

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire



Réf:.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Process de production et méthodes d'analyses du sucre
liquide au sein du complexe
CEVITAL
-BEJAIA-**

Présenté par :

MOULELKAF Karim & TIFAOUI Mehenni

Soutenu le : 15/09/2020

Devant le jury composé de :

M. BOUKHALFA F.	MCA	Président
M. BOUDRIES H.	MCA	Encadreur
M. BACHIR BEY M.	MCA	Examineur

Année universitaire : 2019 / 2020

REMERCIEMENTS

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

*Nous exprimons notre respect et notre gratitude à Mr **BOUDRIES-H**, pour avoir accepté de nous encadrer et pour avoir suivi notre travail.*

*Notre travail a été réalisé au niveau l'unité de sucre liquide au sein du complexe **CEVITAL**.*

*Nous tenons à exprimer toute notre gratitude et notre respect aux responsables de l'unité Mr **TADJINE** et toutes les équipes de la **salle de contrôle** .Nous attachons une importance particulière à remercier :*

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

*Mr **BACHIR BEY.M** pour nous avoir fait l'honneur de juger ce travail en tant qu'examineur.*

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



Dédicaces

C e travail achève avec l'aide de Dieu, le tout puissant ; Est dédiée à tous personnes que j'aime :

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

Ma très chère grand- mère qui est dignes De ma gratitude et mon estime.

A mes frères Toufik, Nacer, Ali et Khirou et toute ma famille

Ma très chère sœurs ; Fadila

Mes très chères tantes et mes oncles et leurs familles.

Mon très cher ami Nadir, Khali Hamou. Et tous mes collègues de la raffinerie 3000 T/J

Mehenni. T





Dédicaces

C e travail achève avec l'aide de Dieu, le tout puissant ; Est dédiée à tous personnes que j'aime :

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

*Mes très chère **grand- parent** qui ont dignes De ma gratitude et mon estime.*

A ma très cher Femme, ainsi que ma petite fille : Maissane

A tous mes frères et Sœur ainsi que ma belle famille

Mes très chères tantes et mes oncles et leurs familles.

Mes très chers amis de prés et de loin

Karim. M



Liste des abréviations

ER : Eaux récupérer.

ICUMSA: International Commission for Uniform Methods of sugar analysis.

PCA : Plate Count Agar

SL : sucre liquide.

Tables des matières

Dédicace	
Liste des figures	
Liste des Tableaux	
Introduction	01
Chapitre I : GENERALITE SUR SUCRE	
I.1 Définition	02
I.2 Saccharose	02
I.3 Notion générale sur la chimie sucrière.....	04
Chapitre II : <i>Process technologiques du raffinage du sucre roux et de la fabrication du sucre liquide</i>	
II.1 Technologie du raffinage du sucre roux	07
II.1.1 Section 01 affinage et refonte.....	07
II.1.1 Section 02 Carbo- filtration.....	07
II.1.3 Section 03 Décoloration	08
II.1.4 Section 04 Concentration	08
II.1.5 Cristallisation	08
II.2 Technologie de fabrication du sucre liquide.....	10
II.3 Les différentes sections de fabrication du sucre liquide.....	11
Chapitre III : <i>Matériel Et Méthodes</i>	
III.1 Echantillonnage.....	19
III.2 Méthodes d'analyse physico-chimique.....	21
III.3 Méthodes d'analyse microbiologique du sucre liquide.....	26
Conclusion.....	30

Liste des figures

Figure 01 : Structure moléculaire du saccharose.....	03
Figure 02 : Schéma simplifié du procédé de raffinage de sucre roux au niveau de CEVITAL.....	09
Figure 03 : Diagramme générale de fabrication de sucre liquide.....	11

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Différents paramètres physiques au cours de la déminéralisation du sucre liquide.....	12
Tableau 02 : Différents paramètres physiques au cours de l'hydrolyse du sucre liquide.....	13
Tableau 03 : Différents paramètres de concentration.....	16
Tableau 04 : Paramètres étudiés dans chaque étape de fabrication de sucre liquide.....	20
Tableau 05 : Germes recherchés et la composition de milieu de culture.....	27
Tableau 06 : Micro-organismes recherchés, milieux utilisés et normes d'analyses.....	28

Introduction

Introduction :

L'industrie sucrière compte parmi les industries agroalimentaires les plus connus et les plus répandues dans le monde. Elle est en train de vivre une profonde mutation, le passage du stade artisanal à celui de la production totalement automatisé, une telle évolution entraîne une adaptation profonde des matières premières. Le sucre liquide inverti en constitue un parfait exemple (**Bussiere et al., 1990**).

Autrefois, l'utilisateur (confiseur, biscuitier) fabriquait lui-même le sucre liquide, de façon artisanale et discontinue : fonte de sucre, ajout d'acide alimentaire.....etc. en effet le sucre liquide fabriqué dans des ateliers est délivré prêt à l'emploi par camion-citerne (**Bussiere et al., 1990**).

Fonder en 1998 à Bejaïa, spécialisée dans l'industrie agroalimentaire, elle possède une raffinerie d'huile, de sucre solide et du sucre liquide. En 2017, 500 000 t d'huile, essentiellement destinées au marché national, ont été produites par Cevital Agro Industries. Dans le domaine du sucre en 2017, 1,8 million de tonnes sont attendues, dont 1 million pour le marché local, estimé à 1,1 million de tonnes. Cette année-là, il était prévu d'exporter 900 000 t vers une vingtaine de pays, en Afrique de l'Ouest, pour des clients tels que Coca-Cola, mais aussi vers l'Europe (Ferrero Rocher) et le Moyen-Orient.

Aujourd'hui Cevital est le seul organisme au niveau national qui fabrique le sucre liquide (sucre liquide saccharose et le sucre liquide inverti).

La qualité est l'une des préoccupations actuellement des industries agroalimentaire. Cevital étant certifié ISO 22 000 pour ses produits tels que les huiles, la margarine, le sucre solide et le sucre liquide la qualité et ainsi au cours de ses objectifs.

L'objectif de notre travail est de décrire le Process technologique de fabrication du sucre liquide. De ce fait, et à la suite de cette enquête nous tenterons de répondre à la question suivante : quelles sont les différentes sections, étapes et intrant utilisés dans le process de production du sucre liquide.

CHAPITRE I

GENERALITE

I.1. Sucre roux

I.1.1 Définition

C'est le sucre brut de canne ; la cassonade est obtenue par cristallisation du sirop de batterie, ce dernier étant issu du jus de canne ou vesou par évaporation.

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

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

I.2. Saccharose

I.2.1. Définition

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

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

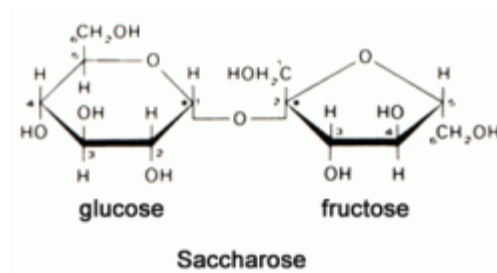


Figure 1 : Structure moléculaire de saccharose (**Decloux, 2002**).

I.2.2. Propriétés physicochimique du saccharose**I.2.2.1 Aspect**

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

I.2.2.2 Granulométrie

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

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

I.2.2.3 Solubilité

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

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

I.2.2.4 Température

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

I.2.2.5 Inversion

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

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

I.2.2.6 Activité de l'eau (aw) :

Le saccharose se caractérise par une propriété importante qu'est sa capacité d'hydratation. Cette caractéristique affecte l'activité de l'eau (aw) de la solution ou du produit dans lequel le saccharose est présent. L'apparence et la texture du produit, la sensation du produit dans la bouche et le temps de conservation du produit est ainsi affectée. (**Arzate , 2005**).

I.3 Notion générale sur la chimie sucrière**I.3.1 Brix**

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

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

I.3.2 Solubilité

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

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

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

I.3.3 Polarisation

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

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

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

I.3.4 Saturation

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

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

I.3.5 Pureté

La pureté définit la quantité de sucre contenue dans la matière sèche. Elle est généralement exprimée en pourcentage (Rachedi, 2002). La pureté, la teneur en sucre et la quantité en matière sèche sont Calculer à l'aide d'un logiciel dit CLEOPATR.

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

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

Association pour la formation et le perfectionnement dans les industries sucrières (2002).

I.3.6 Non sucres

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

$$\text{MS} = \text{S} + \text{NS} = \text{S} + \text{Matière Organique} + \text{Cendres}$$

MS : matière sèche.

S : sucre.

NS : non sucre.

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

Chapitre II

Process technologiques du raffinage du sucre roux et de la fabrication du sucre liquide

Chapitre II : Process technologique du raffinage du sucre roux et de la fabrication du sucre liquide

II.1 Technologie du raffinage du sucre roux

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

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

Le raffinage du sucre au niveau de la raffinerie de CEVITAL comporte huit sections qui sont illustré dans le schéma ci-après :

II.1.1 Section 1 : affinage et refonte

II.1.1.1 Affinage

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

Cette étape a pour objectif de permettre à la couche superficielle des cristaux (la plus impure) de se dissoudre **(Mathlouthi et Barbara, 2001).**

II.1.1.1 Refonte

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

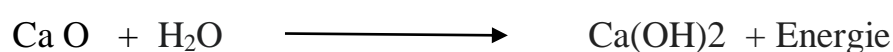
II.1.2 Section 2 : carbo-filtration

II.1.2.1 Carbonation

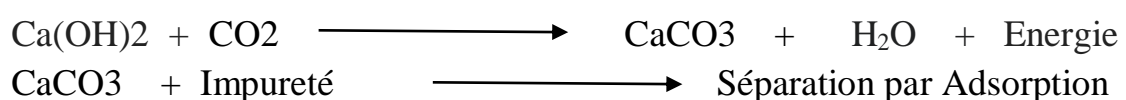
La carbonatation est un procédé chimique permettant de décolorer le sirop résultant de la section affinage et refonte.

II.1.2.1.1 Réactions chimiques

❖ **Atelier lait de chaux :**



❖ **Réaction au cours de la carbonatation**



Chapitre II : Process technologique du raffinage du sucre roux et de la fabrication du sucre liquide

II.1.2.2 Filtration

Le sirop issu de la carbonatation contient une suspension de carbonate de calcium. Cette dernière est séparée par une filtration sur des filtres auto-nettoyants à bougie en toile. Le sirop filtré est envoyé vers la section de décoloration, la boue résultante est pressée pour récupérer le sucre résiduel sous forme de petit jus. Les écumes sont évacuées et utilisées pour l'amendement des sols. **(Manuelle opératoire filtration de Cevital section carbo-filtration 2010 page 2)**

II.1.3 Section 3 : Décoloration

La décoloration est la troisième section au cours de raffinage du sucre au niveau de la raffinerie 3000 tonne par jour au Cevital, celle-ci est utilisée via des résines échangeuses d'ion. La section de décoloration est composée de 5 colonnes, quatre colonnes sont toujours en production et la cinquième colonne est en régénération. La décoloration du sirop filtré est faite du bas des colonnes vers le haut (up flow), tandis que la régénération est faite du haut vers le bas (down flow). **(Manuelle opératoire de Cevital section décoloration 2010 page 2)**

II.1.4 Section 4 : Concentration

Avant de cristalliser le sirop est concentré dans un évaporateur, et les vapeurs issues de ce dernier sont récupérées pour les besoins de chauffage durant le processus. Le but de l'évaporation ou la concentration est d'éliminer l'eau.

Le sirop initialement à environ 58% de brix se retrouve à la sortie du concentrateur à un brix de 78%. A la fin de l'évaporation, le sirop de sucre se caractérise par un taux de pureté de 93 % est destinée vers les cuites pour la cristallisation). **(Manuelle opératoire de Cevital section concentration 2010 page 8)**

II.1.5 Section 5 : Cristallisation

La cristallisation de sucre est une opération qui permet d'extraire le saccharose en solution dans le jus concentré, alors que les impuretés restent concentrées dans le liquide pour donner en final une solution résiduelle épuisée. **(Manuelle opératoire de Cevital section cristallisation 2010 page 10)**

On distingue deux types de cristallisation ; une cristallisation haut produit et une cristallisation bas produit.

Chapitre II : Process technologique du raffinage du sucre roux et de la fabrication du sucre liquide

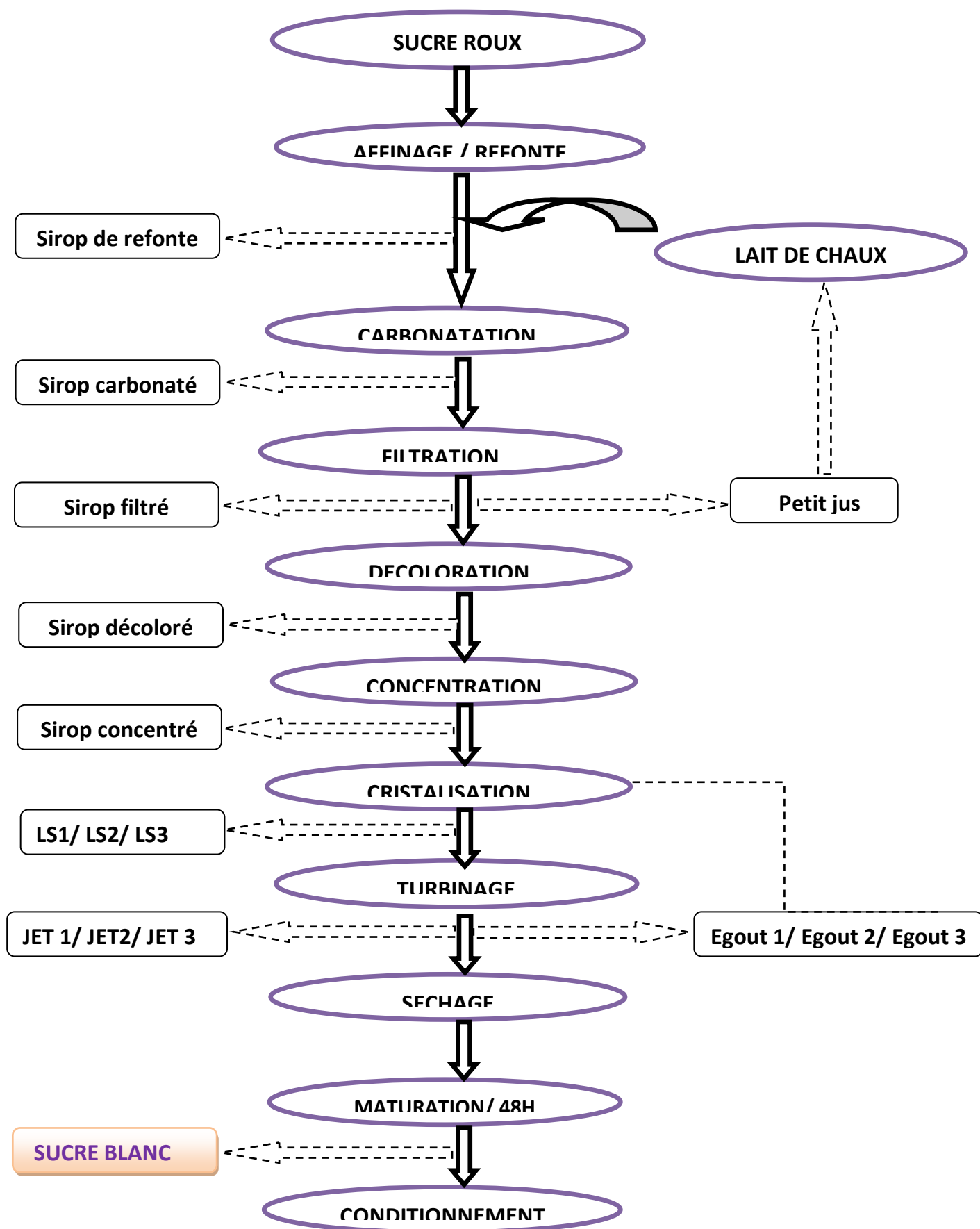


Figure 2 : Schéma simplifié du procédé de raffinage de sucre roux au niveau de CEVITAL

II. 2 Technologie de fabrication du sucre liquide

L'unité de sucre liquide utilise comme matière première le sirop pré-décoloré qui provient de l'unité de raffinage de sucre roux de **Cevital** après avoir raffiné ce dernier, lequel subit les transformations suivantes : *la refonte, le chaulage, la carbonatation et la décoloration*, puis le sirop pré-décoloré obtenue subit d'autres transformation afin d'obtenir du sucre cristallisé ou le sucre liquide (saccharose ou inverti) de haute qualité conforme aux norme en vigueur.

Notre étude s'appuie sur l'étude des différentes étapes de fabrication de sucre liquide au niveau de l'unité de sucre liquide :

Chapitre II : Process technologiques du raffinage du sucre roux et de la fabrication du sucre liquide

II.2.1 Différentes sections de fabrication de sucre liquide

Les différentes étapes de fabrication du sucre liquide sont illustrées dans le diagramme suivant :

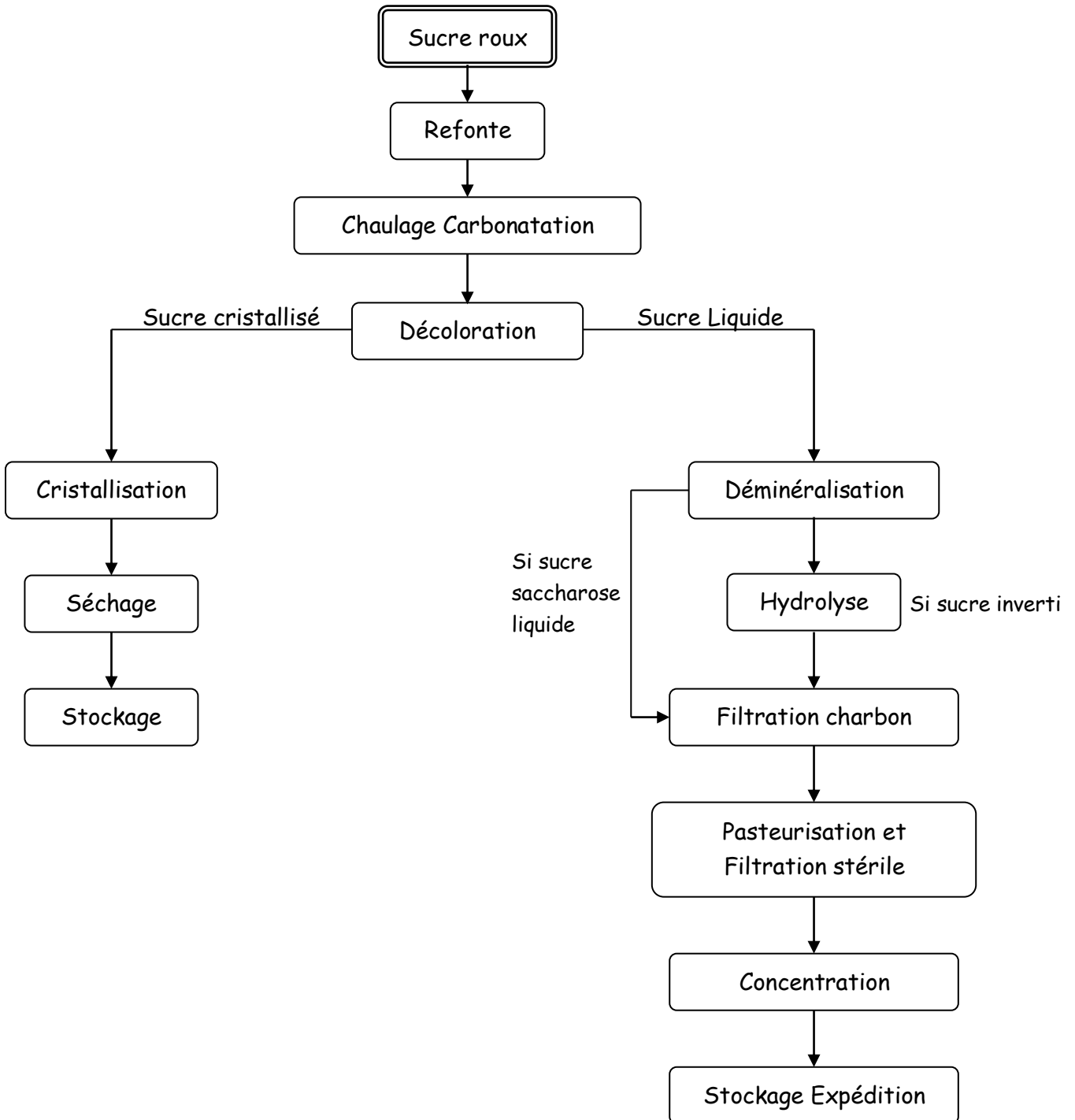


Figure 3 : Diagramme général de fabrication de sucre liquide

Chapitre II : Process technologiques du raffinage du sucre roux et de la fabrication du sucre liquide

II.2.1.1 Déminéralisation (décoloration unité, SL 100)

L'objectif de cette unité est de déminéraliser le sirop décoloré (*sortie de la colonne de décoloration provenant de l'unité de sucre solide 3000 Tonnes par jour*). En effet, Cette unité comprend 3 colonnes échangeuses d'ions à lit mélangé (2 résines: "cation faible" + "anion fort"): V130, V135 et V140. Pour cela deux colonnes à lit mélangé produisent du sirop déminéralisé en mode parallèle décalé alors que la 3^{ème} colonne est en étape de régénération (stand by).

Au cours de la régénération, les résines saturées par la production doivent être séparées : résine anionique en haut et résine cationique en bas. Après une opération de soulèvement, la séparation des résines est effectuée via une solution de saumure à 150g/l (la résine cationique est moins dense que la résine anionique).

La régénération des résines est simultanée par l'Injection d'HCl 5% à courant ascendant et injection de NaOH 4% à courant descendant, sortie commune par le réseau intermédiaire de la colonne en destination des EFAN. Quand la colonne d'hydrolyse (résine cationique forte) de l'unité 200 effectue sa régénération, le HCl 5% (non entièrement consommé) est envoyé directement au "cation" de la colonne en régénération.

Si l'usine produit de l'inverti, le sirop déminéralisé est envoyé vers l'unité 200 (HYDROLYSE), sinon vers l'unité 300 (CHARBON-FILTRATION) pour la production de sucre liquide.

Un système d'échangeur de chaleur en sortie des colonnes en production permet d'économiser des coûts en énergie. **(Manuel opératoire déminéralisation MN-SL-02)**

Tableau N°1 : Différents paramètres physiques au cours de la déminéralisation du sucre liquide

Débit estimé en production pour une colonne	15,5 m ³ /h.
Température en production	40°C.
Durée d'un cycle de séquentiel colonne (résines)	24h

Chapitre II : Process technologiques du raffinage du sucre roux et de la fabrication du sucre liquide

Indice de bonne production	Conductivité en sortie la plus faible possible (voisine de 0 $\mu\text{S}/\text{cm}$).
----------------------------	---

II.2.1.2 Hydrolyse (unité, SL200)

Le but majeur de cette étape est de produire de l'inverti à partir de sirop déminéralisé (sortie des colonnes de l'unité 100).

Entièrement by passée dans le cas d'une production de sucre liquide, Elle comprend une colonne échangeuse d'ions de repère V220. Celle-ci contient de la résine cationique forte capable de scinder la liason chimique entre glucose et le fructose rentrant dans la composition du saccharose.

Le taux d'hydrolyse dépend du débit de production de la colonne et le débit de by-pass de la colonne : L'inverti désiré est en fait le mélange entre l'inverti en sortie colonne et le sucre liquide (by-pass). Il est important de signaler ici que la production du sucre inverti est à courant ascendant.

Le sucre inverti produit est envoyé vers l'unité 300 (CHARBON-FILTRATION) via le système d'échangeurs de chaleur prévu dans l'unité 100. La régénération des résines cationiques saturées au moment de la production est effectuée comme suit :

Injection de HCl 5% vers la colonne d'hydrolyse, fonctionnant à courant descendant, débitant direct vers le cation de la colonne de déminéralisation (unité 100) qui doit être régénérée. Il est très important de signaler que la régénération de la colonne d'hydrolyse est lié à la colonne en régénération dans l'unité 100. (**manuel opératoire hydrolyse MN-SL-03**)

Tableau N°2 : Différents paramètre physique au cours de l'hydrolyse du sucre liquide

Débit total (colonne + by-pass) estimé en production	31,0 m ³ /h
Débit d'hydrolyse estimé en production (colonne)	24,0 m ³ /h
Température en production	40°C

Chapitre II : Process technologiques du raffinage du sucre roux et de la fabrication du sucre liquide

II.2.1.3 Charbon- filtration (unité, SL300)

Cette section a pour but de désodoriser, puis filtrer le sucre liquide provenant soit de l'unité de déminéralisation (unité 100) dans le cas de la production de sucre liquide, soit de l'unité d'hydrolyse (unité 200) dans le cas de la production d'inverti. Cette section comprend 2 grandes étapes :

A/ Traitement du produit par charbon :

Le charbon est stocké dans un bac tampon (T300), le produit est envoyé dans un bac d'agitation (T310), ceci après mélange de terre/charbon. Ce mélange s'effectue par un dosage en ligne.

Le dosage de la terre/charbon est assuré par la vitesse des vices doseuse asservie au débit d'alimentation. Grâce à des agitateurs, ce "bac de contact" à 3 compartiments séparés par des parois assure un temps nécessaire de contact (20 minutes de passage environ) du mélange produit-terre/charbon (**manuel opératoire Filtration MN-SL-04**).

B/ Elimination du charbon :

Après passage dans le bac de contact, le charbon est retenu par 3 filtres : **F330A**, **F330B** et **F330C**. Ces filtres identiques fonctionnent avec une pré couche de terre fixée sur des cadres.

Le produit filtré est envoyé vers l'unité de pasteurisation-stérilisation (unité 400) au travers de filtres de sécurités (F340A/B et F350A/B). Il est important de noter que Chaque filtre à cadre fonctionne en séquentiel identique, deux filtres fonctionnent en production alors que le troisième se trouve en débâtissage et monté en précouche à l'eau chaude. La pré couche est assurée par un bac (T360) et une pompe (P365). En plus L'opérateur devra verser de la terre filtrante à chaque cycle d'un filtre à cadre.

Débit estimé par filtre : 15,50 m³/h, soit un débit total de 31 m³/h. Température en production : 60°C.

Chapitre II : Process technologiques du raffinage du sucre roux et de la fabrication du sucre liquide

II.2.1.4 Pasteurisation-filtration stérile (unité, SL400)

Cette unité son but est de stériliser le produit venant de l'unité de charbon-filtration avant d'être concentré pour qu'il soit stocké.

Cette unité comprend 2 grandes parties :

1/ Pasteurisation :

La stérilisation du produit venant du bac T400 est assurée par deux échangeurs de chaleur et d'un serpent. Ce dernier assure un passage à 105°C sous pression avec une longueur de 40m en 20 secondes. Si les deux filtres sont en production le débit total de fonctionnement est de 34 m³/h par contre lorsqu'un seule filtre qu'est en production le débit total est de 17 m³/h.

2/ Filtration stérile :

Elle est assurée grâce à des filtres à plaque identiques. Chaque filtre reçoit du produit venant directement de la pasteurisation sachant que chaque filtre possède son séquentiel. En fin, La fin de filtration est provoquée normalement par le seuil de pré-alarmer de la pression d'entrée du filtre.

Après remplacement des plaques des opérations de stérilisation et mouillage des plaques s'effectuent en local via l'automatisme : Des boutons poussoirs lumineux guident ces opérations.

Débit de production pour un filtre : **17m³/h.**

Température de stérilisation: **105°C.**

Si le débit total passant au travers de l'unité 400 est de 34m³/h avec 2 filtres en production, alors que le débit moyen de l'usine est de 31 m³/h en raison de recouvrir la perte en débit (volume) durant le débâtissage d'un filtre. Ainsi, le niveau moyen du bac T400 pour 24 h sera maintenu. (**manuel opératoire pasteurisation MN-SL-05**)

II.2.1.5 Concentration (unité, SL500)

Le but principal de cette unité est de concentrer le produit venant de l'unité de pasteurisation filtration stérile avant d'être stocké. Cette unité d'évaporation est à deux effets à plaques, le premier est Une pompe à vide tandis que l'autre et un condenseur

Chapitre II : Process technologiques du raffinage du sucre roux et de la fabrication du sucre liquide

tubulaire permettent la mise sous vide. La régulation de vide est connectée directement en haut du 2ème séparateur. En outre le débit de vapeur saturée est régulé en pression.

Le fonctionnement de cette unité est le "poussage" à débit d'entrée constant. Le produit à concentrer est ajusté en pH dans le bac d'alimentation (T500). En effet Un pré réchauffeur avant le 1er effet assure une économie d'énergie en utilisant les condensats chauds à la sortie du premier effet. En fin Avant d'envoyer le sirop vers les bacs de stockage, ce dernier doit être recyclé pour obtenir la bonne concentration (brix) du produit.

Le produit final obtenu est envoyé vers un système de refroidissement avant d'être stocké. **(manuel opératoire CONCENTRATION MN-SL-06)**

Tableau 03 : Différents paramètres de concentration

Débit d'entrée	31
m3/h Vide	145 mbar
absolu Vapeur	900*mbar
Brix à obtenir en sucre liquide	67 brix
Température du sucre liquide en sortie	25°C

II.2.1.6 Stockage et chargement camion (unité, SL600)

Le rôle principal de cette unité est de stocker et de charger le produit final concentré. En effet, Cette unité comprend 5 bacs de stockage de 300 m3 chacun, de 3 quais de stérilisation et de chargement des camions citernes plus une zone de prélavage camion avec possibilité de stérilisation.

1/ Bacs de stockage (T601, T602, T603, T604, T605)

En réalité cette étape est très délicate, pour cela la température du bac à remplir devra être inférieure à 40°C (inverti à 35°C et sucre liquide à 25°C). Une fois le bac est

Chapitre II : Process technologiques du raffinage du sucre roux et de la fabrication du sucre liquide

vidé, une opération de nettoyage (CIP) à l'eau chaude, suivie d'une stérilisation avec de la vapeur 1,5 bar est effectuée.

2/ Quais de stérilisation et chargement des camions

Avant de charger n'importe quel camion ce dernier devra être stérilisé à la vapeur 1,5 bar. Ensuite Le chargement sera effectué en sélectionnant un bac remplis en préalable, à condition que ce dernier soit mémorisé «bon pour chargement camion". En réalité deux quais au maximum peuvent utiliser le même bac. A la fin du chargement un nettoyage se effectué la ligne de chargement de camion, suivi d'une stérilisation.

3/Zone de pré-lavage

L'unité de sucre liquide a mis deux postes pour assurer les nettoyages des camions avant leur chargement, et cela avant la stérilisation et le chargement des camions.

(Manuel opératoire STOCKAGE MN-SL-07)

II.2.1.7 Description du procédé SL1000

Cette unité a pour fonction d'assurer la régénération des colonnes de déminéralisation (*unité 100*) et d'hydrolyse (*unité 200*), ainsi que la préparation en saumure 150g/l pour la séparation des résines d'une colonne de l'unité 100 après soulèvement. En outre celle-ci assure le dosage afin d'ajuster le pH du bac T500. Il est évident de signaler que cette unité comprend 6 stations distinctes :

1/ Station d'eau récupérée (ER)

Elle est constituée d'un bac et d'une pompe. Ce bac reçoit de l'eau récupérée venant d'une colonne en rinçage rapide après régénération. En cas de nécessité, un appoint en eau osmosée est prévu. Cette station a pour but deux Fonction, premièrement est d'Assurer la dilution de chaque réactif, deuxièmement ; alimenter les colonnes en déplaçant les réactif.

Chapitre II : Process technologiques du raffinage du sucre roux et de la fabrication du sucre liquide

2/ Station d'HCL (acide chlorhydrique)

Elle est constituée d'un bac d'HCl concentré (33%) , d'une pompe centrifuge et d'un pot de mélange pour assurer la dilution de HCl par de l'eau récupérée. la fonction principale de l'acide chlorhydrique (5%) est d'alimenter la résine cationique à régénérer. Les Unités qui sont concernées sont: 100 et 200.

3/ Station de NaOH (soude)

Cette station est constituée d'un bac contenant de NaOH concentré (45%), d'une pompe centrifuge et d'un pot de mélange pour assurer la dilution de NaOH par de l'eau récupérée. la fonction principale d' NaOH (4%) est la contribution à régénération de la résine anionique. L'Unité concernée est : 100.

4/ Station de NaCl (saumure)

Elle est constituée d'une fosse à saumure fraîche et décanté à 300g/l, d'une pompe centrifuge et d'un pot de mélange pour diluer le NaCl par de l'eau récupérée. La Fonction de cette station est d'Alimenter le bac T160 en NaCl 150 g/l, ceci pour la séparation des résines. L'Unité concernée est : 100.

5/Station NaOH 1%

Utilisant la station d'eau récupérée (ER) et de NaOH, elle alimente le ballon T501 (NaOH 1%).

6/Station HCl 1%

Utilisant la station d'eau récupérée (ER) et de HCl, elle alimente le ballon T502 (HCl 1%).

Chapitre III

Matériel Et Méthodes

L'objectif de notre travail a pour but de décrire le Process technologique de fabrication du sucre liquide. De nombreuses analyses sont effectuées au cours de la production du sucre liquide, celle-ci seront détaillé au cours de notre travail ci-après.

III.1. Echantillonnage

Les prélèvements des échantillons s'effectuent une fois toutes les deux heures, et à chaque étape de production afin de contrôler le produit.

Le prélèvement est exécuté par l'ouverture des vannes. Le rinçage des flacons de prélèvement est effectué avec le sirop afin d'éviter toutes source d'erreurs. Les échantillons sont ensuite transportés au laboratoire pour les analyses physico-chimiques. Les paramètres étudiés dans chaque étape sont indiqués dans le tableau 3.

Tableau 04 : Paramètres étudiés dans chaque étape de fabrication de sucre liquide.

Section	Echantillon prélevé	Paramètres étudiés
Déminéralisation	Sirop pré-décoloré	- Brix - Pureté - Couleur - pH - polarisation
	Sirop déminéralisé	- Brix - Pureté - Couleur - pH - polarisation - conductivité
	Sirop hydrolysé	- Brix - Couleur - pH
Filtration	Sirop filtré	- Brix - Couleur - Trouble - pH
Pasteurisation	Sirop pasteurisé	- Brix - Couleur
Concentration	Sirop concentré - Pureté	- pH - Couleur - Cendres conductimétriques
Produit fini		- pH - Couleur - Cendres conductimétriques - Trouble - Densité - Température - Brix

III.2 Méthodes d'analyses physico-chimiques

III.2.1 Mesure du Brix

■ But

Cette méthode est utilisée pour mesurer le Brix des produits de sucrerie.

■ Principe

Lorsqu'on chauffe une solution, l'eau s'évapore et lorsqu'elle est totalement évaporée, il reste les matières sèches. Une solution est donc composée de matières sèches et d'eau. Le Brix est le rapport entre la quantité de matière sèche contenue dans la solution et la quantité de solution.

■ Mode opératoire

Une dilution de 1/5 est utilisée suivie d'une homogénéisation à l'aide d'un agitateur magnétique, ensuite la solution est versée dans le réfractomètre après avoir vérifié le zéro de l'appareil avec de l'eau distillée.

■ Expression des résultats

La valeur de Brix de la solution est directement lue sur le réfractomètre, le calcul du Brix se fait en multipliant la valeur lue par le facteur de dilution.

ICUMSA. (2007). **International Commission for Uniform Methods of sugar analysis.**

III.2.2. Mesure de la polarisation

■ But

Cette méthode est utilisée pour déterminer la teneur en saccharose.

■ Principe

Toutes les molécules optiquement actives, possédant au moins un carbone asymétrique, sont capables de dévier le plan de la lumière polarisée. Cette déviation est proportionnelle à la teneur en substance à doser.

■ Mode opératoire

Premièrement on procède à la Préparation (diluer) d'une solution de 1/5 à partir de l'échantillon à analyser, cette dernière sera homogénéisée à l'aide d'un agitateur ensuite introduite dans le polarimètre.

■ Expression des résultats

La lecture de la valeur de la polarité se fait directement sur le polarimètre et cela en multipliant la valeur par le facteur de dilution.

Méthode ICUMSA GS 2/3-1 (1994)

III.2.3. Mesure de pureté**■ But**

Cette méthode est utilisée pour déterminer la pureté de sucre liquide.

■ Principe

La pureté définit la quantité de sucre contenu dans la matière sèche. Le principe de cette méthode se base sur la mesure de la polarisation, et du Brix du sucre liquide dilué au 1/5 puis en calcule sa pureté.

■ Mode opératoire

On Prépare une dilution de 1/5 à partir de l'échantillon à analyser, en utilisant de l'eau distillée. Ensuite on Procède à l'homogénéisation de la solution à l'aide d'un agitateur, après on Mesure le Brix de l'échantillon ainsi que la polarisation. Et en fin on calcul le Brix ainsi que la polarisation en multipliant les valeurs obtenues par l'inverse de la dilution.

■ Expression des résultats

$$\text{Pureté \%} = \text{polarisation} / \text{Brix} \times 100$$

III.2.4. Mesure de la couleur**■ But**

Cette méthode est utilisée pour déterminer la couleur des sirops de sucres en solution.

■ Principe

La mesure de la coloration en solution est réalisée au moyen d'un photo-colorimètre ou 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 détermination de la coloration de sirop de sucre, ICUMSA a officiellement adopté la méthode de mesure à la longueur d'onde de 420 nm.

■ Mode opératoire

Pour mesurer la couleur on Prépare un sirop à 50% de Brix à partir de l'échantillon à analyser, en utilisant de l'eau distillée qui sera maintenu sous agitation au moyen d'un agitateur. Avant d'introduire la cellule d'analyse dans spectrophotometre UV/VIS celle-ci sera rincer avec de la solution de sucre préparer préalablement tout en évitant le bulles d'air. En fin on lis l'absorbance sur l'écran de l'appareil.

■ Expression des résultats

Selon ICUMSA la coloration de sirop est exprimée en extinction spécifique et se calcule comme suit:

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

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

Méthode ICUMSA GS 1/3-7 (2002)

III.2.5. Mesure de trouble

■ But

Cette méthode est utilisée pour déterminer le trouble des sucres en solution n'excédant pas une couleur de 50UI.

■ Principe

A ce jour il n'existe pas de méthode officielle. Elle se base sur la différence entre la mesure de la coloration d'une solution de sucre **non filtrée** (coloration + trouble) et la mesure de coloration de la même solution après **filtration** sur membrane de 0,45 μ m. Le trouble peut être exprimé en unités ICUMSA de coloration.

■ Mode opératoire

La mesure du trouble est faite à l'aide d'une solution à 50% du Brix à partir de l'échantillon à analyser, en utilisant de l'eau distillée. Ensuite celle-ci sera homogénéisée à l'aide d'un agitateur et à l'aide d'un spectromètre UV-VIS, on mesure l'absorbance **1** à 420 nm, puis calculer la couleur C1. An plus, l'échantillon restant sera filtré à travers une membrane de 0,45 µm pour Mesurer l'absorbance **2** à la même longueur d'onde et calculer C2.

■ Expression des résultats

Le trouble est obtenu par la formule : $T = C1 - C2$

T : Trouble.

C1 : Première couleur mesuré.

C2 : Deuxième couleur mesuré.

SNFS-chapitre 2 : Méthode n°19 (2000)**III.2.6. Détermination des cendres conductimétriques****■ But**

Cette méthode est utilisée pour la détermination des matières minérales dans le sirop. Les matières minérales ou cendres peuvent être mesurées par détermination de la conductivité d'une solution de concentration connue (méthode conductimétrique).

■ Principe

On détermine la conductivité spécifique d'une solution de sucre liquide de 28% du Brix, et on calcule des cendres équivalentes en utilisant un facteur conventionnel.

■ Mode opératoire

La Détermination des cendres conductimétriques est faite à l'aide d'une solution à 28% du Brix à partir de l'échantillon à analyser, en utilisant de l'eau distillée. Tout d'abord la solution doit être homogénéisé en utilisant un agitateur, ensuite on procède à la mesure de la conductivité de la solution étudier et celle de l'eau distillée à $20 \pm 0,2^\circ\text{C}$.

■ Expression des résultats

✓ Calculer la conductivité corrigée (**C28**).

$$C28 = C \text{ mesurée} - 0,35 C$$

C28 : Conductivité corrigée de la solution du sucre.

C eau : Conductivité de l'eau distillée.

- ✓ Calculer les cendres conductimétriques.

$$\text{Cendres conductimétriques (\%)} = 6,10 \cdot 10^{-4} \cdot \text{C28}$$

✓ **Correction de la température :**

Dans le cas où la mesure de conductivité ne peut pas être faite à 20°C, on apporte une correction de température pour exprimer le résultat à 20°C, cette mesure ne doit pas excéder $\pm 5^\circ\text{C}$.

La correction est donnée par :

$$\text{Cendres conductimétriques (\%)} = \text{C mesurée} / 1 + 0,026 (T \text{ lue} - 20^\circ\text{C})$$

ICUMSA Méthode GS 2/3-17 (2002)

III.2.8. Mesure du pH

■ But

Cette méthode est utilisée pour la détermination de pH de tous les produits de sucrerie.

■ Principe

Le principe de la méthode est la mesure potentiométrique du pH de sucre liquide à 50% de Brix et à 20°C. Les électrodes sont étalonnées au moyen de solutions tampons, rincées avec de l'eau distillée et plongées dans la solution sucrée, la lecture intervient après une attente de 5 minutes lorsqu'on peut estimer que le potentiel d'équilibre entre les électrodes est atteint.

■ Mode opératoire

La mesure du pH en immergeant les électrodes du pH-mètre dans la solution à analyser puis agiter soigneusement.

■ Expression des résultats

Lire la valeur du pH de la solution directement sur le pH-mètre après stabilisation à 20°C.

III.3 Méthodes d'analyses microbiologiques du sucre liquide

Il est important de signaler que la méthode utilisée pour l'analyse microbiologique du sucre liquide est la filtration sur membrane stérile pour la recherche des trois germes suivants : flore totale aérobie mésophile, germes acidifiant et les levures et moisissures.

Quant à la recherche des bactéries sulfite reducteur, c'est sur gélose viande et foie dans des tubes à essai.

III.3.1 Préparation de la solution mère

En travaillant dans des conditions aseptiques, mettre 30g de sucre liquide dans une fiole de 300 ml préalablement tarée, suivi de l'eau distillée stérile jusqu'au trait de jauge, puis mélanger la solution jusqu'à ce qu'elle soit Homogène.

Le choix de la quantité de sucre à peser revient au degré de Brix du sucre liquide (68%).

III.3.2 Protocole d'analyse

Les analyses microbiologiques et les germes recherchés pour le sucre liquide ont été réalisés selon les recommandations des normes de l'organisation internationale de standardisation (ISO) et les exigences du Journal Officiel de la République Algérienne.

Journal officiel de la République Algérienne (JORA) n°35 (1998). Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant complétant l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.)

Prélèvement des échantillons

Dans cette étape, les échantillons doivent être représentatifs, soumis à des conditions de transport, réception et de stockage convenables pour donner des résultats fiables:

✓ Transport

Le mode de transport des échantillons vers le laboratoire doit garantir que ces derniers sont conservés dans des conditions de température et d'humidité réduisant, le plus possible, toutes modifications du nombre de micro-organismes présents.

✓ Réception

Lors de la réception des échantillons au laboratoire, ils doivent être enregistrés pour les identifier. Le registre d'échantillon à analyser contient des données suivantes : La date et l'heure de réception ; les caractéristiques du prélèvement (date et l'heure du prélèvement) ; la température et l'humidité de transport ; numéro du lot ; le nom du technicien qui a fait le prélèvement.

✓ **Stockage**

Les échantillons en attente pour être examinés doivent être stockés dans des conditions réduisant le plus possible, toute modifications du nombre de micro-organismes présents

Norme EN ISO 7218 - Microbiologie des aliments – règles générales pour les examens microbiologiques.

b) Préparation des milieux de culture

Les milieux utilisés sont des milieux simples, peuvent être sous forme déshydratée ou à préparer suivant les instructions et les ingrédients exigés par la norme **NF EN ISO 11133 :2014. Microbiologie des aliments, des aliments pour animaux et de l'eau Préparation, production, stockage et essais de performance des milieux de culture. Edition 1.103p.**

Les différents milieux utilisés dans les analyses microbiologiques ainsi que leurs compositions sont regroupés dans le tableau ci-dessous

Tableau 5 : Germes recherchés et la composition de milieu de culture.

Germe recherché	Milieu spécifique	Composition du milieu de culture (dans 1L)	pH de milieu (±0.2)
Flore totale aérobie Mésophile	PCA	Tryptone.....5g Extrait de levure 2.5g Glucose.....1g Agar.....15g	7
Germes acidifiant	MCL	Tryptone.....10g Agar.....20g Sucre roux.....100g Extrait de levure...5g	6.5
Levures et moisissures	OGA	Extrait de levure...5g Glucose.....10g Agar.....15g	6.5
Anaérobies sulfito-réducteur	VF	Base viande foie ...30g Glucose 2g Agar6g	7.4

III.3.3 Mode opératoire « filtration sur membrane stérile ».

Cette technique est commune pour la recherche et dénombrement des trois germes suivant : flore totale aérobie mésophiles, levures et moisissures et bactéries acidifiantes.

La technique d'analyse par filtration sur membrane a pour but de concentrer les micro-organismes présents dans un grand volume de liquide.

III.3.3.1 Filtration et incubation

Cette technique consiste à :

- Connecter l'appareil de filtration à la pompe à vide, flamber les entonnoirs et les supports à l'alcool. Après refroidissement, mettre la membrane bien au centre du support avec des brucelles stériles, et enfin mettre l'entonnoir stérile par-dessus et fixer avec le dispositif d'assemblage.
- Verser 100 ml de la solution mère dans les trois entonnoirs, ouvrir le vide et filtrer l'échantillon. Retirer l'entonnoir et mettre la membrane sur l'agar de la boîte spécifique pour chaque germe.

Les germes recherchés exigés par le journal officiel algérien et leurs milieux de culture sont cités dans le tableau ci-dessous (tableau 5).

Il est à noter qu'avant de couler les milieux de culture dans les boîtes de pétri stériles, il faut inscrire le numéro d'échantillon, le nom de produit et le type de milieu. Pour chaque recherche et dénombrement de germes, on effectue un témoin de milieu de culture et un témoin diluant (pour confirmer la source de contamination en cas d'existence).

Tableau 6: Micro-organismes recherches, milieux utilisés et normes d'analyses.

Micro-organismes	Milieux de culture	Incubation	Normes UFC/10g	Méthode d'essai
Flore totale aérobie Mésophile	PCA	30 °C / 48h	200	ICUMSA.GS2/3-41 :2011
Levures et Moisissures	OGA	25 °C/ 72h	10	ICUMSA.GS2/3-47 :1998
Germes acidifiants	MCL	30°C / 48h	50	ICUMSA.GS2/3-45 :2002
Anaérobies sulfito-réducteur	VF	37°C / 48h	1	ISO 15213

III.3.3.2 Recherche et dénombrement des bactéries sulfito- réducteurs

Ce sont des bacilles à Gram +, anaérobies strictes, catalase (-), sporules, mobiles, ils sont en général mésophiles et supportent des variations assez importantes de pH et de température. Ils sont saccharolytiques ou protéolytiques selon les espèces. Ils sont très répandus dans la nature et ils contaminent de nombreux produits (GUIRAUD et al, 1980).

La recherche des bactéries sulfito-réducteurs s'effectue sur gélose viande foie additionnée de sulfite de sodium et d'alun de fer. Le sulfite est réduit en sulfure et réagit avec les ions ferriques en provoquant le noircissement des colonies de bactériessulfito-réducteurs.

**a) Mode opératoire**

Les bactériessulfito-réducteurs sont dénombrées sur le milieu de culture VF agar en tube pour favoriser les conditions d'anaérobiose selon le protocole suivant :

On Ensemence aseptiquement environ 10 ml de l'échantillon à analyser en Profondeur des tubes stérile, puis on introduire dans les tubes contenant la suspension le milieu de culture Vf en surfusion toute en agitant les tubes et laisser se solidifier.

Pour créer les conditions d'anaérobiose on ajoute une fine couche de gélose Vf.

Les tubes sont ensuite Incubés à 37 °C pendant 48 heures (ISO 15213).

Le calcul du nombre N de micro-organismes par 10 g de produit est obtenu à l'aide de l'équation suivante.

$$N = \frac{\Sigma C}{n} \text{UFC/10g}$$

ΣC : somme des colonies comptées sur les boites retenues.

N: nombre des boites de Pétri comptées

Conclusion

Conclusion

La production du sucre liquide est un Processus très délicat nécessitant un contrôle continu qui aboutit à un produit de bonne qualité, dont la décoloration qui est une étape déterminante.

Le travail effectué au niveau de l'unité du sucre liquide et au sein du complexe agroalimentaire CEVITAL avait pour objectif d'étudier les étapes technologiques de fabrication du sucre liquide.

Au cours de l'illustration des étapes de production du sucre liquide, il serait intéressant de se focaliser sur l'étude spécifique de chaque étape de production, afin de maîtriser et mieux caractériser les paramètres agissant sur le rendement et la qualité du produit pour obtenir des sirops dont la couleur est inférieure à 100 ICUMA. Pour cela il est nécessaire d'injecter de la soude dans le bac T100 afin d'augmenter la valeur du pH et de procéder au changement régulier des résines au niveau de l'unité du sucre solide 3000T/J,

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- **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.
- **Anonyme II**, Rapport de formation Cevital, (2005).
- AFISUC. (2002)**. Association pour la formation et le perfectionnement dans les industries sucrières. Cristal 1- 15p.
- Belhamri R. (2005)**. Extraction des macromolécules pariétales des eaux de presse de betteraves sucrières étude de leur composition, de leurs propriétés physico-chimiques et de leur effet sur le procédés sucrière p4, 98,99.
- **Bubnik Z. et Kadlec P. (1995)**. La solubilité du saccharose. *Ed. Polytechnica*, p 106 – 131.
- **Codex STAN 212-1999(Amend. 1-2001)**. NORME CODEX POUR LES SUCRES.
- Decloux M., Tatoud L. et Messad A. (1999)**.Rétention des impuretés de refonte de sucre roux de canne par filtration tangentielle. Association avh, 6ème symposium, Reims, pp 58-63.
- Decloux M, (2002)**. Procédés de transformation en sucrerie (partie1). In techniques de l'ingénieur, 18p.
- **Doucet J. (1992)**.Le sucre (saccharose) est ses dérivés traditionnels et nouveaux. In sucre, les sucré, les édulcorants est les glucides des charges dans l'industrie agroalimentaires (Multon J. L). Ed. Tec et Doc Lavoisier, pp258-281.
- **Dilmi Bouras A. (1998)**. Le constituant alimentaire et leur rapport avec la santé. Ed. Office de la publication Universitaire, Alger. 272p.
- (GUIRAUD et al, 1980)**. L'analyse microbiologique dans l'industrie alimentaire. Edition de l'usine nouvelle. 01-20p.

- ICUMSA Méthode GS 2/3-17 (2002).**
- ISO 15213.** Microbiologie des aliments. Méthode horizontale.
- Mathlouthi M. et Barbara R. (2001).** L'extraction du sucre. CEDUS : Centre d'étude et de documentation du sucre pp1-11-14.
- Manuelle opératoire filtration de Cevital :** section carbo-filtration 2010 page 2.
- Manuelle opératoire décoloration de Cevital :** section carbo-filtration 2010 page 2.
- Manuelle opératoire concentration de Cevital :** section carbo-filtration 2010 page 8.
- Manuelle opératoire cristallisation de Cevital :** section carbo-filtration 2010 page 10.
- Manuel opératoire déminéralisation MN-SL-02.**
- Manuel opératoire hydrolyse MN-SL-03.**
- Manuel opératoire filtration MN-SL-04.**
- Manuel opératoire pasteurisation MN-SL-05.**
- Manuel opératoire concentration MN-SL-06.**
- Manuel opératoire stockage MN-SL-07.**
- Méthode ICUMSA GS 2/3-1 (1994).**
- Méthode ICUMSA GS 1/3-7 (2002).**
- Rachedi N, (2002).**Précèdes de transformation dans la raffinerie de CEVITAL spa. Rapport de formation, pp 1-30.
- Romain J., Thomas C., Pierre S. et Gérard B. (2007).***Science des aliments.* Lavoisier, Tec et Doc, 449p.
- SNFS-chapitre 2 : Méthode n°19 (2000)**

RESUME

L'objectif principal de notre travail est d'illustrer les étapes de production ainsi les méthodes d'analyse physico-chimique et microbiologique utilisées au niveau de l'unité du sucre liquide afin de produire un produit de bonne qualité.

Ce travail a été réalisé au niveau de l'unité du sucre liquide au sein du complexe de Cevital (Bejaia). Pour y parvenir, Cevital dispose des moyens modernes tels que l'hydrolyse acide, unité du charbon-filtration et l'unité pasteurisation-filtration stérile.

La production du sucre liquide repose sur le respect des paramètres physico-chimiques mais aussi sur le suivi rigoureux de la qualité microbiologique de celui-ci. Pour cela il est absolument nécessaire de veiller sur le respect de paramètres de fabrication tout le long du processus, en outre de contrôler la qualité du produit fini.

Mots clés : sucre liquide, hydrolyse acide, charbon filtration, pasteurisation-filtration stérile

SUMMARY

The objective of our work is to illustrate the production steps as well as the physico-chemical and microbiological analysis methods used at the level of the liquid sugar unit in order to produce a good quality product that meets the standards and satisfies consumer requirements.

This work was carried out at the level of the liquid sugar unit in Cevital complex (Bejaia), Cevital has modern facilities such as acid hydrolysis, carbon filtration unit and sterile pasteurization-filtration unit.

The production of liquid sugar is based on compliance with its physicochemical parameters, but also on rigorous monitoring of microbiological quality. For this is absolutely necessary to ensure that the manufacturing parameters are respected throughout the process, in addition to the quality control of the final product.

Key words: liquid sugar, hydrolysis, carbon filtration, pasteurization-filtration unit.