



## Mémoire de Master

Présenté par :

- Ramdani Siham
- Adrar Yugarithen

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en Chimie*

*Spécialité : Analyse chimique*

### **Thème :**

Etude du phénomène de la décoloration par adsorption sur une résine échangeuse anionique et impact de la décoloration sur le sucre blanc

Soutenu le : 28/06/2016

Devant le jury composé de :

Nom & Prénom	Département d'affiliation	Qualité
M <sup>me</sup> Issaadi Hamida	Chimie	Président
M <sup>f</sup> Henache Zahir	Chimie	Examineur
M <sup>me</sup> Boukehil Ghouzala	Chimie	Encadreur



## Remerciements

*Tout d'abord, nous remercions Dieu, le Généreux qui a enseigné à l'Homme ce qu'il ne savait pas et aussi de nous avoir donné la force afin d'accomplir ce travail.*

*Nous profonde gratitude est exprimée à notre promotrice M<sup>lle</sup> Boukehil Ghozala, qui nous à fait l'honneur de diriger ce travail et, sa constante disponibilité, ses conseils et sa gentillesse.*

*Nous tenons également à remercier les membres du jury en l'accurrence M<sup>r</sup> Hanache et M<sup>me</sup> Issaadi, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

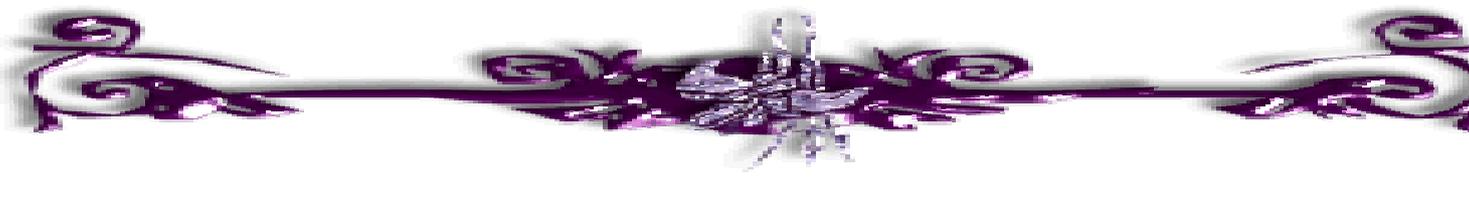
*Nous tenons a remercie aussi les enseignants de l'université de Bejaia plus précisément le département de chimie*

*Etant donné que ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire d'Analyses Physicochimiques de la raffinerie du sucre de Cevital (Bejaia), nous tenons à exprimer toute nous gratitudes et nous respects:*

*A la responsable du laboratoire M<sup>lle</sup> Cherchour Salima, pour sa disponibilité avec une extrême bienveillance. Ainsi M<sup>me</sup> Ramdani soulaf du bureau GRH.*

*A M<sup>r</sup> Naim chef du laboratoire qui à était présent tout le long du stage.*

*Sans oublier toute l'équipe du Laboratoire, pour leurs conseils et leur aide Toufik, Zahir, Mohamede, Sabri ainsi que les autres.*







## Dédicaces

*J'ai le plaisir de dédier ce travail à :*

*Ceux que j'ai tant aimé avec beaucoup d'affection et je suis très fière de les avoir et tout les mots du monde ne peuvent exprimer l'amour et le respect que je leur porte :*

*À Mes très chers parents Daouia et Rachid ;*

*À Mon très cher frère Micipsa ;*

*À Ma très chère sœur Dihia que j'aime beaucoup ;*

*À mes oncles et mes chères tantes est leurs familles ;*

*À mes grands parents ;*

*À ma collègue SIHAM ;*

*À mes cher(es) amis : Mouloud, la fountrouche, Yacine, Fouad, Lamine, L3amri, Samir, Lydia, Fatima, Juba, Khoukha, Ahmed, Lydia, Soni ainsi que le reste parceque je peut pas cité tout le monde*

*À une perle rare auxquelles c'est jolie mots ne lui Font pas effet Dida jinju ;*

*À toutes celles et à tous ceux qui m'aiment.*

**YUGARITHEN**





## *Dédicaces*

*J'ai le plaisir de dédier ce travail :*

*À mes très chers parents qui m'ont tout donné. Qui ont toujours été là pour moi, et qui ont tant fait pour moi et auxquels je ne rendrai jamais assez ;*

*À Ma chère sœur Narimane ;*

*À mes chers frères ;*

*À Mon grand-père pour qui je souhaite une longue vie ;*

*À Toutes mes tantes ;*

*À Toutes mes voisines ;*

*À Mon cher prince Abdenour ainsi que toute sa famille ;*

*À mon binôme Yugarithen ;*

*À Tous ceux qui m'aiment surtout : Amar, Samir pl, Ahmed bf, Massi, Khoukha, Rabia, Meriem, Kahina et Samya ;*

*SIHAM*





**Liste des abréviations**

- **AFISUC** : Association pour la Formation et le perfectionnement dans les Industries sucrières.
- **C** : Carbone.
- **E** : Eau.
- **g** : gramme.
- **H** : Hydrogène.
- **ICUMSA**: International Commission for Unification Methods for Sugar Analysis.
- **LS** : Liqueur standard.
- **m**: Masse.
- **mE** : masse d'Eau.
- **mMS** : masse de la matière Sèche.
- **mNS** : masse des non sucres.
- **mS** : masse de sucre.
- **MS** : Matière sèche.
- **NS** : Non Sucre.
- **O** : Oxygène.
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.
- **PDAH** : Produits de Dégradation Alcaline des Hexoses.
- **QE** : Quantité d'Eau.
- **QS** : Quantité de Sucre.
- **SD** : Sirop Décoloré.
- **SF** : Sirop Filtré.

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Réparation des constituants de la canne a sucre .....	3
<b>Figure 2.</b> La structure moléculaire. ....	4
<b>Figure 3.</b> Procédés généraux de la décoloration a l'unité CEVITAL. ....	15
<b>Figure 4.</b> Schéma illustrant les modes de fonctionnement des trois colonnes de décoloration de l'organisme CEVITAL. ....	16
<b>Figure 5.</b> Schéma de régénération contre courant d'une colonne de décoloration au sein du complexe CEVITAL. ....	21
<b>Figure 6.</b> Résine échangeuse d'anions (résine anionique). ....	22
<b>Figure 7.</b> Mise en œuvre d'un cycle d'une colonne de décoloration. ....	22
<b>Figure 8.</b> Inerte qui protège les collecteurs .....	24
<b>Figure 9.</b> Schéma général des différentes sections des étapes du raffinage du sucre roux. ....	29
<b>Figure 10.</b> Evolution de la coloration du sirop filtré (SF) et du sirop décoloré (SD1). ....	36
<b>Figure 11.</b> Evolution de la coloration du sirop filtré(SF) et de (SD2) en fonction du temps .....	38
<b>Figure 12.</b> Évolution des taux de décoloration des deux sirops décolorés (SD1) et (SD2). ....	40
<b>Figure 13.</b> Evolution de la coloration de liqueur standard1 (LS1) en masse cuite R1 et en fin en produit fini (sucre blanc). ....	42
<b>Figure 14.</b> Evolution du pH du sirop filtré (SF) et du sirop décoloré (SD1,SD2) .....	44
<b>Figure 15.</b> Polarisation du sucre blanc .....	46
<b>Figure 16.</b> Couleur du sucre blanc .....	47
<b>Figure 17.</b> Humidité du sucre blanc .....	48
<b>Figure 18.</b> Teneur en sucres invertis du sucre blanc .....	49
<b>Figure 19.</b> Teneur en cendres conductimétriques du sucre blanc .....	50

### **Liste de figures insérées en annexe**

**Figure 1.** Schéma récapitulatif des étapes de l'extraction du sucre de canne.

**Figure 2.** Cycle de fonctionnement d'une turbine discontinue.

**Figure 3.** Schéma illustrant le fonctionnement d'un filtre à bougie au niveau du Cevital.

**Figure 4.** Schéma d'un atelier de cristallisation.

**Figure 5.** Paramètres de fonctionnement du sécheur au niveau de l'unité Cevital.

**Figure 6.** Paramètres Schéma simplifié résumant l'installation de la section de décoloration et ses utilités assurant ; la régénération, la dépollution et qui permet un couplage de la décoloration et de la nanofiltration au niveau du complexe Cevital.

**Figure 7.** Disposition de colonnes de la section de décoloration au sein du complexe Cevital.

**Liste des tableaux**

<b>Tableau 1.</b> Composition de la canne à sucre .....	3
<b>Tableau 2.</b> Les caractéristiques du sirop filtré à traiter. ....	17
<b>Tableau 3.</b> Les conditions de fonctionnement de la décoloration .....	18
<b>Tableau 4.</b> Avantages et inconvénients des Résines anioniques fortement basiques.....	19
<b>Tableau 5.</b> les principales caractéristiques de l'Amberlite XA 4041CL.....	20
<b>Tableau 6.</b> Échantillons prélevés des différentes sections et leurs paramètres étudiés.....	27
<b>Tableau 7.</b> Résultats d'analyse sur 10 jours du sucre blanc .....	45

**Liste des tableaux insérés en annexe**

<b>Tableau 1.</b> Principaux colorants présents en sucrerie et raffinerie de canne.	
<b>Tableau 2.</b> Classification des colorants en sucrerie de canne.	
<b>Tableau 3.</b> Caractéristiques de la résine de décoloration utilisée au sein du complexe CEVITAL.	
<b>Tableau 4.</b> Résultats obtenus de la coloration de SF et de SD2	
<b>Tableau 5</b> Résultats obtenus de la coloration de SF et de SD1	
<b>Tableau 6</b> Résultats montrant l'évolution des taux de décoloration des deux sirops décolorés SD1 et SD2.	
<b>Tableau 7.</b> Evolution de la couleur de <b>LSA DE R1</b> et du <b>sucre blanc</b>	
<b>Tableau 8.</b> . Résultats de l'évolution de Ph de SD1, SD2 et SF	
<b>Tableau 9.</b> Résultats d'analyse sur 10 jours du sucre blanc.	
<b>Tableau 10.</b> Résultats de ph de <b>(SD1), (SD2), (SF)</b> .	

## GLOSSAIRE

- **Boue** : résidu provient de la filtration du sirop de sucre épuré
- **Chaux** : substance caustique solide, obtenue par calcination du calcaire et d'autres formes de carbonate de calcium. la chaux pure est constituée d'oxyde de calcium (CaO).
- **Canne** : nom de diverses espèces de roseaux (plante aquatique à tige creuse).
- **Egout** : produit en cuve riche en sucre cristallisable (saccharose). en sucrerie la centrifugation permet de séparer les cristaux de sucre du liquide qui les entoure.
- **Graminée** (graminacée) : famille de plantes monocotylédones aux fleurs peu apparentes et groupées en épis.
- **Inverti** : terme qualifiant le saccharose transformé en glucose et en fructose.
- **ICUMSA** : International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis.
- **Mélasses** : résidus de fabrication après le turbinage de la masse cuite.
- **Petit jus** : eau sucrée récupérée lors de la filtration des boues.
- **Roux** : qui est d'un rouge tirant sur le jaune.
- **Vesou** : jus de canne à sucre.

## TABLE DES MATIERES

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Synthèse bibliographique</b>	
<b>Chapitre I. Généralités et processus du sucre .....</b>	<b>2</b>
<b>I.1. la Canne a sucre(matière première) .....</b>	<b>2</b>
I.2. Historique.....	2
I.3. Composition de la canne a sucre .....	3
I.4. Définition du saccharose.....	3
I.4.1. Propriétés physico-chimique du saccharose .....	4
I.4.1.1. Propriétés physique .....	4
A. Aspect.....	4
B. Solubilité.....	4
C. Température de fusion .....	4
D. Pouvoir rotatoire.....	4
I.4.1.2. Propriétés chimique .....	5
A. Inversion.....	5
I.5. Notion générale sur la chimie sucrière .....	5
I.5.1. Brix .....	5
I.5.2. Polarité .....	5
I.5.3. Pureté .....	6
I.5.4. colorimétrie .....	6
I.5.5. Solubilité .....	6
I.5.6. Saturation .....	6
I.5.7. Densité .....	7
I.5.8. Non sucres.....	7
I.6. Procédé de fabrication de la sucrerie de canne .....	7
I.6.1. L'extraction du sucre roux .....	8
I.7. Procédé de fabrication de raffinage du sucre roux de canne .....	8
I.7.1. Affinage et refonte .....	9
A. Affinage .....	9
B. Refonte .....	9
I.7.2. Carbonatation .....	9
Préparation du lait de chaux .....	9
I.7.3. Filtration.....	10
I.7.4. Décoloration .....	10
I.7.5. Concentration .....	10
I.7.6. Cristallisation .....	10
I.7.7. Cristallisation des hauts produits (HP) .....	11
I.7.7.1. Cristallisation des bas produits (BP).....	11
I.7.8. Séchage et Maturation .....	11
I.7.9. Stockage et Conditionnement .....	11
 <b>Chapitre II. Décoloration .....</b>	 <b>12</b>
<b>II. Décoloration .....</b>	<b>12</b>
II.1. Principaux colorants à éliminé .....	12
II.1.1. Colorants naturels .....	12

II.1.2. Colorants formés lors du processus .....	13
II.1.2.1. Mélanines.....	13
II.1.2.2. Mélanoidines .....	13
II.1.2.3. Caramels .....	13
II.1.2.4. Produits de la dégradation alcaline des hexoses (PDAH) .....	13
II.2. Description du procédé de décoloration .....	14
II.3. Procédé générale de la décoloration .....	15
II.4. Les principales données de base de la décoloration .....	17
II.4.1. Caractéristiques du sirop à traiter .....	17
II.4.2. Caractéristiques du sirop filtré.....	17
II.4.3. Conditions de fonctionnement de la décoloration .....	17
II.5. Résine échangeuse d'ions.....	18
II.5.1. Avantages et inconvénient de la résine.....	19
II.5.2. Caractéristiques de la résine (Amberlite XA 4041Cl) utilisée au niveau du complexe CEVITAL.....	19
II.5.3. Mécanismes d'action de la résine.....	20
II.5.4. Régénération.....	20
II.5.5. Dépollution .....	21
II.5.6. Durée de vie de la résine.....	21
II.5.7. Résines anioniques .....	22
II.5.8. les étapes complet de fonctionnement des résines d'un cycle.....	22
Production .....	23
A. Attente .....	23
B. Détassage .....	23
C. Ensucrage.....	23
II.6. Régénération à la saumure nano-filtrée 1/2.....	23
II.6.1. Rinçage .....	24
II.7. Définition de l'inerte .....	24
II.8. Echange d'ions .....	25
II.9. Définition d'adsorption.....	25
II.9.1. Caractérisation de l'adsorption.....	25
II.9.1.1. Adsorption chimique .....	25
II.9.1.2. Adsorption physique.....	26

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

<b>I. Matériels et méthodes .....</b>	<b>27</b>
<b>I.1. Echantillonnage et prélèvements .....</b>	<b>27</b>
I.1.1. Type d'analyse et matériel utilisées .....	30
I.2. Méthodes d'analyses .....	30
I.2.1. Détermination de la pureté dans les sirops (SF, SD1, SD2,R1) .....	30
I.2.2. Détermination de la couleur dans les sirops (SF, SD1, SD2, LS1 et R1).....	31
I.3. Mesure de la couleur du sucre blanc.....	32
I.4. Polarisation du sucre blanc .....	33
I.5. Détermination des cendres conductimétriques.....	34
I.6. Dosage de l'humidité .....	35
<b>II. Résultats et discussions.....</b>	<b>36</b>
II.1. Résultats de mesure de la couleur des sirops (SF, SD1, SD2, LS1 et R1).....	36
II.1.1. Sirop filtré (SF) et sirop décoloré (SD1) .....	36
II.1.2. Sirop filtré (SF) et sirop décoloré (SD2) .....	38
II.1.3. Taux de décoloration de sirops (SD1) et (SD2) .....	40
II.1.4. Évolution de la couleur de la liqueur standard (LS1), la masse cuite R1 et le sucre blanc.....	42
II.1.5. Etude du pH du Sirop filtré (SF) et sirop décoloré (SD) .....	44
II.2. Conformité du sucre blanc de CEVITAL.....	45
II.2.1. Résultats de la polarisation .....	46
II.2.2. Résultats de la couleur .....	47
II.2.3. Résultats de l'humidité.....	48
II.2.4. Résultats de la teneur en sucres réducteurs .....	49
II.2.4. Résultats de la teneur en cendres conductimétriques .....	50
<b>Conclusion .....</b>	<b>51</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	



# ***Introduction***

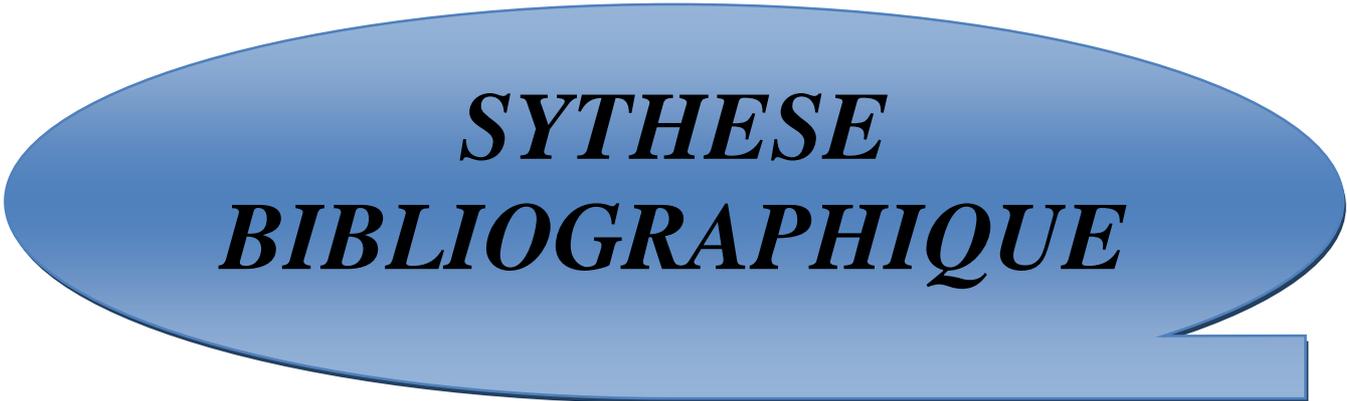
### **Introduction**

Confronté à une concurrence de plus en plus dur, la qualité de produit est devenue un enjeu stratégique. Les fabricants ne peuvent que répondre à ces critères d'exigences sans oublier qu'à prix égal, le sucre de meilleure qualité reste la préférence des consommateurs. Pour y parvenir, les industriels sucriers doivent prendre en considération tout ce qui peut affecter la qualité du sucre. Cette dernière dépend de nombreux facteurs dont le plus important est la couleur. En Algérie, cette dernière reste inexploitée vu le climat méditerranéen, qui ne favorise pas la culture de la canne à sucre d'où l'importance de l'importation du sucre roux.

La transformation industrielle de la canne à sucre en sucre est un processus long et délicat dont le but est de produire un produit de la qualité demandée par le client, et ce à moindre coût.

Dans l'industrie sucrière, les résines échangeuses d'ions sont largement utilisées pour décolorer les sirops de sucre de canne. Les principaux facteurs qui interviennent dans la décoloration d'un sirop de sucre sont, la couleur du sucre, le temps de séjour dans la résine et la hauteur totale du lit de résine.

Notre étude s'inscrit dans le cadre de l'évaluation du procédé de raffinage du sucre roux de canne au niveau du complexe «CEVITAL» et d'apprécier le rôle de la décoloration sur la stabilité du sucre blanc. Notre objectif est donc double. D'une part faire une synthèse littéraire sur la technologie sucrière de canne et d'autre part présenter les résultats des analyses physicochimiques effectuées durant notre stage et l'influence d'une bonne décoloration sur la qualité finale du sucre blanc commercialisée.



***SYTHESE  
BIBLIOGRAPHIQUE***



*Chapitre I :*  
*Généralités et*  
*processus du sucre*

## **I. Généralité de la canne a sucre**

### **I.1. La canne à sucre (matière première)**

La canne à sucre est une plante graminée principalement cultivée dans les régions tropicales et subtropicales [1].

Cette plante fabrique son saccharose dans les feuilles grâce à l'action de photosynthèse il s'accumule dans la tige comme réserve énergétique [2].

### **I.2. Historique**

Bien avant l'ère industrielle, la canne a fourni, au cours des millénaires qui l'ont précédée, le sucre de l'humanité. De la canne, on pouvait assez facilement extraire le saccharose. Dès la plus haute Antiquité, on savait cultiver le roseau sucré, dont l'origine botanique remonterait au «*saccharum robustum*» de la Nouvelle-Guinée et des îles voisines, avant d'émigrer vers l'est (îles Fidji, Nouvelle-Calédonie, Nouvelles-Hébrides), plus tard vers l'ouest et le nord-ouest (Philippines, Indochine, Indonésie, Malaisie, Inde et Chine).

Les Chinois et les Indiens de l'Antiquité savaient extraire de la canne un sirop sucré. Les poèmes indiens louent les vertus du sucre auquel la mythologie attribue une origine divine. Le mot sucre a d'ailleurs une étymologie indienne. Il vient du terme sanskrit sarkara, qui signifie «grain».

Au VII<sup>e</sup> siècle, les Arabes envahissent la perse et découvrent eux aussi ce roseau qu'ils vont implanter dans les pays conquis, Syrie, Palestine, Egypte, Afrique du nord, Iles Baléares et même Espagne [3].

Au XV<sup>e</sup> siècle, la culture de la canne à sucre se répand dans les possessions africaines, d'Espagne et du Portugal (Canaries, Madères, Cap vert). Lisbonne supplante ainsi Venise et devient la capitale du raffinage [1].

En 1520, la canne se cultivait au Mexique, et le premier moulin de sucre en Amérique du Nord vit le jour en 1535. De l'autre cote de la planète, la production du sucre commença en 1747 à l'île Maurice, dans l'océan Indien, et en 1824, la culture de la canne à sucre fut introduite en Australie.

A l'aube du XIX<sup>ème</sup> siècle la canne à sucre a bouclé son tour du monde. Ce voyage a duré environ 2000 ans. Parti des îles du pacifique sud, le roseau sucré a gagné tous les continents et ports européens [4]. Le roseau sucré a gagné tous les continents.

Et la betterave, comment apparaît-elle ? En 1792, c'est la guerre. La puissante flotte britannique empêche les navires marchands d'arriver dans les ports français. Le sucre qui arrive par mer est rationné.

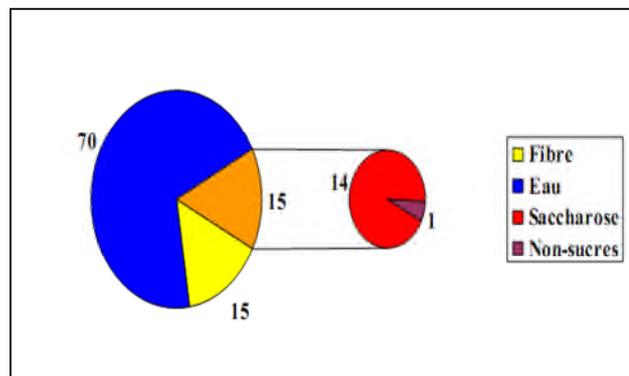
Cet historique nous que le sucre est un produit international, une denrée qui voyage sans cesse et qui est consommée, bien souvent, à des milliers de kilomètres de ces lieux de production

**I.3. Composition principale de la canne a sucre**

Les principaux constituants de la canne à sucre sont l'eau et les fibres comme le montre le **Tableau 1** et la **figure 01**.

**Tableau 1:** la composition de la canne a sucre

COPMPOSITION	POURCENTAGE
Eau	70
Fibre	14
Saccharose	14
Impuretés	2



**Figure 01.** Répartition es constituants de la canne à sucre

**I.4. Définition du saccharose :**

Le saccharose est un disaccharide ou diholoside non réducteur, les deux oses qui le composent sont le dextrose (glucose) et le lévulose (fructose). Il a pour formule brute  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , sa masse moléculaire est de 342,30 g/mol, la figure 02 montre sa structure moléculaire

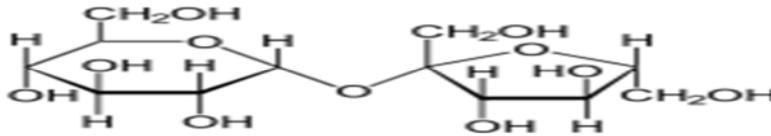


Figure 02. La structure moléculaire

## I.4.1. Propriétés physico-chimique du saccharose

### I.4.1.1. Propriétés physique

#### A. Aspect

Le sucre est un solide très stable dans sa forme cristalline. À l'état pur, il est blanc, inodore et évidemment au goût sucré [2].

#### B. Solubilité

Le sucre est soluble dans l'eau et d'autant plus que la température de celle-ci est plus élevée faiblement soluble dans l'éthanol (solvant polaire) et insoluble dans les solvants apolaire (éthers, benzènes ...)[5].

#### C. Température de fusion

La valeur de point de fusion est de 186°C, et elle peut varier entre 182-192°C selon la pureté de l'échantillon [6]. La température exacte dépend du solvant de cristallisation et de la pureté du sucre [2]. Lorsque il est chauffé au de là de son point de fusion et en présence de Catalyseur acide, le saccharose se transforme en une substance amorphe brune appelée *Caramel* avant de brûler vers 190°C, en donnant un résidu de « charbon de sucre » [7].

#### D. Pouvoir rotatoire

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 le pouvoir rotatoire du saccharose s'exprime comme suit [7].

$$\text{Saccharose } [\alpha]_{\text{D}}^{20} = +66,53$$

### **I.4.1.2. Propriétés chimiques**

#### **A. Inversion**

L'hydrolyse du saccharose, appelée «inversion», provoque la transformation du saccharose en un mélange équimolaire de glucose et de fructose. La solution obtenue prend le nom d'inversion de sucre-inverti en raison du changement de signe de la mesure polarimétrique du positif vers le négatif [8].

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 [2].

## **I.5. Notions générale sur la chimie sucrière**

### **I.5.1. Brix**

Lorsqu'une solution chauffée jusqu'à évaporation totale de l'eau (E) qu'elle contient un résidu nommé matière sèche (MS) est obtenue une solution est donc composée de matière sèche et l'eau [9].

$$\text{Brix (\%)} = (\text{quantité de la matière sèche} / \text{quantité de la solution}) \times 100$$

### **I.5.2. Polarité**

Représente le rapport entre la quantité de sucre contenue dans la solution par la quantité de la solution exprimée en pourcentage. La polarisation peut être mesurée grâce à un polarimètre thermostat à 20c° [9].

$$\text{POLARITE \%} = (\text{quantité de sucre} / \text{quantité de la solution}) \times 100$$

**I.5.3.Pureté**

La pureté définit la quantité de sucre (QS) contenue dans la matière sèche (Ms) [9].

$$\text{La pureté} = \text{QS (g) / Ms (g)}$$

QS : Quantité de Sucre

**I.5.4. La colorimétrie**

La mesure de la coloration en solution est effectuée en moyen d'un spectrophotomètre, elle est basée sur la diminution de l'intensité lumineuse d'un faisceau monochromatique qui traverse la solution à analyser pour la mesure de la couleur des solutions sucrées ICUMSA à officiellement adoptée la méthode de mesure à la longueur d'onde de  $\lambda=420\text{nm}$  [10].

**I.5.5. La solubilité**

Elle s'obtient en divisant la quantité (Q) du sucre dissout par la quantité d'eau dans la quelle à été dissoute selon la formule suivante [9].

$$\text{La solubilité} = \frac{\text{Q sucre dissout (g)}}{\text{Q d'eau (g)}} * 100$$

**I.5.6. Saturation**

Une solution de sucre est dite saturée à une température donnée lorsque mise en présence des cristaux de sucre, ces derniers ne se dissolvent plus et ne grossissent plus. En dessous de cette concentration en sucre la solution est dit 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 [9].

$$\text{Saturation} = \frac{\text{Masse maximum de sucre dissout (MS)}}{\text{Masse eau}}$$

### I.5.7. La densité

La densité d'une substance est le rapport entre sa masse volumique et la masse volumique de l'eau la masse volumique s'exprime en kg /m<sup>3</sup>. Elle est mesuré à 15°C par *plato* et la valeur obtenue est toujours valable pour une utilisation pratique [11].

### I.5.8. Non sucre

Lorsque l'eau est soumise à une évaporation totale il reste que la matière sèche .cette dernière est composée de sucre (S) et de non sucre (NS) [9].

$$\text{MS} = \text{S} + \text{NS} = \text{S} + \text{matières}$$

NB :

- si on continu à chauffer jusqu'à 128°C, l'ensemble donnera le caramel.
- A 600 °C, il n'en restera que des cendres [12].

## I.6. Procédé de fabrication de la sucrerie de canne

L'objectif du raffinage du sucre est d'extraire toutes impuretés de la matière première et de la purifier afin de produire un sucre comestible de bonne qualité. Un grand nombre d'opérations unitaires de séparation sont ainsi mises en œuvre [13].

Un schéma résumant les étapes de l'obtention du sucre roux de canne est représenté en (annexe I, figure01).

### I.6.1. L'extraction du sucre roux

- Préparation

Les cannes sont déchiquetées mécaniquement afin de faciliter le broyage [2].

- **Extraction**

Les cannes sont broyées dans des moulins en extrais le jus (vesou) [2].

- **Clarification**

Le vesou qui contient un grand nombre d'impuretés est épuré par tamisage et chauffage en suite par l'ajout de la chaux [15].

- **Evaporation**

Le jus clair est chauffé à différentes températures dans des évaporateurs à pression réduite, l'eau s'élimine sous forme de vapeur et l'obtention du sirop [2].

- **Cristallisation**

Le sirop est chauffé à 55°C il se transforme en masse cuite et en liquide visqueux (liqueur mère).

- **Malaxage - turbinage**

La masse cuite est malaxée et turbinée afin de séparer les cristaux de sucre et le sirop et on aura les cristaux de sucre roux [16].

- **Séchage – emballage :**

Les cristaux sont séchés puis mis dans des sacs. Pour l'exportation, le sucre roux est entreposé en piles, jusqu'à ce qu'il soit chargé sur les navires [2].

## **I.7. Procédé de fabrication et du 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) [17].

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

### **I.7.1. Affinage et fonte**

### A. Affinage

Le sucre roux est déversé dans un malaxeur et mélangé par un brassage à un sirop chaud légèrement, Cette opération constitue à débarrasser les cristaux de sucre des impuretés superficielles. Cette étape aboutit à la préparation du magma d'un brix variant entre 80 et 85%. [18]. Le sucre obtenu est « un sucre d'affinage ».

### B. Refonte

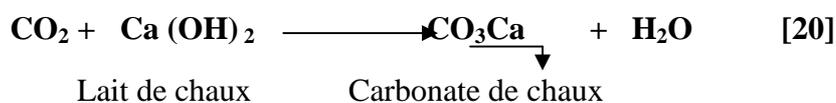
Le sucre affiné passe dans des turbines d'affinage pour être débarrassé des impuretés et matières colorantes sur la surface des cristaux, puis refondu pour donner « un sirop de refonte » [19].

## I.7.2. Carbonatation

Le gaz carbonique est pompé avec un débit régulé par une vanne jusqu'à avoir un pH =11, le produit est renvoyé dans la deuxième chaudière pour subir « la deuxième carbonatation ». Le sirop carbonaté sort avec un pH d'environ 8 et à une température de 90°C. [19].

La carbonatation a pour but d'éliminer les non sucres du jus et de retenir éventuellement des particules insolubles, passées accidentellement à la refonte, pour cela l'action de la chaux combinée à celle du dioxyde de carbone, produit un précipité de CaCO<sub>3</sub> qui piège, précipite, et détruit le non sucre [18].

Le précipité formé est granuleux, comme le montre la réaction suivante :

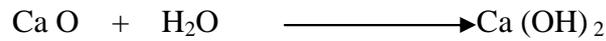


#### ▪ Préparation du lait de chaux :

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 [19]. Le sirop obtenu est mélangé au lait de chaux dans des réacteurs de carbonatation [2].

A ce niveau on parle de « jus chaulé ».

Le sirop chaulé est envoyé vers la première chaudière pour subir « la première carbonatation »



### **I.7.3. Filtration**

Le but de la filtration est d'éliminer le carbonate de calcium en suspension dans le sirop carbonaté et de récupérer le petit jus. Le sirop carbonaté passe à travers des filtres à bougies, le liquide sort du support filtrant tandis que les particules sont arrêtées par former une pré-couche. (**Annexe I, figure 03**) [19].

### **I.7.4. Décoloration**

La décoloration est une étape très importante, c'est la phase la plus délicate de la purification du sucre, qui permet l'obtention d'un sirop décoloré de bonne qualité par conséquent la qualité du sucre. Cette section sera largement évoquée dans le **Chapitre II**.

### **I.7.5. La Concentration**

Le sirop est concentré dans un évaporateur, et les vapeurs issues de ce dernier sont récupérées pour les besoins de chauffage durant le procès. Le jus est ramené à une température d'ébullition afin d'éliminer l'eau, entraînant ainsi sa concentration sous forme d'un sirop entre 60 et 70% de saccharose. Le sirop initialement a environ 58% de brix se retrouve à la sortie du concentrateur à un brix de 72% [12].

### **I.7.6. La Cristallisation**

Lorsque le sirop est concentré dans la cuite jusqu'à une certaine viscosité, l'introduction d'une semence (cristaux fins), permet d'amorcer la cristallisation par introduction progressive

de sirop. Les cristaux fins de la semence absorbent le saccharose et grossissent jusqu'à atteindre un diamètre suffisant puis la cuite passe en coulée [21]. (Voire annexe I figure 04).

Une fois coulée, la masse cuite passe à travers les turbines pour séparer les cristaux de sucre de l'eau de mère (égout) [22]. Cette étape va permettre l'obtention d'un maximum de cristaux homogènes à partir d'un sirop bien concentré. (Voire annexe I, figure 05).

### **I.7.7. Cristallisation des hauts produits (HP)**

La cristallisation du saccharose se fait selon une chronique, qui met en jeu deux facteurs : la couleur du sucre et sa pureté [22]. C'est selon ces derniers paramètres qu'on détermine le nombre de jets qu'on doit avoir. Le cas répondu le plus souvent est la cristallisation a trois jets, le schéma du processus est en (annexe I, figure 02).

#### **I.7.7.1. Cristallisation des bas produits (BP)**

La cristallisation des bas produits, s'alimente des égouts issus de la cristallisation (HP), généralement des égouts 3[22]. Elle abouti a « un sucre A » qui est acheminé avec des quantités modérés vers le fondoir (recyclage), et une mélasse qui est une matière première utilisée dans plusieurs secteurs agroalimentaires à savoir ;

- Production d'alcool ;
- Alimentation de bétail ;
- Production de levures.

### **I.7.8. Séchage et Maturation**

Le sucre cristallisé issu du premier jet est chaud (50°C) vers un sécheur pour ramener le taux humidité de 1% à 0,03 et 0,06 [6]. Le sucre circule à Co-courant avec de l'air à 91°C puis le refroidir à 6°C et abstenir un équilibre stable en humidité et température. (Annexe, I figure 06) [6].

### **I.7.9. Stockage**

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 [17].



*Chapitre II :*  
***La décoloration***

## **II. Décoloration**

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 [23].

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 [24]. Pour cela, plusieurs efforts ont été consacrés dont le but de déterminer la nature des colorants et les méthodes qu'il faut mettre au point pour les éliminer.

### **II.1. Principaux colorants a éliminé**

A. Colorants naturels

B. Colorants formés lors du processus il y en a 4 :

- Les mélanines
- Les mélanoïdines
- Les caramels
- Produits de la dégradation alcaline des hexoses (PDAH)

Les colorants du sucre sont constitués d'un mélange complexe de composés organiques d'origine multiple. Les principaux colorants présents en raffinerie de canne sont représentés en (annexe II, tableau 1) [18].

#### **II.1.1. Colorants naturels**

Issus de la canne à sucre, ce sont principalement des molécules dérivées des phénols et sont minoritaires en raffinerie [24]. Ils sont caractérisés par une faible masse molaire [26]. 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 [27]. 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 [18].

## **II.1.2. Colorants formés lors du processus :**

### **II.1.2.1. Les mélanines**

Les mélanines résultent de la polycondensation oxydative des dérivés phénoliques par voie chimique ou enzymatique. 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) [28].

### **II.1.2.2. Les 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 [28]. Ils se forment à des températures ambiantes, mais sont favorisés à une température élevée (environ 85°C), un brix élevé et une basse pureté [30].

### **II.1.2.3. Les caramels**

La formation des caramels en sucrerie est due à la déshydratation complète du saccharose sous haute température ce qui permet l'hydrolyse de saccharose en sucre invertis (glucose et fructose) [31]. Ils ont un intérêt considérable en industrie alimentaire, formés par dégradation thermique du saccharose et ne sont pas influencés par les variations du pH [32].

En sucrerie, les caramels ne sont responsables que de 1% de coloration. Par ailleurs, les réactions de caramélisation sont souvent plus lentes que celles dues aux formations des mélanoïdines et des PDAH [33].

### **II.1.2.4. Produits de la dégradation alcaline des hexoses (PDAH)**

Ils sont favorisés par les conditions de production en sucrerie [34]. Leur production est en continue durant tout le processus sucrier, en particulier sur les surfaces de chauffage [35]. Lorsqu'une solution de saccharose est chauffée en milieu acide se décompose en sucre inverti ou hexoses, dès que ces derniers seront chauffés en milieu alcalin ils se décomposent en divers acides organiques (oxalique, acétique, lactique) et en colorant brun les composés

obtenus dépendent de la température, de la durée de chauffage, de l'alcalinité employé, de la composition des hexoses obtenus par décomposition du saccharose [36].

Ils ont établis la classification de ces colorants, qui est basée selon : (**Voir annexe II, tableau 2**)

- Leurs masses molaires (variante entre 1 kg/mol et 2000 kg/mol) ;
- Leurs pouvoirs colorant en sucrerie. [40]

## **II.2. Description du procédé de décoloration**

La présente installation est destinée à la décoloration sur résines de sirop de sucre filtré pour une capacité nominale de 100 m<sup>3</sup>/h à 65 brix. La coloration à l'entrée du sirop à traiter sera de 600 ICUMSA maximum : le taux de décoloration moyen par cycle est estimé à 80%, soit environ 100-150 ICUMSA pour le sirop traité.

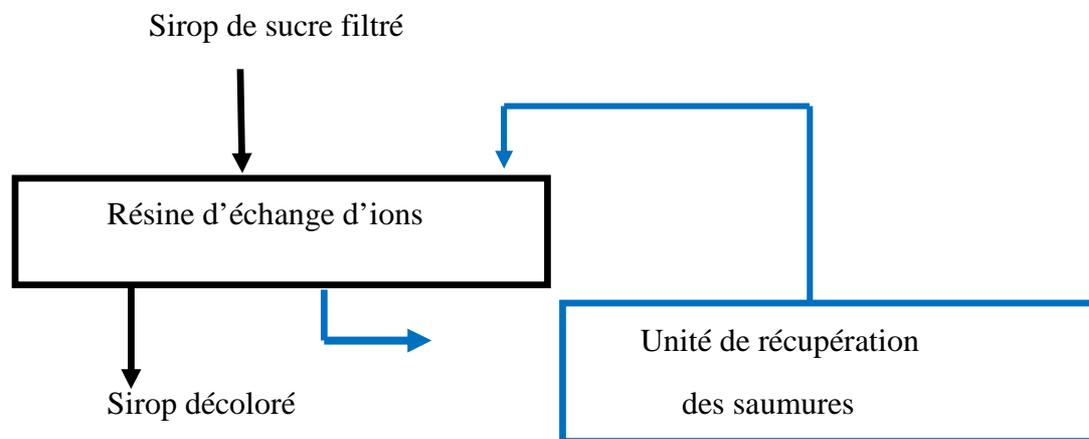
L'installation proposée est composée des colonnes d'échanges d'ions à double compartiment acceptant des pressions d'alimentation jusqu'à 6-8 bars d'où une grande robustesse du système et la possibilité de traiter des sirops de refonte de caractéristiques variables en couleur et concentration.

L'unité de décoloration existante comporte :

- 1 poste de décoloration sur résines composé de 3 colonnes de diamètre 3 300 mm avec une charge de résines de 21m<sup>3</sup> par colonne,
- 1 poste de préparation et retraitement des saumures de régénération.

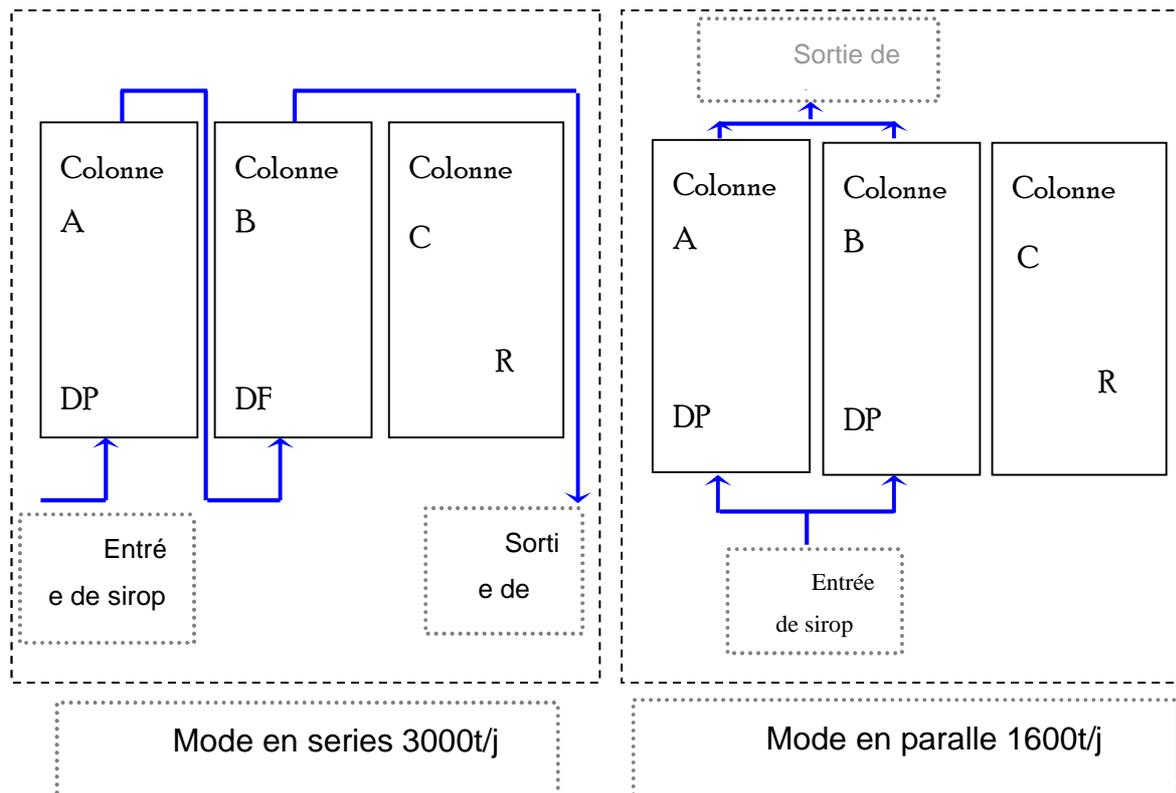
### II.3. Procédé général de la décoloration

La **figure 03** montre un schéma simplifié du processus de décoloration au sein du complexe CEVITAL



**Figure 03.** Procédés généraux de la décoloration à l'unité CEVITAL [40]

Le mode de fonctionnement des trois colonnes de décoloration à l'unité CEVITAL, s'effectue en série et en parallèle comme le montre la **figure 04**



**DP** : Décoloration primaire ; **DF** : Décoloration finale ; **R** : Régénération.

**Figure 04.** Schéma illustrant les modes de fonctionnement des trois colonnes de décoloration de l'organisme CEVITAL, en série et en parallèle [37]

#### ▪ Mode en série

Le sirop entre par le bas de la colonne A, où une première décoloration est effectuée pour donner un sirop pré-décoloré. La décoloration finale se réalise dans la colonne B. Ce mode de fonctionnement permet d'obtenir un taux de décoloration très élevé par rapport au mode parallèle. Une fois l'une des colonnes saturées, elle est remplacée par une colonne initialement en étape de régénération (colonne C) [37].

#### ▪ Mode en parallèle

Le sirop entre dans les deux colonnes de décoloration A et B par le bas. Ce mode permet de travailler avec un débit plus élevé mais la qualité du sirop qui en résulte est de moins bonne qualité. Pour éviter la saturation des deux colonnes, un temps de décalage entre la première et la deuxième colonne est nécessaire afin de pouvoir remplacer la première qui se

sature par la colonne régénérée C [37]. Les durées allouées à chaque étape dans un modèle de fonctionnement en série sont présentées dans la **figure 04**.

## II.4. Les principales données de base de la décoloration

### II.4.1. Les caractéristiques du sirop à traiter

Les différentes caractéristiques du sirop destiné à traité de décoloration sont illustrées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 2.** Les caractéristiques du sirop filtré à traiter [40].

Débit massique nominal du sirop	132 t/h (158 t/h max. en pointe)
Débit volumique nominal du sirop	100 m <sup>3</sup> /h (120 m <sup>3</sup> /h max. en pointe)
Concentration	65 Brix
Densité	1,32
Coloration	600 IU max
Matières en suspension	10 mg/l max

### II.4.2 Caractéristiques du sirop filtré

Les résines sont classiquement utilisées pour décolorer des refontes de sucre roux après affinage et carbo- filtration. Le sirop présente alors, généralement une couleur d'environ 600 ICUMSA qu'il s'agit de ramener à 200 voir 100 ICUMSA avant la cristallisation [36].

En cas d'augmentation de couleur du sirop brut, le procédé d'échange d'ions conservera une performance de 80 à 85% de taux de décoloration avec réduction correspondante du temps de cycle. (**Annexe II, tableau 3**) [36].

### II.4.3 Conditions de fonctionnement de la décoloration

Le fonctionnement de l'installation s'effectuera avec les paramètres illustrés dans le tableau ci-après :

**Tableau 3.** Les conditions de fonctionnement de la décoloration [40]

Débit de sirop traité	100 -120 m <sup>3</sup> /h max
Concentration du sirop à traiter	65 brix
Densité du sirop à traiter	1,32
Vitesse de passage du sirop	3 – 3.5 m/h pour les colonnes DN 3300 2.5 – 3 m/h pour les colonnes DN 3600
Durée des étapes de production	24 - 32 heures
Durée des étapes de régénération	6 - 8 heures
Nombre de régénérations par jour	3 – 4

## II.5. Résine échangeuse d'ion

Une résine échangeuse d'ions est un solide insoluble, qui, au contact d'une solution, peut échanger les ions qu'il contient avec d'autres ions de même signe provenant de la solution. Cette propriété d'échanger les ions était reconnue depuis longtemps à des silico-aluminates naturels appelés « zéolithes » ; dans ces composés, des ions alcalins ou alcalino-terreux sont logés dans les cavités d'un réseau polymère anionique, et peuvent être échangés avec d'autres cations lors du contact avec une solution.

Les résines utilisées pour la décoloration du sucre sont déferent par leur squelette sont des Copolymères de styrène et de di vinylbenzène ou d'acide acrylique et de di vinylbenzène présentant un comportement très hydrophobe. Sur ce « squelette » sont greffées des fonctions amines quaternaires. Cette fonction constitue un pôle hydrophile et confère à la résine son caractère de résine anionique forte, c'est-à-dire sa capacité à fixer les ions négatifs (Cl<sup>-</sup>, OH<sup>-</sup>, SO<sup>2-</sup><sub>4</sub>) présents dans la solution dans laquelle ils sont immergés. La basicité des groupements fonctionnels de la résine permet l'élimination de tous les anions y compris ceux faiblement dissociés. La structure macroporeuse à larges pores, liée à la forte basicité du groupement

fonctionnel, permet l'élimination des molécules organiques même à haut poids moléculaire. La séparation des constituants d'un mélange repose sur leurs différences d'affinité vis-à-vis de la résine échangeuse.

Au niveau du complexe CEVITAL, la résine utilisée est un copolymère anionique fortement basique à structure polystyrénique macroporeuse [19].

### II.5.1. Avantages et inconvénient des résines

Au sein de la raffinerie de CEVITAL Les colonnes de décoloration sont menues des résines anioniques fortement basiques sous la forme Cl .Ces avantages et inconvénient sont représenté dans le **Tableau 4**.

**Tableau 4.** Avantages et inconvénients des Résines anioniques fortement basiques

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elimination complète des anions (incluant la silice et CO<sub>2</sub>),</li> <li>• Coût initial faible,</li> <li>• Efficacité et qualité variables,</li> <li>• Cinétiques excellentes,</li> <li>• Rinçages court.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Résistance faible aux polluants organiques,</li> <li>• Vie limitée,</li> <li>• Instable thermodynamiquement.</li> </ul>

### II.5.2. Caractéristiques de la résine (Amberlite XA 4041Cl) utilisée au niveau du complexe CEVITAL

Au niveau de l'unité CEVITAL, la décoloration du sirop filtré s'effectue avec une résine anionique de marque AMBERLITE XA 4041 Cl. Les principales caractéristiques de la résine sont illustrées dans le tableau ci dessous:

**Tableau 5.** les principales caractéristiques de l'Amberlite XA 4041CL [40]

Squelette.....	copolymère styrène divinylbenzene
Groupement fonctionnel.....	$(\text{CH}_3)_3\text{N}^+$
Forme ionique livrée.....	chlorure
Rétention d'humidité.....	58 à 64%
Densité .....	0,5 à 1,08
Régénérant .....	NaCl , NaOH
Débit du sirop.....	84m <sup>3</sup> /h.

### II.5.3. Mécanismes d'action de la résine

Selon **Theoleyre et ses collaborateurs (1999)**, deux mécanismes interviennent lors d'une décoloration sur résine :

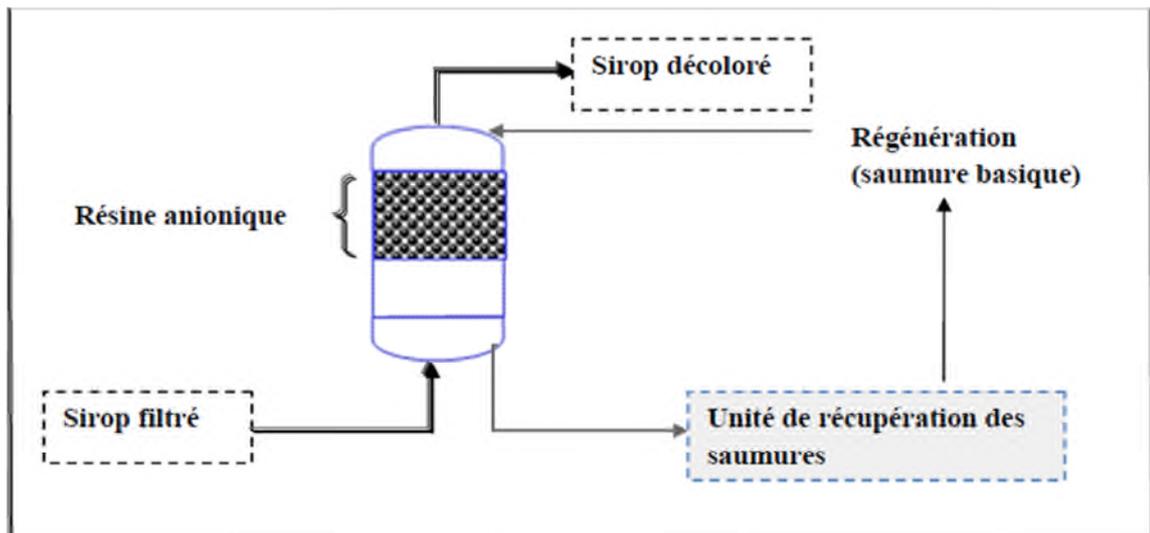
- Interaction hydrophobe entre les chaînes carbonées du polymère et du colorant Il s'agit de liaisons faibles (adsorption physique) [39].
- Échange d'ions, ou échange entre les ions  $\text{Cl}^-$  initialement fixés sur la résine et les acides organiques (colorants) présents dans la solution à décolorer.

### II.5.4. Régénération

Pendant la phase de décoloration, la résine se charge en matières colorantes et en anions divers. Elle se sature au cours du temps et la coloration du produit traité augmente progressivement. Il est alors nécessaire d'extraire les impuretés retenues pour retrouver la capacité initiale de la résine de décoloration : la colonne entre en phase de régénération. Une solution de chlorure de sodium (NaCl) en milieu basique (NaOH) permet de retirer les matières colorantes qui ont été fixées par les résines au cours des cycles de production. La régénération se fait à contre-courant (down-flow) pour éviter la pollution des couches supérieures des lits de résines (qui sont moins polluées) par les colorants déplacés des couches inférieures (les plus polluées) au cours de la régénération. Ce principe de fonctionnement nous permet d'assurer une meilleure régénération des résines et donc une plus grande efficacité lors des étapes de production.

Le taux de régénération considéré est le suivant :

- Concentration 100 g/litre Na Cl : taux de régénération 180 g Na Cl 100 % par litre de résine.
- Concentration 10 g/litre Na OH : taux de régénération 18 g Na OH 100 % par litre de Résine [12].



**Figure 05.** Schéma de régénération à contre courant d'une colonne de décoloration au sein du complexe CEVITAL [36].

### II.5.5. Dépollution

Lorsque l'on observe une diminution importante de la capacité de la résine après 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 à 1% suivi d'un rinçage. Dans ce cas, il est important de faire 2 régénérations à la saumure basique par la suite.

La fréquence des dépollutions dépend essentiellement de la qualité du sirop entrant dans l'unité de décoloration. On peut cependant estimer cette fréquence à une dépollution acide tous les 10 cycles environ [12].

### II.5.6. Durée de vie de la résine

Les structures des résines sont sensibles aux : Séchage, à la température, aux chocs osmotiques, aux agents oxydants, aux polluants organiques, aux polluants minéraux et aux stress mécaniques (pertes de charges) [40].

### II.5.7. Résines anioniques

Une résine anionique est chargée positivement, qui échangent réversiblement des anions. La figure 06 représente une résine anionique [41].

Résine échangeuse d'anions (anionique) :

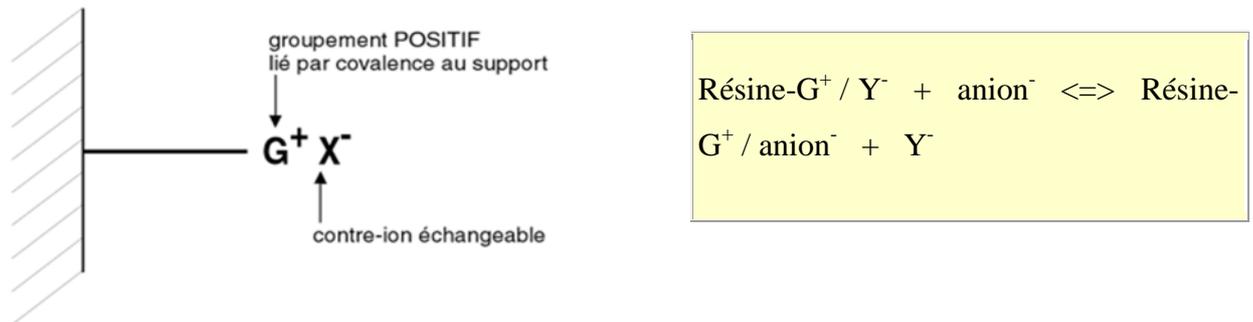


Figure 06. Résine échangeuse d'anions (résine anionique).

### II.5.8. Les étapes complet de fonctionnement des résines d'un cycle

Obtenir du sucre cristallisé de bonne qualité est le premier but de l'industrie et cela dépend de la décoloration, cette dernière permet l'élimination environ de 99,90% des colorant synthétiques et naturels. Ce phénomène fait appel à une résine échangeuse anionique qu'est régénérée après chaque cycle de production comme le montre la figure ci-dessous

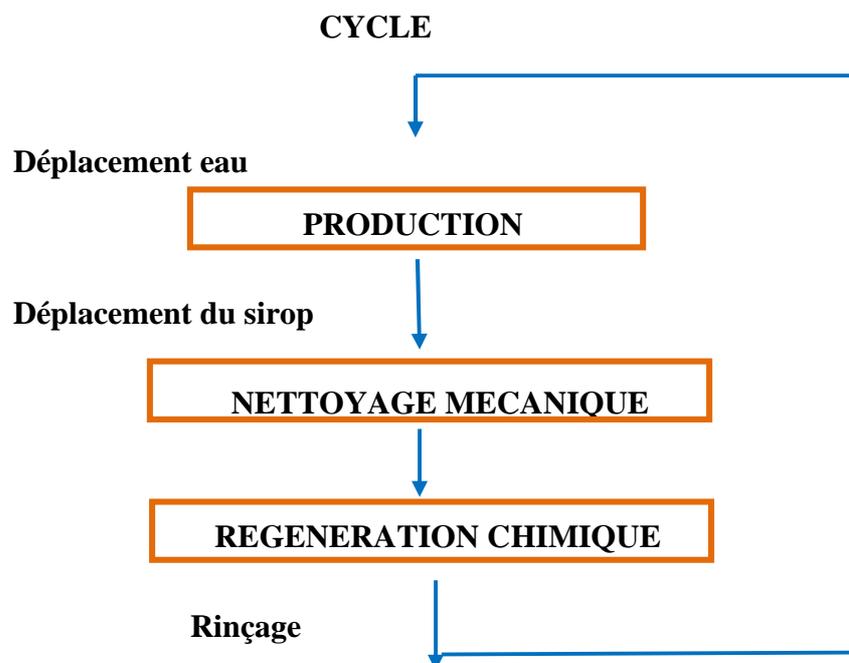


Figure 07. Mise en œuvre d'un cycle d'une colonne de décoloration

**- Production**

Le produit sortant de la colonne est du sirop décoloré : il est envoyé vers le bac de sirop décoloré. La production est décomposée en 2 étapes : PRODUCTION 1 et PRODUCTION 2 uniquement pour une raison d'automatisme. La fin de la PRODUCTION 1 provoque le détassage de la colonne qui était en attente. Voir (**annexe II, tableau 04**).

**A. Attente**

C'est l'étape point de départ du cycle automatique et de retour en fin de cycle de fonctionnement. [40].

**B. Détassage**

Le Détassage se fait grâce à un courant d'eau ascendant dans la colonne (du bas vers le haut). Cette séquence détasse la résine et permet de limiter la perte de charge au travers de la résine. [40]

**C. Ensucrage**

On distingue :

**• Ensucrage 1**

La résine de la colonne en attente a été régénérée et rincée. Elle est prête à traiter du produit. Le jus envoyé au travers de la résine « pousse » l'eau contenue dans celle-ci. Dans un premier temps, l'eau recueillie à la sortie de la résine anionique ne contient pas de sucre : elle est « propre » et est récupérée dans le bac d'eaux récupérées. Cette eau sera utilisée ultérieurement lors de la phase de régénération [40].

**• Ensucrage 2**

L'eau sortant de la colonne s'enrichit de plus en plus en sirop. Les eaux sucrées sont dirigées vers un bac d'eau sucrée.

**II.6. Régénération à la saumure nano-filtrée 1/2**

La régénération est réalisée par une saumure basique (Na OH) a pour but de débarrasser les résines des impuretés organiques et minérales retenues pendant la phase de production. Toutes les impuretés ne sont pas extraites, certaines ne seront éliminées qu'avec un traitement acide de dépollution.

La régénération est effectuée au moyen du perméat de l'unité de nano-filtration ajusté en sel.

La régénération est divisée en 2 étapes, car, pendant le désucrage la saumure basique est injectée en haut de la colonne puis l'eau sort de la partie inférieure, la teneur en Na Cl croît progressivement. La régénération 1 correspond à la sortie d'eau vers les eaux sucrées. Cette régénération a lieu à chaque cycle.

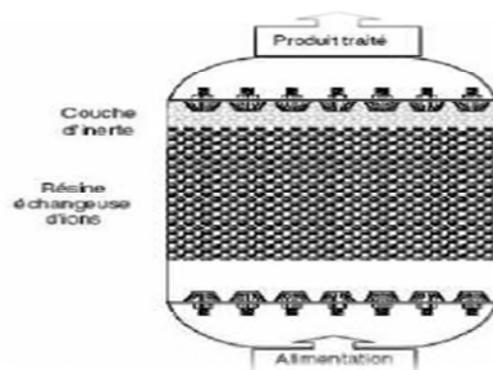
### **II.6.1 Rinçage**

Ces rinçages permettent de déplacer la saumure contenue dans la colonne. Comme pour l'étape de régénération, cette étape est divisée en trois car au début du déplacement c'est de la saumure qui sort de la colonne, puis de la saumure de plus en plus diluée vers le bac de récupération de la saumure pour la nano-filtration et enfin de l'eau « propre » (vers eaux récupérées) [40].

Dans l'industrie de résines échangeuse d'ion fonctionnant à flux, il est essentiel d'éviter d'obstruer le réseau supérieur par les fines particules de résine afin d'assurer une distribution optimale du flux AMBERLITE XA 4041 CL.

### **II.7. Définition de l'inerte**

C'est un polymère inerte dont la densité est inférieure à celle de l'eau, si bien qu'elle flotte et peut être utilisée comme couche supérieure d'une colonne afin de protéger les collecteurs des obstructions en facilitant, le compactage des résines, comme le montre la **figure 08**



**Figure 08.** Inerte qui protège les collecteurs

## **II.8. Echange d'ions**

L'échange d'ions est un procédé par lequel, dans certaines conditions, un matériau solide (résines échangeuses d'ions) attire un ion positif ou négatif d'une solution et rejette un autre ion de même signe [12].

## **II.9. Définition d'adsorption**

L'adsorption à l'interface adsorbé/adsorbant est un phénomène de nature physique ou chimique par lequel des molécules, présentes dans des effluents liquides ou gazeux, se fixent à la surface d'un solide. C'est un phénomène qui se fait assez rapidement et on aboutit à un équilibre entre la substance adsorbée et celle restante en solution. L'équilibre dépend de la concentration du soluté et de la surface du corps adsorbant. Ce phénomène s'applique à toutes les substances dissoutes qu'elle soit ionisées ou pas et à toutes les surfaces solides. L'accès à la surface d'adsorbant se fait toujours par diffusion moléculaire dans les pores. L'adsorption est utilisée dans différentes industries (pétrolière, pétrochimique, chimique...), et dans des applications pharmaceutiques et environnementales.

### **II.9.1. Caractérisation de l'adsorption**

#### **II.9.1.1. Adsorption chimique**

L'adsorption chimique résulte d'une réaction chimique avec formation des liaisons covalentes ou ioniques entre les molécules d'adsorbés et la surface de l'adsorbant. La chimisorption est généralement irréversible, produisant une modification des molécules adsorbées. L'énergie d'adsorption, relativement élevée, est de l'ordre de 200KJ/mol (presque 20KJ/mol dans le cas de l'adsorption physique). La distance entre la surface et la molécule adsorbée est plus courte que dans le cas de la physisorption.[41]

**II.9.1.2. Adsorption physique**

L'adsorption physique se produit à des températures basses. Les molécules s'adsorbent sur plusieurs couches (multicouches). La fixation de l'adsorbat sur la surface du solide se fait essentiellement par des forces électrostatiques de type dipôles, liaisons hydrogène ou VANDER WAALS [13].

Elle est réversible et se produit sans modification significative des molécules adsorbées.



*Partie  
Expérimental*



***I. Matériel et  
Méthodes***

**I. MATERIEL ET METHODES****I.1. Echantillonnage et prélèvement**

Pour les analyses physico-chimiques, le prélèvement d'échantillons au niveau de la raffinerie de sucre du complexe CEVITAL consiste à ouvrir la vanne permettant de recueillir la quantité adéquate d'échantillon, dans des flacons étiquetés. Les flacons seront immédiatement acheminés vers le laboratoire pour analyse.

Les échantillons sont prélevés au niveau des différentes sections de l'atelier de production. Dans le cadre de cette étude, les échantillons qui ont été prélevés Sont :

- Sirop filtré (**SF**)
- Sirops décolorés (**SD1**) et (**SD2**)
- Liqueur standard (**LS1**)
- Sucre du 1<sup>er</sup> jet (**R1**)
- Sucre blanc

On note que la durée séparant deux prélèvements est de 2 heures.

**Tableau 6.** Échantillons prélevés des différentes sections et leurs paramètres étudiés

<b>Section</b>	<b>Echantillon prélevé</b>	<b>Le ou les paramètres étudiés</b>
<b>Filtration</b>	Sirop filtré ( <b>SF</b> )	✓ Couleur, brix, polarisation, pureté, pH.
<b>Décoloration</b>	Sirops décolorés ( <b>SD1 + SD2</b> )	✓ Couleur, brix, polarisation, pureté, pH.
<b>Concentration</b>	Liqueur standard ( <b>LS1</b> )	✓ Couleur.
<b>Cristallisation</b>	Sucre du 1 <sup>er</sup> jet ( <b>R1</b> )	✓ Couleur, brix, polarisation, pureté, pH

<b>Ensachage</b> (C'est au niveau de cette section qu'on prélève les échantillons pour les analyses de contrôle de qualité et de conformité du sucre blanc).	<b>Sucre blanc</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Polarisation ;</li><li>✓ Dosage des sucres réducteurs ;</li><li>✓ Détermination des cendres conductimétriques ;</li><li>✓ Couleur ;</li><li>✓ Humidité.</li></ul>
---	--------------------	---

**SF** : sirop filtré, **SD1** : sirop décoloré 1, **SD2** : sirop décoloré 2, **LS1** : liqueur standard 1, **R1** : jet 1

Sur les différents sirops, on réalise une appréciation de la couleur en fonction du temps, alors que sur le sucre blanc (produit fini), un contrôle de la qualité physico-chimique.

En ce qui concerne le suivi de la couleur, les échantillons sont prélevés à partir des différentes sections (**Figure 09**), précisément au niveau des jonctions. Ainsi, une vanne située à chaque jonction permet de recueillir un aliquote (échantillon) dans un pot en plastique étiqueté de 500ml, ces derniers sont préalablement rincés avec le sirop en question. Les pots sont immédiatement transportés au laboratoire pour l'analyse.

Pour l'évaluation de la qualité physicochimique du sucre blanc, les prélèvements sont effectués au niveau de la section d'ensachage ( **Figure 09**) où, les échantillons sont mis dans des pots en plastiques étiquetés de 500ml, préalablement lavés et séchés et immédiatement transportés au laboratoire pour analyses.

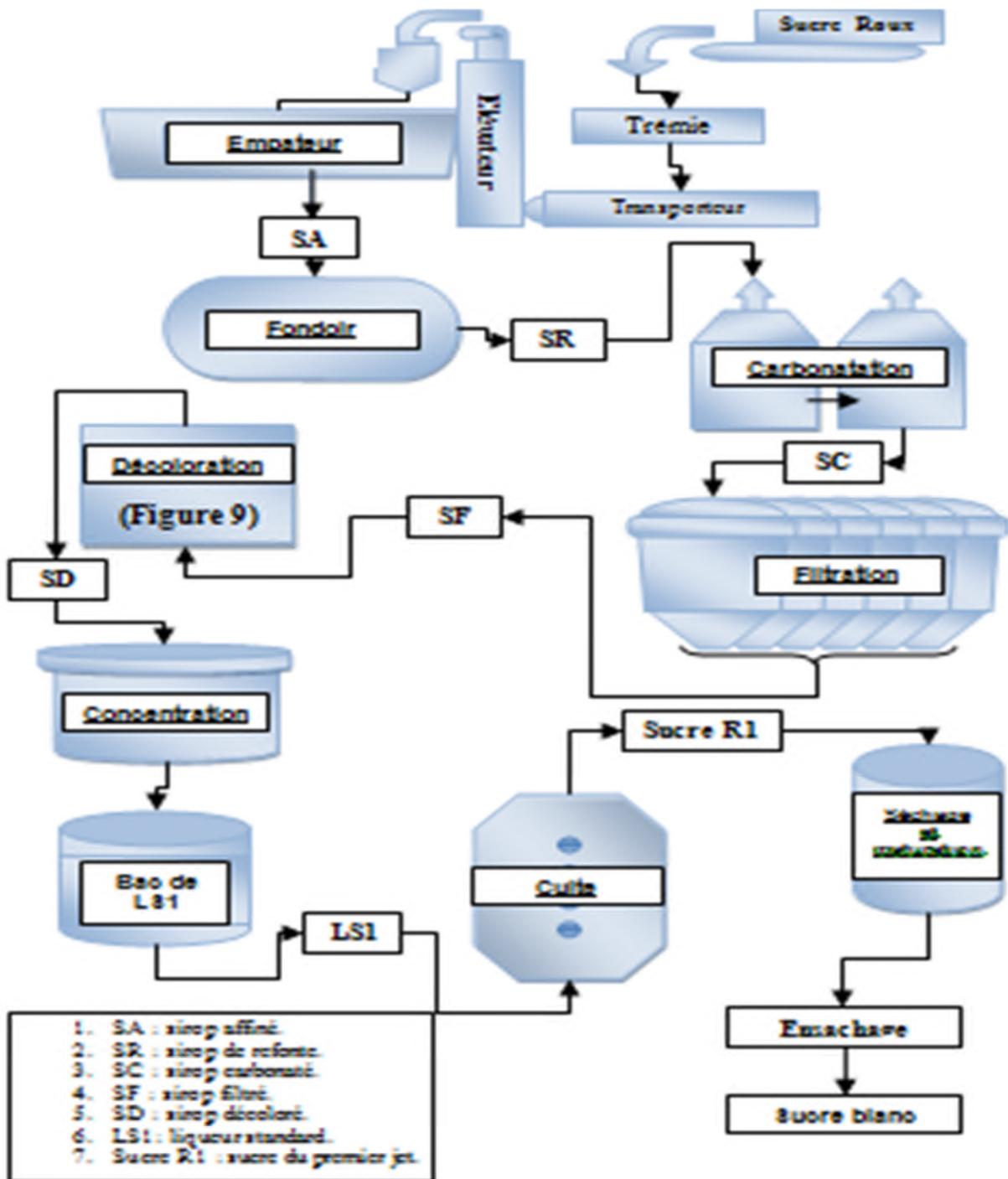


Figure 09. Schéma général de différentes sections du processus du raffinage du sucre roux

**I.1.1. Types d'analyses et matériel utilisé**

<b>Analyse</b>	<b>Matériel utilisé</b>
Couleur	Spectrophotomètre
Brix	Réfractomètre
Polarisation	Polarimètre
Taux d'humidité	Étuve + Dessiccateur
Taux de sucre inverti	Titration par l'EDTA
Taux de cendres conductimétriques	Conductimètre

**I.2. Méthodes d'analyse****I.2.1. Détermination de la pureté dans les sirops (SF, SD1, SD2, R1)****❖ Mode opératoire**

- Verser dans un pot : 50-60 g pour les sirops HP.
- Effectuer une dilution de 05 pour les sirops HP.
- Laisser agiter sur l'agitateur magnétique jusqu'à dissolution et homogénéisation totale du produit sur agitateur.

1) verser environ 100ml de la solution préparée dans un réfractomètre

Lire le brix à 20°C

2) verser environ 100ml de la solution dans le polarimètre

Lire la polarisation à l'échelle de 26 g.

**❖ Expression des résultats**

Saisir les résultats lus sur le pro-logiciel CLEOPATRE qui effectuera le calcul et nous donne les résultats.

**I.2.2 Détermination de la Couleur dans les sirops (SF, SD1, SD2, R1, LS1)****❖ Principe :**

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

**❖ Mode opératoire**

- Verser dans un pot : 50-60 g pour les sirops.
- Effectuer une dilution de 05 pour les sirops avec un diluteur.
- Laisser agiter jusqu'à dissolution et homogénéisation total du produit sur agitateur.
- On ajuste le pH du filtrat à  $7 \pm 0.1$ , par l'ajout de fines gouttelettes de solution de NaOH 0.1N ou d' HCl 0.1N.

**Remarque**

- Le zéro base est effectuée avec la même eau de dilution qui est de l'eau osmose.
- 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 :**

$$\text{Couleur ICUMSA}_{420} = \frac{A_{420} \times 1000}{B \times C}$$

*A* : absorbance de la solution à 420 nm.

*B* : longueur de la cellule en cm.

*C* : concentration de la solution en g/ml

Saisir les résultats lus sur le pro-logiciel CLEOPATRE qui effectuera le calcul et nous donne les résultats.

### **I.3. Mesure de la couleur du sucre blanc**

❖ **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 50g de sucre blanc
- Puis on ajuste à 100ml avec de l'eau distillée filtrée, on dissout le sucre, puis on filtre la solution a travers une membrane filtrante de 0.45 µm de porosité.
- Ensuite on jette la première fraction de la solution, puis on récupère le filtrat dans un bécher propre et sec.
- Après on ajuste le pH du filtrat à  $7 \pm 0.1$ , par l'ajout de fines gouttelettes de solution de NaOH 0.1N ou d'HCl 0.1N
- Enfin avec un spectrophotomètre UV visible on lit l'absorbance de la solution à 420 nm dans une cellule de 5cm, 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**

$$\text{Couleur ICUMSA} = \frac{1000 \cdot A_s}{b \cdot c} * 100$$

**A<sub>s</sub>** : 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.

## I.4. Polarisation du sucre blanc

### ❖ 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  $26\text{g} \pm 0,001\text{g}$  de sucre blanc dans une fiole de 100 ml séchée et pesée ( $m_1$ )
- Puis on ajoute environ 60 ml d'eau distillée.
- On doit maintenir la température de la solution de sucre à  $20^\circ\text{C}$  en la mettant dans un bain d'eau.
- Ensuite on ajuste le volume de la solution exactement au trait de jauge avec de l'eau à  $20^\circ\text{C}$  avec une pipette, et on sèche la paroi interne du col de la fiole avec du papier filtre.
- Après on sèche l'extérieur de la fiole et on la pèse à une précision de  $\pm 0.001\text{g}$  ( $m_2$ ).
- Enfin 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  $20^\circ\text{C}$ , et on note la polarisation.

### ❖ Expression des résultats

On lit la polarisation qui est exprimée en  $[\text{S}]$ , puis on apporte la correction du volume de la solution ( $m_2 - m_1$ ) à la polarisation lue en se référant au (**tableau 10, annexe I**).

### **I.5. Détermination des cendres conductimétriques**

❖ **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  $28g \pm 0.1g$  de sucre blanc dans un bécher de 250ml ;
- Ensuite on ajustant à 100ml avec de l'eau distillée ;
- Puis on mélange soigneusement la solution jusqu'à une dissolution complète ;
- Enfin on mesure la conductivité de cette solution ( $C_{\text{mesurée}}$ ), ainsi que la conductivité de l'eau.

❖ **Expression des résultats**

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

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

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

### **I.6. Dosage de l'humidité**

❖ **Principe :**

Le principe de la méthode repose sur le séchage à l'étuve  $105^{\circ}\text{C}$  suivi d'un refroidissement dans des conditions normalisées.

❖ **Mode opératoire**

- On sèche le récipient et son couvercle ouvert à l'étuve à  $105^{\circ}\text{C}$  pendant 30 min ;
- Puis on les refroidit au dessiccateur jusqu'à température ambiante ;

- On pèse aussi ( $m_1$ ) à  $\pm 0.0001g$  ;
- Puis on met 20 à 30g d'échantillon, en remettant le couvercle ;
- on pèse ( $m_2$ ) à  $\pm 0.0001g$  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 ( $m_3$ ) à  $\pm 0.0001g$ .

❖ **Expression des résultats :**

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

$m_1$  : récipient + couvercle ;

$m_2$  : récipient + couvercle + échantillon avant séchage ;

$m_3$  : récipient + couvercle + échantillon après séchage.



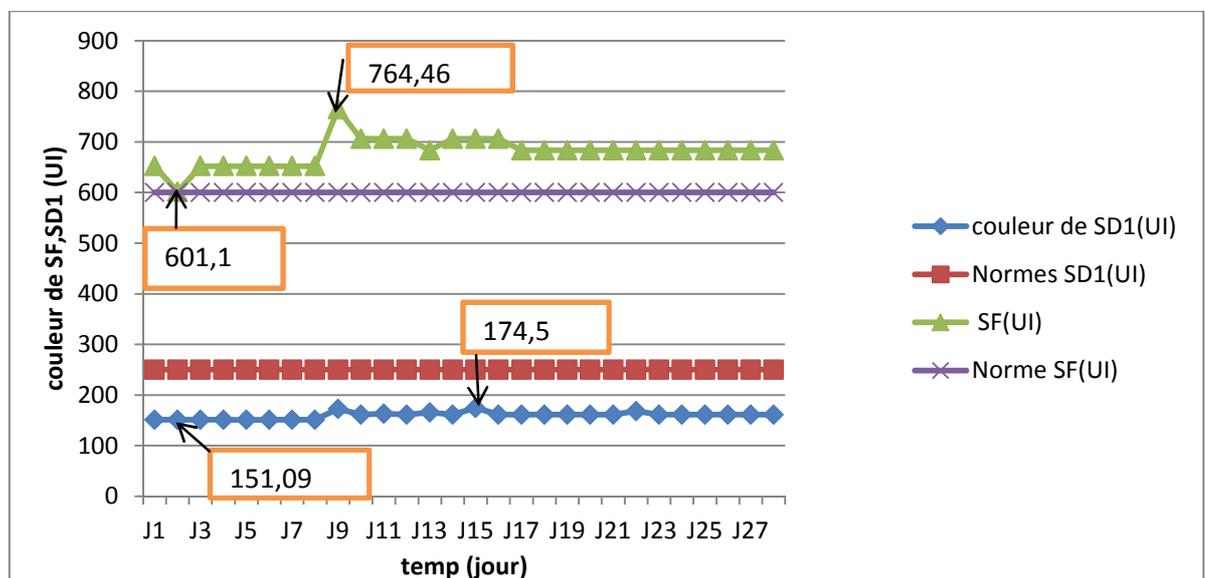
## ***II. Résultat et Discussion***

## II. RESULTATS ET DISCUSSIONS

### II.1. Résultats de mesure de la couleur des sirops (SF, SD1, SD2, LS1, R1)

#### II.1.1. Sirop filtré (SF) et sirop décoloré (SD1) (Voir annexe II, tableau 8)

Un sirop filtré est un sirop préalablement affiné, carbonaté et enfin filtré, en passant par la section de décoloration, on aboutit à deux sirops décolorés SD1 et SD2, ce en fonction de la ligne de colonnes empruntée (**Annexe, I Figure 9**).



**Figure 10.** Evolution de la coloration du sirop filtré (SF) et du sirop décoloré (SD1)

#### Interprétation et discussion

- **Sirop filtré (SF)**

On remarque dans la (**figure 10**), que les valeurs de la couleur du sirop filtré, évoluent aléatoirement en fonction du temps avec des valeurs comprises entre **601,1** et **764,46 UI** (unités ICUMSA). Ainsi la valeur médiane de la couleur du sirop filtré est aux alentours de **600 UI**, comme cela a été précédemment décrit.

Ces variations des valeurs de la coloration du sirop filtré sont liées :

- à la qualité de la matière première (la variation de la couleur du sucre roux) en premier lieu, et ;
- à la stabilité du procès de raffinage en deuxième lieu, laquelle est soumise à l'influence de plusieurs paramètres dont :
  - La variation de la couleur du sucre (**A**) extrait à partir de la cristallisation des bas produits. Dont, on doit vérifier sa couleur continuellement et réguler sa réinjection vers le fondoir car, une simple élévation de la couleur engendre une élévation subite de la coloration du (**SF**).
  - L'instabilité de la carbonatation influence négativement sur la couleur.
  - Une mauvaise filtration influence directement sur la couleur du (**SF**).

- **Sirop décoloré 1 (SD1)**

Sachant que (**SD1**) résulte de la décoloration du sirop filtré de la ligne 2 (**AnnexeI, figure 9**), à partir de la (**figure 10**) on remarque une certaine stabilité dans les valeurs de la coloration de ce dernier et qui subissent de petites variations aux alentours de **151,09** à **161,3 UI**, Ainsi la valeur médiane de la couleur du sirop décoloré est aux alentours de **250 UI**, et aussi quelque variations importantes citant les pics **172,5** et **174,4 UI**.

Ces variations dans les valeurs de la coloration du (**SD1**) sont en général le résultat de deux facteurs, dont ;

- Le sirop filtré en termes de couleur et de son débit d'entraînement en premier lieu.
  - La résine en deuxième lieu du point de vu de sa capacité de décoloration qui dépend entre autres des bonnes conditions de fonctionnement et de ça durée de vie.
- **Comparaison de deux courbes (SF) et (SD1)**

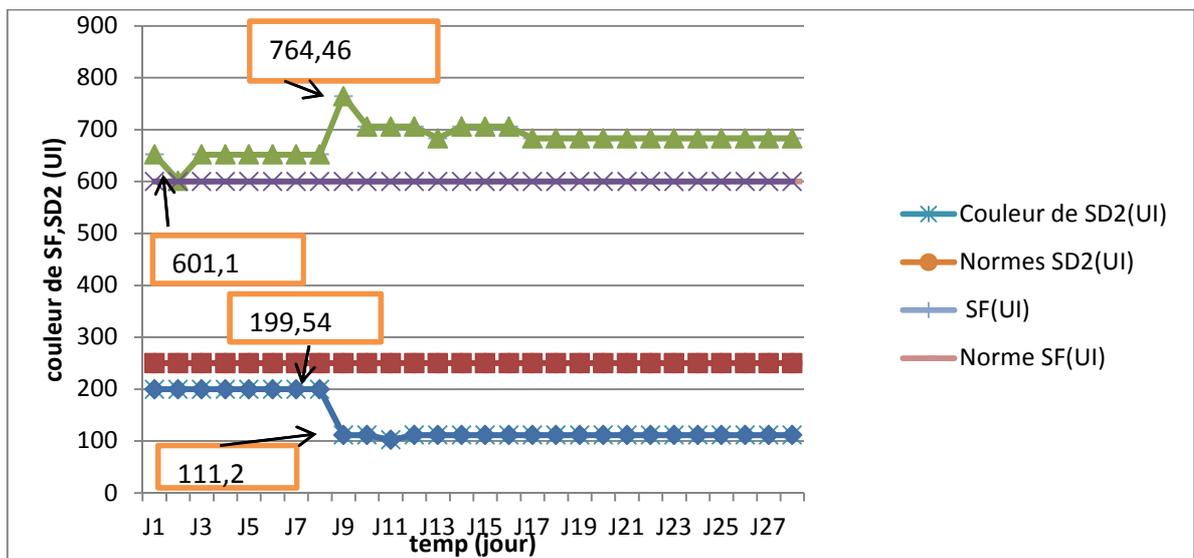
En déduit que Les variations du sirop décoloration 1(**SD1**) présentent une moyenne de couleur de **159,73 UI** qui est conforme à la norme et cela malgré la forte coloration du sirop filtré (**SF**) (capacité de décoloration maximale).

La courbe du (**SD1**) reflète celle du (**SF**) en terme d'acheminement sauf à quelques variations dues aux différents facteurs cités au dessus, mais en termes de valeurs de

couleur, elles diffèrent, ceci montre le rôle de la décoloration dans l'abaissement de la couleur.

### II.1.2. Sirop filtré (SF) et sirop décoloré (SD2) (Voir annexe II, tableau 9)

Le sirop décoloré (SD2) se situe dans la ligne 2



**Figure 11.** Evolution de la coloration du sirop filtré (SF) et du sirop décoloré (SD2)

#### Interprétation et discussion

- **Sirop filtré (SF)**

L'évolution de cette courbe suit la même approche que pour le (SF) en (SD1) parce que les deux lignes de colonnes s'alimentent d'un même sirop filtré.

- **Sirop décoloré 2 (SD2)**

On remarque que le SD2 du J1 à J9 nous donne un sirop d'une couleur très élevée vers 199,54 UI est même si ils sont conforme à la norme mais cela prouve que la résine est

presque épuisé est elle ne répond pas à la régénération ou la dépollution acide, est aussi a la forte coloration du sirop filtré.

Et après avoir changé de résine en remarque une chute soudaine environ **111,2 UI** a partir du 9 jour qui se stabilise dans les alentours de **111,2 UI**.

- **Comparaison de deux courbes (SF) et (SD2)**

Les valeurs supérieures à la norme du sirop filtré (**SF**) sont dues, au démarrage progressif de l'unité de filtration et à l'arrivée d'un sirop de refonte couleur élevée fournie par la section d'affinage raffinerie.

Les variations du sirop décoloration1(**SD2**) présentent une moyenne de couleur de **136,13 UI** qui est conforme à la norme et cela malgré la forte coloration du sirop filtré (**SF**) (capacité de décoloration maximale).

La courbe du (**SD2**) reflète celle du (**SF**) en terme d'acheminement sauf à quelques variations dues aux différents facteurs cités au dessus, mais en termes de valeurs de couleur, elles diffèrent, ceci montre le rôle de la décoloration dans l'abaissement de la couleur.

#### **Interprétation et discussion des deux ligne (SD1) et (SD2) et le SF**

Au cours des deux lignes On remarque des différences qualitatives entre les couleurs du sirop décoloré (**SD**) et cela et du à un écart élevé de coloration.

La cause principale de l'effet d'instabilité du sirop décoloré (**SD1**) est due a L'épuisement de la résine échangeuse d'ions à court terme. Est pour (**SD2**) du J1 au J9 c'est l'échec de la dépollution acide de la résine, traduit l'arrivée à terme de la vie de la résine

La coloration du sirop décoloré 2(**SD2**) est dans les normes voire même excellente cela se traduit par la présence d'une nouvelle résine fraîche, qui assure une capacité maximale à décolorer avec une stabilité constante.

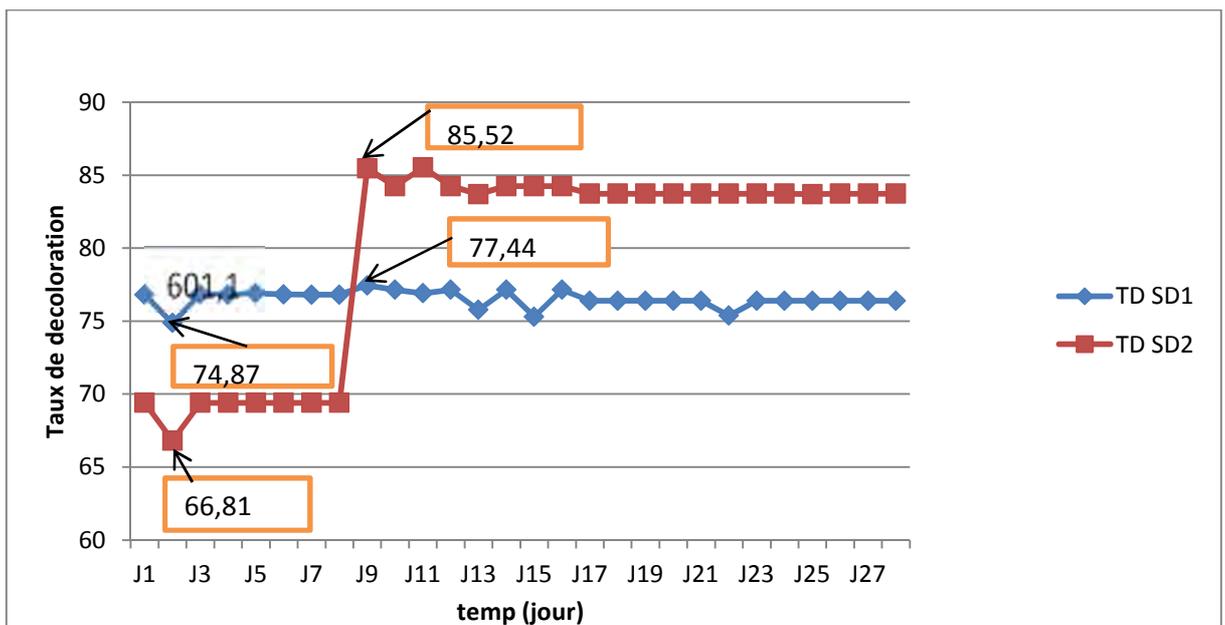
On peut couronner cette comparaison par une vision plus précise sur le comportement en fin de vie de la résine et la prise des mesures préventives de remplacement nécessaire pour garantir l'efficacité de la section décoloration.

Pour mieux apprécier les variations de la couleur des deux sirops (SD1 et SD2), on compare leurs taux de décoloration.

**II.1.3. Taux de décoloration de sirops (SD1) et (SD2) (Voir annexe II, tableau 10)**

La figure 12 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 12.** Évolution des taux de décoloration des deux sirops décolorés (SD1) et (SD2).

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

On remarque que les valeurs des taux de décoloration de (SD1) sont stables. Elles sont comprises entre 74.87 et 77.44 %, avec quelques valeurs médiocres du (TD) par rapport au

taux estimé qui est d'environ **80 %** ce qui caractérise la mise en fonction d'une résine qui à tendances à s'épuiser rapidement.

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

On remarque que les valeurs des taux de décoloration de **(SD2)** du **J1** à **J8** sont identiques **69,40%**. Sauf pour un pic à **66,81%** à **J2** et c'est valeurs qui sont loin de la norme ne montre que la résine est presque achevé tandis que à partir de **J9** la courbe de **(SD2)** nous montre des valeurs stable qui sont estimé à la norme ce qui caractérise la mise en fonction d'une nouvelle résine.

Le démarrage de la décoloration au 9<sup>ème</sup> jour est du au remplacement de la 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 limité et son remplacement est alors nécessaire afin de garantir une décoloration satisfaisante. (**Voir annexe II, tableau 10**).

- **Comparaison 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**.

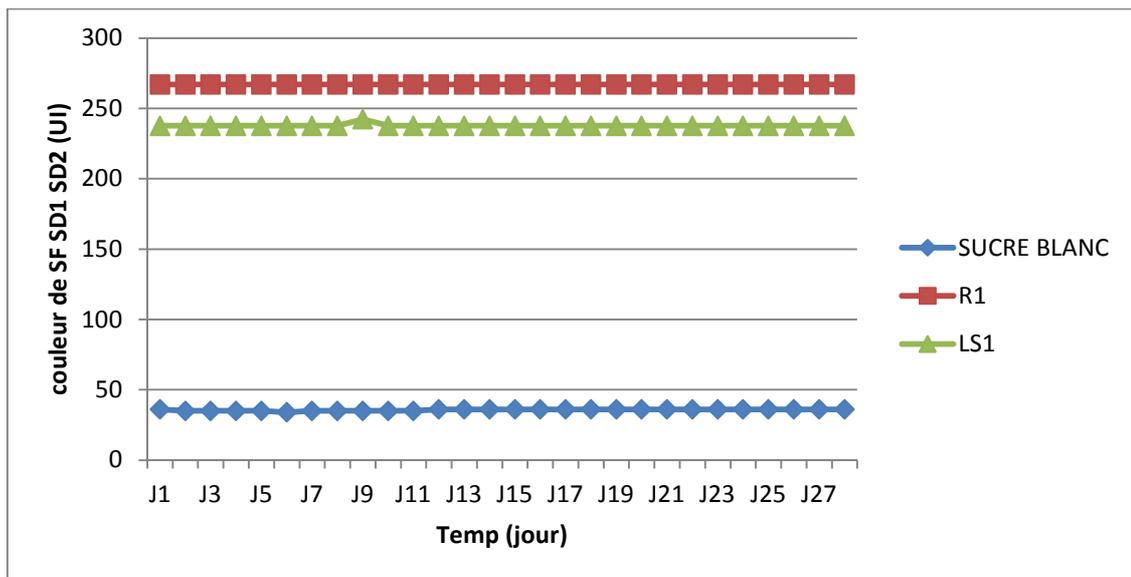
On ne peut pas expliquer cette différence entre les deux taux avec les différentes instabilités rencontrées au cour du procès seulement (débit, couleur du sirop filtré, temps de séjour dans la résine et même par la hauteur du lit de résine) parce que ces conditions sont presque semblables, mis à part l'état (l'âge) de la résine utilisée.

En effet lors des premières utilisations de la résine, celle-ci se sature, mais une simple régénération suffit pour que la résine retrouve sa fonctionnalité.

Au fil du temps (environ 1 an) les groupements fonctionnels de la résine perdent leurs capacités de régénération et elle devient inutilisable.

#### II.1.4. Évolution de la couleur de la liqueur standard (LS1), la masse cuite R1 et le sucre blanc

La **figure 13** représente l'évolution de la couleur de la liqueur standard1 (**LS1**), qui est le résultat du passage du sirop décoloré (**SD**) dans un concentrateur, puis l'obtention de la masse cuite (**R1**) issue du 1<sup>er</sup> jet, et enfin du sucre blanc après turbinage et séchage



**Figure 13.** Evolution de la coloration de liqueur standard1 (**LS1**) en masse cuite **R1** et en fin en produit fini (**sucre blanc**).

**Interprétation des graphes et discussions**

- **LS1**

La courbe représentée dans la **figure 13**, montre une stabilité des valeurs de la coloration de (**LS1**), **237,67 UI**. Et un pic a **242,33 UI** Qui sont le résultat de la stabilité de **SD**.

- **Couleur de la masse cuite (R1)**

Les valeurs de la couleur de la masse cuite prennent des valeurs plus élevées par rapport aux valeurs de (**LS1**). Ces valeurs qui se stabilisent a **267 UI**, sont dues essentiellement au concentrateur, car la variation de la coloration d'un sirop est en fonction de sa concentration.

- **Sucre blanc**

Dans la **figure 13** on voit que le sucre blanc a une coloration varient entre **34 et 36 UI**, sachant que le sucre blanc résulte d'une combinaison de plusieurs jets (R1+R2, R1+R3, R1+R2+R3...) (. Le premier jet (R1) reste présent dans le sucre, on comprend par là , que la couleur de la masse cuite (R1) a une influence direct sur la couleur du sucre blanc.

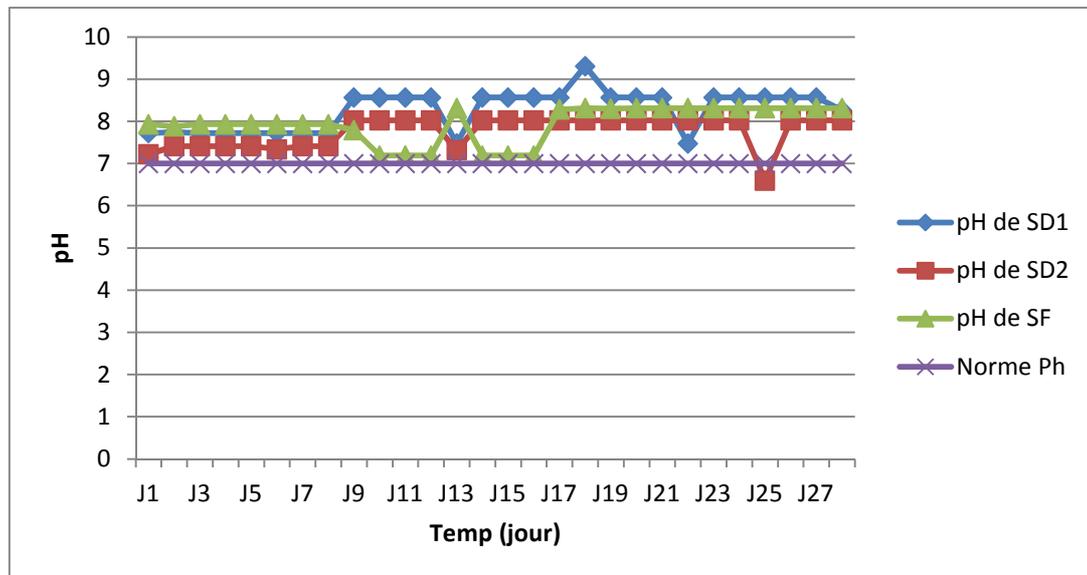
- **LS1, masse cuite (R1) et sucre blanc**

On remarque que la forme générale de la courbe de la masse cuite (**R1**) s'accorde en forme par rapport à celle de (**LS1**),

Cela démontre que La stabilité de la masse cuite repose sur la stabilité de (**LS1**), c'est-à-dire la coloration de (**LS1**) influe automatiquement sur la coloration de la masse cuite (**R1**) du 1er jet, qui va se traduire à son tour dans la coloration du sucre blanc après turbinage (élimination d'eau) et séchage qui sont les facteurs majeurs de l'abaissement dans les valeurs de la coloration du sucre blanc qui sont comprises entre **34 et 36 UI**.

On déduit par là que la décoloration énonce dans un temps, la qualité de la couleur du sucre blanc. Cette dernière représente un indice annonciateur du sucre blanc.

#### II.1.4. Etude du pH du Sirop filtré (SF) et sirop décoloré (SD)



**Figure 14.** Evolution du pH du sirop filtré (SF) et du sirop décoloré (SD1, SD2)

#### Interprétation et discussion

On remarque que les valeurs de pH du sirop **SD1** varient entre **7,476** et **9,306**, et les valeurs de pH du sirop **SD2** qui varient entre **6,598** et **8,024**.

Le sirop filtré à des valeurs de pH entre **7,19** et **8,31**

Le pH du SF à une moyenne de **7,93** conforme à la norme industrielle, expliqué par l'élimination de la chaux.

Le pH du **SD1** et du **SD2** sont similaires du point de vue de la variation du pH mes en termes de valeurs c'elle de **SD2** sont plus élevé que **SD1** a partir de **J9** cela est due a la basicité de la résine fraiche nouvellement installée, et aussi due à la régénération basique fréquente qui augmente le pH. Chaque semaine elle est suivie par la dépollution acide qui abaisse le pH

On remarque que la valeur du pH du SF au 17<sup>ème</sup> jour est de **8,31**. Elle est le résultat d'un recyclage du SD2 avec un pH de **8,264** vers le bac du sirop filtré

## II.2. 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 7**.

**Tableau 7.** Résultats d'analyse sur 10 jours du sucre blanc.

Sucre Blanc	POL (%)	Couleur (UI)	Humidité (%)	Invertis (%)	Cendres (%)
J1	99,89	36	0,017	0,011	0,009
J2	99,88	35	0,016	0,016	0,011
J3	99,88	35	0,017	0,014	0,007
J4	99,885	35	0,017	0,014	0,0075
J5	99,885	35	0,017	0,014	0,0075
J6	99,885	34	0,017	0,014	0,0075
J7	99,885	35	0,017	0,014	0,0075
J8	99,885	35	0,017	0,014	0,0075
J9	9,885	35	0,017	0,014	0,0075
J10	9,885	35	0,017	0,014	0,0075
<b>NORME A</b>	<b>Min 99,7</b>	<b>Max45</b>	<b>Max 0,06</b>	<b>Max 0,04</b>	<b>Max 0,04</b>
<b>NORME B</b>	<b>Min 99,7</b>	<b>Max 100</b>	<b>Max 0,10</b>	<b>Max 0,1</b>	<b>Max 0,1</b>

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

II.2.1. Résultats de la polarisation

La figure 15 représente les résultats du suivi de la stabilité de la polarisation

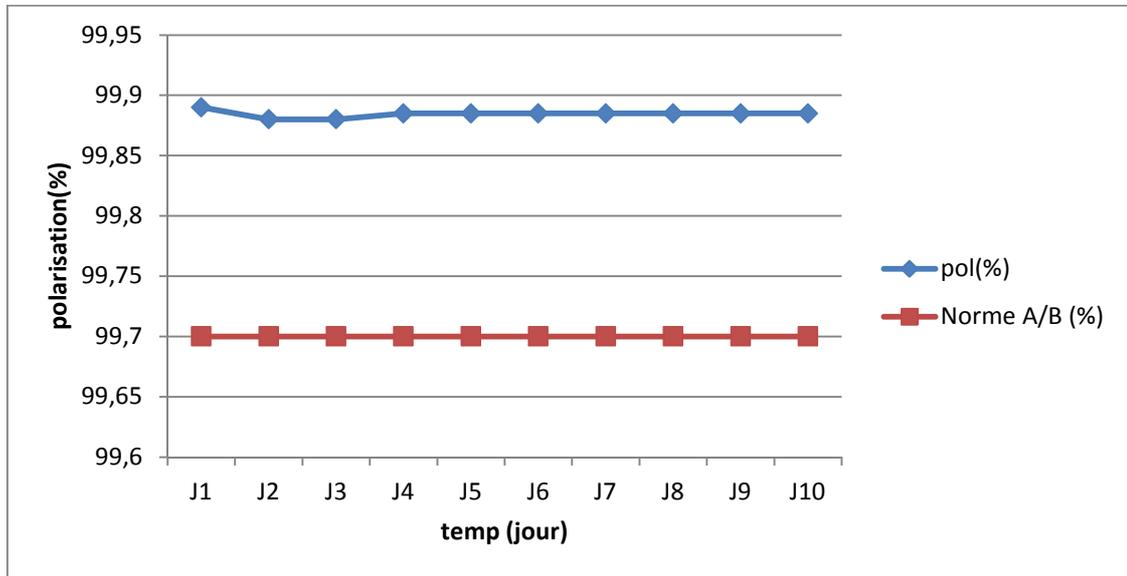


Figure 15. Polarisation du sucre blanc.

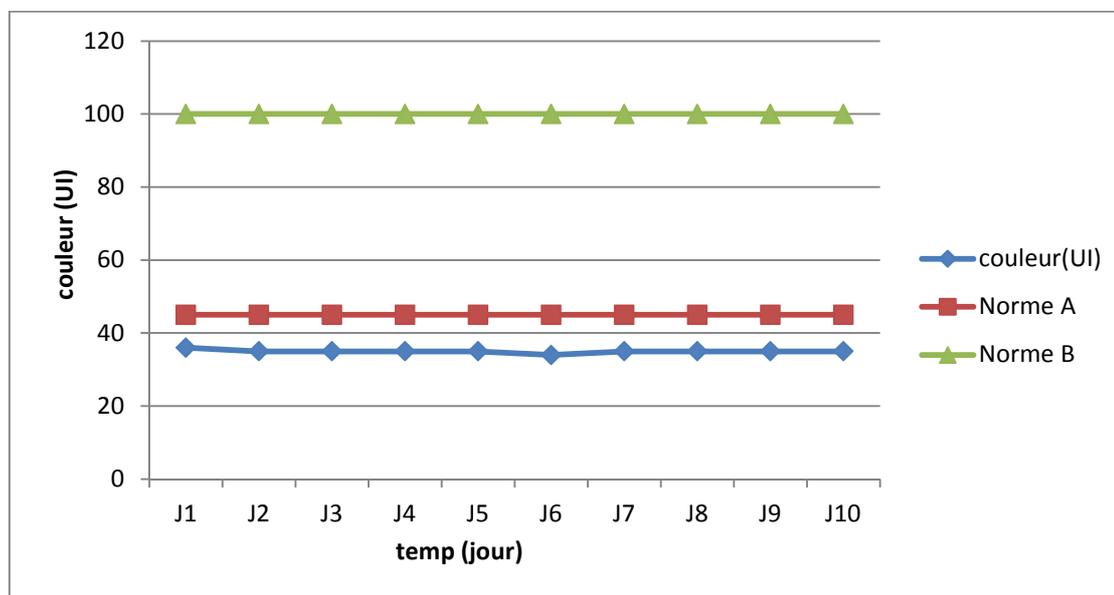
Interprétation et discussion

La figure 15, montre que la courbe représentant la polarisation du sucre blanc de CEVITAL, est toujours au-dessus des normes A et B.

On peut dire, que du point de vue de la polarisation, le sucre blanc de Cevital est conforme aux normes de commercialisation algériennes.

### II.2.2. Résultat de la couleur

La **figure 16** représente les résultats du suivi de la stabilité de la couleur.



**Figure 16.** Couleur du sucre blanc.

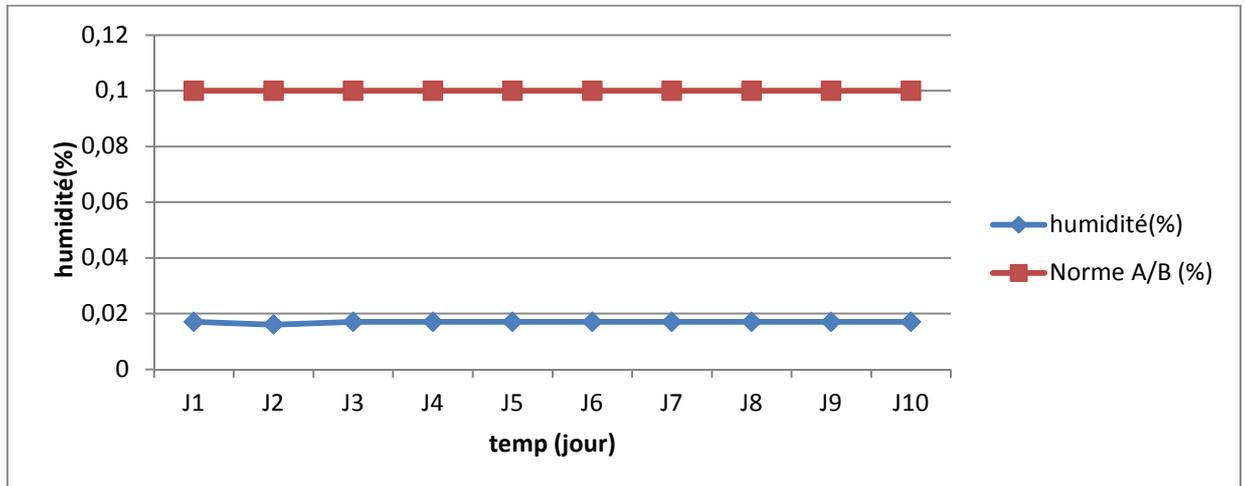
### Interprétation et discussion

D'après la **figure 16**, la courbe représentant les valeurs de la couleur du sucre blanc reste en dessous des deux courbes représentant les normes A et B qui exigent respectivement, un maximum de couleur de **60 UI** pour la norme A et **100 UI** pour la norme B ; ce qui confirme la conformité de la couleur du sucre blanc de CEVITAL.

Les normes A et B sont des normes de commercialisation exigée par le complexe CEVITAL

**II.2.3. Résultats de l'humidité**

La **figure 17** représente les résultats du suivi de la stabilité de l'humidité.



**Figure 17.** Humidité du sucre blanc.

**Interprétation et discussion**

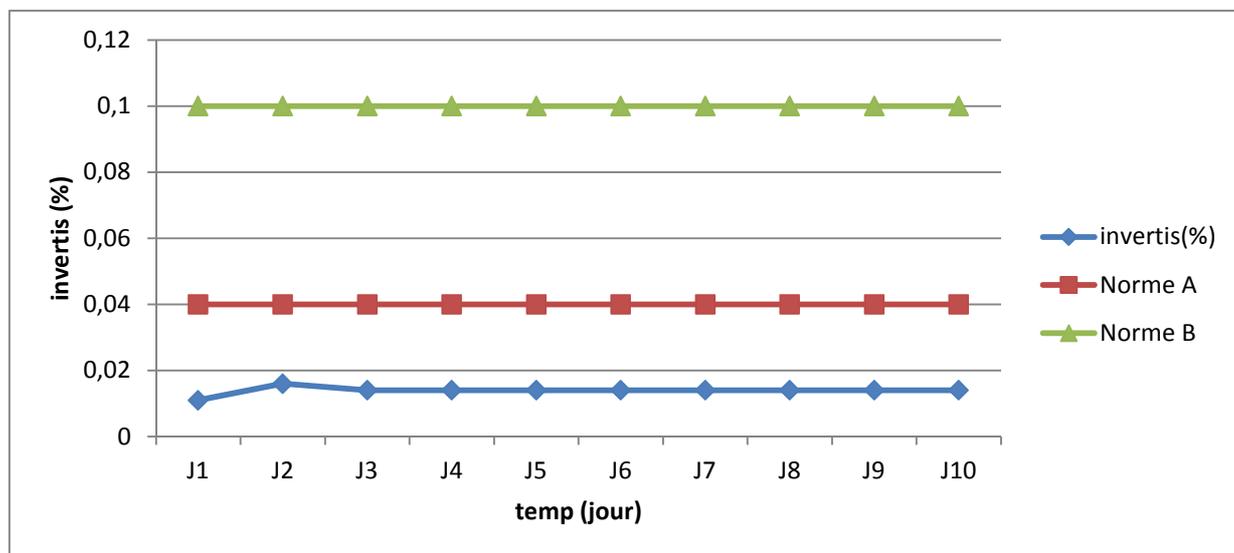
La **figure 17** montre que la courbe représentant les valeurs de l'humidité du sucre blanc est en dessous de celle représentant à la fois la norme A et la norme B.

Alors, on déduit que du point de vue humidité, le sucre blanc de CEVITAL est conforme aux deux normes de spécification A et B.

Les normes A et B sont des normes de commercialisation exigée par le complexe CEVITAL

#### II.2.4. Résultats de la teneur en sucres réducteurs

La **figure 18** représente les résultats du suivi de la stabilité de la teneur en sucre réducteurs (invertis).



**Figure 18.** Teneur en sucres invertis du sucre blanc

#### Interprétation et discussion

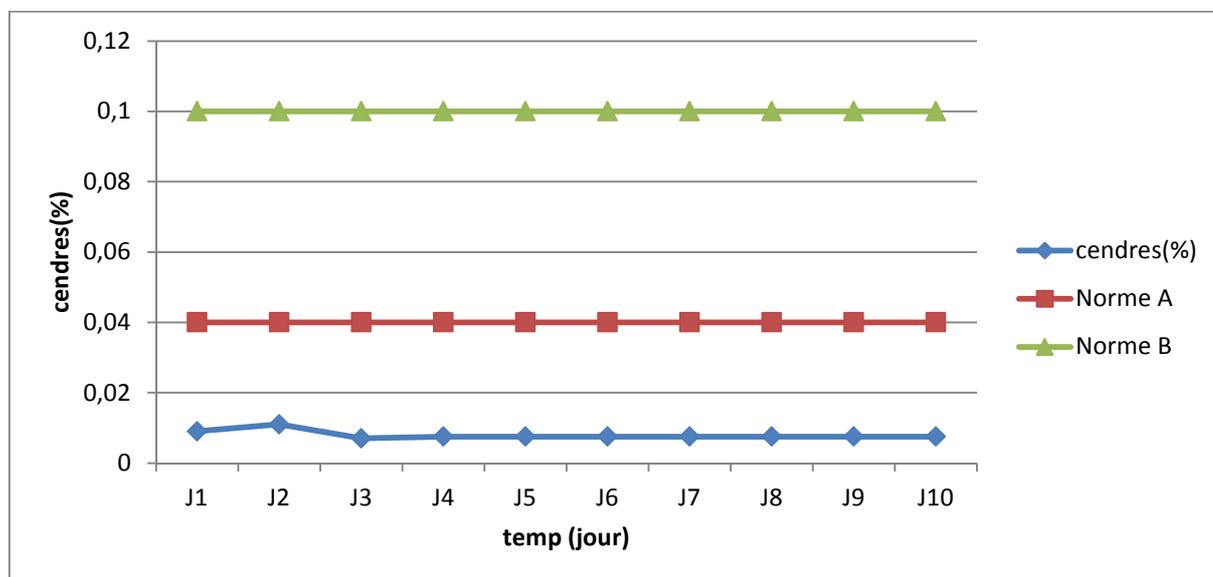
La courbe représentant les valeurs de la teneur en sucres invertis du sucre blanc, dans la **figure 18**, est toujours en dessous de celles représentant les deux normes A et B.

Cela veut dire que la teneur en sucres invertis du sucre blanc de Cevital répond aux deux normes de spécification A et B qui exigent un maximum de sucres réducteurs de 0,04 % pour la norme spécification A et 0,1 %, pour la spécification B.

Les normes A et B sont des normes de commercialisation exigée par le complexe CEVITAL

### II.2.5. Résultats de la teneur en cendres conductimétriques

La **figure 19** représente les résultats du suivi de la stabilité de la teneur en cendres.



**Figure 19** : Teneur en cendres conductimétriques du sucre blanc.

#### Interprétation et discussion

La **figure 19** montre que la courbe représentant les valeurs de la teneur en cendres conductimétriques du sucre blanc est toujours en dessous des deux autres courbes de normes spécification A et spécification B, ce qui confirme la conformité de la teneur en cendres conductimétriques du sucre blanc de CEVITAL à ces deux normes.

Les normes A et B sont des normes de commercialisation exigée par le complexe CEVITAL

À partir de ces différentes analyses de conformité, on déduit que le sucre blanc de Cevital répond largement aux normes algériennes ce qui nous amène à dire qu'il est de bonne qualité.

Cette dernière est le résultat d'un bon déroulement du processus dont la décoloration est une étape déterminante.





***Conclusion***

### **Conclusion**

La technologie sucrière de canne, compte parmi les industries agroalimentaires les plus anciennement connues et les plus répandues dans le monde.

Dans le cadre de cette étude nous avons pris en considération toute la chaîne de raffinage afin de suivre l'évolution de la couleur du sucre roux de canne, celle des produits intermédiaires, ainsi que la couleur du produit fini, à savoir le sucre blanc.

L'étude réalisée au niveau de la raffinerie de sucre « CEVITAL », nous a permis de faire les constatations suivantes :

- L'instabilité de la couleur à la refonte, due à l'instabilité de la couleur du sucre A.de extrait du bas produit.

- Diminution appréciable de la couleur lors de la carbo – filtration.

- Diminution de plus de 50 % de la couleur, et ce grâce à la décoloration sur résine.

Les impuretés naturelles du jus de canne contribuent largement sur la qualité du produit fini. De ce fait, la décoloration joue un rôle considérable dans le processus de raffinage.

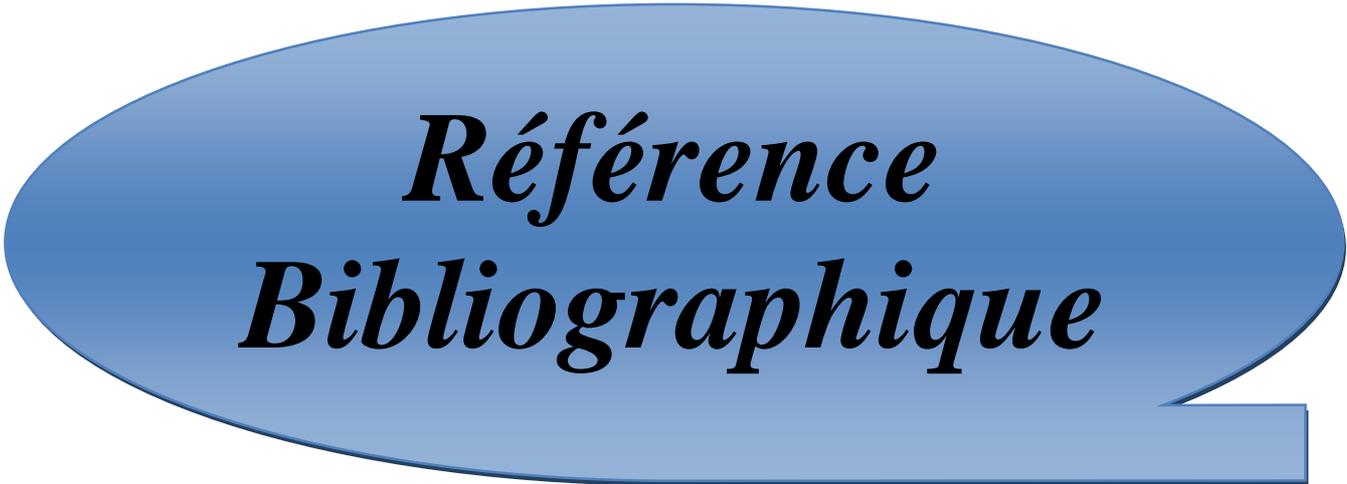
Notre étude expérimentale a permis de mesurer l'impact d'une bonne décoloration sur la qualité du sucre blanc.

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

En fin, la décoloration qui consiste à décolorer le sirop filtré, préalablement affiné, carbonaté, présente un rôle très important dans la prévoyance de la qualité du sucre blanc.

### **Perspectives**

- Etude plus approfondie de chaque section intervenant dans la décoloration.
- Optimisation des paramètres de raffinage au niveau de chaque section.
- Travaillé sur d'autres résine pour essayer d'améliorer sont âges



*Référence  
Bibliographique*

### Référence bibliographique

- [1] **Bonie D. (2004)** : Cours de technologies industrielles : l'usine agroalimentaire, école polytechnique universitaire de Lille, 42 p.
- [2] **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.
- [3] **Corinne M. (1989)**. Les aliments : les produits sucrés. Le sucre. Eds. Maloine, 200p.
- [4] **Ait amar A. (1989)**. Cours de technologie du sucre. Institut national des industries légères Boumerdes - Alger, 182p.
- [5] **Doucet J. (1992)** .Le sucre (saccharose) est levure : utilisation des levures en fermentation alcoolique industrielle .Ed . Technique et documentation.
- [6] **Mathlouthi M. (2004)** ,propriétés physiques et chimiques du saccharose, p6.
- [7] **Doucet J. (1992)**. Le sucre (saccharose) est ses dérivés traditionnels et nouveaux. In *Le sucre, les sucrés, les édulcorants et les glucides des charges dans les industries agroalimentaires* (Multon J.L.). Ed. TEC et DOC Lavoisier, pp 258 – 277.
- [8] **Clarke M. (1995)**. Valeur technologique du saccharose dans les produits alimentaires. In *Le saccharose : Propriétés et applications* (Mathlouthi M. et Reiser P). Ed. Polytechnica, p240.
- [9] **AFISUC. (2002)**. Association pour la formation et le perfectionnement dans les industries sucrières. Cristal 1, 15p.
- [10] **Icumsa Method GS1/3/4/7/8-13 (1994)**. The Determination of Conductivity Ash in Raw Sugar, Brown Sugar, Juice, Syrup and Molasses\_Official
- [11] **Mathlouthi M, et Reiser p. (1995)**. Le saccharose propriétés et application.edition française polytechnique, pp240-299.
- [12] **Manel CEVITAL(2008)** .manuel connaissance généralités p 2-8.
- [13] **Decloux M, (2002)**. Procédés de transformation en sucrerie (partie1). In techniques de l'ingénieur, P18.
- [14] **Mathlouthi M. et Mc Barbara R. (2004)**. Chapitre 9 sucreries de canne, dossier CEDUS avec la collaboration de l'université de Reims, P7.
- [15] **Rageot M., Rene L. (2004)**. Procédure de fabrication du sucre .le sucre (4).pp 1-4.

- [16] **Rageot M., Rene L. (2004).** Procédure de fabrication du sucre. Le sucre (4). Pp 1-4
- [17] **Romain J., Thomas C., Pierre S. et Gérard B. (2007).** *Science des aliments*. Lavoisier, Tec et Doc, 449p.
- [18] **Decloux M., Tatoud L. et Messad A. (1999).** Rétention des impuretés de refonte de sucre roux de canne par filtration tangentielle. Association avh, 6<sup>ème</sup> symposium, reims, pp58-63.
- [19] **Rachedi N. (2002).** Procèdes de transformation dans la raffinerie de CEVITAL spa. Rapport de formation, pp 1-30.
- [20] **Hugot E, (1987).** La sucrerie de canne : carbonatation. Lavoisier, tec & Doc, 3<sup>ème</sup> édition, 738p.
- [21] **Cartier S. (1999).** Sucrose recovery in new refinery: comparison between crystallization and chromatographic operations. Publication of technical papers and proceedings, fifty-eight annual meeting, sugar industry technologists, estoril, portugal, pp171-193.
- [22] **Decloux M. (2003).** Procèdes de transformation en sucrerie (partie2). In techniques de l'ingénieur. 21p.
- [23] **Vogel M. Schiweck H. (1988).** Polysaccharide in rubenzuchersaften :Isolierung und charakterisieierung. Zuckrerind .113 ,773-775.
- [24] **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.
- [25] **Theolyre et all , (1999) .** Couplage de la décoloration et de la nanofiltration des éluant de régénération en sucrerie de canne. Association AVH, 6<sup>ème</sup> Symposium, Reims. 1-4.
- [26] **Kelly et Brown, (1978).** Thermal decomposition and color formation in aquenous sucrose solutions. Sugar Tech. 1-48.
- [27] **Smith P. et Paton N. H. (1985).** Sugarcane flavonoids. Sugar Technology Reviews, p142.
- [28] **Belhamri R., (2005).** Thèse de Doctorat : Extraction des macromolécules pariétales des eaux de presse de betterave sucrières, Etude de leurs compositions, de leurs propriétés physicochimiques et de leur effet sur le procès sucrier. Université de Reims Champagne – Ardenne, 246p.

- [29] **Yaylayan V. A. (1992)**. Maillard reaction and formation of heterocyclic flavor compounds in food. In Yaylayan V. A. : Flavor Chemistry. McGill University Macdonald Campus: Montreal, 83-109
- [30] **Mersad et al, (2003)**. colorants in the Sugar Industry: Laboratory Preparation and Spectrometric Analysis. International sugar journal 105(1254),269-281.
- [31] **krouh. (1994)**. Caramelisation in food and beverages. *Food Chemistry*, 51:373-379.
- [32] **Marsad A., Lewandowski R., Heyd B. et Decloux M. (2003)**. Colorants in the sugar industry : Laboratory preparation and spectrometric analysis. International sugar journal 105(1254), pp240-299
- [33] **Marsad A. (2001)**. Colorants en sucrerie: Determiration de leurs masses molaires et leurs caractéristique spectrométriques en vue d'une meilleure évaluation de leur rétention par filtration tangentielle. *Thèse de doctorat, Génie des procédés, L'ENSIA, Massy*
- [34] **Mathlouthi M et Belhamri R. (2004)**. Sucrose crystal growth and shape: Effect of impurities on sucrose crystal shape and growth. Laboratoire de Chimie Physique Industrielle, Faculté des Sciences, Université de Reims, 12p.
- [35] **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.
- [36] **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.
- [37] **Anonyme 1, (2007)**. L'aventure de sucre ([www.aefe.fr](http://www.aefe.fr)).
- [38] **Rachedi N, (2002)**. Précèdes de transformation dans la raffinerie de CEVITAL spa. Rapport de formation, pp 1-30.
- [39] **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.
- [40] **Applexion. (2006)**. Management de la qualité. Extension de l'unité de décoloration existante. Manuel opératoire CEVITAL-ALGERIE. FORM 002A.
- [41] **Chuah T. G. Jumariah A., Azni I., Katayon S., and Thomas Chongs S. (2005)**. Rice husk as a potentially low cost biosorbant for heavy metal and aye removal: an overview. *Desalination*, 175, 305-316.

## ***Référence bibliographique***

---

**Méthode ICUMSA GS 1/3-7 (2002).**Determination of the Solution Colour of Rraw Sugars Brown Sugar, Guice, Syrups at pH 7,0\_Official.

**Methode ICUMSA GS 2/3-1 (1994).** The determination of Conductivity ash in Raw Sugar, Brown Sugar, Juice, Syrup and Molasses\_Official.



***Annexe***

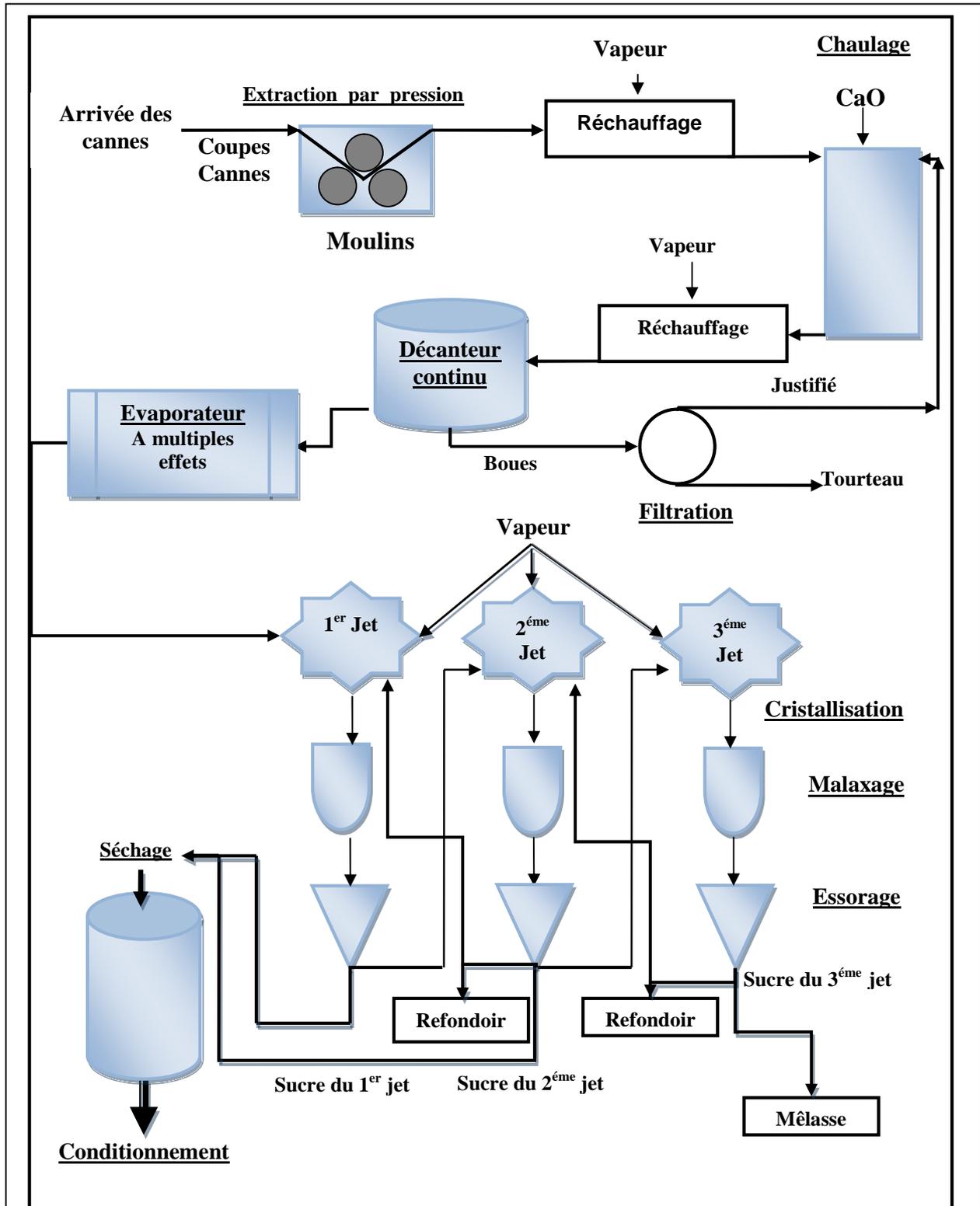
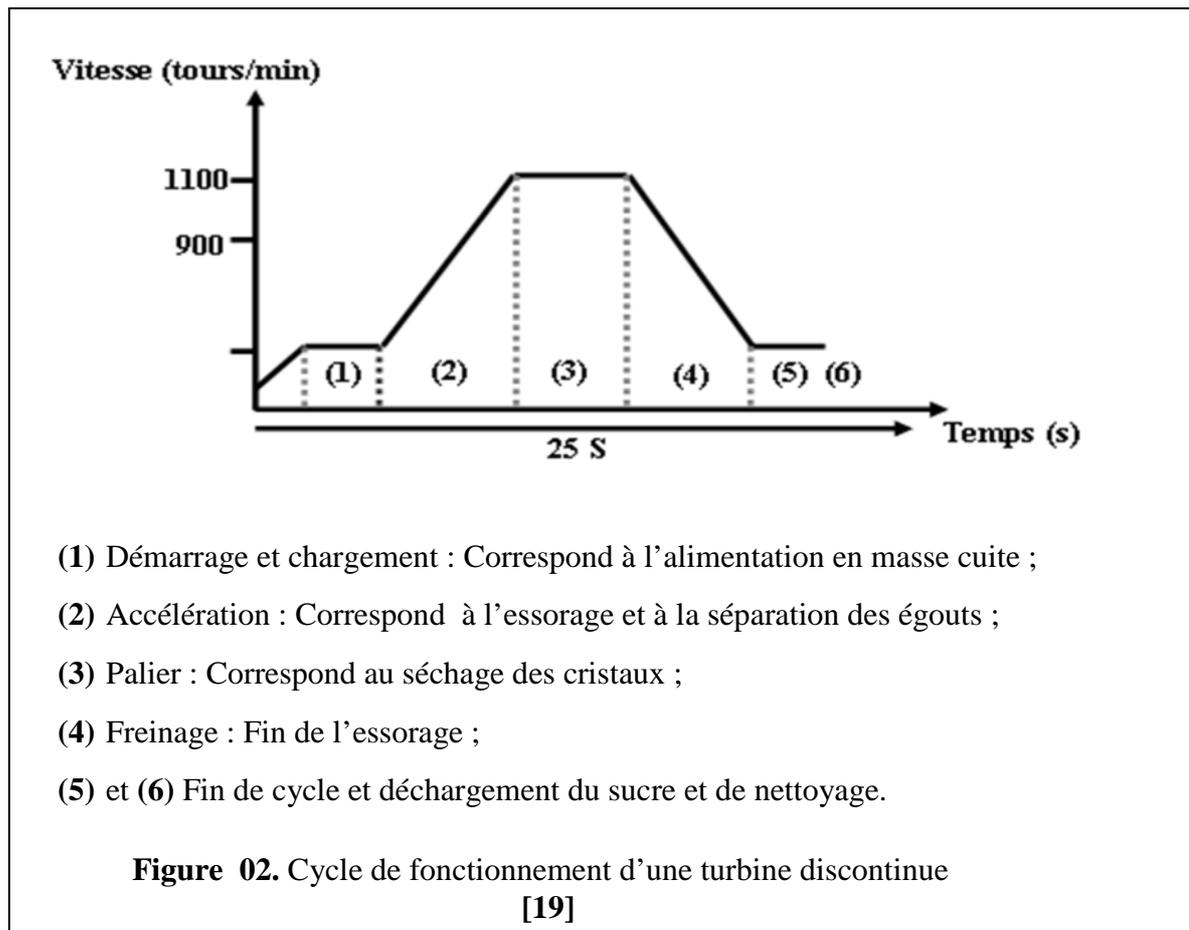
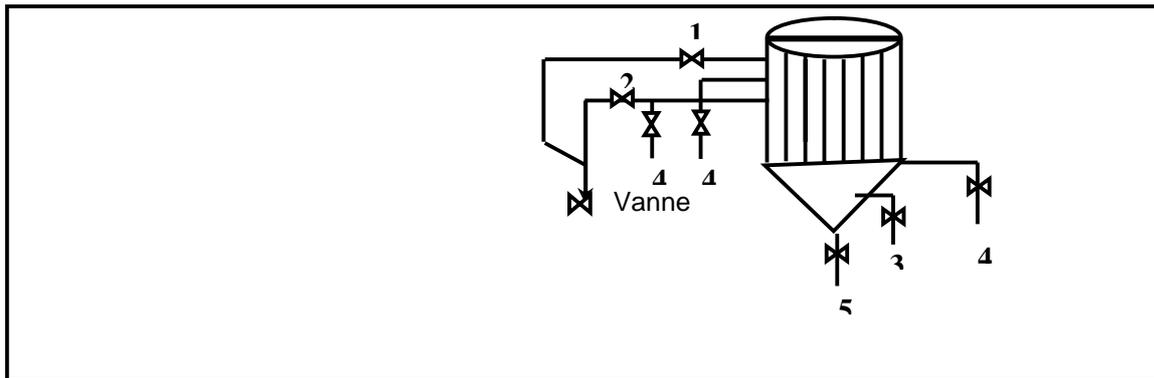


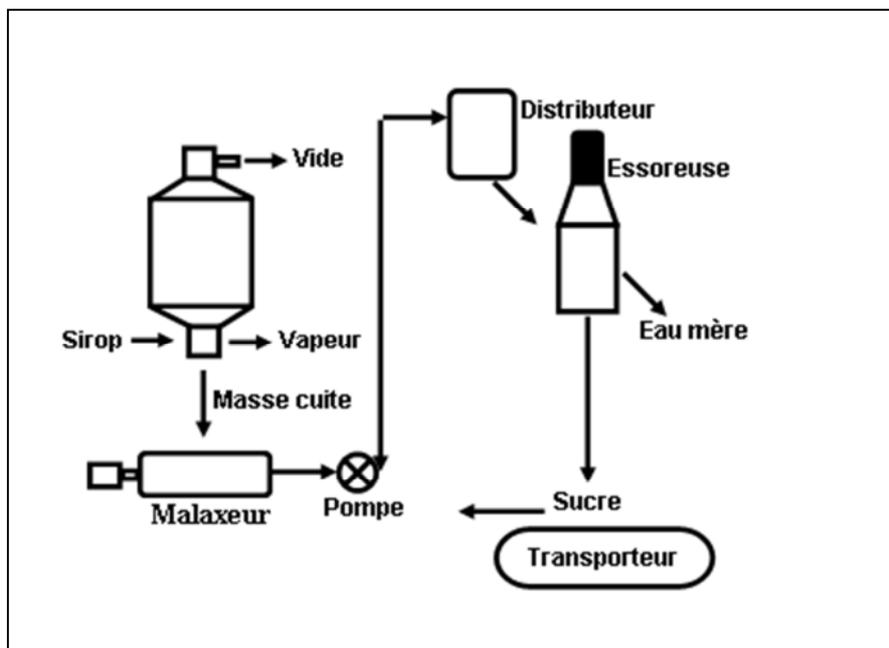
Figure 01. Schéma récapitulatif des étapes de l'extraction du sucre de canne [17]



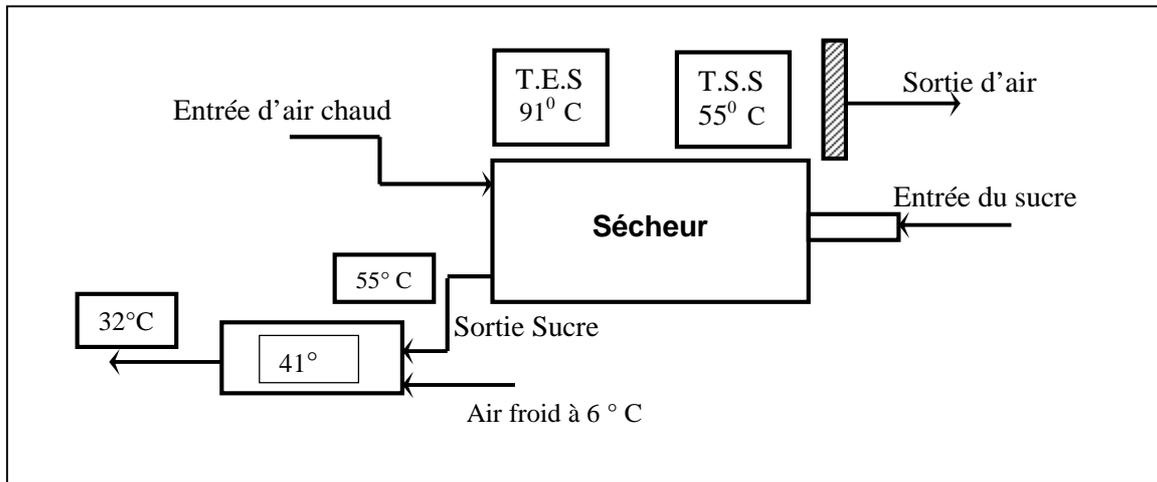


2. Recirculation + filtration ;
3. Concentration ;
4. Vapeur (entre et sortie) ;
5. Vidange.

**Figure 03.** Schéma illustrant le fonctionnement d'un filtre à bougie au niveau du CEVITAL [9].



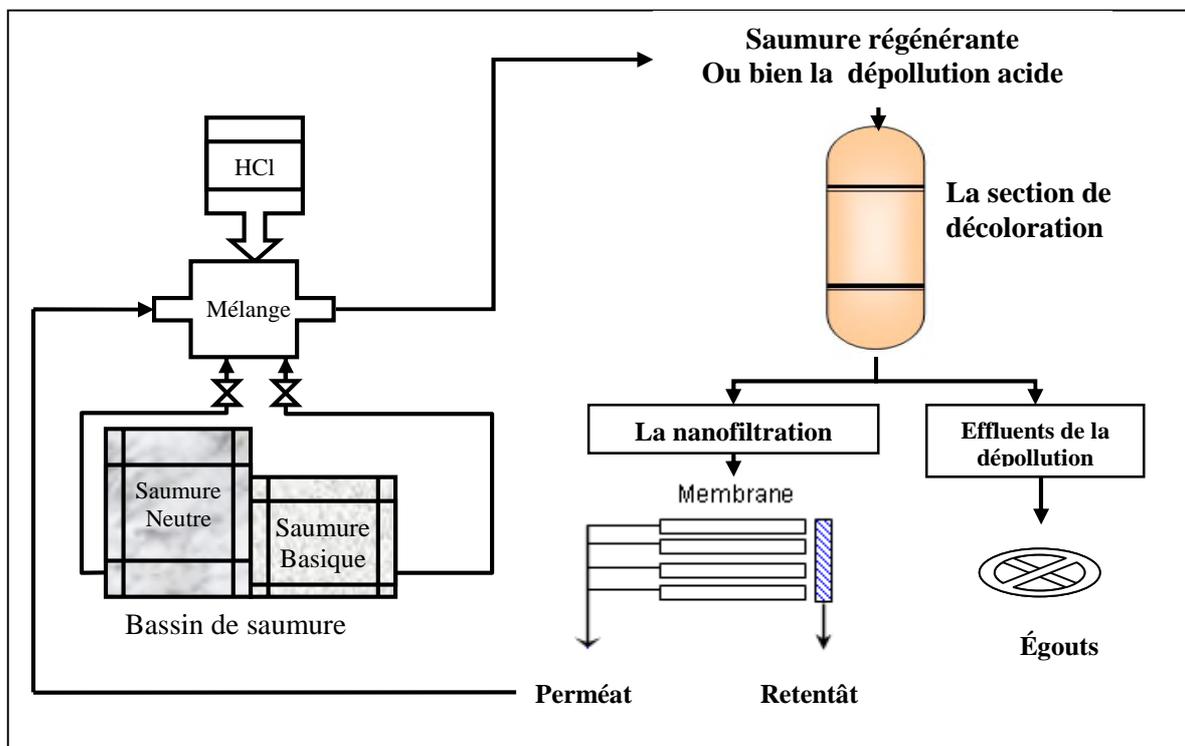
**Figure 04.** Schéma d'un atelier de cristallisation [22].



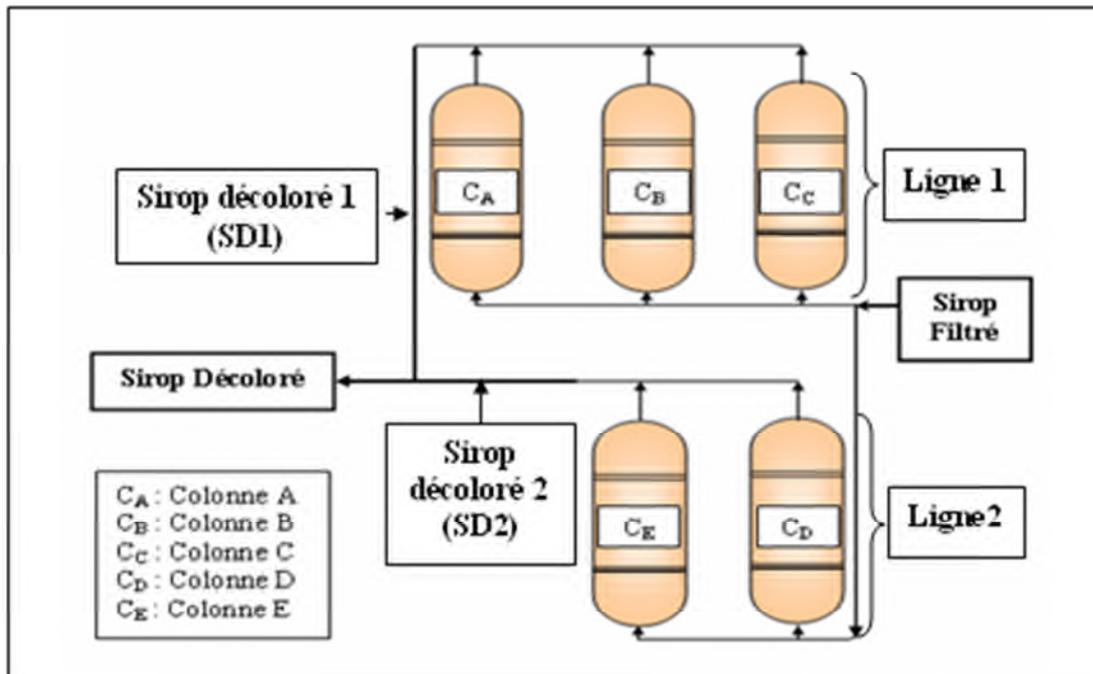
T.E.S. : Température de sucre à l'entrée du sécheur.

T.S.S. : Température de sucre à la sortie du sécheur.

**Figure 05.** Paramètres de fonctionnement du sécheur au niveau de l'unité CEVITAL [41].



**Figure 06.** Schéma simplifié résumant l'installation de la section de décoloration et ses utilités assurant ; la régénération, la dépollution et qui permet un couplage de la décoloration et de la nanofiltration au niveau du complexe CEVTAL



**Figure 07.** Disposition de colonnes de la section de décoloration au sein du complexe CEVITAL

Tableau 1. Principaux colorants présents en sucrerie et raffinerie de canne [18].

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 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 2. Classification des colorants en sucrerie de canne [36].

Classe de couleur	Masse molaire (kg/mol)	Pouvoir colorant	Type de colorants	Répartition dans le cristal
A	> 250	peu coloré	Complexes Colorant polysaccharide	Adhère au cristal
B	12 - 250	plus fortement coloré	Mélanoïdines	Adhère un peu au cristal
C	2,5 -12	assez coloré	Caramels et PDAH	Dans les eaux mères

**Tableau 3.** Caractéristiques de la résine de décoloration utilisée au sein du complexe CEVITAL [40].

<b>Caractéristiques</b>	<b>Composition</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Squelette</li><li>• Groupement fonctionnel</li><li>• Forme ionique livrée</li><li>• Rétention d'humidité</li><li>• Densité</li><li>• Régénérant</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Copolymère styrène divinylbenzène,</li><li>• <math>\text{CH}_2 \text{N}^+(\text{CH}_3)_3 \text{Cl}^-</math>,</li><li>• Chlorure,</li><li>• 58 à 64%,</li><li>• 0,5 à 1,08,</li><li>• NaCl.</li></ul>

Tableau 04. Résultats obtenus de la coloration de SF et de SD2

JOURS	La couleur en unité ICUMSA	
	Sirop Filtré	Sirop Décoloré 2
J1	652.16	199.54
J2	601.25	199.54
J3	652.16	199.54
J4	652.16	199.54
J5	652.16	199.54
J6	652.16	199.54
J7	652.16	199.54
J8	652.16	199.54
J9	764.46	111.2
J10	705.84	111.2
J11	705.84	111.2
J12	705.84	<b>111.2</b>
J13	705.84	111.2
J14	683.33	111.2
J15	705.84	111.2
J16	705.84	<b>111.2</b>
J17	683.33	111.2
J18	683.33	111.2
J19	683.33	111.2
J20	683.33	111.2
J21	683.33	111.2
J22	683.33	111.2
J23	683.33	111.2
J24	683.33	111.2
J25	683.33	111.2
J26	683.33	111.2
J27	683.33	111.2
J28	683.33	111.2

Tableau 05. Résultats obtenus de la coloration de SF et de SD1.

JOURS	La couleur en unité ICUMSA (UI)	
	Sirop Filtré	Sirop Décoloré 1
J1	7652.16	151.27
J2	601.25	151.27
J3	652.16	151.27
J4	652.16	151.27
J5	652.16	151.27
J6	652.16	151.27
J7	652.16	151.27
J8	652.26	151.27
J9	746.46	172.50
J10	705.84	161.3
J11	705.84	163
J12	705.84	161.3
J13	683.33	174.4
J14	705.84	161.3
J15	705.84	161.3
J16	683.33	161.3
J17	683.33	161.3
J18	683.33	161.3
J19	683.33	161.3
J20	683.33	161.3
J21	683.33	161.3
J22	683.33	161.3
J23	683.33	161.3
J24	683.33	161.3
J25	683.33	161.3
J26	683.33	161.3
J27	683.33	161.3
J28	683.33	161.3

**Tableau 06.** Résultats montrant l'évolution des taux de décoloration des deux sirops décolorés SD1 et SD2.

<b>JOUR</b>	<b>Taux de décoloration (TD) de SD1 en (%)</b>	<b>Taux de décoloration (TD) de SD2 en (%)</b>
<b>J1</b>	60,13	82,46
<b>J2</b>	62,08	82,13
<b>J3</b>	67,82	86,44
<b>J4</b>	51,26	82,74
<b>J5</b>	62,46	83,33
<b>J6</b>	59,18	85,32
<b>J7</b>	56,89	82,17
<b>J8</b>	54,27	81,74
<b>J9</b>	55,33	83,15
<b>J10</b>	59,94	82,37
<b>J11</b>	47,47	82,22
<b>J12</b>	46,2	72,56
<b>J13</b>	46,75	81,77
<b>J14</b>	67,97	82,5
<b>J15</b>	66,44	79,97
<b>J16</b>	62,35	83,62
<b>J17</b>	63	81,5
<b>J18</b>	66,48	79,81
<b>J19</b>	63,14	80,72
<b>J20</b>	60,75	79,89
<b>J21</b>	71,27	83,23
<b>J22</b>	58,43	76,79
<b>J23</b>	60,45	79,7
<b>J24</b>	73,58	82,18
<b>J25</b>	61,63	84,89
<b>J26</b>	49,57	80,9
<b>J27</b>	46,68	77,53
<b>J28</b>	70,78	79,01

Tableau 07. Evolution de la couleur de LSA DE R1 et du sucre blanc

JOUR	Couleur de LS1 en (UI)	Couleur de la masse cuite en (UI)	Couleur du sucre blanc en (UI)
J1	237.67	267	36
J2	237.67	267	35
J3	237.67	267	35
J4	237.67	267	35
J5	237.67	267	35
J6	237.67	276	34
J7	237.67	276	34
J8	237.67	276	35
J9	242.4	276	35
J10	237.67	276	35
J11	237.67	276	35
J12	237.67	276	36
J13	237.67	276	36
J14	237.67	272	36
J15	237.67	267	36
J16	237.67	267	36
J17	237.37	267	36
J18	237.67	267	36
J19	237.67	267	36
J20	237.67	267	36
J21	237.67	267	36
J22	237.67	267	36
J23	237.67	267	36
J24	237.67	267	36
J25	237.67	267	36
J26	237.67	267	36
J27	237.67	267	36
J28	237.67	267	36

Tableau 08. Résultats de l'évolution de Ph de SD1, SD2 et SF

<b>jours</b>	<b>Ph SD1</b>	<b>Ph SD2</b>	<b>Ph SF</b>
<b>J1</b>	7.73	7.22	7.93
<b>J2</b>	7.74	7.41	7.88
<b>J3</b>	7.72	7.41	7.93
<b>J4</b>	7.72	7.41	7.93
<b>J5</b>	7.72	7.41	7.93
<b>J6</b>	7.72	7.41	7.93
<b>J7</b>	7.72	7.41	7.93
<b>J8</b>	7.72	8.02	7.79
<b>J9</b>	8.56	8.02	7.19
<b>J10</b>	8.56	8.02	7.19
<b>J11</b>	8.56	8.02	7.19
<b>J12</b>	8.56	8.02	8.31
<b>J13</b>	8.56	8.02	7.19
<b>J14</b>	8.56	8.02	7.19
<b>J15</b>	8.56	8.02	7.19
<b>J16</b>	7.47	7.32	8.28
<b>J17</b>	9.30	8.02	8.31
<b>J18</b>	8.56	8.02	8.10
<b>J19</b>	8.56	8.02	8.31
<b>J20</b>	8.56	8.02	8.31
<b>J21</b>	7.47	8.02	8.31
<b>J22</b>	8.56	8.02	8.31
<b>J23</b>	8.56	8.02	8.31
<b>J24</b>	8.56	8.02	8.31
<b>J25</b>	8.56	8.02	8.31
<b>J26</b>	8.57	8.02	8.31
<b>J27</b>	8.57	8.02	8.31
<b>J28</b>	8.24	8.02	8.31

Tableau 09. Résultats d'analyse sur 10 jours du sucre blanc.

Sucre Blanc	POL (%)	Couleur (UI)	Humidité (%)	Invertis (%)	Cendres (%)
<b>J1</b>	99,89	36	0,017	0,011	0,009
<b>J2</b>	99,88	35	0,016	0,016	0,011
<b>J3</b>	99,88	35	0,017	0,014	0,007
<b>J4</b>	99,885	35	0,017	0,014	0,0075
<b>J5</b>	99,885	35	0,017	0,014	0,0075
<b>J6</b>	99,885	34	0,017	0,014	0,0075
<b>J7</b>	99,885	35	0,017	0,014	0,0075
<b>J8</b>	99,885	35	0,017	0,014	0,0075
<b>J9</b>	9,885	35	0,017	0,014	0,0075
<b>J10</b>	9,885	35	0,017	0,014	0,0075
<b>NORME A</b>	<b>Min 99,7</b>	<b>Max45</b>	<b>Max 0,06</b>	<b>Max 0,04</b>	<b>Max 0,04</b>
<b>NORME B</b>	<b>Min 99,7</b>	<b>Max 100</b>	<b>Max 0,10</b>	<b>Max 0,1</b>	<b>Max 0,1</b>

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

Tableau 10. Résultats de ph de (SD1), (SD2), (SF).

JOIURS	SD1	SD2	SF
J1	7.72	7,223	7,93
J2	7.74	7,41	7,88
J3	7.72	7,41	7,93
J4	7.72	7,41	7,93
J5	7.72	7,41	7,93
J6	7.72	7,338	7,93
J7	7.72	7,41	7,93
J8	7.72	7,41	7,93
J9	8.56	8,024	7,79
J10	8.56	8,024	7,19
J11	8.56	8,024	7,19
J12	8.56	8,024	7,19
J13	8.56	7,322	8,31
J14	7.47	8,024	7,19
J15	8.56	8,024	7,19
J16	8.56	8,024	7,19
J17	8.56	8,024	8,28
J18	8.56	8,024	8,31
J19	9.3	8,024	8,3
J20	8.56	8,024	8,31
J21	8.56	8,024	8,31
J22	8.56	8,024	8,31
J23	7.47	8,024	8,31
J24	8.56	8,024	8,31
J25	8.56	6,598	8,31
J26	8.56	8,024	8,31
J27	8.56	8,024	8,31
J28	8.56	8,024	8,31



# Résumé

*Le raffinage du sucre roux est une nouvelle technologie introduite dans notre pays par le complexe industriel CÉVITAL. La confection du sucre blanc repose sur des principes physicochimiques de cristallisation du saccharose qui demeurent encore aujourd'hui plutôt obscurs. Il est absolument nécessaire de caractériser les effets des paramètres de fabrication tout au long du processus de cristallisation et ainsi de contrôler la qualité du produit fini destiné au consommateur.*

*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.*

*De façon générale, les colorants contenus dans le sucre de canne sont des macromolécules ayant un comportement d'acides faibles. Afin de les éliminer le complexe CÉVITAL utilise une ligne de décoloration, dont le fonctionnement est régi par des résines échangeuses d'ions.*

*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 :** *Saccharose, Technologie sucrière, Impact de la décoloration et la Qualité du sucre.*

# Abstract

*The refining of the brown sugar is a new technology introduced into our country by industrial complex CÉVITAL. The clothes industry of white sugar rests on physic-chemical principles of crystallization of saccharose which remain rather obscure still today. It is absolutely necessary to characterize the effects of the parameters of manufacture throughout process of crystallization and thus to control the quality of the finished product intended for the consumer.*

*The prime objective of the refining of sugar is the elimination of the color among the other impurities, and this in order to produce a sugar of good color and presenting a good crystallographic homogeneity.*

*In general way, them dyes contained in the cane sugar are macromolecules having behavior of weak acids. In order to eliminate them complex CÉVITAL uses a line of discoloration, whose operation east governs by exchanging resins of ions.*

*The study made it possible to highlight the capital role of the control of a good discoloration what helped us to carry out a comparison between the resins when they are at the beginning and the end of their cycles of life.*

**Key words:** *Saccharose, sugar Technology, discoloration, anion exchanging Resin.*

