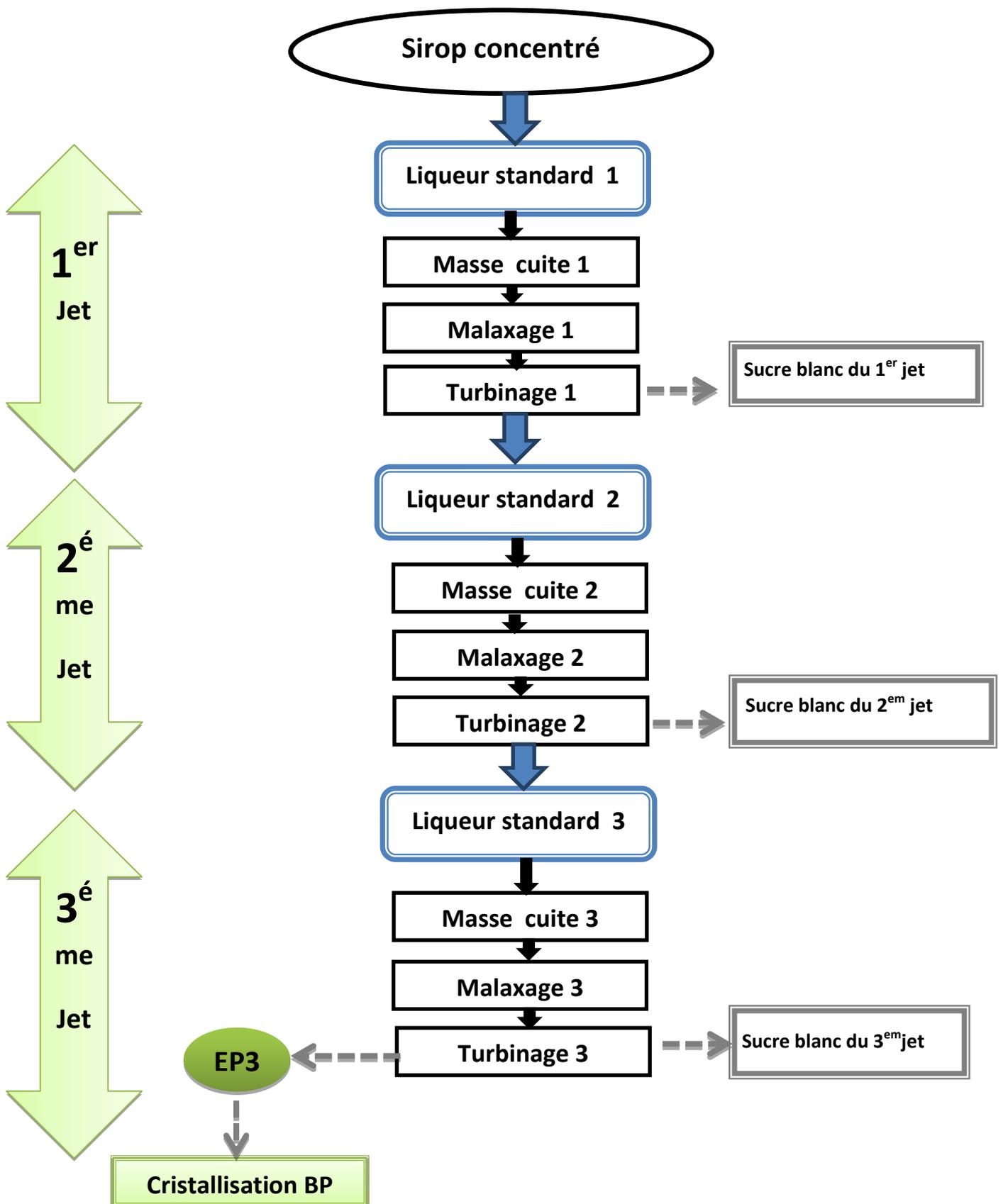


Figure V : Schéma de cycle de cristallisation des hauts produits (HP) à CEVITAL.

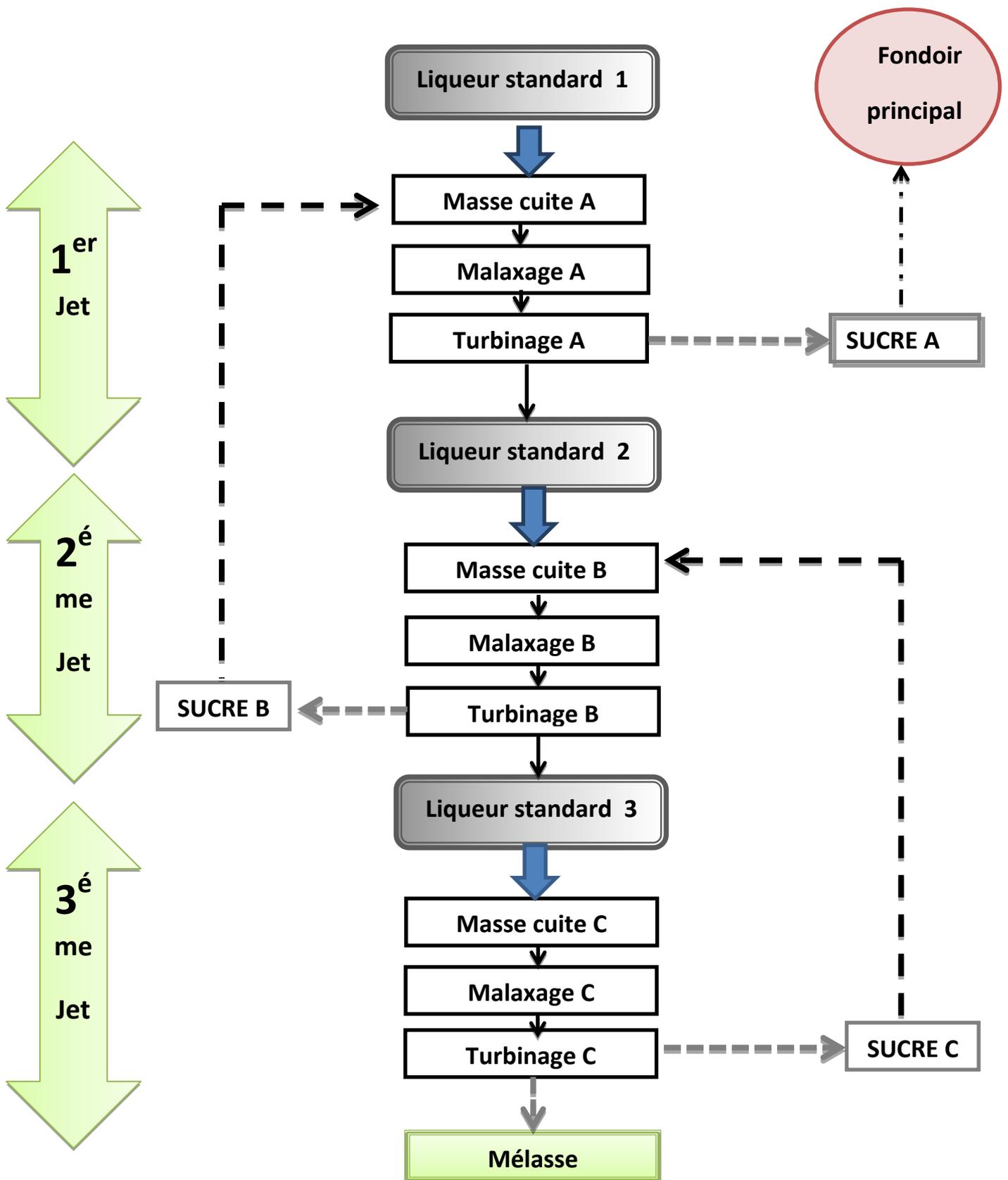


Figure VI : Schéma de cycle de cristallisation des bas produits (BP) à CEVITAL

Résumé

Le raffinage du sucre roux est une nouvelle technologie introduite dans notre pays par le complexe industriel CEVITAL. La confection du sucre blanc repose sur la stabilité des paramètres physicochimiques durant les différentes étapes du raffinage qui influencent sur la qualité du sucre.

Les différentes analyse des paramètres étudié ont donné des résultats qui repend à la norme qui nous a permit de vérifier la stabilité du processus du raffinage au niveau de chaque section.

L'étude a permis de mettre en évidence le rôle capital de la conduite d'une bonne décoloration et son impact direct sur le caractère final du produit fini.

Mots clés: *Raffinage, couleur, évolution, critère de qualité, sucre blanc, saccharose, Technologie sucrière.*

Abstract

The refining of the brown sugar is a new technology introduced into our country by industrial complex CEVITAL. The manufacture of white sugar rests on the stability of the physicochemical parameters during the various stages of the refining which influence on the quality of sugar.

The different ones analyzes parameters studies gave results which repend to the standard which has to us made it possible to check the stability of the process of the refining on the level of each section.

The study made it possible to highlight the key role of the control of a good discoloration and its direct impact on the final character of the end product.

Key words: *Refining, color, evolution, quality standard, white sugar, saccharose, sugar Technology.*