

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Microbiologie
Filière : Sciences biologiques
Option : Biotechnologie Microbienne



Réf

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

MASTER

Thème

**Suivi de la qualité microbiologique et physico-
chimique du sucre blanc en morceau produit par
Cevital (Bejaia)**

Présenté par :

YAHY SAKINA & KALI ZINA

Soutenu le : 17 juin 2017

Devant le jury composé de :

M^{me} CHIBANE N.

M.A.A

Présidente

M^{me} IDRIS N.

M.A.A

Examinatrice

M^r BOUKRROUI A.

M.C.A

promoteur

Année universitaire: 2016/2017

Remerciements

Nous remerciant Dieu tout puissant, de nous avoir donné la force nécessaire et la patience qui nous a permis de mener à bien ce modeste travail.

Tout d'abord

Nous avons l'honneur et le grand plaisir d'exprimer notre profonde gratitude à Monsieur BOUKEROUI, notre promoteur pour ses conseils, ses orientations qui nous ont accompagnés tout au long de notre travail.

*Un très grand merci, à l'ensemble du personnel des deux laboratoires, microbiologie et physico-chimique de la raffinerie du sucre **Cevital**, en particulier Monsieur DJERMOUNE LOUNIS (chef du laboratoire microbiologie), pour leur aide, leur conseil et pour leur complicité.*

De grands remerciements aux membres de jury qui ont accepté de lire et de commenter ce manuscrit.

Nos sincères et vifs remerciements s'adressent également à toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce travail, en particulier monsieur MOUZAOUI NOURDDINE, madame HANOUTI GHANIA et monsieur YAHIAOUI LEMNAUER .

Merci à tous



Dédicaces

J'ai le plaisir de dédier ce modeste travail à

Mes chers parents qui ont tout sacrifié pour moi et dont les mots sont insuffisants pour exprimer toute ma gratitude et mon profond amour qu'ils trouveront ici. Je les remercie pour leur confiance et « que Dieu leurs accorde une très longue vie ».

Mes adorables frères et sœurs (**SAMIR, RYAD et MAZIGH**), (**MALIKA, RADIA**).

Mon fiancé **DJAMEL** et Ma deuxième famille « **La famille BOUNOUAR**»

Ma chère binôme **ZINA** pour le parcours que nous a fait ensemble ainsi qu'à toute sa famille.

Tous mes amis (es), (**NOURDDIN, LEMNAUER, FUZIA, SABRINA** et **NABILA** et **HABIBA**).

Yahi Sakina



Dédicaces

Je dédie ce travail :

À mes chers parents, surtout ma très chère maman pour son soutien et ses Sacrifices à qui je ne rendrai jamais assez.

À mes très chères frères : Sofiane et son épouse, Salim et Amer.

À mes oncles et tantes

À mes cousins et cousines, en particulier Nassima et Nessrine

À mon fiancé Karim.

À ma meilleur amie : Noura.

À tous mes amis (e) sans exception.

À toi Sakina et ta famille.

ZINA

Glossaire

- «**Brix** »: quantité de matière sèche soluble contenue dans le jus : sucre + impuretés. On le mesure à l'aide d'un réfractomètre.
- «**Critères microbiologiques**» : est une valeur de référence permettant de déterminer l'acceptabilité d'un produit, d'un procédé de fabrication, d'un lot.
- «**Échantillonnage**» : L'échantillonnage est le procédé par lequel nous construisons un échantillon. L'échantillon étant défini selon **Darnon et al. (1991)** comme un ensemble d'éléments à observer choisie parmi une population ou un univers.
- «**Inverti**» : terme qualifiant le saccharose transformé en glucose et fructose.
- «**Lot** »: Une quantité finie ou une unité de production qui peut être identifiée par le même code. S'il n'y a pas d'identification par code, un lot peut être considéré comme (a) la quantité de produits fabriqués dans des conditions essentiellement identiques au même établissement et ne représentant pas plus que la production d'une journée; ou (b) la quantité du même type de produit fabriqué par le même fabricant et qui peut faire l'objet d'un échantillonnage à un endroit donné. Ainsi, le lot peut être défini en considérant des facteurs tels que la période de production, le type d'emballage, les conditions sous lesquelles il a été produit, etc.
- «**Norme**» : Les normes sont force de loi et sont définies en vertu des règlements d'application de la loi sur les produits alimentaires.
- «**pH**»: Indicateur de l'acidité (pH inférieur à 7) ou de l'alcalinité (pH supérieur à 7) d'une solution.
- «**Plan d'échantillonnage** » : procédure planifiée permettant de choisir, ou de prélever des échantillons distincts d'un lot, en vue d'obtenir les informations recherchées, telle qu'une décision sur la conformité du lot. Un plan d'échantillonnage définit le nombre d'individus dans l'échantillon et la règle de décision pour évaluer la conformité ou non du lot à la spécification.
- «**Qualité**» : Ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites.
- «**Réfractomètre**» : appareil servant à mesurer la concentration de sucre dans l'échantillon.
- «**Saccharose**» : sucre principal des plantes saccharifères (canne à sucre, betterave), obtenu sous forme de cristaux après raffinage. Il est composé de glucose et de fructose.

- « *Suivi* » : la réalisation d'une séquence planifiée d'observations ou de mesures conçue pour vérifier le niveau de conformité avec la législation relative aux aliments pour animaux ou aux denrées alimentaires et avec les dispositions relatives à la santé animale et au bien-être des animaux.
- « *Vesou* » : appellation créole du jus de canne.

Liste des abréviations

- **ABS** : Absorbance.
- **Aw** : activité de l'eau.
- **Ca(OH)₂** : Molécule de chaux éteinte.
- **CEE** : Communauté Economique Européenne.
- **C₂₈** : Conductivité corrigée à 28% de brix
- **ICUMSA**: International Commission for Uniform Methodes of Sugar Analysis.
- **ISO**: Organisation International de Standardisation.
- **J.O.R .A** : Journal Officiel de la République Algérienne.
- **°C** : Unité de la température en degré Celsius
- **CO₃Ca** : Molécule de carbonate de calcium.
- **H%** : Pourcentage d'humidité.
- **Min** : Minimal.
- **Max** : Maximal.
- **MS** : Matière sèche.
- **NS** : Non sucre.
- **µm** : Unité de mesure de longueurs, micromètre
- **pH** : potentiel hydrogène.
- **POL** : Polarisation.
- **SAT** : Satisfaisant.
- **SC** : Sirop concentré.
- **SD** : Sirop décoloré.
- **SR** : Sirop de fonte.
- **SF** : Sirop filtré.
- **UFC** : Unité Formant Colonies.
- **UI** : Unité ICUMSA.
- **OGA** : Oxytétracycline Glucose Agar.
- **PCA** : Plat Count Agar.
- **VF** : Bouillon Viande-Fois.
- **MCL** : Mac Kleisky.
- **LM** : Levures et Moisissures.

- **GA** : Germes Aérobie.
- **GAC** : Germes Acidifiants.
- **ASR** : *Clostridium* sulfite- réducteurs
- **SNFS** : Syndicat National des Fabricants de Sucre de France.

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
I	Méthodes d'analyse du sucre blanc en morceau et l'utilisation de plan d'échantillonnage à trois classes.	17
II	Micro-organismes recherches, volume filtre et milieu de culture utilise.	19
III	Type d'analyse physico-chimique effectuée sur le produit fini (sucre blanc en morceau).	25
IV	les résultats de suivi la qualité microbiologique du sucre blanc en morceau du 17 04 2017 au 20 04 2017.	30
V	les conditions d'attribution du plan d'échantillonnage à 3 classes pour l'interprétation des 5 prélèvements du sucre blanc en morceau.	31
VI	interprétation des résultats microbiologiques de lot 20170417	31
VII	interprétation des résultats microbiologiques de lot 2017041	32
VIII	interprétation des résultats microbiologiques de lot 20170419	33
IX	Résultat de suivi la conformité du sucre Blanc en morceau de « <i>Cevital</i> ».	35
X	Résultats de suivi de la conformité de la couleur du sucre blanc en morceau par rapport aux normes spécifiques algériennes A, B et la norme CEE.	35
XI	Résultats du suivi de la conformité de l'humidité de sucre blanc en morceau par rapport à la norme CEE et par rapport aux normes spécifiques algériennes A, B.	36
XII	Résultats de suivi de la conformité de la teneur en cendres conductimétriques du sucre blanc en morceau par rapport à la norme CEE et par rapport aux normes spécifiques algériennes A, B.	38
XIII	Résultats de suivi de la conformité de la polarisation du sucre blanc en morceau par rapport à la norme CEE et par rapport aux normes spécifiques algériennes A, B.	39

Liste des tableaux insérés en annexes

Tableau	Titre
I	Les germes recherchés et la composition de milieu de recherche.
II	Liste des différents appareils et matériels utilisée au niveau du laboratoire Physico-chimique.
III	Liste des différents réactifs utilisée au niveau de deux laboratoires
IV	Caractéristiques du sucre blanc en morceau selon les critères de la CEE.
V	Caractéristiques du sucre blanc en morceau selon la réglementation algérienne
VI	Aspect microbiologique du sucre blanc et les normes d'essai.

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	La canne à sucre.	02
02	Composition proximal de <i>S.officiratum</i> .	03
03	molécules de saccharose dans le cristal.	03
04	présentation des boites de pétri contenant la solution mère ensemencée sur OGA.	20
05	présentation des boites de pétri contenant la solution mère ensemencée sur PCA.	21
06	présentation des boites de pétri contenant la solution mère ensemencée sur MCL.	22
07	présentation des tubes contenant la solution mère ensemencée sur milieu VF.	23
08	photographie du polarimètre	25
09	couleur du sucre blanc en morceau	36
10	Humidité du sucre blanc en morceau	37
11	Cendres conductimétriques du sucre blanc en morceau	38
12	La polarisation du sucre blanc en morceau	39

Liste des figures en annexes

Figure	Titre
01	Processus de fabrication du sucre blanc en morceau à partir du sucre roux de la canne à sucre.
02	Méthodes de recherche et dénombrement des germes

Remerciement	
Dédicaces	
Glossaire	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Sommaire	
Introduction.....	01

Synthèse bibliographique

I : Généralités sur la canne à sucre

I.1.Canne à sucre.....	02
I.1.1.Définition.....	02
I.1.2. Composition.....	02
I.2.Généralité sur le saccharose.....	03
I.2.1.Définition et structure.....	03
I.2.2.Les propriétés de saccharose.....	04
I .3.Notion générale de la chimie sucrière.....	05
I .3.1.Brix.....	05
I .3.2. Polarisation	05
I .3.3. Pureté.....	06
I .3.4. Solubilité	06

I.3.5. Non sucres.....	06
I.3.6.PH.....	07

II : Technologie de raffinage du sucre roux

II.1. Définition du sucre roux.....	08
--	-----------

II.2. Procès de raffinage du sucre roux.....	08
---	-----------

II.2.1.Section 1« Affinage – refonte ».....	08
---	----

II.2.2.Section 2 « Carbonatation ».....	08
---	----

II.2.3.Section 3 « Filtration ».....	09
--------------------------------------	----

II.2.4.Section 4 « Décoloration ».....	09
--	----

II.2.5.Section 5 « Concentration ».....	09
---	----

II.2.6.Section 6 « Cristallisation ».....	09
---	----

II.2.7.Section 7 « Séchage et maturation ».....	10
---	----

II.2.8.Section 8. «Stockage ».....	10
------------------------------------	----

II.2.9.Section 9. «Conditionnement en morceaux ».....	10
---	----

III. La microbiologie du sucre

III.1.La qualité microbiologique du sucre.....	12
---	-----------

III.1.1.Qualité microbiologique conforme (satisfaisant)	12
---	----

.1.2.Qualité microbiologique médiocre/acceptable	12
--	----

III.1.3.Qualité microbiologique insatisfaisante	13
---	----

Partie pratique

I : Matériel et méthode

I.1. Les analyses microbiologiques.....	15
--	-----------

I.1.1.Prélèvements et échantillonnages	15
--	----

I.1.2.Préparation des milieux de culture.....	15
I.1. 3.Analyses.....	16
I.1. 3.1.La technique d'ensemencement en masse.....	18
I.1. 3.2.Filtration sur membrane.....	18
I.1.4.Recherche et dénombrement des germes.....	19
I.1.4.1.Recherche et dénombrement des levures et moisissures	20
I.1.4.2.Recherche et dénombrement les germe totaux	21
I.1.4.3.Recherche et dénombrement des germes acidifiant.....	21
I.1.4.4.Recherche et dénombrement des <i>clostridium</i> sulfito-réducteurs.....	22
I.2 : Les analyses physico-chimiques.....	24
I.2.1. Echantillonnage et prélèvements.....	24
I.2.2.Méthodes d'analyse	25
I.2.2.1.Polarisation.....	25
I.2.2.2.La couleur.....	25
I.2.2.3.l'humidité.....	26
I.2.2.4.la quantité de cendres (ICUMSA).....	27
II. Résultats et discussion	
II.1. Résultats et discussion Microbiologique	29
II.1.1. la qualité microbiologique du sucre blanc en morceau.....	29
II.1.1.1.La qualité microbiologique du sucre blanc en morceau du lot 20170417.....	31
II.1.1.2 La qualité microbiologique du sucre blanc en morceau du lot 20170418.....	32
II.1.1.3. La qualité microbiologique du sucre blanc en morceau du lot 20170419.....	33
II.2. Résultats et discussion sur les analyses physico-chimiques.....	35
II.2. Conformité de sucre blanc en morceau de <i>Cevital</i>.....	35

II.2.1. Conformité de la couleur du sucre blanc en morceau.....	35
II.2.2. Conformité de l'humidité du sucre blanc.....	36
II.2.3. Conformité de la teneur en cendres conductimétriques du sucre blanc en morceau.....	38
II.2.4. Conformité de la Polarisation du sucre blanc en morceau.....	39
Conclusion.....	40

Introduction

La production mondiale de sucre est en pleine expansion. Elle suit l'augmentation des besoins de consommation, dont plus des deux tiers émanent des industries agroalimentaires. Les trois grands producteurs que sont le Brésil, l'Inde et l'Union Européenne réalisent près de la moitié de la production mondiale (**VLITOS, 1995**).

Le sucre (saccharose) est extrait soit de la betterave sucrière ou de la canne à sucre. Ces plantes possèdent la particularité d'avoir comme sucre de réserve le saccharose résultant de la synthèse chlorophyllienne, et de le stocker sous forme de solution aqueuse dans les cellules, sans en modifier la composition. Ces plantes accumulent le sucre, au niveau de la racine pour la betterave ou de la tige pour la canne.

La canne à sucre « *saccharum officinarum* » est une graminée principalement cultivée dans les régions tropicales et subtropicales. Elle contient jusqu'à 16% de saccharose dans ses tige et jusqu'à 96% qui peut être extrait lors d'un processus industriel (**ARZAT, 2005**).

La technologie sucrière est la seule industrie agroalimentaire capable de fournir du sucre, qui est un produit très énergétique et un élément nutritif très important.

L'objectif des sucreries est donc de partir d'une matière première la plus pure possible et de produire, avec un rendement optimum, un sucre blanc de bonne qualité. La **sucrierie** est donc principalement une **industrie de séparation et de purification**.

Il existe plusieurs entreprises qui produisent le sucre sous ses divers formes (cristallisées, morceaux, liquide...) et chacune d'entre elles cherchent à améliorer la qualité de son produit tant du côté microbiologique que physicochimique et ce afin de dominer le marché mondial. **CEVITAL** en est un exemple. Pour cela notre stage effectué au niveau de cette unité permet de suivre ces deux paramètres de qualité (la qualité physico-chimique et la qualité microbiologique de sucre blanc en morceau). Notre thématique est une approche autour du contrôle de la conformité du sucre obtenu vis-à-vis des normes ICUMSA et ISO en vigueur tout en s'intéressant à l'évaluation du processus de fabrication du sucre blanc en morceau.

Les analyse physico-chimique et microbiologique réalisées au niveau de deux laboratoire contrôle de qualité du sucre sont illustrées et détaillées dans ce travail.

Synthèse bibliographique

I .Généralité sur la canne à sucre

I.1.Canne à sucre

Au départ de la fabrication du sucre, on trouve la matière première agricole la canne à sucre ou la betterave .malgré le développement de la culture de betterave, la canne à sucre reste un des produits agricole les plus cultivée dans le monde (ARZATE ,2005).

De nos jours, plus de cent pays cultivent la canne à sucre sur 13 000 km². Avec une production mondiale de 1317 millions de tonnes (ARZATE ,2005).

I.1.1.Définition

La canne à sucre « *Saccharum officinarum* »est une plante de la famille des poacées, principalement cultivée dans les régions tropicales et subtropicales (BONIE ,2004).

Cette plante se compose de plusieurs parties, dont la tige qui est un des éléments qui la caractérise le mieux, et constitue le réservoir en sucre de la plante (10 à 18 % de saccharose).En effet la tige de 2 à 6 cm de diamètre, peut atteindre 5 mètres de hauteur.



Figure1 : la canne à sucre (FAUCONNIER, 1991).

I.1.2.composition

Selon la publication de l'AOAC (Association of Official Analytical Chemists 2005), les constituants de *S. officinarum* sont présentés à la figure 2 :

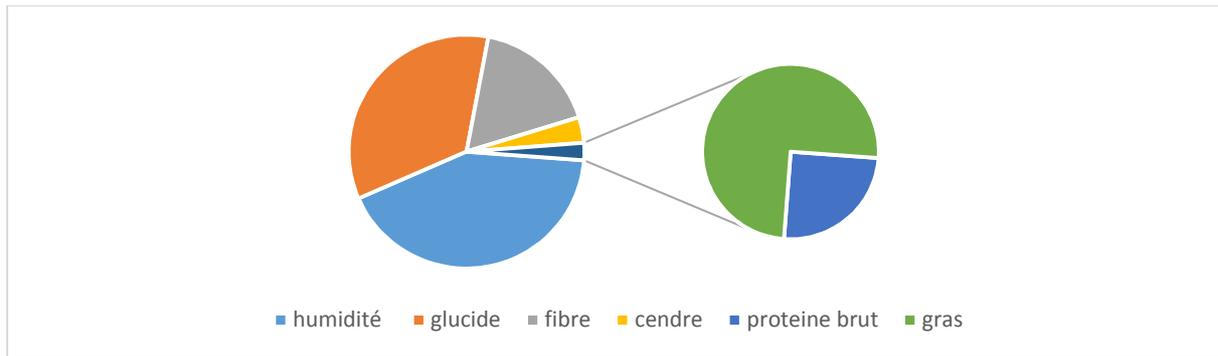


Figure2 : Composition proximal de *S.officiratum*.

I.2.Généralité sur le saccharose

I.2.1.Définition et structure

Le saccharose est constitué par l'union d'une molécule de fructose et d'une molécule de glucose (**HURABIELLE et PARIS, 1981**). Sa formule chimique brute est $C_{12}H_{22}O_{11}$.

C'est un sucre non réducteur de masse molaire 342,30 g/mol. Il se présente sous forme cristalline avec une densité de 1588 kg/m³ et un point de fusion de 160°C. Il se décompose à partir de 150°C (**DECOUX, 2002**).

Son nom officiel selon la nomenclature internationale IUPAC-IUB est *1 α -D-glucopyranosyl (1 à 2)- β -D-fructofuranose* et en écriture abrégée (*β -D-Fruf-(2-1)- α -D-Glcp*) (**PEREZ, 1995**). La configuration spatiale de la molécule est donnée par la figure 3. La structure du saccharose regroupe huit fonctions hydroxyles dont trois sont primaires et les cinq autres sont secondaires. La structure cristalline est consolidée par deux liaisons hydrogénées intramoléculaire.

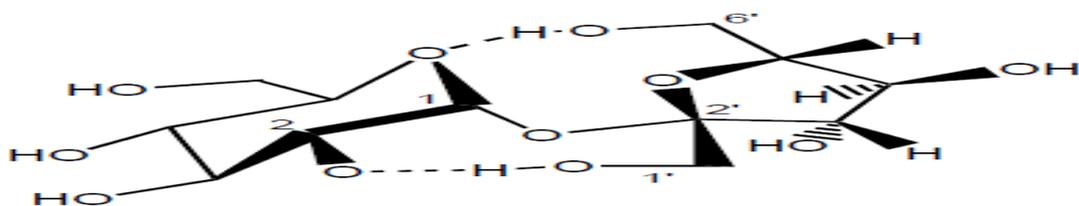


Figure 3 : Molécules de saccharose dans le cristal (**BROWN et LEVY (1963)**).

I .2.2.Les propriétés de saccharose

➤ Aspect

Le sucre de commerce se présente sous la forme d'une matière cristalline blanche et brillante (prismes rhomboïdes) non hygroscopique. (BECK *et al* ; 1999). Il est inodore et de saveur caractéristique (DOUCET, 1999).

➤ Granulométrie

Le sucre cristallise est présenté sous différentes formes granulométriques et adaptées à différentes applications alimentaires (REISER *et al*, 1995). 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).

➤ La température de fusion

La température de fusion de saccharose généralement admise est de 186°C. Cette valeur peut varier entre 182 et 192°C (MATHLOUTHI, 2004).

La température exacte dépend du solvant de cristallisation et de la pureté du sucre (ASADI, 2007).

➤ Le pouvoir rotatoire

Le saccharose a la propriété de dévier le plan de la lumière polarisée vers la droite, son pouvoir rotatoire « *dextrogyre* » spécifique est $\alpha^{\circ}D=66,5^{\circ}$ (REISER *et al*). 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 de selon la loi Biot (DOUCET, 1992).

➤ L'inversion

L'hydrolyse du saccharose, appelée « inversion », qui provoque sa transformation en un mélange équimolaire de glucose et de fructose. La solution obtenue prend le nom d'inversion ou de sucre inversé en raison du changement de signe de masse planimétrique du positif (Dextrogyre) vers le négatif (Lévogyre). L'inversion peut se produire dès les pH faibles et jusqu'à un pH de 8,5 (CLARCKE, 1995).

I .3. Notion générale de la chimie sucrière

I .3.1. Brix

Lorsqu'on chauffe une solution, l'eau (E) s'évapore et lorsqu'elle est totalement évaporée, il reste les matières sèches (MS). Une solution est donc composée de matières sèches et d'eau (AFISUC, 2002).

Le Brix est le rapport entre la quantité de matières sèches (MS) contenues dans l'eau et la quantité de solution, il est exprimé en pourcentage par la formule suivante :

$$\text{Brix} = \frac{\text{Quantité de matière sèche (g)} \times 100}{\text{Quantité de solution (g)}} \quad (\%) \quad \text{où} \quad \text{Brix} = \frac{\text{MS} \times 100}{\text{MS} + \text{E}}$$

I .3.2. Polarisation

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

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

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

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

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

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

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

I.3.3. Pureté

La pureté définit la quantité de sucre contenue dans la matière sèche. Elle est généralement exprimée en pourcentage.

$$\text{Pureté} = \frac{\text{Quantité de sucre (g)} \times 100}{\text{Quantité de la matière sèche (g)}} = \frac{\text{S} \times 100}{\text{MS}} = \frac{\text{POL} \times 100}{\text{Brix}} \quad (\%)$$

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 (AFISUC, 2002).

I.3.4. Solubilité

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 (ASADI, 2007).

$$\text{Solubilité} = \frac{\text{Q de sucre dissout (g)}}{\text{Q' d'eau (g)}} \quad (\text{à } T^{\circ}\text{C})$$

I.3.5. Non sucres

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

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

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

I.3.6.PH

Il est possible de mesurer de nombreuses caractéristiques d'un jus sucré comme le brix, la teneur en sucre, la pureté. Une solution est également caractérisée par son degré d'acidité.

Elle peut être **acide**, **neutre** ou **basique**. La grandeur caractérisant l'acidité d'une solution est le pH (potentiel hydrogène). Pour quantifier l'alcalinité ou même l'acidité, l'unité choisie est g CaO/100ml (**DECLoux, 2002**).

II. Technologie de raffinage du sucre roux

II.1. Définition du sucre roux

Selon la communauté Européenne, le sucre brut est défini comme suit "Saccharose Partiellement Purifié », cristallisé à partir de jus de sucre de canne partiellement purifiée, sans exclure toutefois la centrifugation ou le séchage. Il est cristallisé par des cristaux de saccharose recouverts d'une pellicule de mélasse de canne" (**MATHLOUTHI ET BARBARA, 2001**).

II.2. Procédés de raffinage du sucre roux

La raffinerie est une industrie complémentaire de la sucrerie. Elle traite des sucres roux de canne. Leur but est d'éliminer les impuretés (sels minéraux, matière organique et colorants) afin de fabriquer de sucre blanc. Pour cela le sucre roux passe par plusieurs ateliers appelés sections (**ROMAIN ET al ; 2007**) qui sont définies comme ci-dessous (**ANNEXE I**).

II.2.1. Affinage – refonte

Cette étape consiste à enlever les couches d'impuretés présentes à la surface des cristaux du sucre brut. Le sucre est déversé dans un malaxeur et mélangé à un sirop légèrement chaud sous saturé pour permettre la diffusion des impuretés superficielles sans provoquer la refonte des cristaux. La séparation du sucre et de l'égout d'affinage se fait par centrifugation dans uneessoreuse discontinue. Le sucre affiné obtenu est ensuite refondu à l'eau dans un refondoir de façon à obtenir un sirop de refonte (**MANUEL CEVITAL, 2008**).

II.2.2. Carbonatation

La carbonatation est un procédé chimique permettant de décolorer le sirop de la refonte du sucre brut affiné. Ce procédé consiste à additionner au **sirop de refonte** le lait de chaux préparé puis introduire le CO₂ provenant des chaudières à vapeur, à faire barboter dans ce

mélange. Sous l'action du CO₂ la chaux se transforme en carbonate insoluble qui piège les impuretés contenues dans le sirop de refonte (**MANUEL CEVITAL, 2008**).

II.2.3. Filtration

Cette étape a pour but d'enlever la suspension de carbonate de calcium résiduelle dans le sirop issu de la carbonatation par une filtration sur des filtres auto-nettoyants à bougies en toile. Le sirop filtré est envoyé vers la décoloration, la boue résultante passera par un filtre-pressé pour récupérer le sucre résiduel, sous forme de petit jus (**MANUEL CEVITA, 2008**).

II.2.4. Décoloration

C'est une section très importante qui permet de décolorer le sirop filtré par l'intermédiaire d'une résine échangeuse d'ions (anions). Les résines échangeuses d'ions sont régénérées après saturation par le passage de saumure (**MANUEL CEVITAL, 2008**).

II.2.5. Concentration

Le but de cette opération est d'obtenir un brix de 70% du sirop décoloré par évaporation d'une certaine quantité d'eau introduite par les opérations précédentes. Ainsi cette opération facilite la cristallisation du sucre (**MANUEL CEVITAL, 2008**).

II.2.6. Cristallisation

La cristallisation est une opération physique où le sirop concentré est introduit dans des cuites pour sa cristallisation. La cristallisation est généralement effectuée en trois étapes appelées jets. Chaque jet comprend lui-même trois étapes principales : cuisson, malaxage et essorage. On obtient le sucre de premier jet. Le sirop épuisé est malaxé et turbiné à nouveau pour obtenir le sucre de deuxième jet. Le sirop est encore malaxé et turbiné une deuxième fois pour l'obtention du sucre de troisième jet et de la mélasse (**MANUEL CEVITAL, 2008**).

II.2.6.1.Cristallisation des hauts produits

La cristallisation du saccharose se fait selon une chronique, qui met en jeu deux facteurs : la couleur et la pureté. C'est selon ces derniers paramètres qu'on détermine le nombre de jets qu'on doit avoir (MANUEL CEVITAL, 2008).

II.2.6.2.Cristallisation des bas produits

La cristallisation des bas produits, s'alimente des égouts issus de la cristallisation (HP).Elle abouti à un sucre A qui est acheminé avec des quantités modérées vers le fondoir (recyclage) et une mélasse qui est une matière utilisée dans plusieurs secteurs agroalimentaires(MANUEL CEVITAL, 2008).

II.2.7.Séchage et maturation

Le sucre blanc cristallisé chaud et humide est envoyé aux appareils de séchage puis refroidi. Au niveau de sécheur, le sucre y circule à contre-courant avec de l'air chaud à 90 °C Puis à co- courant avec de l'air froid sec à 6 °C, pour refroidir le sucre et obtenir un équilibre stable en humidité relative et la température environnante.

Le temps de maturation du sucre est de 48 h. Un air conditionné circule à l'intérieur des silos, dans le but de maintenir le sucre dans de bonne conditions de température et d'humidité, et pour que le sucre soit fluide au moment de la vidange des silos (MANUEL CEVITAL, 2008).

II.2.8. Stockage

Le sucre tamisé est dirigé vers l'atelier d'ensachage ou vers les silos de stockage ou il est conservé en vrac. Au niveau de la raffinerie de CEVITAL, il y a quatre silos de stockage d'une capacité de 3200 tonnes chacun (MANUEL CEVITAL, 2008).

II.2.9.Section 9. Conditionnement en morceaux

Le conditionnement du sucre en morceaux est le résultat d'une succession d'étapes :

- Humidification du sucre à 2 % avec de l'eau chaude ou de la vapeur d'eau ;
- Moulage des morceaux ;
- Séchage des morceaux jusqu'à 0,3% d'humidité (pendant 20min à 70 °C);sur un tapis
- Conditionnement en boîtes (**MANUEL CEVITAL, 2008**).

III. Microbiologie du sucre

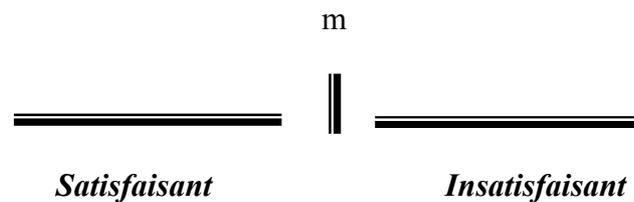
III.1. Qualité microbiologique du sucre

Les micro-organismes sont de minuscules organismes vivants. Les principaux micro-organismes que nous retrouvons dans nos aliments sont les bactéries, les levures et les moisissures.

Cette qualité est déterminée par le type et le nombre de micro-organismes qui sont présents dans la denrée alimentaire selon un plan d'échantillonnage suivant :

- Plan d'échantillonnage à 2 classes
- Plan d'échantillonnage à 3 classes

Dans un plan d'échantillonnage à deux classes, les échantillons analysés sont divisés en deux catégories: *satisfaisant et insatisfaisant* qui sont basées sur une valeur limite « **m** ».



Dans un plan d'échantillonnage à trois classes, les échantillons étudiés sont divisés en trois catégories: *satisfaisant, acceptable et insatisfaisant* (J.O.R.A. 1998).

III.1.1. Qualité microbiologique conforme (satisfaisant)

Le résultat analytique est inférieur à « m » (MUTSCH L ; 2015).

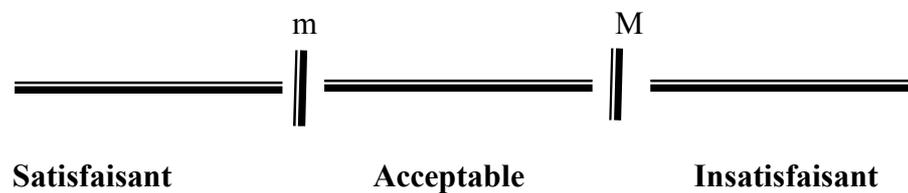
III.1.2. Qualité microbiologique médiocre/acceptable

Pour un seul échantillon, le résultat analytique est supérieur à « m » sans dépasser « M ». Si $n > 1$, le nombre d'échantillon supérieur à « m » sans dépasser le « M » doit être inférieur ou égal à « c ». Le profil microbiologique de l'aliment se situe près des critères

satisfaisants, mais laisse entrevoir des lacunes à corriger (application des bonnes pratiques de fabrication (BPF)) (MUTSCH L ; 2015)

III.1.3. Qualité microbiologique insatisfaisante

Principalement associés aux critères d'hygiène du procédé (CHP) ou d'altération dans les aliments prêts à consommer, cet énoncé s'applique lorsque le produit n'est pas encore altéré, mais que la valeur « c » ou « M » est dépassée. A ce moment, la signification se rattache aux mauvaises pratiques de fabrication et à une (des) situation(s) non contrôlée(s) au niveau de l'établissement (MUTSCH L ; 2015).



Matériels et Méthodes

L'étude est réalisée au niveau de deux laboratoires de contrôle de qualité du complexe **CEVITAL** qui sont les laboratoires Physico-chimie et microbiologie. Dans le laboratoire de microbiologie, le travail consiste à suivre la qualité microbiologique du produit fini (sucre blanc morceaux) selon des méthodes d'analyse décrit dans les ouvrages spécifique, notamment Méthode **ICUMSA** et **ISO**.

Au sein du laboratoire physico-chimie, l'étude a pour objectif de suivre la conformité des différents paramètres de qualité du sucre blanc en morceaux vis -à-vis des normes établies (**ICUMSA**).

Partie I. Analyses microbiologiques

I.1. Prélèvements et échantillonnages

Dans l'étape d'échantillonnage, certaines conditions doivent être respectées pour avoir de bons résultats lors du transport, de la réception et du stockage.

Transport : Le mode de transport des échantillons vers le laboratoire doivent garantir que ceux-ci sont transportés dans des conditions de température et d'humidité réduisant les plus possibles toutes modifications du nombre de micro-organismes présents.

Réception : Lors de l'arrivée des échantillons au laboratoire, ces derniers doivent être réceptionnés et enregistrés pour identification. Le registre d'échantillon à analyser contient les données suivantes

- La date et l'heure de réception ;
- Les caractéristiques du prélèvement (date et heure du prélèvement) ;
- La température et l'humidité lors du transport ;
- Le Numéro du lot ;
- L'identité du microbiologiste qui a fait le prélèvement.

Stockage : les échantillons en attente d'être examinés doivent être stockés dans des conditions réduisant le plus possibles toutes modifications du nombre de micro-organismes présents (**ISO 7218 :2014**).

I.2. Préparation des milieux de culture (ISO 11133 :2014)

La préparation des milieux de culture, qui sont conservés selon les recommandations donnée sur l'étiquette au niveau de laboratoire sous forme déshydratés, se fait selon le protocole suivant :

➤ **Dissolution**

- Peser la quantité appropriée de milieu de culture à l'aide d'une balance ;
- Ajouter progressivement le volume d'eau distillée nécessaire à la reconstitution (indiquée sur l'étiquette) ;
- Agiter lentement et régulièrement pour solubiliser les composants et répartir la gélose de façon homogène à l'aide d'une plaque agitatrice ;
- Ajuster le pH à l'aide d'un pH-mètre ;

- Porter à ébullition les milieux contenant de l'agar avant de les répartir dans des tubes ou des flacons.

Remarque : la dissolution complète de la gélose est obtenue lorsque la solution visqueuse ne contient plus aucunes particules d'agar s'accrochant à la paroi du récipient.

➤ **Stérilisation**

Les flacons et les tubes ainsi préparés sont stérilisés pendant toute la durée et sous une température spécifique pour chaque milieu de culture.

- D'une manière générale, les milieux de culture répartis dans les flacons ou dans des tubes sont stérilisés dans l'autoclavage réglé à $121^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 15 min ;
- Laisser reposer sur une surface thermorésistante à température ambiante un court instant ;
- Refroidir le milieu en surfusion dans un bain d'eau à une température comprise entre 45°C et 47°C .

➤ **Préparation et addition des suppléments**

Certains milieux doivent être complétés par l'ajout de supplément sélectif ou de supplément d'enrichissement, ces suppléments peuvent être sous forme lyophilisés ou sous forme prête-à l'emploi en format liquide ou en comprimé.

➤ **Mesure et ajustement de pH**

Les milieux sont ajustés au pH d'utilisation déterminé pour le milieu complet prêt à l'ensemencement après autoclavage et refroidissement à une température de 25°C (NF EN ISO 11133 :2014).

I. 3. Analyses

Le sucre doit avoir une bonne qualité bactériologique. Il ne doit comporter qu'une infime quantité de :

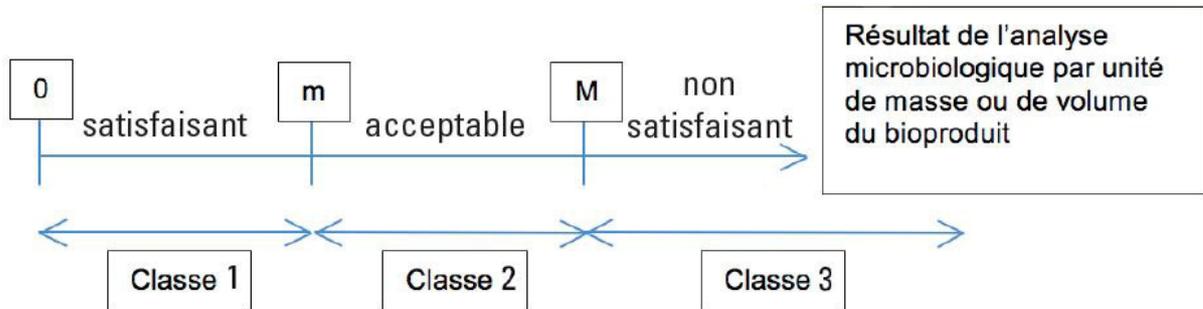
- Bactéries (GA, GAC, ASR) ;
- Levures ;
- Moisissures.

Pour assurer la conformité du lot, des analyses microbiologiques sont effectuées au niveau de laboratoire de microbiologie du complexe CEVITAL selon les méthodes d'analyse **ICUMSA** et **ISO15213** (voir Tableau I).

Tableau I : Méthodes d'analyse du sucre blanc en morceau et utilisation de plan d'échantillonnage à trois classes.

Catégorie de denrées alimentaire	Microorganismes Recherchés	Plan d'échantillonnage		Limites		Méthode d'analyse	Stade d'application du critère
		n	C	m	M		
Sucre blanc en morceau	GA	5		600	2000	ICUMSA	Fin du procédé de fabrication
	LM	5		30	100		
	GAC	5		150	500		
	ASR	5		3	10	ISO15213	

Les résultats d'analyse sont exprimés selon le plan suivant :



n = nombre d'unités dont se compose l'échantillon

m = seuil limite en dessous duquel tous les résultats sont considérés comme satisfaisants

M = seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants

c = nombre d'unités d'échantillonnage donnant des valeurs comprises entre m et M.

Au niveau de complexe *CEVITAL* deux types de techniques de recherche sont réalisées pour le dénombrement des microorganismes selon la méthode d'analyse ISO et ICUMSA. (ANNEXE II)

✓ La technique d'ensemencement en masse

Principe

Des aliquotes diluées de l'échantillon sont mélangées à de faibles volumes de gélose fondue refroidie dans des boîtes de Pétri et incubées lorsque le milieu gélose s'est solidifié. Les micro-organismes sont détectés comme des unités formant des colonies. (Proc. 27th Session ICUMSA, 2010, 168)

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

$$N = \frac{\sum C}{(n_1 + 0.1n_2) * d} \quad \text{ufc /g}$$

$\sum C$: somme des colonies comptées sur les boîtes retenues

d : taux de dilution correspondant à la première dilution

n1 : nombre des boîtes de Pétri comptées pour la première dilution

n2 : nombre des boîtes de Pétri comptées (GUIRAUD, 2003)

✓ Filtration sur membrane

Principe

Les solutions à tester de sucres sont filtrée à travers des membranes stériles dont la taille des pores est connue. Les microorganismes sont retenus à la surface. La membrane est transférée sur un milieu nutritif ou incubée. Les microorganismes sont détectés comme des unités formant des colonies.

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

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

$\sum C$: somme des colonies comptées sur les boîtes retenues.

n : nombre des boîtes de Pétri comptées

I.3.1. Recherche et dénombrement des germes

Le sucre blanc raffiné est un produit qui présente une humidité très faible. Les analyses montrent que l'activité de l'eau (a_w) du sucre est située entre 0.2 et 0.3. Ces valeurs sont largement inférieures à la limite de développement des micro-organismes (0.6-0.7) (TIANEN, 2007).

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

Tableau II : Micro-organismes recherches, volume filtre et milieu de culture utilise. (ANNEXE III).

Micro-organisme recherchés	Volume d'eau filtré	Milieu de culture	Incubation
L.M	100 ml	OGA	30 °C pendant 72h
GA	100 ml	PCA	30 °C pendant 48h
GAC	100 ml	MCL	44 °C pendant 48h
ASR	10 ml	VF	37 °C pendant 48 h

(Voir ANNEXE III)

➤ Etapes préliminaires

Avant de commencer les analyses, certaines opérations préliminaires ont été faites :

- Désinfecter la surface de travail ;
- préparer la suspension à partir de l'échantillon à analyser (40 g de sucre blanc en morceau à dissoudre dans 350 ml d'eau distillé stérile) ;
- préparer les boîtes de Pétri nécessaires à la recherche des germes (numéroter et coller les géloses spécifique de chaque germe et laisser solidifier) ;
- stériliser le compartiment de filtration (stériliser à la flamme l'entonnoir, le fritté, le couvercle et l'intérieur de l'entonnoir) ;

I.3.1.1. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

Les levures

On appelle levure les champignons microscopiques de type unicellulaire, hétérotrophes, qui selon les espèces, ont un métabolisme exclusivement oxydatif ou mixte (oxydatif et fermentaire) elles sont en général acidophiles et mésophiles, et se multiplient à des pH 3 et 7,5 et à des températures optimales voisines de 25-28 °C (**GUIRAAUD, 2003**).

Selon **MEYER A (2006)** les levures se multiplient à l'intérieur du produit et provoquent la fermentation d'alcool ou d'acide dans les solutions sucrées.

Les moisissures

Les moisissures sont omniprésentes dans la nature, les plus répandus sont le *penicillium* et *aspergillus*. Elles sont aérobies strictes et exemptes de chlorophylle. Elles sont hétérotrophes et peu exigeantes, la majorité des espèces se développe dans des zones de pH assez large (entre 3 et 8) et des températures optimales de l'ordre de 20 à 25 °C (**FLORENT, 1993**). Selon **MEYER A (2006)** les moisissures, qui se développent à la surface des aliments en présence de l'oxygène, comme une sorte de mousse répartie en taches veloutées ou en poches déliquescence

La recherche et le dénombrement des levures et des moisissures ont été réalisés sur gélose **OGA** en surfusion additionnée d'un antibiotique chlorophynicol, selon la méthode (**ICUMSA.GS2/3-47**).



Figure 4 : présentation des boîtes de petri contenant la solution mèreensemencée sur OGA.

I.3.1.2. Recherche et dénombrement des germes totaux

Les germes totaux

La flore totale est constituée d'un ensemble de microorganismes variés correspondant à des germes banaux de contamination. Ces germes n'agissent pas sur l'aliment.

Ces micro-organismes se développent bien sur milieu ordinaire. On a les germes saprophytes, qui se développent à 22 °C au bout de 48 heures, et les germes dits pathogènes qui se multiplient à 37 °C au bout de 24 heures. Le nombre de germes totaux pourront donner une indication de l'état de fraîcheur ou de décomposition (altération) du produit (GUIRAUD et ROSEC ,2004).

La recherche de la flore mésophile totale est effectuée sur gélose PCA selon la méthode (ICUMSA.GS2/3-41 :2011).

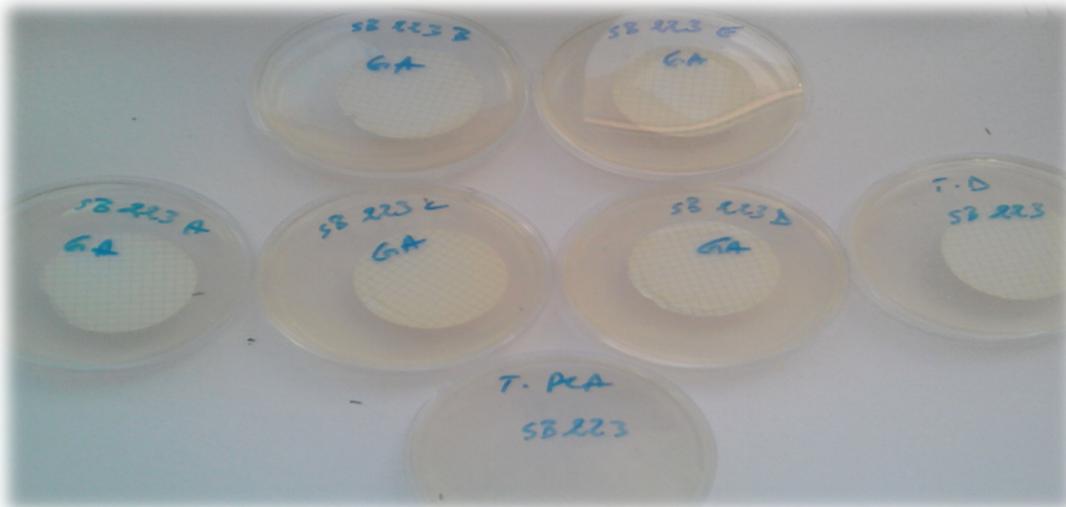


Figure 5 : présentation des boites de petri contenant la solution mèreensemencée sur PCA.

I.3.1.3. Recherche et dénombrement des germes acidifiant

Les acidifiants alimentaires accroissent l'acidité et /ou confèrent un gout acide aux aliments. Également appelé régulateurs alimentaires de pH, ils permettent de contrôler l'acidité d'une denrée alimentaire.

Les germes acidifiants sont dénombrés sur le milieu de culture MCL selon la méthode (ICUMSA.GS2/3-45 :2002).

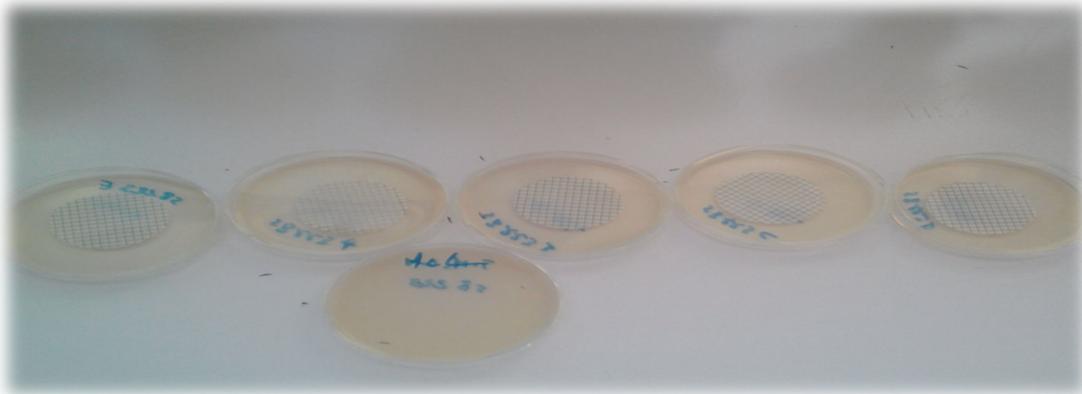


Figure 6 : présentation des boîtes de Petri contenant la solution mèreensemencée sur MCL.

Le mode opératoire opératoire pour la recherche de ces trois germes

- ✓ Déposer délicatement à la pince désinfectée à l'éthanol, le filtre quadrillage du filtre vers le haut et bien centrée sur la plaque-support ;
- ✓ Dans des conditions aseptiques, filtrer 100 ml d'échantillon à analyser à travers une membrane ($\Phi = 0.45\mu\text{m}$) qui retient les microorganismes présentes dans l'échantillon ;
- ✓ A l'aide d'une pince stérile, déposer les membranes à la surface des milieux préparés spécifiques pour chaque germe (OGA pour les LM, PCA pour les GA, MLC pour les GAC) en veillant à ne pas former de bulle d'air entre la membrane et le milieu. La membrane doit être déposée face contaminée (quadrillée) vers le haut ;
- ✓ Incubation des boîtes à des températures et à des temps spécifiques pour chaque germe (30°C /72h pour LM, 30°C/48h pour les GA, 44°C/48h pour les GAC).

Remarque : pour chaque recherche et dénombrement des germes, on effectue un témoin de milieu de culture et un témoin diluant (pour confirmer la source de contamination en cas d'existence).

I.3.1.4. Recherche et dénombrement des *clostridium* sulfito- réducteurs

Ce sont des bacilles Gram +, anaérobies strictes, catalase (-), sporulés, 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, 2003).

La recherche des *Clostridium* sulfite-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 des *Clostridium* sulfite-réducteurs.



Mode opératoire

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

- ✓ Ensemencer aseptiquement environ 10 ml de l'échantillon à analyser en profondeur des tubes stérile ;
- ✓ Introduire dans les tubes contenant la suspension le milieu de culture Vf en surfusion (+47) ;
- ✓ Homogénéiser les tubes et laisser se solidifier ;
- ✓ Créer l'anaérobiose par l'ajout d'une couche fine de gélose Vf ;
- ✓ Incuber à 37 °C pendant 48 heures (ISO 15213).

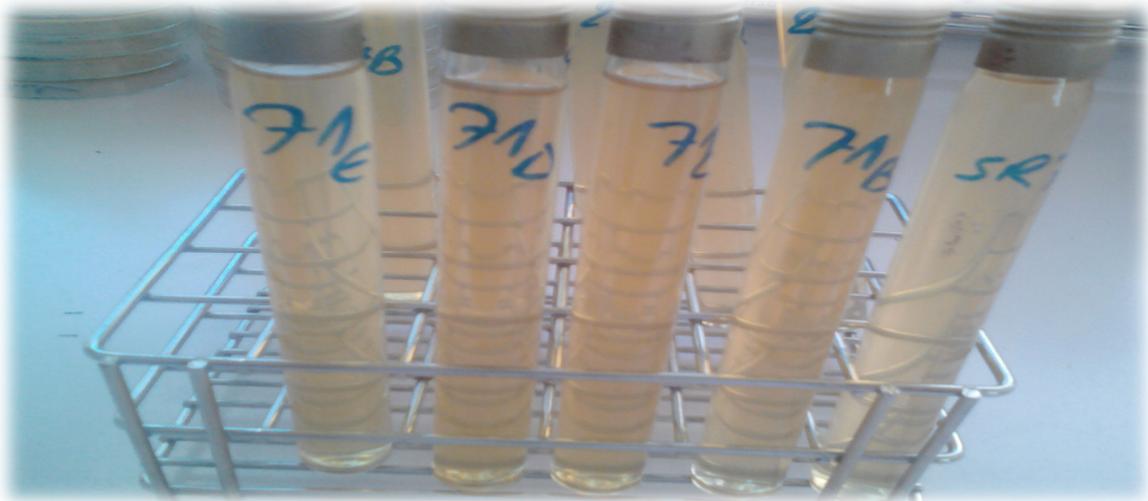


Figure 7 : présentation des tubes contenant la solution mèreensemencée sur milieu VF.

Partie. II. Les analyses physico-chimiques

Le complexe CEVITAL est pourvu de plusieurs laboratoires de contrôle de qualité, ainsi qu'un personnel compétent veillant sur la conformité et la qualité de ses produits.

Le laboratoire physico-chimique fait partie de la direction contrôle de qualité. Leur but est de fabriquer du sucre correspondant à la qualité exigée par les clients, au meilleur coût possible.

Si on dépasse la qualité recherchée, on va augmenter les coûts de fabrication et celle-ci est moins rentable. La qualité de la fabrication consiste à atteindre l'objectif fixé.

II.1. Echantillonnage et prélèvements

Les échantillons de produit fini (sucre blanc en morceau) prélevés au cours de notre stage effectué au niveau du complexe «**CEVITAL**» (labo physico-chimique) et sur lesquels on a réalisés les différentes analyses physico-chimiques sont présentés dans le Tableau III.

Tableau III. Les paramètres physico-chimiques effectués sur le produit fini (sucre blanc en morceau).

Type d'analyse Type de Produit	Brix	polarisation	Pureté	Couleur	Taux d'humidité	Taux de cendres	Granulométrie	pH
Produit fini	-	+	-	+	+	+	-	-

- : analyse non effectuée

+ : analyse effectuée

II.2.Méthodes d'analyse

L'étude des paramètres a nécessité des méthodes d'analyses de référence pour les sucres, en utilisant les méthodes **ICUMSA** (International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis) et **SNFS** (syndicat national des fabricants de sucre de France).

II.2.1.Polarisation

La détermination de la polarisation des dilutions est effectuée par mesure de pouvoir rotatoire de la solution à l'aide d'un polarimètre.

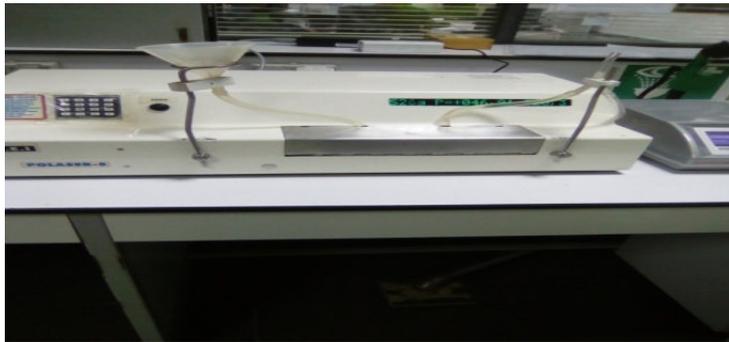


Figure 8:photographie du polarimètre.

Mode opératoire

- ✓ Préparer une dilution 1/5 à partir de l'échantillon à analyser à l'aide d'un délateur ;
- ✓ Laisser agiter jusqu'à l'homogénéisation de la solution à l'aide d'un agitateur mécanique ;
- ✓ Mesurer la polarisation de la solution ;
- ✓ Calculer la polarisation réelle, selon cette expression

$\text{Polarisation} = K \times (\text{lecture au polarimètre} \times \text{facteur de dilution})$
--

Avec :

- **K=0.20 si le poids normal du saccharose est à 20 g.**
- **K=0.26 si le poids normal du saccharose est à 26g.**

II.2.2.La couleur

Principe

La coloration du sucre en solution se mesure à l'aide d'un appareil, le colorimètre. On dissout un échantillon de sucre dans de l'eau distillée pour obtenir une solution à 50

brix, puis on la filtre ($\Phi=0.45 \mu\text{m}$). Une cellule mesure la quantité de lumière qui traverse la solution. Le colorimètre affiche directement la lumière absorbée par la solution.

Mode opératoire

- ✓ Peser 50 g de sucre blanc et ajuster à 100 g avec de l'eau distillé ;
- ✓ Dissoudre le sucre, puis filtrer à travers une membrane filtrante avec un filtre de $0.45 \mu\text{m}$ de porosité ;
- ✓ Jeter la première fraction de la solution (10 ml environ) ;
- ✓ Récupérer le filtrat dans un bécher propre et sec ;
- ✓ Lire l'absorbance de la solution à 420 nm dans une cellule de 5 cm, après avoir fait le zéro de base, avec de l'eau distillé filtrée dans la même cellule ;
- ✓ Rincer la cellule avec la solution du sucre avant de la remplir (éviter les bulles d'air)
- ✓ Lire le brix de la solution à l'aide d'un réfractomètre thermostaté

Les résultats sont exprimés selon formule inclut dans le logiciel Cléopâtre par l'expression suivante :

$$\text{Couleur (ICUMSA)} = \frac{A_{420} * 1000}{B * C}$$

Avec

A : absorbance de la solution à 420 nm.

B : longueur de la cellule en cm.

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

II.2.3. L'humidité

Cette méthode a pour objet de doser l'humidité libre (humidité présente à la surface des cristaux).

Mode opératoire

- ✓ Sécher le récipient et son couvercle ouvert à l'étuve à $105 \text{ }^\circ\text{C}$ pendant au moins 30 min ;

- ✓ Laisser refroidir au dessiccateur jusqu'à la température ambiante ;
- ✓ Les peser aussi rapidement que possible à $\pm 0,0001\text{g}$: **m1**
- ✓ Mettre aussi rapidement que possible 20 à 30 g d'échantillon et remettre le couvercle
- ✓ Peser ainsi le récipient et l'échantillon prélevé à $\pm 0.0001\text{g}$: **m2**
- ✓ Remettre le récipient ouvert à l'étuve pendant 3 heures à une température de 105 °C
- ✓ Replacer le couvercle et refroidir au dessiccateur jusqu'à température ambiante.
- ✓ Peser à $\pm 0.0001\text{g}$: **m3**
- ✓ Calcule de l'humidité selon l'expression suivante :

$$\text{Humidité (\%)} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1}$$

m1 : masse du récipient + couvercle

m2 : masse du récipient + couvercle + échantillon avant séchage

m3 : masse du récipient + couvercle + échantillon après séchage

II.2.4. quantité de cendres

Pour mesurer la teneur en cendres, on mesure la conductivité d'une solution contenant une quantité précise de sucre à analyser. Le sucre est un mauvais conducteur ; l'eau distillée ne conduit pas le courant. La conductivité dépendra de la quantité de cendres conductrices. On déduit la teneur en cendres de la conductivité mesurée et on calcule le nombre de points européens correspondant.

La quantité de cendres contenues dans le sucre constitue un critère de pureté. Les cendres sont essentiellement des sels minéraux.

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

- ✓ Peser 28 \pm 0,1g de sucre blanc dans un bécher de 250 ml, ajuster à 100 g avec de l'eau distillé de conductivité $\leq 2 \mu\text{S/cm}$;
- ✓ Mélanger soigneusement jusqu'à dissolution complète ;

- ✓ Mesurer la conductivité de cette solution à $20 \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$;
- ✓ Mesurer la conductivité de l'eau distillée à $20 \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$.

La conductivité corrigée (C_{28}) de la solution à **28 g/100 g** est égale à :

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

C_{28} : la conductivité corrigée de la solution de sucre

C_1 : la conductivité mesurée en ICUMSA à 20°C

C_2 : la conductivité spécifique de l'eau ;

La teneur en cendre est donnée par la formule suivante :

$$\text{cendre Conductimétriques (\%)} = 6 * 10^{-4} * C_{28}$$

Remarque : si la mesure n'est pas réalisée à $20 \text{ }^\circ\text{C}$, une correction doit être effectuée, cette correction n'est valable que pour une variation de température de $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$. La correction est donnée par :

$$C_{20} = C_T(1 + 0.26(T - 20))$$

$$C_{20} = C_t / (1 + 0,26 (t-20))$$

C_T : la conductivité à la température T en $^\circ\text{C}$.

T : la température de mesure.

Résultats et discussions

Résultats et Discussion

II.1. Partie microbiologique

Des prélèvements sont effectués sur des échantillons du **sucre blanc en morceau** au niveau de laboratoire microbiologie de l'entreprise **CEVITAL**. Ils ont fait l'objet d'analyses, afin de suivre la **qualité microbiologique** du notre produit fini (sucre blanc en morceau), pour trois lots différents.

II.1.1. Qualité microbiologie du sucre blanc en morceau

La particularité des analyses microbiologiques est la nécessité absolue de travailler en totale asepsie, afin d'avoir l'assurance que les microorganismes comptabilisés ou identifiés par l'analyse proviennent effectivement et à 100 % de l'échantillon du sucre blanc en morceau à analyser.

Tableau IV : les résultats de suivi de la qualité microbiologique du sucre blanc en morceau par rapport aux normes d'essai. (Période du 17 04 2017 au 20 04 2017 (**Annexe IV**)).

L'unité n° Désignation	1	2	3	4	5	Numéro du lot	Critère "3m"	Plan D'échantillonnage	Méthode D'essai
Germes aérobies	76	52	23	41	27	20170417	600	3 classes	GS2/3- 41 :201 1
	25	15	11	18	20	20170418			
	46	27	19	68	30	20170419			
Germes acidifiants	05	00	03	02	03	20170417	150	3 classes	GS2/3- 45 :200 2
	01	05	00	06	01	20170418			
	04	02	00	05	03	20170419			
Levures	00	00	01	00	02	20170417	30	3 classes	GS2/3- 47 :199 8
	03	01	00	00	01	20170418			
	02	01	00	04	00	20170419			
Moisissures	01	00	00	00	00	20170417	30	3 classes	GS2/3- 47 :199 8
	00	02	00	01	04	20170418			
	02	00	03	00	00	20170419			
<i>Clustridium</i> sulfito- réducteurs	00	00	00	00	00	20170417	3	3 classes	ISO 15213
	00	00	00	00	00	20170418			
	00	00	00	00	00	20170418			

➤ **Interprétation des résultats**

II.1.1.1. Qualité microbiologie du sucre blanc en morceau (lot 20170417)

☞ **Plan à 3 classes** pour l'interprétation des 5 prélèvements du sucre blanc en morceau de chaque lot.

Tableau V : les conditions d'attribution du plan d'échantillonnage à 3 classes pour l'interprétation des 5 prélèvements du sucre blanc en morceau.

Qualité	Condition d'attribution
Satisfaisante	Si tous les résultats < 3m
Acceptable	2 résultats maximum ((c/n) =2/5) entre m et M
Non satisfaisante	Au moins 1 résultat > 10m (M) ou 3 à 5 résultats entre m et 10 m

II.1.1.1. Qualité microbiologie du sucre blanc en morceau (lot 20170417)

Tableau VI : interprétation des résultats microbiologiques de lot 20170417

Germes recherchés	unités	Limite inférieure(3m)	c	Limite supérieure (10m=M)	observations
Germes aérobies 30C°/10g	1-2-3-4-5	200	0	2000	SAT
Germes acidifiants 44C°/ 10g	1-2-3-4-5	150	0	500	SAT
Levures 30C° / 10g	1-2-3-4-5	30	0	100	SAT
Moisissures 30C°/10g	1-2-3-4-5	30	0	100	SAT
<i>Clostridium</i> sulfito-redicteurs	1-2-3-4-5	3	0	10	SAT

- Soient 1-2-3-4-5 les numéros des unités
- SAT : satisfaisante

Selon le plan d'échantillonnage classique $n=5$, $c_m=2$, $c_M=0$ à trois classes le sucre blanc en morceau est Satisfaisant, tous les résultats sont inférieurs à 3m.

Conclusion

Pour chaque germe, la qualité microbiologique du sucre blanc en morceau " lot 20170417 " est *satisfaisante* selon le plan d'échantillonnage à trois classes.

II.1.1.2 Qualité microbiologie du sucre blanc en morceau (lot 20170418)

Tableau VII: interprétation des résultats microbiologiques de lot 2017041

Germes recherchés	unités	Limite inférieure(3m)	c	Limite supérieure (10m=M)	observations
Germes aérobies 30C°/10g	1-2-3-4-5	200	0	2000	SAT
Germes acidifiants 44C°/ 10g	1-2-3-4-5	150	0	500	SAT
Levures 30C° / 10g	1-2-3-4-5	30	0	100	SAT
Moisissures 30C°/10g	1-2-3-4-5	30	0	100	SAT
<i>Clustridium</i> sulfito-redicteurs	1-2-3-4-5	3	0	10	SAT

Selon le plan d'échantillonnage classique $n=5, c_m=2, c_M=0$ à trois classes le sucre blanc en morceau est Satisfaisant, car tous les résultats sont inférieurs à 3m.

On peut conclure que pour chaque germe, la qualité du lot 20170418" du sucre blanc en morceau" est *satisfaisante* selon le plan d'échantillonnage à trois classes.

II.1.1.3. Qualité microbiologie du sucre blanc en morceau (lot 20170419)

Tableau VIII : interprétation des résultats microbiologiques de lot 20170419

Germes recherchés	unités	Limite inférieure(3m)	c	Limite supérieure (10m=M)	observations
Germes aérobies 30C°/10g	1-2-3-4-5	200		2000	SAT
Germes acidifiants 44C°/ 10g	1-2-3-4-5	150	0	500	SAT
Levures 30C° / 10g	1-2-3-4-5	30	0	100	SAT
Moisissures 30C°/10g	1-2-3-4-5	30	0	100	SAT
<i>Clostridium</i> sulfito-redicteurs	1-2-3-4-5	3	0	10	SAT

Selon le plan d'échantillonnage classique $n=5, c_m=2, c_M=0$ à trois classes, le sucre blanc en morceau est Satisfaisant, tous les résultats sont inférieurs à 3m.

On conclue que pour chaque germe, la qualité du lot 20170419" du sucre blanc en morceau" est *satisfaisante* selon le plan d'échantillonnage à 3 classes.

Conclusion

Le sucre blanc en morceau contient très peu de germes car les conditions de développement sont peu favorables.

Les analyses montrent que l'activité de l'eau (a_w) du sucre sec est située entre 0,2 et 0,3. Ces valeurs sont largement inférieures à la limite de développement des micro-organismes (0,6 - 0,7). (TIANEN, 2007)

D'après les résultats obtenus et à partir du plan d'échantillonnage à trois classes pour chaque germe, nous pouvons déduire que le sucre blanc en morceau produit au niveau de la raffinerie sucrière **CEVITAL** est de qualité microbiologique satisfaisante, cela est dû à :

- La maîtrise des conditions d'hygiène du personnel et respect du guide de bonne pratique hygiénique.
- A l'application des procédures et instructions de nettoyage et de désinfection.
- Au bon stockage des produits
- les milieux des cultures sont maintenus dans des conditions convenables de stockage.
- les méthodes d'analyses utilisées sont normalisées et sont souvent mise à jour.

II.2. Partie physico-chimiques

II.2. Conformité de sucre blanc en morceau

Quatre paramètres (couleur, humidité, cendre et polarisation) font l'objet d'analyse afin de suivre la conformité du notre produit fini (sucré blanc en morceau) sur un intervalle de temps de 8 jours.

Tableau IX: Résultat de suivi la conformité du sucre blanc en morceau de «CEVITAL »

Sucré Blanc en morceau	Couleur (UI)	Humidité (%)	Cendre (%)	Polarisation (Z°)
J1	43	0.019	0.016	99.89
J2	41	0.015	0.007	99.89
J3	29	0.016	0.010	99.88
J4	36	0.019	0.012	99.90
J5	35	0.034	0.011	99.88
J6	33	0.023	0.013	99.85
J7	30	0.021	0.009	99.88
J8	34	0.015	0.012	99.90

II.2.1. Conformité de la couleur du sucre blanc en morceau

Tableau X : Résultats de suivi de la conformité de la couleur du sucre blanc en morceau par rapport aux normes spécifiques algériennes A, B et la norme CEE. (Annexe...)

Prélèvement	1	2	3	4	5	6	7	8
Couleur(UI)	43	41	29	36	35	33	30	34
Norme CEE	45max							
Norme A	60max							
Norme B	100max							

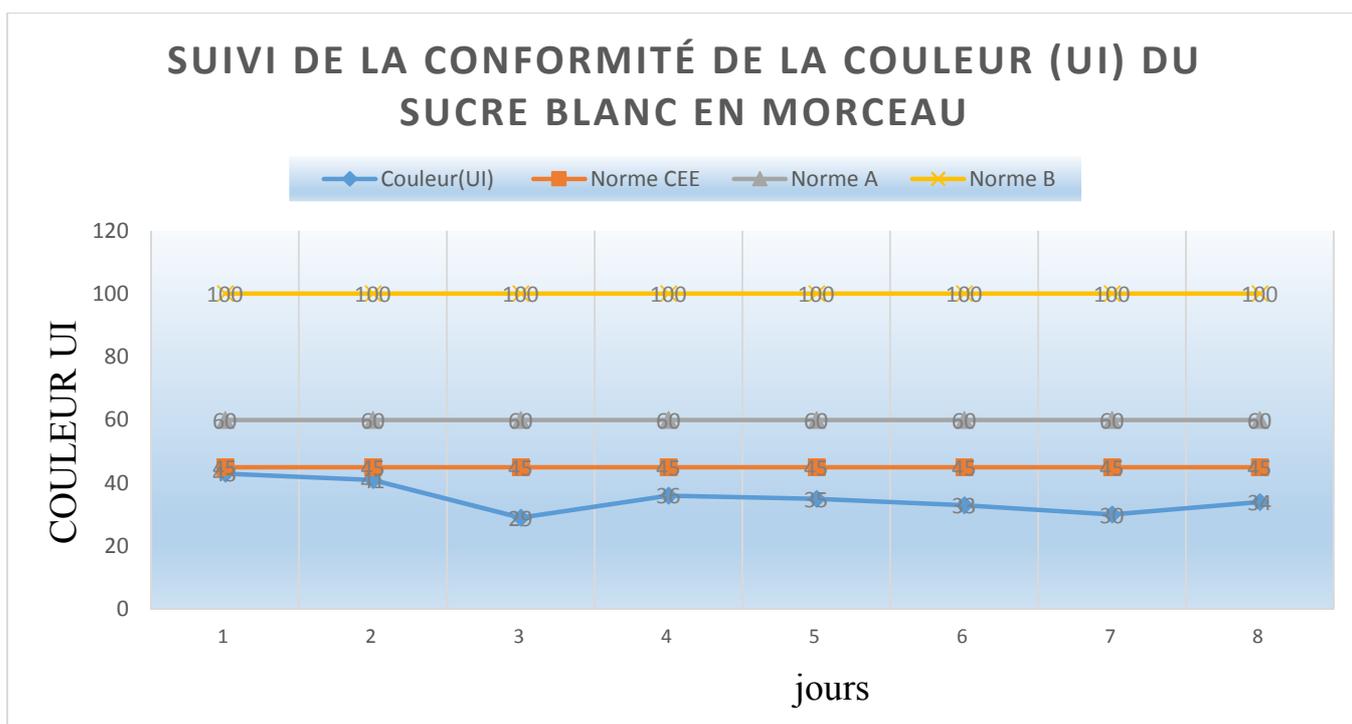


Figure 9 : Couleur du sucre blanc en morceau.

Interprétation des résultats

La **figure 9** montre que les valeurs de la couleur du sucre blanc en morceau varient entre **29** et **43 UI** selon les résultats du graphe. Ces valeurs restent au-dessous des valeurs des normes spécifiques Algériennes A (**Max 60UI**), B (**Max 100UI**) et celle de la CEE (**Max 45UI**). Ce qui montre la conformité de la couleur du sucre blanc en morceau de **CEVITAL** vis-à-vis des normes internationales.

II.2.2. Mesure de l'humidité du sucre blanc

Tableau XI : Résultats du suivi de la conformité de l'humidité de sucre blanc en morceau par rapport à la norme CEE et par rapport aux normes spécifiques algériennes A, B.

prélèvement	1	2	3	4	5	6	7	8
Humidité%	0.019	0.015	0.016	0.019	0.034	0.023	0.021	0.015
Norme CCE	0.06max							
Norme A	0.10max							
Norme B	0.10max							

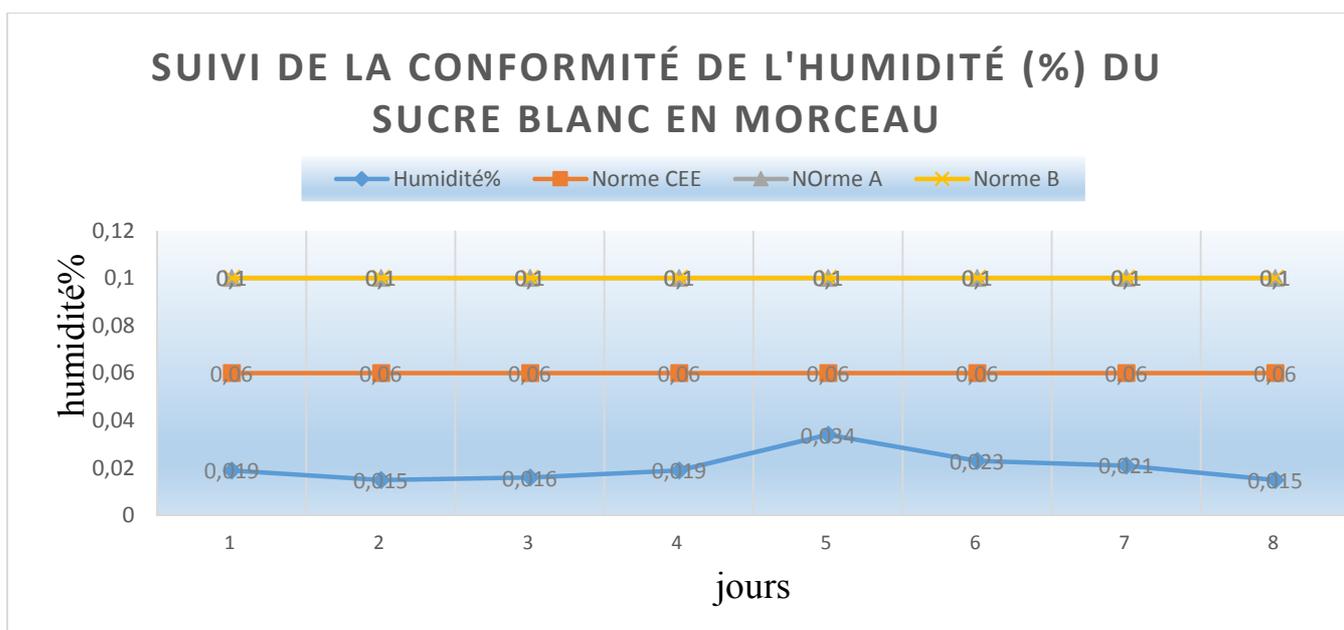


Figure10. Humidité du sucre blanc en morceau.

Interprétation des résultats

La **figure 10** montre que, la courbe représentant les valeurs de l'humidité du sucre blanc en morceau est au-dessous des exigences préconisées par les normes Algériennes A, B et la norme CEE. Ceci nous amène à conclure que l'humidité du sucre blanc en morceau de CEVITAL répond à la norme CEE (0,06%) ainsi qu'aux normes algériennes A et B (0.10%).

II.2.3. Conformité de la teneur en cendres conductimétriques du sucre blanc en morceau

Tableau XII : Résultats de suivi de la conformité de la teneur en cendres conductimétriques du sucre blanc en morceau par rapport à la norme CEE et par rapport aux normes spécifiques algériennes A, B.

Prélèvement	J1	J2	J3	J5	J6	J7	J8	J9
Cendre %	0.016	0.007	0.010	0.012	0.011	0.013	0.009	0.012
Norme CEE	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
	max							
Norme A	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	max							
Norme B	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	max							

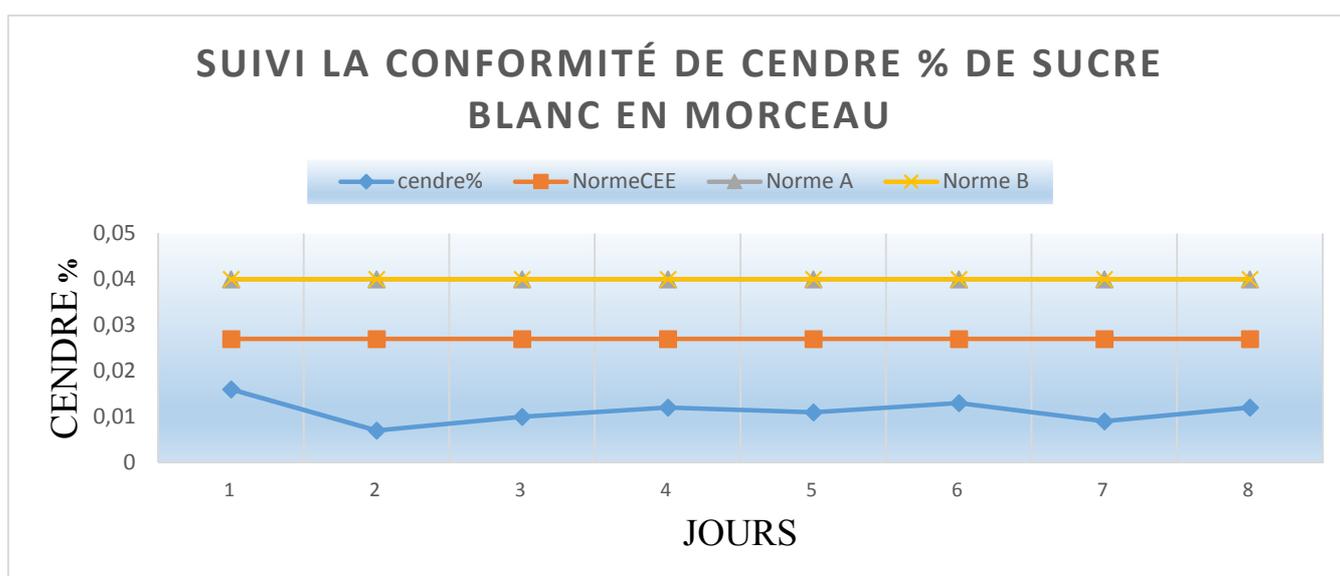


Figure 11. Cendres conductimétriques du sucre blanc en morceau.

Interprétation des résultats

La **Figure11** montre que, les résultats de mesure de la teneur en Cendres Conductimétriques sont au-dessous de celle de la norme **CEE** qui exige un maximum de 0.027 % et aux normes spécifiques algériennes A, B qui exigent un maximum de 0.04 %. Ce qui démontre que le sucre blanc en morceau répond à la norme **CEE** ainsi qu'aux normes spécifiques algériennes **A, B**.

II.2.4. Conformité de la Polarisation du sucre blanc en morceau

Le **Tableau XIII** : Résultats de suivi de la conformité de la polarisation du sucre blanc en morceau par rapport à la norme **CEE** et par rapport aux normes spécifiques algériennes **A, B**.

Prélèvement	1	2	3	4	5	6	7	8
Polarisation (Z°)	99.89	99.89	99.88	99.90	99.88	99.85	99.88	99.90
Norme CEE	99.7min							
Norme A	99.7min							
Norme B	99.7min							

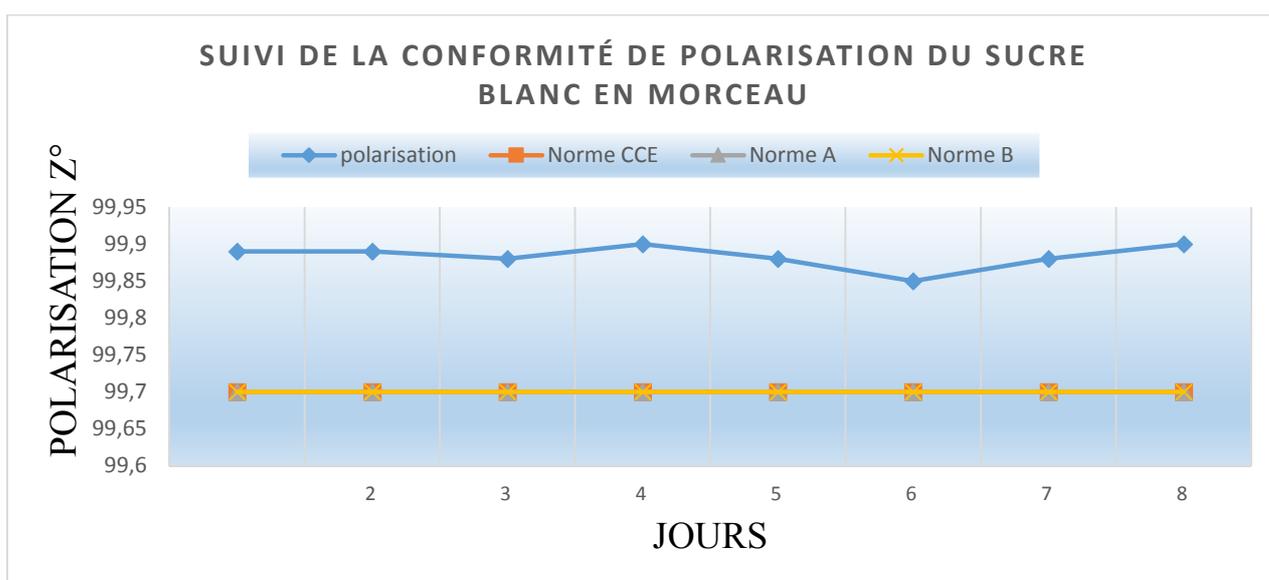


Figure 12. La polarisation du sucre blanc en morceau

Interprétation des résultats

La **figure 12** montre que la courbe représentant les valeurs de polarisation du sucre blanc en morceau est au-dessous des normes préconisées par les normes Algériennes A, B et la norme CEE.

A partir de ces résultats, on peut dire que sur le critère de polarisation, le sucre blanc en morceau de **CEVITAL** répond à la norme CEE et aux normes spécifiques algériennes A et B exigée à savoir 99.7.

Conclusion générale

A partir de ces différentes analyses de conformité du sucre blanc en morceau, Les résultats obtenus répondent largement aux normes algériennes spécifiques A et B ainsi qu'à la norme CEE, ce que confirme que le sucre blanc en morceau produit au niveau de la raffinerie de sucre **CEVITAL** est de bonne qualité. Cette dernière est le résultat d'un bon fonctionnement de processus de raffinage.

Conclusion

La présente étude est réalisée au sein de deux laboratoires de microbiologie et de physico-chimie de l'unité de production **CEVITAL**. Elle avait pour objectif d'une part, de suivre la qualité microbiologique de produit fini (sucre blanc en morceau) selon les méthodes d'analyses ISO et ICUMSA et d'autre part, de suivre la conformité des différents paramètres physico-chimie de ce dernier vis -à-vis des normes établies (**ICUMSA**).

Le concept de qualité d'un produit est étroitement lié au déroulement du processus de sa production et aux conditions de stockage. Pour évaluer la qualité microbiologique de notre produit fini (sucre blanc en morceau), des analyses microbiologiques ont été effectuées et contrôlées par rapport aux normes d'essai en vigueur. Aussi, pour évaluer la qualité physico-chimie du sucre blanc en morceau, des analyses physico-chimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de l'unité.

Pour conclure sur la qualité du sucre blanc produit par le complexe **CEVITAL** (Bejaia), les résultats de la présente étude font preuve de la bonne qualité du produit vis-à-vis des analyses microbiologiques (Germe aérobie, germes acidifiant levures et moisissures, *clostridium*s sulfite-réducteurs). Les résultats obtenus nous semblent tous satisfaisants. Ceux ci prouvent l'efficacité des traitements effectués à chaque étape du procédé et aux bonnes conditions de stockage du produit. De même pour les résultats des analyses physico-chimiques qui montrent aussi une stabilité relative et normale des paramètres de contrôles (la couleur, l'humidité, la quantité de cendre et la polarisation). Résolument c'est la preuve du bon fonctionnement des installations du complexe et du procédé de raffinage pratiqué à **CEVITAL**.

Références Bibliographiques

A

- **AFISUC. (2002a).** Association pour la formation et le perfectionnement dans les industries sucrières. Crisall, 15p.
- **AFISUC. (2002b).** Association pour la formation et le perfectionnement dans les industries sucrières. Epuration, (EAO) pp 9-11.
- **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.
- **Asadi M. (2007).** Beet-Sugar Handbook. Ed: John Wiley ET Sons, Inc. Hoboken. New Jersey. USA. 884p.pp 45-62.

B

- **BECKC., CARDON N., DELDON D., FUCHS P., GLLAUMIE A, LIEFOOGHE C., (1999)** : La filière confiserie, Université de Technologie de Compiègne qualimapa : France, pp23-27.
- **Bonie D. (2004).** Cours de technologies industrielles : l'usine agroalimentaire, école polytechnique universitaire de Lille, 42 p.
- **Brown G.M; Levy H.A. (1963)** Sucrose: determination of crystal and molecular structure by neutron diffraction. Science (141) 921-923.

C

- **Clarke M. (1995).** Valeur technologique du saccharose dans les produits alimentaires. Reference cited In : *Le saccharose* : Propriétés et applications (Mathlouthi M. et Reiser P). Ed. Polytechnica, p : 239.

- **Decloux M. (2002).** Procédés de transformation en sucrerie (partie1). Techniques de l'ingénieur. F6150, 1-18.
- **DOUCET J. (1992).** Le sucre (saccharose) est ses dérivés traditionnels et nouveaux. Reference cited in : Le sucre, les sucres, les édulcorants et les glucides des charges dans les industries agroalimentaires. **Multon J.L.** Ed. TEC et DOC Lavoisier, pp 258 – 268.

F

- **Florent, J. (1993).** Les moisissures. In :«Microbiologie industrielle, les microorganismes d'intérêt industriel ». Ed : Tec et Doc Lavoisier, p : 113.

G

- **Guiraud, J.P (2003).** Microbiologie alimentaire. Ed : Dunod, p : 101.
- **Guiraud, J.P et Rosec J.P. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Ed : AFNOR, p : 96-97.

H

- **Hurbielle M et Paris M. (1981).** Abrégé de matière médicale (pharmacognosie), généralité-monographie (1^{er} partie) plante à glucides (holosides, hétérosides) à lipides, à les huiles essentielles, à protides et à alcaloïdes. Tome 1, Ed : Paris P34-37.

I

- **ICUMSA.** International Commission for Uniform Method of Analysis. (2011). Method: GS 2/3-41.
- **ICUMSA.** International Commission for Uniform Method of Analysis (2002). Method: GS 2/3-45.

- **ICUMSA.** International Commission for Uniform Method of Analysis. (2015). Method: GS 2/3-47.
- **ICUMSA.** International Commission for Uniform Method of Analysis. (2011). Method: GS 2/3-1.
- **ICUMSA.** International Commission for Uniform Method of Analysis. (2011). Method: GS 2/3/9-5.
- **ICUMSA.** International Commission for Uniform Method of Analysis. (2011). Method: GS 2/3/9-17.
- **ICUMSA.** International Commission for Uniform Method of Analysis. (2007). Method: GS 2/1/3/9-15.
- **ICUMSA.** International Commission for Uniform Method of Analysis. (2015). Method: GS 2/3-47.
- **ICUMSA.** International Commission for Uniform Method of Analysis. (2010). Method: GS 2/3-9.
- **ISO 15213.** Microbiologie des aliments. Méthode horizontale.
- **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. Edition1.103p.

- **J.O.R.A. (1997).** Arrêté interministériel du 27 avril 1997 fixant les spécifications techniques du sucre blanc.2p.
- **J.O.R.A. (1998).** Arrêté interministériel du 24 Janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 23 Juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires. 24p.

L

- **LESCURE J.P. (2005).**L'analyse des solutions de sucre. In le saccharose : propriétés et application (MATHLOUTHI M.ET REISER P).Ed. Polytechnica. Pp. 164-196.

M

- **Manuel Opérateur de CEVITAL (2008).** P.2-6.
- **Mathlouthi M. (2004).** Propriétés physiques et chimiques du saccharose.1-34.
- **Mathlouthi M.et Barbara R. (2001).**L'extraction du sucre. CEDUS : centre d'étude et de documentation du sucre.Pp1-11-14.
- **Mathlouthi M. et Reiser P. (1995).** Le saccharose propriétés et application. Edition française Polytechnica, pp240-299.
- **Meyer A ; Deiana J ; Bernard A. (2005).**cours de microbiologie générale.2^eédition : Biosciences et Techniques.423p.

P

- **Pérez S, (1995).** Conformité du saccharose à l'état cristallin. *In* le saccharose : propriétés et application (**Mathlouthi M. et Reiser P**). Ed. Polytechnica, pp11-33.

R

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

T

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

V

- **Vlitos, A.J. (1995).**Aspects économique du sucre. In :<<le saccharose propriétés et applications>>.Ed : polytechnica, p : 01.

W

- **WILLIAMS I; ONYENWEAKU O; ATANGWHO J.** Nutritional and antimicrobial evaluation of Saccharum officinarum consumed in Calabar, Nigeria. African Journal of Biotechnology, (2016), 15 (33), pp1791-1792.

REFERENCES ELECTRONIQUE

- **MUTSCH L.** Critères microbiologiques des denrées alimentaires Lignes directrices pour l'interprétation [en ligne]. 2015. P.10-12. Disponible sur <http://www.securitealimentaire.public.lu/> (consulté le 01/04/2017).

Annexes

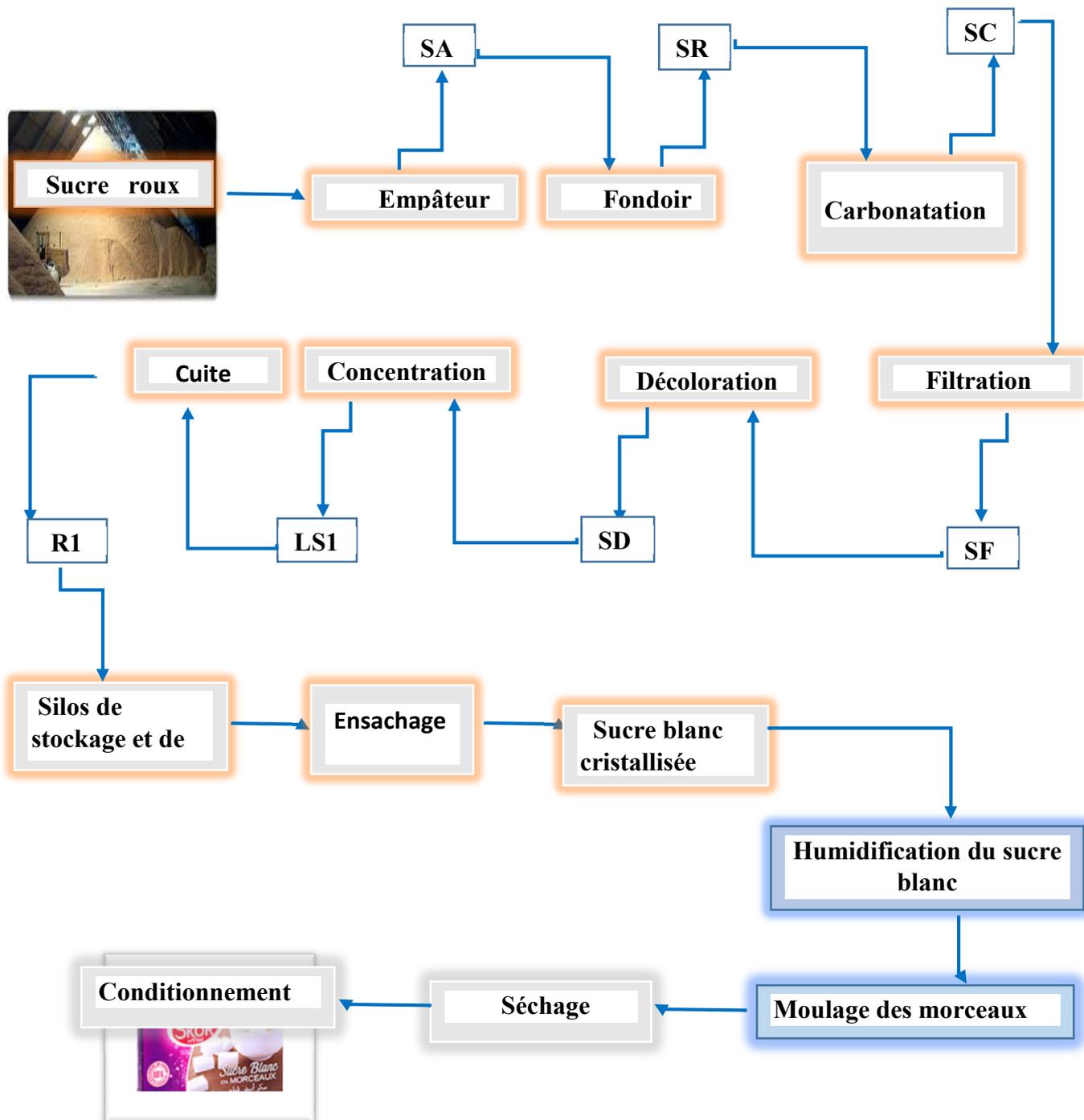


Figure1. Processus de fabrication du sucre blanc en morceau à partir du sucre roux de la canne à sucre.

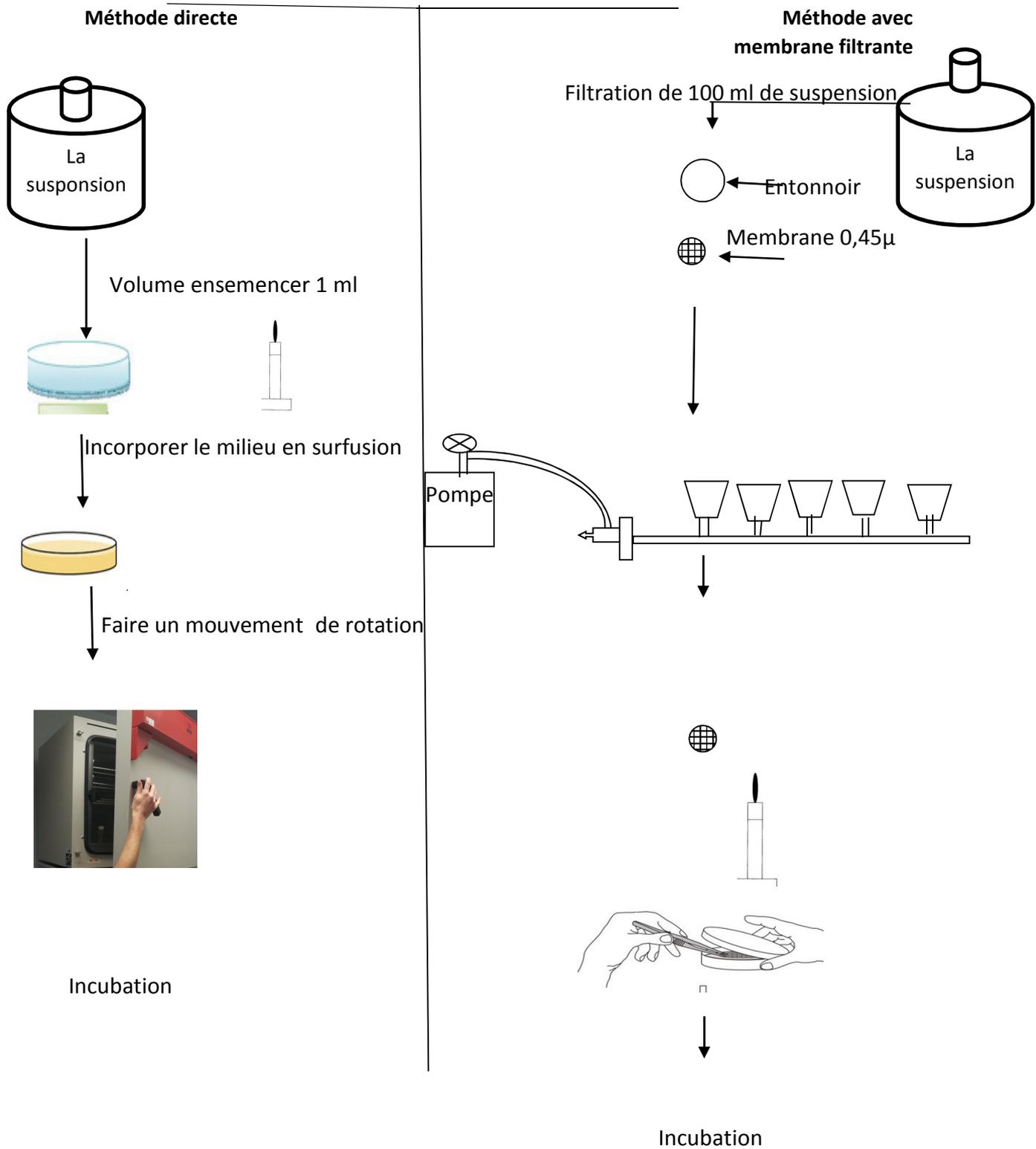


Figure 2. Méthodes de recherche et dénombrement des germes

Tableau I : les germes recherchés et la composition de milieu de recherche.

Germes recherché	Milieu spécifique	La composition du milieu de culture (dans 1 L)	Le PH de milieu (± 0.2)
GA	PCA	-tryptone.....5g -extrait de levure.....2.5g -glucose.....1g -agar.....15g	7
GAC	MCL	-Tryptone.....16g -Extrait de levure.....8g -Phosphate bi potassique...1.5g -glucose.....80g	7
LM	OGA	-extrait de levure.....5g -glucose.....20g -gélose.....16g	7
ASR	VF	-extrait de viande.....29.5g -glucose.....2g -cystéine chlorhydrate.....0.5g	7.4

Tableau II : liste des différents appareils et matériels utilisée au niveau du laboratoire

Physico-chimique.

Appareillages	Object
Refractomètre	Pour déterminer le taux de la matière sèche dans la solution
Spectrophotomètre UV	Pour mesurer des absorbances de la solution sucrée à 420 nm
Un papier filtre de 0.45 um et des filtres plissés standard	Pour filtrer des solutions
Diluteur automatique mené d'une balance de précision	Pour la dilution des solutions
Polarimètre	Pour mesurer la polarisation
Agitateur magnétique +plaque chauffante	Pour agiter et accélérer les dilutions des solutions
pH mètre	Pour mesurer les pH des solutions.
Ordinateur menés du logiciel <<CLEOPATRE>>	Lecture des résultats

Tableau III : liste des différents réactifs utilisée au niveau de deux laboratoires.

Eau distillé	Pour diluer les sucres et les solutions sucrées.
HCL	Pour neutraliser les pH des solutions.
NaOH	Pour neutraliser les pH des solutions.

NORMES ET QUALITE DU SUCRE BLANC

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

I. Normes et qualités physico-chimiques du sucre blanc en morceau selon les différentes réglementations

Tableau IV : Caractéristiques du sucre blanc en morceau selon les critères de la CEE (DOUCET ,1992).

Caractéristiques	Spécification	unité	Normes d'essai
Pouvoir rotatoire (polarisation)	$\geq 99,7$	$^{\circ}Z$	ICUMSA GS2/3-1(2011)
Teneur en sucres invertis	$\leq 0,04$	%	ICUMSA GS2/3/9-5(2011)
Cendres conductimétriques	$\leq 0,027$	%	ICUMSA GS2/3/9-15(2007)
Humidité (3 heures à 105°C)	$\leq 0,06$	%	ICUMSA GS2/1/3/9-15(2007)
Couleur	≤ 45	U.ICUMSA	ICUMSA GS2/3-9(2005)

Tableau V : Caractéristiques du sucre blanc en morceau selon la réglementation algérienne (J.O.R.A., 1997).

Analyses	Spécifications A	Spécification B	unité	Normes d'essai
Pouvoir rotatoire (polarisation)	99,7Min	99,7Min	°Z	ICUMSA GS 2/3-1(2011)
Teneur en sucres invertis	0,04Max	0,1Max	%m /m	ICUMSA GS2/3/9-5 (2011)
Cendres conductimétriques	0,04Max	0,04Max	%m/m	ICUMSA 2/1/3/9-17 (2011)
Humidité (3 heure à 105°C)	0,10Max	0,10Max	%m/m	ICUMSA GS2/1/3/9-15 (2007)
Couleur	60Max	100Max	Unité ICMSA	ICUMSA GS2/3-9 52010)

II. Normes et qualités microbiologiques du sucre blanc en morceau

Le sucre roux raffiné est un produit qui présente une humidité très faible. Les analyses montrent que l'activité de l'eau (a_w) du sucre est faible. Ces valeurs sont largement inférieures à la limite de développement des micro-organismes (0,6 – 0,7) (Tianen, 2007).

Tableau VI : Aspect microbiologique du sucre blanc et les normes d'essai.

Désignation	Spécification	Unité	Normes d'essai
Germes aérobies	200	Ufc/10g	GS2/3-41 :2011
Germes acidifiants	50	Ufc/10g	GS2/3-45 :2002
Levures et moisissures	10	Ufc/10g	GS2/3-47 :1998
Anaérobies sulfito-réducteurs	1	Ufc/1g	ISO 15213

Résumé

La présente étude a pour objectif le suivi de la qualité microbiologique et physico-chimique du produit fini « sucre blanc en morceau » produit au niveau du complexe «**CEVITAL -Bejaia** ».

Les résultats des paramètres physico-chimiques obtenus tels que, la couleur, l'humidité, la quantité des cendres et la polarisation et les analyses microbiologiques tels que la recherche des germes aérobies, les germes acidifiants, levures moisissures *et clostridium sulfito-reducteurs* sont tous conformes aux normes nationales et internationales. Ce qui confirme que le sucre blanc en morceau produit au niveau de la raffinerie de sucre **CEVITAL** est de bonne qualité. Evidemment, cette observation est le résultat d'un bon fonctionnement de processus de raffinage d'une part, et les bonnes conditions de stockage d'autre part.

Mots clés

Sucre blanc en morceau, paramètres physico-chimiques, qualité microbiologique, normes, qualité, raffinage.

Abstract

The present study for the purpose of the microbiological and physico-chemical quality of the finished product "white sugar in pieces" at the level of the "**CEVITAL**" complex

The results obtained from physicochemical parameters such as color, moisture, ash quantity and polarization and microbiological analyzes such as the search for aerobic germs, acidifying germs, moldy yeasts and sulfite-reducing clostridium are all In accordance with national and international standards, which is confirmed by the fact that the white sugar produced at the **CEVITAL** sugar refinery is of good quality

The latter is the result of operation of the refining process of part and other part of the good storage conditions.

Keywords

White sugar in chunks, physico-chemical parameters, microbiological quality, standards, good quality, refining process.