

## *Mémoire de fin de cycle*



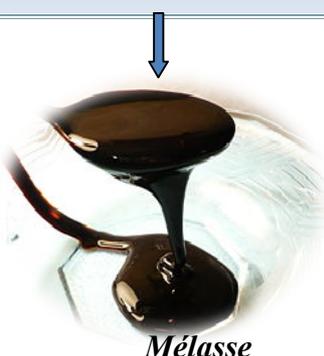
### *Thème*

*Effet de l'ajout de soude caustique et de la température sur la dégradation de la mélasse au cours du stockage au niveau de la raffinerie –CEVITAL-*

#### Présenté par :

*M<sup>elle</sup> AZEGAGH Lamia*

*M<sup>elle</sup> BADJI Lynda*



#### Membres de Jury :

*Promoteur : M<sup>r</sup> Madani K.*

*Président : M<sup>r</sup> Benhammiche.*

*Examineur : M<sup>r</sup> Moussi K.*

*Examinatrice : M<sup>me</sup> Hamri F.*

*Co promoteur: M<sup>r</sup> Belaid M.*

*Promotion 2011-2012*

# Remerciements

*Nous tenons d'abord à remercier très vivement monsieur MADANI K, d'avoir accepté de diriger ce travail.*

*Nos vifs remerciements s'adressent également à tous les membres de jury qui ont bien voulu juger ce travail, Monsieur BENHAMMICHE qui nous fait l'honneur d'accepter la présidence de jury de soutenance, Monsieur MOUSSI K, et Madame HAMRI F. pour avoir examiné ce travail.*

*Nous voudrions exprimer notre profonde reconnaissance et gratitude à monsieur Hadjal S. le directeur de Recherche et Développement de la raffinerie cévital, monsieur blaid M. et boukeroui K, pour leurs attentions particulières depuis le début de notre stage à Cévital et leur suivi direct de l'avancement de notre travail.*

*Un grand merci s'adresse aussi à M<sup>elle</sup> CHERCHOUR S., responsable des laboratoires de sucre, et l'ensemble du personnel du laboratoire au niveau de la raffinerie Cévital pour leurs disponibilités et gentillesse qui nous ont fait partager leurs expériences pratiques et ont répondu gracieusement à toutes nos questions.*

*On ne peut pas oublier monsieur IDIR M. pour son aide à effectuer notre stage pratique au niveau de la raffinerie cévital.*

*Notre gratitude va également aux enseignants de la faculté de biologie qui ont contribué à notre formation.*

*En fin, c'est avec un grand plaisir que nous tenons à exprimer notre gratitude à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire*

# Dédicaces



*Je dédie ce modeste travail :*

*À mes très chers parents qui m'ont soutenu et m'ont encouragé tout au long de mes études.*

*À mes chers frères et mes chères sœurs.*

*À mes grands parents.*

*À mes beaux frères*

*À ma belle sœur*

*À mes adorables neveux Samir, El-Hani et ma nièce Katia*

*À toute ma famille*

*À toi Mounir*

*À ma collègue Lamia et sa famille*

*À tous mes amis (es)*

*À toute la promotion 5<sup>ème</sup> année SA.*



*Lynda.*



# Didicace



*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents qui m'ont tout donné. Qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un adorable modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.*

*Mon cher frère Toufik et sa fiancée Habiba.*

*Mes sœurs Samia et son mari Slimane, Bassema, Sonia et l'adorable Rosa.*

*Mes oncles Nourdine, Madjid, Boulaame, Mouloud, Hakim et leurs familles, Slimane, Zahir et en particulier Ahmed et sa femme et Mustapha pour leur soutien.*

*Mes tantes Aldjia et sa famille et Aziza.*

*Mes cousins Tahar, Smail, Rabah, Fatah, Nacir et leurs familles.*

*Ma tante Noria et son mari.*

*Mes chères copines de chambre Fouzia, Karima, Rahima, Sonia, Faten et Akila.*

*Mes amis Khodir, Mounir et Amirouche.*

*Toi Habib.*

*Ma binôme Lynda et sa famille.*

*Toute la promotion SA 2011/2012*



*Lamia*



## *Liste des abréviations*

**C.E** : Commission Européenne

**DAF** : Dianhydrides de fructose.

**Ech1** : Échantillon de la mélasse traité de 1 ml de soude caustique.

**Ech2** : Échantillon de la mélasse traité de 5ml de soude caustique.

**Ech3** : Échantillon de la mélasse traité de 8 ml de soude caustique.

**Ech témoin** : Échantillon de la mélasse sans ajout de soude caustique.

**5-HMF**: 5- hydroxymethyl furfural.

**I.E.M** : Institut Économique de Montréal.

**ICUMSA**: International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis.

**K** : coefficient de mesure de polaser.

**ND** : Non Déterminé.

**Pol** : Polarisation.

**QCD** : Qualité, Cout et Durée.

**T** : température.

**T<sub>2</sub>** : bac de stockage de la mélasse au niveau de la raffinerie du sucre 3000 tonne du complexe cevital d'une capacité de 2500 tonne.

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau I</b> : la composition moyenne de la mélasse.....	3
<b>Tableau II</b> : teneur moyenne de mélasse en vitamine.....	3
<b>Tableau III</b> : composition moyenne de la mélasse en matière minérale.....	4
<b>Tableau IV</b> : la flore microbienne de la mélasse.....	5
<b>Tableau V</b> : gamme de critères de stockage de la mélasse.....	8
<b>Tableau VI</b> : changement de composition de la mélasse stockée.....	8
<b>Tableau VII</b> : les éléments de l'hydrolyse enzymatique.....	10
<b>Tableau VIII</b> : les micro-organismes utilisés au cours de la fermentation et les produits obtenus.....	11
<b>Tableau IX</b> : Appareillages et matériels et leurs marques.....	20

## *Tableaux des annexes*

### *Annexe 1*

<b>Tableau I</b> : Résultats du Brix (%) échantillons de la mélasse à température 60C°.
<b>Tableau II</b> : Résultats du Brix (%) échantillons de la mélasse à température 23C°.
<b>Tableau III</b> : Résultats de la polarisation (%) des échantillons de la mélasse à température 60C°.
<b>Tableau IV</b> : Résultats de la polarisation (%) des échantillons de la mélasse à température 23C°.
<b>Tableau V</b> : Résultats du pH des échantillons de la mélasse à température 60C°.
<b>Tableau VI</b> : Résultats du pH des échantillons de la mélasse à température 23C°.

### *Annexe 2*

<b>Tableau I</b> : Les vitesses d'augmentation du Brix des échantillons de la mélasse à température 60C°.
<b>Tableau II</b> : Les vitesses d'augmentation du Brix des échantillons de la mélasse à température 23C°.

**Tableau III :** Les vitesses de diminution de la polarisation des échantillons de la mélasse à température 60C°.

**Tableau IV :** Les vitesses de diminution de la polarisation des échantillons de la mélasse à température 23C°.

**Tableau V :** Les vitesses de diminution de pH des échantillons de la mélasse à température 60C°.

**Tableau VI :** Les vitesses de diminution de pH des échantillons de la mélasse à température 23C°.

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Décomposition des hexoses en acide lactique.....	10
<b>Figure 2</b> : les principaux composés volatils produits par l'énolisation des sucres .....	12
<b>Figure 3</b> : 2- $\alpha$ -D-fructose- $\beta$ -D-fructofuranose 1, 2', 2, 1'dianhydrides.....	13
<b>Figure 4</b> : la réaction de Maillard.....	15
<b>Figure 5</b> : Organigramme du complexe cevital.....	18
<b>Figure 6</b> : Les échantillons préparés et les paramètres à analyser.....	19

## Figure des annexes

<b>Figure 1</b> : Évolution du Brix des différents échantillons de la mélasse à température 60C° .....	22
<b>Figure 2</b> : Évolution du Brix des différents échantillons de la mélasse à température 23C° .....	22
<b>Figure 3</b> : Évolution de la Polarisation des différents échantillons de la mélasse à température 60C° .....	24
<b>Figure 4</b> : Évolution de la polarisation des différents échantillons de la mélasse à température 23C° .....	25
<b>Figure 5</b> : Évolution de pH des différents échantillons de la mélasse à température 60C° ....	26
<b>Figure 6</b> : Évolution de pH des différents échantillons de la mélasse à température 23C° ....	26

---

Introduction .....	1
Chapitre I : Généralités sur la mélasse	
I. Généralité .....	2
I.1 définition de la mélasse .....	2
I.2 les différents types de la mélasse .....	2
I.2.1 Mélasse de canne à sucre .....	2
I.2.2 Mélasse de betterave sucrière .....	2
I.2.3 Mélasse de raffinerie .....	2
I.3 Composition biochimique de mélasse .....	2
I.4 Caractéristiques physico-chimique de la mélasse .....	4
I.4.1 La densité .....	4
I.4.2 La viscosité .....	4
I.4.3 La teneur en air .....	4
I.4.4 La pureté .....	4
I.4.5 Le Brix .....	5
I.5 La qualité microbiologique de la mélasse .....	5
I.6 Valorisation de la mélasse .....	6
I.6.1 Alimentation animale .....	6
I.6.2 Production de l'alcool éthylique .....	6
I.6.3 Production de levure de boulangerie .....	6
I.6.4 Production d'acide citrique .....	6
I.6.5 Production de vinasse .....	7
I.6.6 Autres productions .....	7
Chapitre II : Stockage et Dégradation de la mélasse.	
II.1 Stockage de la mélasse .....	8
II.2 Dégradation de la mélasse .....	9
II.2.1 Définition de Saccharose .....	9
II.2.2 Dégradation chimique .....	9
II.2.2.1 Hydrolyse acide .....	9
II.2.2.2 Décomposition acide .....	9

II.2.2.3 Décomposition alcaline .....	9
II.2.2 Hydrolyse enzymatique .....	10
II.2.3 La fermentation .....	11
II.2.4 Le brunissement non enzymatique .....	12
II.2.4.1 Caramélisation .....	12
II.2.4.2 L'effet thermique .....	13
II.2.4.3 Réaction de Maillard .....	13

### Chapitre III : Matériels et Méthodes

III.1 Présentation de l'entreprise.....	16
III.1.1 Recherche et développement.....	16
III.1.2 Organigramme CEVITAL.....	17
III.2 Intérêt du travail .....	18
III.3 Prélèvement des échantillons .....	18
III.4 Paramètres étudiés .....	18
III.5 Méthodes d'analyse .....	19
III.5.1 Détermination de Brix .....	19
III.5.2 Détermination de polarisation .....	20
III.5.3 Détermination de la pureté .....	20
III.5.4 Détermination pH.....	20

### Chapitre IV : Résultats et Discussion

IV.1. effet de l'ajout de la soude caustique et la température .....	21
IV.1.1. l'effet sur le Brix .....	21
IV.1.2. l'effet sur la Polarisation .....	23
IV.1.3. l'effet sur le PH .....	25

Conclusion .....	27
------------------	----

Références bibliographiques

Annexes

# *Introduction*

## **Introduction**

De nos jours, différents pays produisent du sucre à partir de la canne à sucre. la mélasse est le plus important coproduit de la canne à sucre (**Jiranuntipon, 2009**).

CEVITAL est un complexe agroalimentaire qui fait une contribution considérable à l'économie algérienne depuis sa création, de fait qu'il fournit l'essentiel des besoins du marché local en sucre raffiné et son lancement dans l'exportation.

Le but de ce complexe agroalimentaire est de produire une mélasse dont la pureté aussi basse que possible, conforme, de point de vu, réglementation et qualité commerciale, pour répondre à la concurrence nationale et internationale et assure une amélioration durant son existence tout en appliquant les normes internationales ISO 9001 et ISO 22000.

CEVITAL a une capacité de production de 50 tonne de mélasse par jour, équivaut à 18000 tonne par an, elle exporte 5800 tonne de mélasse chaque trois mois avec une autonomie de stockage 7000 tonne (**Anonyme 1, 2008**).

Au cours de stockage, la mélasse subit des phénomènes de dégradation importants qui réduisent la valeur marchande de cette dernière en termes de qualité et de quantité.

L'objectif de cette étude est de comprendre les conditions qui influencent la dégradation anormale de la mélasse au cours de stockage, et d'améliorer la valeur commerciale de cette dernière en se basant sur l'effet de l'ajout des volumes définie de soude caustique (1ml ,5ml et 8ml) en présence d'un échantillon témoin stocké à deux température différentes (60 et 23°C) avec vérification des paramètres suivants : Brix, polarisation et pH pour chaque échantillon.

En effet, ce travail est structuré d'une partie bibliographique en deux chapitres, le premier chapitre sur les généralités et la valorisation de la melasse et un deuxième chapitre sur le stockage et la dégradation de la mélasse. Et d'une partie expérimentale aussi en deux chapitres, l'un comporte le matériel et les méthodes utilisées et l'autre chapitre résume les résultats et la discussion.

# *Synthèse bibliographique*



*Chapitre I :*  
*Notions Générales*



## **I. Généralités :**

### **I.1 Définition**

La **mélasse** est un sous produit à l'état liquide de la fabrication des sucres de canne ou de betterave (Clément, 1978).

La **mélasse** se présente sous forme d'un résidu sirupeux, pâteux et visqueux de couleur brune noirâtre, incristallisable, elle est obtenue après le turbinage de la masse cuite du dernier jet (Curtin, 1983).

### **I.2 Les différents types de mélasses**

#### **I.2.1 Mélasse de canne à sucre**

C'est le sous produit de fabrication ou de raffinage du sucre à partir de la canne à sucre. sa teneur en sucre totaux est supérieure à 46%. elle présente une humidité de 27% et une teneur en matière sèche supérieure à 79,5°Brix. son pH varie entre 5 et 6 (Larpent et Larpent, 1985 ; Curtin, 1983).

#### **I.2.2 Mélasse de betterave sucrière**

C'est le sous produit de fabrication ou de raffinage du sucre à partir de sucre de la betterave sucrière. sa teneur en sucre totaux est supérieure à 48%, sa teneur en matière sèche est inférieure 79°Brix et son pH varie entre 6 et 8 (Larpent et Larpent, 1985 et Curtin, 1983).

#### **I.2.3 Mélasse de raffinerie**

c'est un sous produit constitué par le résidu sirupeux obtenu lors de raffinage de sucre roux provenant de betterave ou de canne à sucre, ou la teneur en sucre totaux est comprise entre 50 et 58%, le pH varie entre 5 et 6 (Dubourg, 1972).

### **I.3 Composition biochimique de mélasse**

La composition exacte de la **mélasse** est difficile à prévoir. La composition de la **mélasse** est influencée par le sol, les conditions climatiques, la variété et la maturation de la canne à sucre et la betterave, les conditions du processus de fabrication et les variables de stockage (Curtin, 1983).

La composition moyenne de la **mélasse** est indiquée dans les tableaux suivants : I, II et III

**Tableau I** : la composition moyenne de la **mélasse** (Larpent et Larpent, 1985 et Olbrich, 2006)

Les composants (%)	Mélasse de canne		Mélasse de betterave	
	Selon Larpent	Selon Olbrich	Selon Larpent	Selon Olbrich
Matières sèche (°Brix)	80(78-86)	80	80(75-82)	83,5
Sucre totaux	54 (45-60)	62	47 (44-52)	53
Sucre réducteurs	19	15	2	ND
Saccharose	35	32	45	51
Non sucre organique	14	10	20	19
Cendre	12	8	10	11,5
Azote	0,5	0,5	2	1,6
Gomme	0,5 (0,4-5,0)	ND	Néant	ND

ND : (Non Déterminés).

**Tableau II** : teneur moyenne de **mélasse** en vitamine (Curtin, 1983).

Vitamines (mg/kg)	Mélasse de canne	Mélasse de betterave
Biotine (B8)	0,36	0,46
Choline (B7)	745,0	716
Acide pantothénique(B5)	21	05
Riboflavine(B2)	1,8	1,4
Thiamine (B1)	0,9	ND
Inositol	06	ND
Niacine (B3)	800	ND
Pyridoxine (B6)	05	ND

ND : (Non Déterminés).

Tableau III : composition moyenne de la **mélasse** en matière minérale (Caldwell, 1997).

Éléments	Teneur
Calcium (%)	0.57
Chlore (%)	1.19
Magnesium (%)	0.33
Phosphore (%)	0.10
Potassium (%)	3.98
Sodium (%)	0.21
Sulfure (%)	0.86
Cobalt (ppm)	2.45
Cuivre (ppm)	14.0
Fer (ppm)	297
Manganèse (ppm)	28.3
Zinc (ppm)	13.1

#### I.4 Caractéristiques physico-chimique de la mélasse.

##### I.4.1 La densité :

La densité réelle de la **mélasse** est de l'ordre de 1,4 à 1,5, densité supérieure à celle de l'eau (Hugot, 1987).

##### I.4.2 La viscosité :

La viscosité de la **mélasse** augmente rapidement lorsque sa température diminue. La viscosité augmente aussi avec le Brix et aussi avec la proportion d'air emprisonnée sous forme des fines bulles dans la mélasse (Bernard et al, 1991 et Hugot, 1987).

##### I.4.3 La teneur en air :

La **mélasse** contient des bulles d'air, le volume d'air est d'ordre de 15% de volume de la **mélasse** et est plus élevé que la **mélasse** est manipulée et aussi que la **mélasse** est visqueuse (Kulkarni, 1996 et Hugot, 1987).

##### I.4.4 La pureté :

La pureté de la **mélasse** est le rapport exprimé en pourcentage (%) entre le taux de sucre et la matière sèche (Brix) (Larpent et Larpent, 1985).

$$\text{é}(\%) = \frac{\text{é}}{\text{é}} \frac{h}{\text{é}} \frac{(\ )}{h (\ )} \times 100$$

### I.4.5 Le Brix :

Le Brix est la concentration en matières sèches dissoutes (saccharose, réducteurs, acides, sels, etc.). En conséquence, un indice Brix pour la **mélasse** différera souvent nettement du sucre réel ou du contenu de solide total. La mesure du Brix d'une solution sucrée, exprimée en °Brix, est obtenue par une lecture de l'indice de réfraction de la solution (**Benne, 1999 ; Caldwell D., 1997 et Curtin, 1983**).

$$(\%) = \frac{é \quad é \quad é h ( )}{é \quad ( )} \times 100$$

### I.5 La qualité microbiologique de la mélasse

Les rapports concernant les genres et l'ampleur de la flore microbienne dans la **mélasse** sont tout à fait divergents. La **mélasse** contient 29 à 500 millions de germes par gramme, alors que la **mélasse** de betterave contient environ 10.000 à 5 millions de micro-organismes par gramme. Seulement les germes qui se multiplient pendant le stockage de la **mélasse** méritent l'attention particulière.

Le développement de ces micro-organismes est relié à la perte de sucre et de matériaux azotés organiques et à la production de divers métabolites peu désirés.

L'invertase des levures a donné une augmentation de la teneur en sucre inverti de la **mélasse**, avec une perte environ de 4% du sucre présent (**Olbrich H., 2006**).

Tableau IV : la flore microbienne de la **mélasse** (**Anonyme 2, 2011**).

La flore microbienne	Critère microbiologique
Flore Aérobie Mésophile	< 500 000
Coliformes totaux	< 10 000
Levures	< 5 000
Moisissures	< 5 000
Salmonelles	Absence dans 25gramme

## I.6 Valorisation de la mélasse :

L'intérêt de la **mélasse** réside dans sa teneur en sucre résiduel et sa valeur énergétique ; elle est utilisée en alimentation animale, pour la production d'alcool, ou comme substrat nutritif pour la production de levures de boulangerie, d'acides aminés ou de protéines et d'acides organiques (Courteau, 2005 et CE, 2004).

Une petite fraction de la **mélasse** se retrouve sur les tablettes des super marchés pour la consommation humaine (Arzate, 2005).

### I.6.1 Alimentation animale :

La **mélasse** est utilisée de différentes manières dans l'alimentation animale. Dans le cas des bétail elle peut être employée comme lèchement pour stimuler l'appétit et l'état des animaux en plus de fournir l'hydrate de carbone, comme ingrédient des rations mélangées pour laiterie, entretien, ou engraissement, pour son hydrate de carbone et goût, comme alimentation d'entretien d'hiver ou ration de soulagement de sécheresse.

Les utilisations principales de la **mélasse** avec des moutons, comme un constituant de ration d'entretien d'hiver qui améliorera l'état des brebis et des agneaux et aussi la qualité des laines (Cleasby, 1963).

### I.6.2 Production d'alcool éthylique :

L'éthanol (alcool éthylique) est un liquide inflammable, insipide, sans couleur et légèrement toxique. L'éthanol est généralement obtenu par une conversion microbologique des sucres et fermentescibles de la **mélasse** (Diop et al, 2006).

La production d'alcool dans les distilleries est basée sur la **mélasse** (Fahrasmane et Parfait, 2011), constitue une industrie importante, une tonne d'alcool éthylique peut être produite à partir d'environ de 3,5 à 4 tonnes de **mélasse** (Sanogo, 2005).

### I.6.3 Production de levure de boulangerie :

La **mélasse** est aussi utilisée pour la production de levures de boulangerie ou comme substitut pour la production de levures (Novak, 2004).

La levure de boulangerie, *Saccharomyces Cerevisia*, est multipliée en levurerie dans des cuves contenant de la **mélasse** de sucrerie, des éléments azotés et des minéraux, en milieu fortement oxygéné. (Le Blanc, 2008), les levures utilisent les sucres de la **mélasse** comme source principale de carbone et par conséquent d'énergie (Benaouida, 2008).

### I.6.4 Production d'acide citrique :

Le substrat le plus utilisé industriellement par *Aspergillus Niger* pour la production de l'acide citrique est la **mélasse** de la betterave (Siboukeur et al., 2008 et Wang, 1998).

### I.6.5 Production de vinasse :

Après fermentation, la **mélasse** de betterave donne naissance à un autre coproduit qui est la vinasse de **mélasse**. Les vinasses sont des résidus de la distillation de la **mélasse** lors de la fabrication d'alcool. Elles ont longtemps été considérées comme des déchets polluants à éliminer. Cependant, elles sont valorisables en agriculture surtout sous forme concentré (Courteau, 2005).

### I.6.6 Autres utilisation de la mélasse :

#### ❖ Production de lysine et d'acide glutamique :

La **mélasse** de canne à sucre est substrat de culture qui a permis d'obtenir des acides aminés essentiels parmi eux la lysine par les *Corynebacterium* (J.O.G.D.L, 1989).

L'acide glutamique est un acide aminé très employé en industrie agro-alimentaire et en pharmacie. Sa production se fait industriellement par fermentation sur **mélasse** de canne ou de betterave, substituée de glucose, pour son rendement le plus élevé. Les microorganismes utilisés appartiennent au genre *Corynebacterium* : *Corynebacterium glutamicum* (Moll, 1998)

#### ❖ Production d'acide lactique :

Les bactéries lactiques exigent des aliments complexes, comme la **mélasse**, dont elles fermentent les sucres en acide lactique. La souche utilisée est homofermentaire : *Lactobacillus delbrukii* avec un rendement de 90% de sucre utilisé (Sauer et al., 2008).

#### ❖ Production de vitamines

La vitamine cyanocobalamine B<sub>12</sub> et la  $\beta$ -carotène (précurseur de la vitamine A) sont produites par fermentation à partir de la **mélasse** avec un rendement de 0,45% et 1% respectivement (Moll, 1998).

#### ❖ Sucraterie

La sucraterie, qui a pour but d'extraire le sucre resté dans la **mélasse** (Desrochers, 2005), d'une pureté inférieure à 76% peut se faire au moyen d'oxydes d'alcalino-terreux (la chaux). Par filtration on obtient la séparation du précipité et des non sucres en solution (J.O.C.E, 1975).



*Chapitre II :*  
*Stockage et Dégradation de la Melasse*

ée dans des réservoirs cylindriques en acier dont la capacité est de l'intervalle de 2000 à 4000 m<sup>2</sup>.

Le réservoir de stockage est nécessairement équipé des accessoires suivants :

- ✓ Des tuyaux d'entrée et de sortie ;
- ✓ Valve de lavage ;
- ✓ Des sondes de thermomètre pour observer les températures à différents niveaux de réservoir ;
- ✓ Indicateur de niveau et l'échelle ;

(Kulkarni, 1996).

La **mélasse** stockée doit être dans certaine gamme de critères, qui sont indique dans le tableau suivant :

**Tableau V** : gamme de critères de stockage de la **mélasse**(Olbrich, 2006 et Kulkarni, 1996).

critères	Gamme
Teneur en eau(%)	15-20
Brix (°Brix)	81-85
PH	4.5-6.5
Température de stockage (°C)	30-40
Durée de stockage	Jusqu'à 12 mois

Selon **Kulkarni**, la **mélasse** au cours de stockage subi un changement de sa composition, ce changement est causée par une décomposition lente due aux réactions chimiques ayant lieu dans la **mélasse**.

**Tableau VI** : changement de composition de la **mélasse** stockée.

Composant	changement	valeur
Polarisation	Perte	18,46%
Saccharose	Perte	18,71%
Sucre inverti	Perte	15,2%
Matière sèche	Perte	3%
Couleur	Augmentation	-
Non sucre organique	Augmentation	13%

Cette détérioration de la **mélasse** stockée est accompagnée d'élévation de la température, formation de la mousse et abaissement de pH (**Olbrich, 2006**).

## II.2. Dégradation de la mélasse

Selon les théories actuelles de la décomposition de la **mélasse** qui se produisent pendant le stockage, la cause des changements de la composition de la mélasse due principalement à des réactions chimiques.

La théorie est basée sur une décomposition accompagnée de la formation de la mousse avec la production de l'anhydride carbonique représente une suite de la réaction entre les sucres réducteurs dans la **mélasse** et les substances organiques instable (Olbrich H., 2006).

### II.2.1. Définition de saccharose

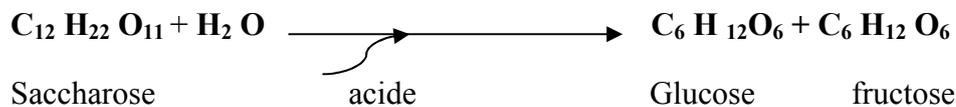
Le saccharose est répondu dans les plantes vertes, extrait industriellement de la betterave et de la canne à sucre.

La formule brute  $C_{12}H_{22}O_{11}$  (masse moléculaire : 342g/mole) ; il est un diholoside constitué par une molécule de glucose et une molécule de fructose (Clément, 1978).

### II.2.2. La dégradation chimique

#### II.2.2.1.L' Hydrolyse acide forte

L'hydrolyse de saccharose en présence d'un acide provoque la transformation de saccharose en mélange équimolaire de glucose et de fructose.



Ce mélange produit est «*le sucre inverti* » ou «*inverti*» et on parle de phénomène d'*inversion* de saccharose. Cette inversion n'est pas réversible (Colonna, 2006).

#### II.2.2.2. L' Hydrolyse acide faible

En milieu acide, la molécule de saccharose se décompose par hydrolyse en D-glucose et D-fructose (Elie, 2009).

La décomposition des hexoses se produit par la perte de molécule d'eau et la formation d'hydroxymethyl-furfural.

#### II.2.2.3. La décomposition alcaline

En milieu alcalin, la décomposition de saccharose débute par une étape de rupture de la liaison glycosidique et forme de D-glucose et D-fructose. La décomposition dépend des conditions réactionnelles.

Pour des faibles teneurs en base, les monosaccharides tels que le D-glucose se transforment en d'autres monosaccharides (D-fructose, D-mannose,...).

Pour des fortes teneurs en base, les monosaccharides se réarrangent en des chaînes ramifiées pour former des acides pouvant aboutir à la formation d'acide lactique (Mathlouthi, 2003).

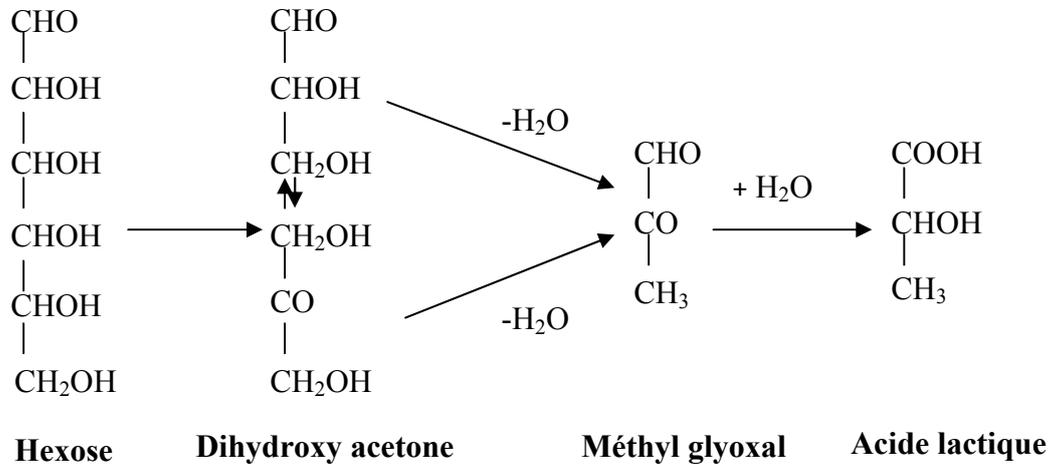
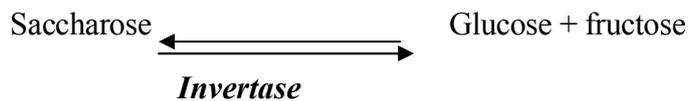


Figure 1 : Décomposition des hexoses en acide lactique (Mathlouthi, 2003).

### II.2.2.4.L' hydrolyse enzymatique

Le saccharose est hydrolysé facilement sous l'action de l'enzyme «*invertase*» des levures «*Saccharomyces Cerevisia*». Cette enzyme hydrolyse la molécule de saccharose en D-glucose et D-fructose avec une efficacité d'hydrolyse presque de 100%.



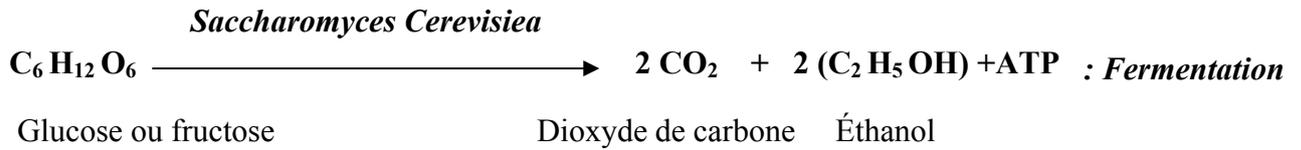
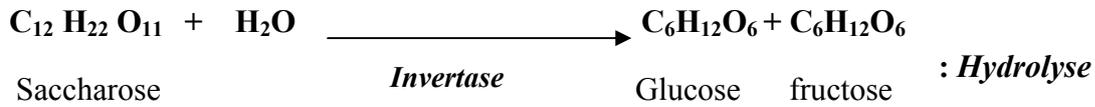
(Touitou ,2005).

Tableau VII : Les éléments de l'hydrolyse enzymatique

éléments	Conditions
Substrat	Saccharose
Enzyme	invertase
Température optimale	55°C
pH optimal	4,5
Durée de la réaction (solution de 70% de saccharose)	48 à 72 heures

### II.2.3. La fermentation

Le saccharose est fermentescible, il est d'abord hydrolysé par l'*invertase* en glucose et en fructose, en absence d'oxygène, il sert de substrat aux microorganismes qui vont produire une grande variété de produits organiques dont l'alcool éthylique.



La fermentation de sucre contenu dans la mélasse se réalise par des types de levure : *Saccharomyces Cerevisia*.

Selon les microorganismes utilisés pour fermenter le saccharose les produits obtenus sont différents (Anonyme 3 ,2008).

**Tableau VIII** : les micro-organismes utilisés au cours de la fermentation et les produits obtenus (Bernard et al., 1991).

Produits	Micro-organismes
Acide acétique et vinaigre	<i>Acetobacter aceti</i>
Acide lactique	<i>Lactobacillus delbruckii</i>
Acide citrique	<i>Aspergillus niger</i>
Levures de boulangerie	<i>Saccharomyces Cerevisia</i>
Levures alsaciennes	<i>Torulopsis utilis</i>
Acétone	<i>Clostridium acetobutolycum</i>

## II.2.4. Le brunissement non enzymatique

### II.2.4.1. La caramélisation

La caramélisation est une dégradation thermique, elle ne fait intervenir que le sucre réducteur. Le caramel s'obtient lorsqu'on chauffe le saccharose à une température au de-là de son point de fusion (**Ruffian-Henares et al.,2009**).

#### ➤ Les étapes de caramélisation

La réaction de caramélisation de saccharose débute par une dissociation du disaccharide en glucose suivi d'une recombinaison variant en fonction du traitement thermique ou de l'acidité (**Mathlouthi, 2003**).

**La première étape** : les deux hexoses obtenus de l'hydrolyse de saccharose subissent des réactions de dégradation non spécifique qui dépendent du pH.

En milieu alcalin : la dégradation des oses conduit à la fermentation de pyruvaldhyde et l'acide lactique.

En milieu acide : la dégradation des sucres par énolisation et vite suivi d'élimination d'eau et de cyclisation conduisant à trois intermédiaires volatils importants : 5-hydroxyméthyl-furfural (5 HMF), le 2 (-2-hydroxyacétyl-furane) et le maltol (**Fig.3**) (**Mathlouthi et Rogé,2004**).

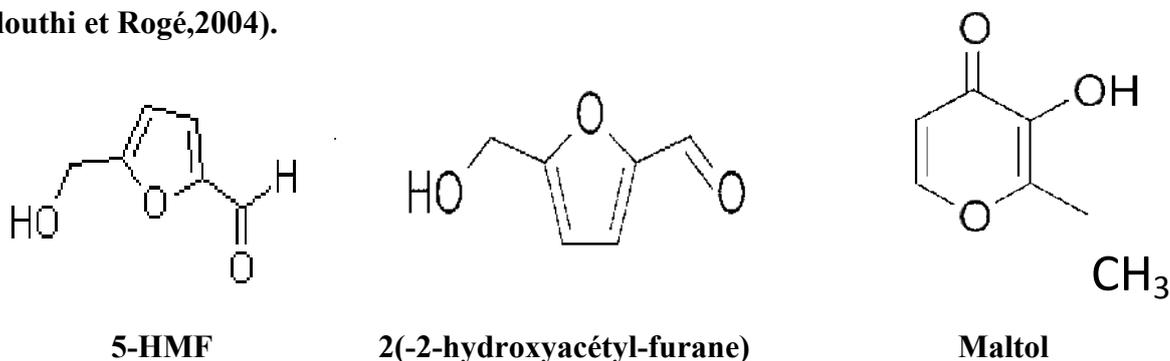


Figure 2 : les principaux composés volatils produits par l'énolisation des

**La deuxième étape** : la réaction de condensation et de polymérisation sont plus spécifique. la perte de deux molécules d'eau avec cyclisation, donne à partir du saccharose, les dianhydrides de fructose(DAF) constituants majeurs de la fraction insoluble du caramel. De nombreux isomère des cycles (pyranose, furanose) et de configuration acétalique en équilibre, se trouvent dans le DAF, le plus abondant (35%) est représenté dans la figure 4 (**Mathlouthi et Rogé,2004**).

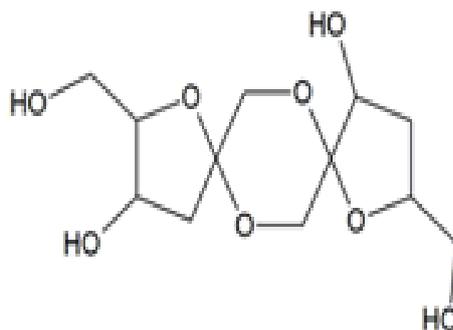


Figure 3 : 2- $\alpha$ -D-fructose- $\beta$ -D-fructofuranose 1, 2', 2, 1'dianlydrides.

**La troisième étape** : les molécules de DAF se condensent avec des oses (D-glucose ou D-fructose) pour donner des DAF glucosidiques jusqu'à des octasaccharides. La caramélisation de glucose tend plutôt à donner des produits de réversion (glucobiose comme l'isomaltose, cellulobiose) (Mathlouthi et Rogé, 2004).

#### II.2.4.2. Effet thermique

Le chauffage rapide du cristal de saccharose au delà de 140 °C s'accompagne de différents changements de coloration.

Entre 140 °C et 160 °C : si les cristaux sont exposés de manière prolongée, le cristal blanc se colore en jaune.

Entre 160 °C et 190 °C : les cristaux se fusionnent en formant un sirop de couleur brun-jaune.

Vers 200 °C : se qui caractérise le plus cette étape est l'apparition de composés volatiles accompagnés d'une couleur brune (Mathlouthi, 2003).

#### II.2.4.3 Réaction de Maillard

La réaction de Maillard est l'ensemble des interactions résultant de la réaction initial entre un sucre réducteur et un groupement  $\alpha$ -aminé. Ses étapes sont complexes et aboutissent à la formation de composés carbonylés très réactifs (furfural, réductone) ainsi que des mélanoidines (pigments bruns ou noirs instables).

La réaction de Maillard se compose de trois étapes :

La première étape conduit à la formation réversible de glycosylamines qui se réarrangent selon le réarrangement d'Amadori ou de Heyns.

La seconde étape correspond à la dégradation des produits des réarrangements d'Amadori et de Heyns. Elle conduit notamment à la formation des composés hétérocycliques responsables des odeurs.

La troisième étape correspond à la polymérisation d'intermédiaires réactionnels produit lors de la deuxième étape. Elle produit des mélanoidines (**Fig 4**).

La température, le temps de réaction, la teneur en eau ainsi que la concentration et la nature de précurseurs influencent la réaction de Maillard (**Machiels et Istassel, 2002 et Ledl et Schleicher, 2003**).

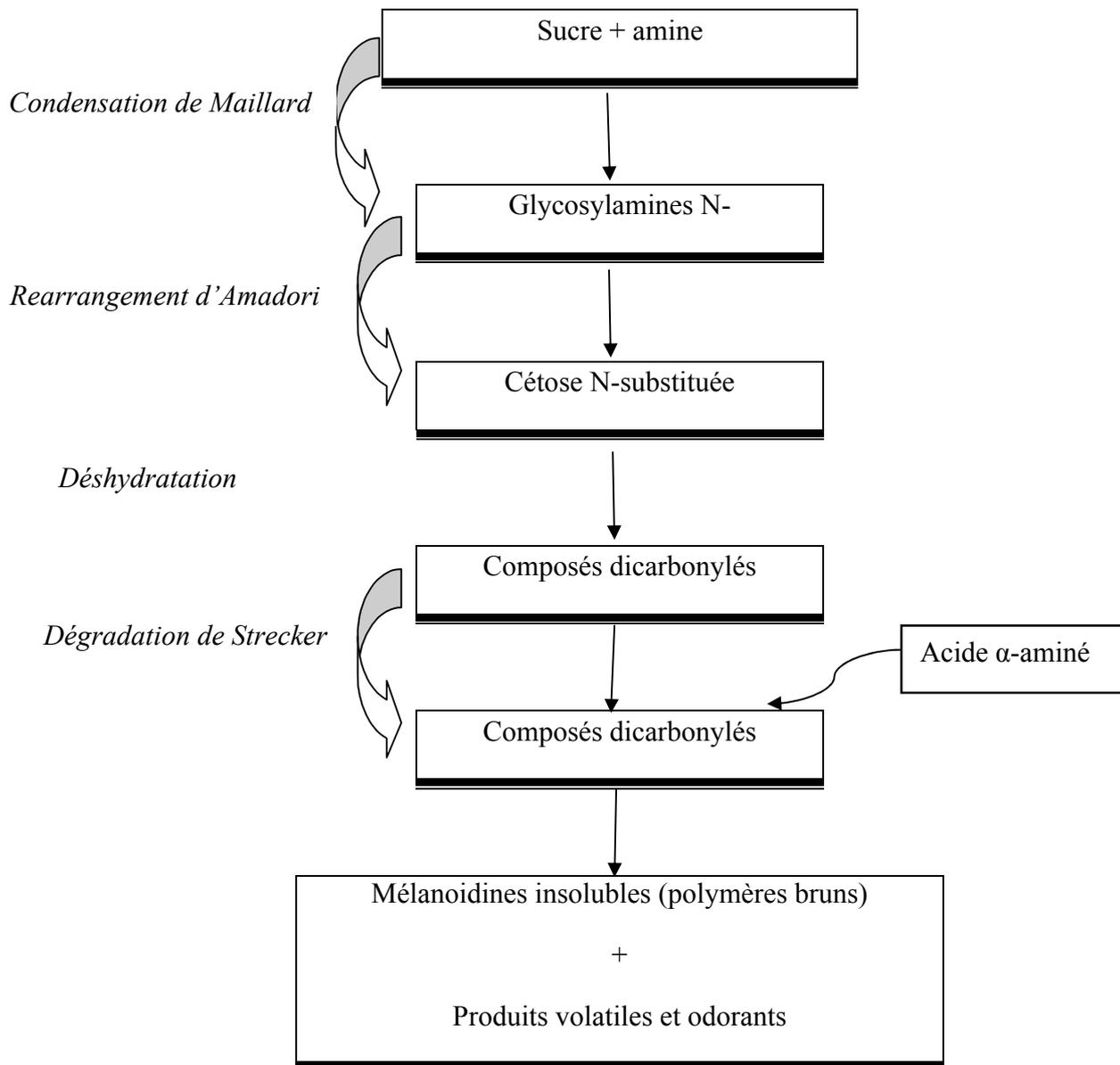


Figure 3 : la réaction de Maillard (Machiels et Istassel, 2002 et Ledl et Schleicher, 2003).

*Chapitre IV*  
*Materiels et méthodes*



### III.2 Intérêt du travail

Afin de mieux comprendre le phénomène de dégradation de la **mélasse** et l'effet de l'ajout de la soude caustique, on a suivi l'évolution de certains paramètres à savoir le Brix, la polarisation et le pH à deux températures différentes : température 60C° et température 23 C° à l'intervalle de 37 jours.

### III.3 Prélèvement de l'échantillon

Le prélèvement de l'échantillon est effectué au niveau de bac de stockage T2 après recirculation de la **mélasse**.

### III.4 Paramètres étudiés

L'échantillon précédemment cité a subi quelques analyses physico-chimiques selon des méthodes normalisées. Nous présentons de façon schématique (figure5), les échantillons préparés ainsi que les paramètres visés.

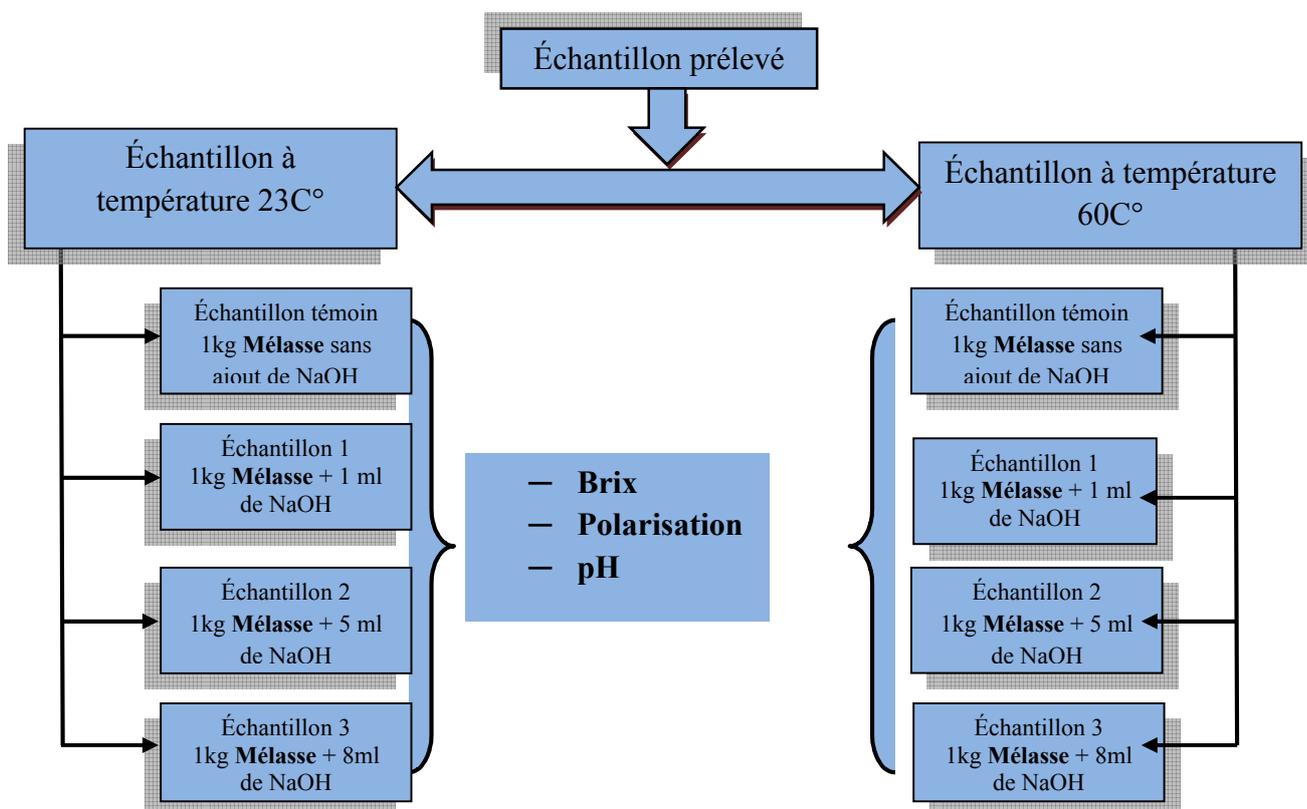


Figure 6 : Les échantillons préparés et les paramètres à analyser.

### III.5 Méthodes d'analyse

Le matériel utilisé pour les analyses est rassemblé dans le tableau 9.

**Tableau IX :** Appareillages et matériels et leurs marques.

N°	Appareillages et matériels	Type
01	Réfractomètre	RFM340
02	Diluteur automatique mené d'une balance de précision	REI ACCULAB
03	Polarimètre	POLASER-S
04	pH-mètre	HANNA instruments
05	Ordinateur mené du logiciel « CLEOPATRE »	/
06	Étuve	Memmert 500
07	agitateur	Ficher scientifique

#### III.5.1 Détermination du Brix (ICUMSA, 1998)

##### ❖ Principe

La détermination de la teneur massique en matière sèche des produits sucriers est réalisée par mesure de l'indice de réfraction au moyen d'un réfractomètre thermostaté à 20°C.

##### ❖ Mode opératoire

- Peser dans un pot 20g ±5 g de l'échantillon à analyser à l'aide d'une balance de précision ;
- Effectuer une dilution de 10 (p/p) à l'aide d'un diluteur automatique et porter à l'agitation jusqu'à dissolution et homogénéisation du produit ;
- Verser une quantité de la solution préparée dans le réfractomètre et lire la valeur chiffrée.

##### ❖ Expression des résultats

$$\text{Brix (\%)} = \text{Lecture au réfractomètre} \times \text{dilution}$$

### III.5.2 Détermination de la polarisation (ICUMSA, 2009)

#### ❖ Principe

La rotation optique d'une solution du sucre déterminée par polarimétrie, est l'effet produit par sa teneur en saccharose optiquement actif.

#### ❖ Mode opératoire

Après avoir filtré la solution précédemment préparée à l'aide d'un filtre PLISSE, verser un certain volume dans le polarimètre et lire la polarisation à l'échelle de 26g.

#### ❖ Expression des résultats

$$\text{Pol (\%)} = K \times \text{Lecture au réfractomètre} \times \text{dilution}$$

Avec  $K=0,26$

### III.5.3 Détermination de la pureté

La pureté est définie par le rapport entre la teneur en saccharose et la teneur en matière sèche (MS).

$$\text{Pureté (\%)} = (\text{Teneur de saccharose} / \text{Teneur en MS}) \times 100 = (\text{Pol/Brix}) \times 100$$

### III.5.4 Détermination de pH (ICUMSA, 1994)

#### ❖ Principes

Le Principe est la mesure potentiométrique du pH que les électrodes sont normalisées avec des solutions tampon, rincé par de l'eau distillée et immergé dans la solution de mélasse. La lecture est prise après 5min quand le potentiel d'équilibre à travers les électrodes est jugé pour avoir été atteint.

#### ❖ Mode opératoire

- Peser dans un pot 50g  $\pm$ 5 g de l'échantillon à analyser à l'aide d'une balance de précision ;
- Effectuer une dilution de 50 (p/p) à l'aide d'un diluteur automatique et porter à l'agitation jusqu'à dissolution et homogénéisation du produit ;
- Introduire la sonde de pH-mètre à l'intérieur de la solution homogène ;
- Prendre la lecture affichée sur le pH-mètre ;

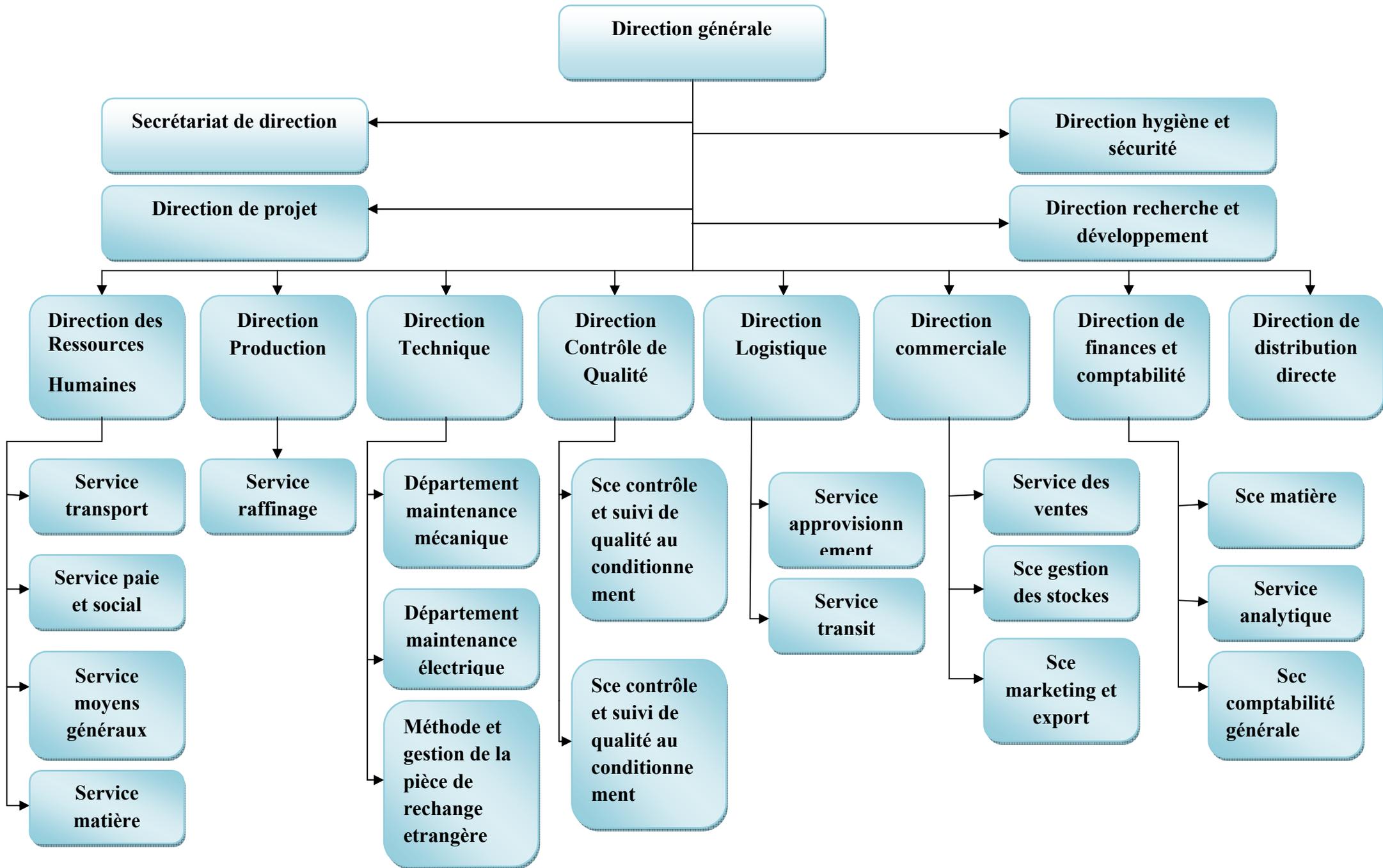


Figure5 : Organigramme du complexe cévital

### III.1 Présentation de l'entreprise :

CEVITAL est le plus grand complexe privée en Algérie, créée en 1998, elle est implantée au sein du port de Bejaia et s'étend sur une superficie de 45000 m<sup>2</sup>.

#### ➤ Activités et mission :

CEVITAL agro est composé de plusieurs unités de production avec différentes capacités, le tableau suivant résume les différentes unités de production et leurs capacités.

Unité	Capacité
Une raffinerie d'huile	570 000 t/an
Une margarinerie	180 000 t/an
Une raffinerie de sucre	2 000 000 t/an
Une unité de sucre liquide	210 000 t (matière sèche/an)
Une unité de conditionnement d'eau minérale Lalla Khedidja	3 000 000 bouteilles/jour
Une unité de productions de boissons rafraichissantes sans alcool Tchina	600 000 bouteilles/heure
Une conserverie de tomates et de confiture de fruits	80 t/jour
Des silos portuaires	182 000 tonnes

#### III.1.1 Recherche et développement :

CEVITAL dispose d'une direction de recherche et développement qu'a été mise en place et complétée le 01 mai 2010. Elle est constituée de (13) personnes spécialisées dans :

- ❖ Le développement produits (Margarines, huiles, jus, eaux minérales...).
- ❖ Le développement procès (amélioration des installations, automatisation, extensions...).
- ❖ Le packaging (amélioration de l'existant, innovation...).
- ❖ La gestion des projets (encadrement et structuration des activités de la R&D).

#### ➤ Missions de la R&D

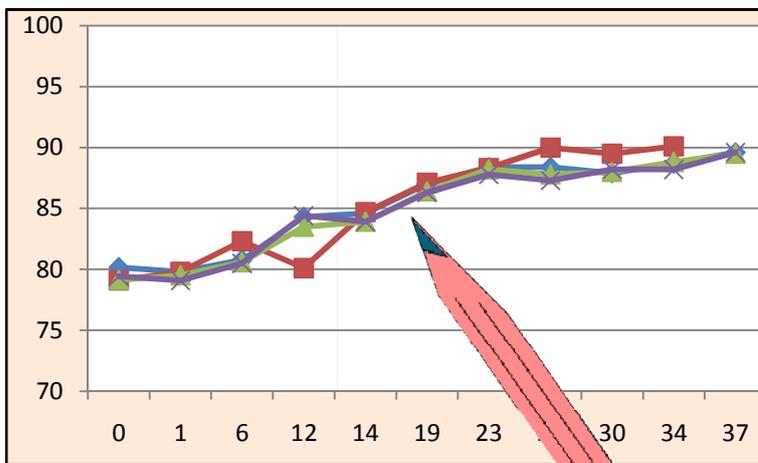
En collaboration avec la production, le service marketing, commercial, finance et d'autres services, la R&D est chargée d'une mission stratégique pour l'entreprise industrielle :

- ❖ Soutenir les développements nouveaux.
- ❖ Contribuer à l'amélioration des produits déjà existants.
- ❖ Être force de proposition pour les nouvelles innovations.

- ❖ Examen des données de marché et organisation de la veille pour déceler les tendances actuelles et futures (marketing).
- ❖ Amélioration des processus industriels.
- ❖ Études et engineering.
- ❖ Transfert vers l'industrialisation et accompagnement.
- ❖ Gestion de projet industriels et de R&D dans le respect du QCD.
- ❖ Renforcement des partenariats avec Clients et Fournisseurs.
- ❖ Pilotage du portefeuille des projets.

### **III.1.2 Organigramme**

Les différentes directions et services de «CEVITAL», sont schématisés dans l'organigramme suivant.



*Chapitre V:*  
*Résultats et discussion*

### IV.1. Effet de la soude caustique et la température sur les échantillons de la mélasse au cours du stockage

#### IV.1.1. L'effet sur le Brix

Les résultats obtenus pour le Brix des différents échantillons de la mélasse a température 60C° et 23C° sont rassemblés dans les tableaux I et II, annexe 1 sont exploitées pour schématiser les figures 1 et2.

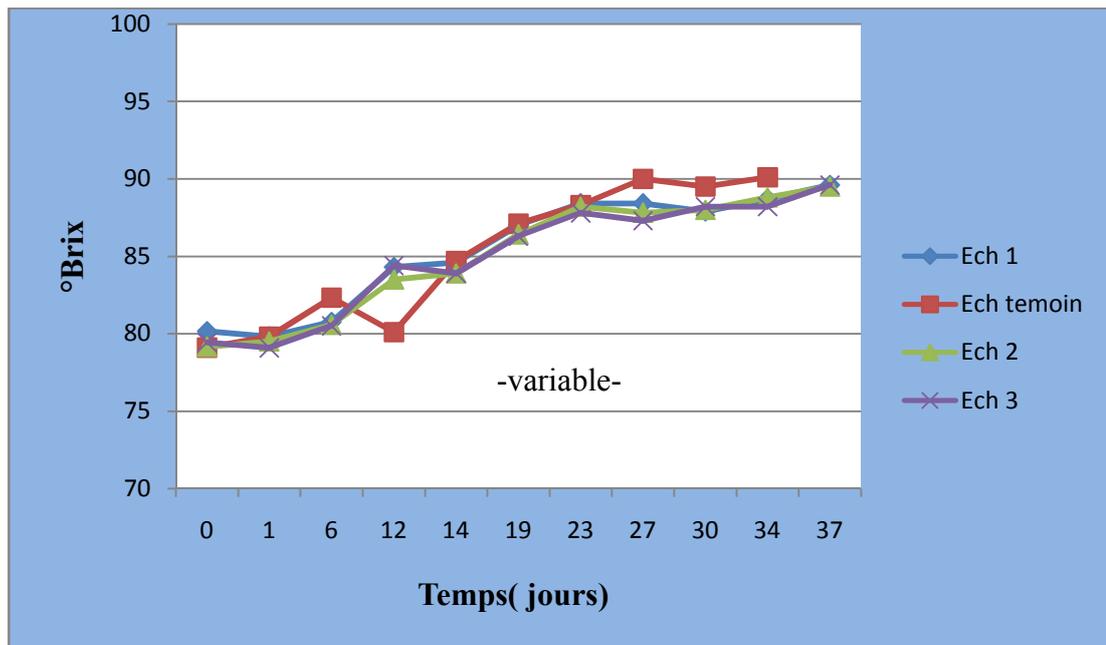


Figure 1 : Évolution du Brix des différents échantillons de la mélasse à température 60C°

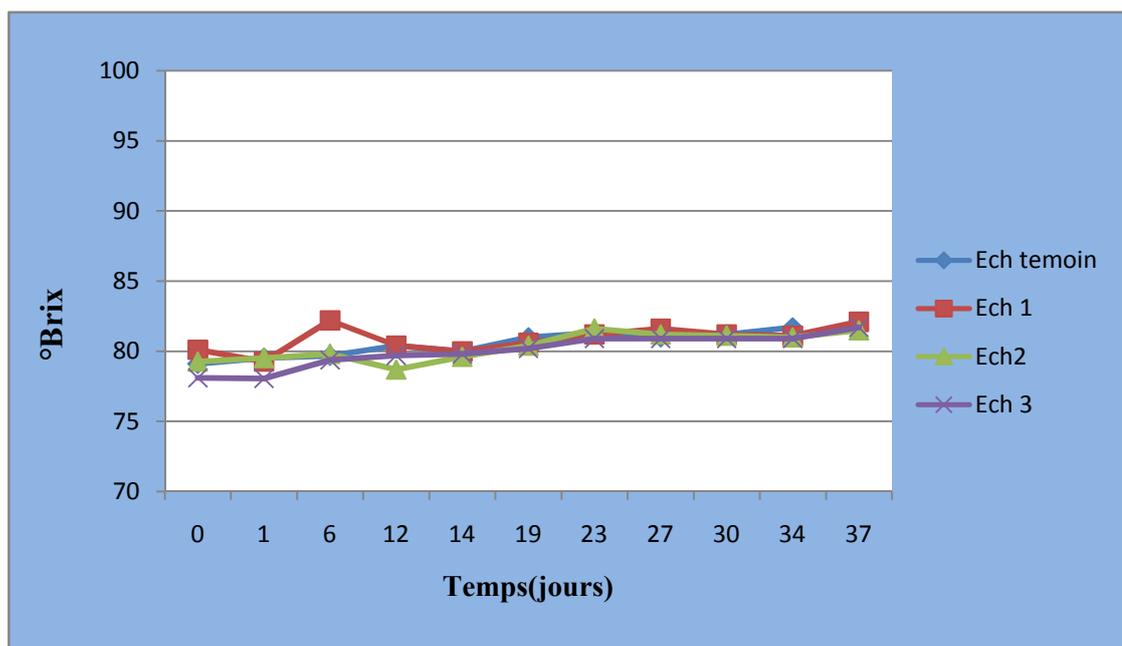


Figure 2 : Évolution du Brix des différents échantillons de la mélasse à température 23C°

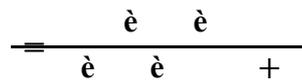
On remarque une grande stabilité du paramètre Brix à température 23C° entre les différents échantillons qui se traduit par un  $\Delta_{\text{Brix}} \approx 2$ .

A température 60C° on remarque une grande variation du Brix durant la période de stockage. Cette variation est nettement visible pour un  $\Delta_{\text{Brix}} \approx 10$  et significative.

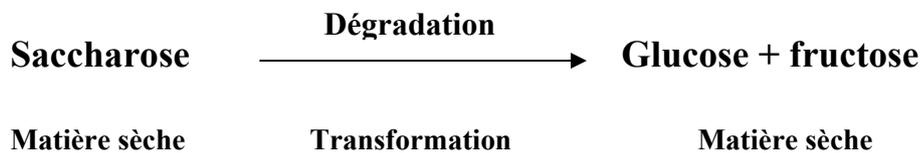
L'augmentation du Brix est très rapide pour une période de 37 jours, elle est négative de point de vu qualité de produit ; qui se traduit par :

- ✓ La diminution de la fluidité de la mélasse ainsi des complications sur le transport.
- ✓ Colmatage des conduites.
- ✓ Nécessite un chauffage par la vapeur et puis des frais en plus.
- ✓ Non-conformité du produit de point de vu commercialisation.

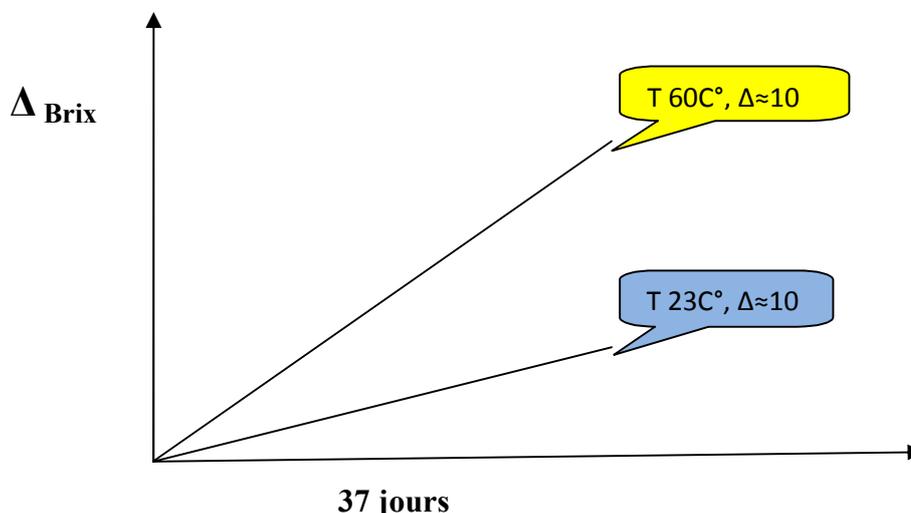
Cette augmentation importante du Brix est du aux taux d'évaporation d'eau qui est très important sous l'effet de la température élevée.



L'effet de l'ajout de soude sur ce paramètre (Brix) n'est pas visible parceque la dégradation de saccharose ne conduit pas aux pertes importantes de matière sèche.



Il y'a conservation de masse dans la matière sèche, le  $\Delta_{\text{Brix}}$  est du simplement aux pertes d'eau



Ce schéma représente et traduit sensiblement l'effet de la température sur le paramètre Brix durant le stockage de la mélasse. ( $\Delta_{\text{Brix}}$  en fonction du temps).

#### IV.1.2. L'effet sur la Polarisation

Les données présentées dans la figure 3 et 4 sont rassemblées dans les tableaux III et IV, annexe 1, illustrent l'évolution de la polarisation des échantillons de la mélasse à température 60C° et 23C°.

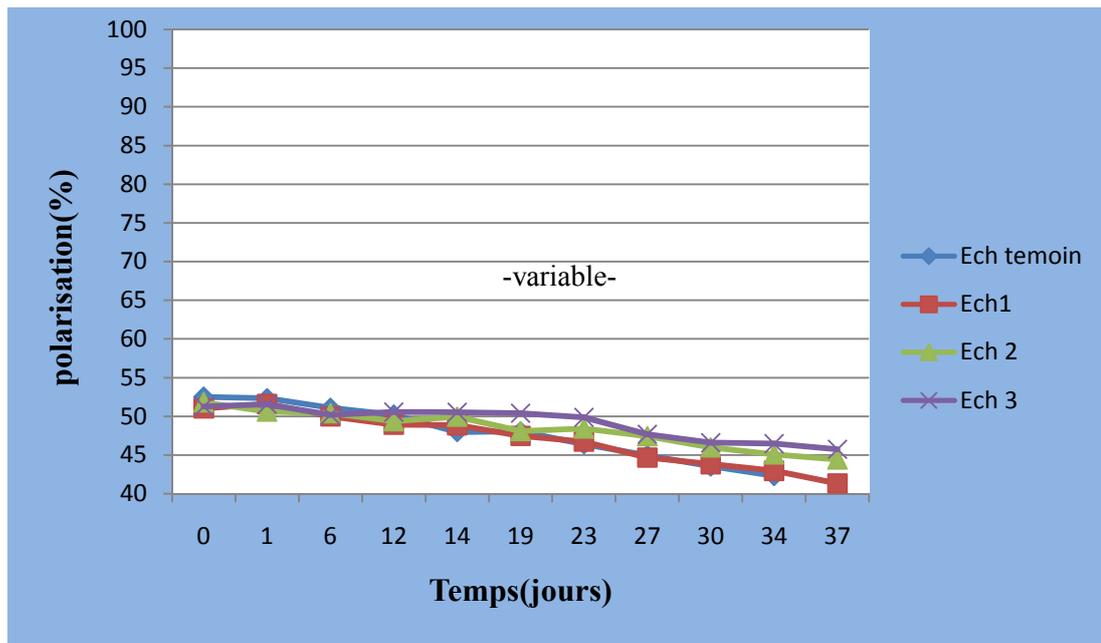
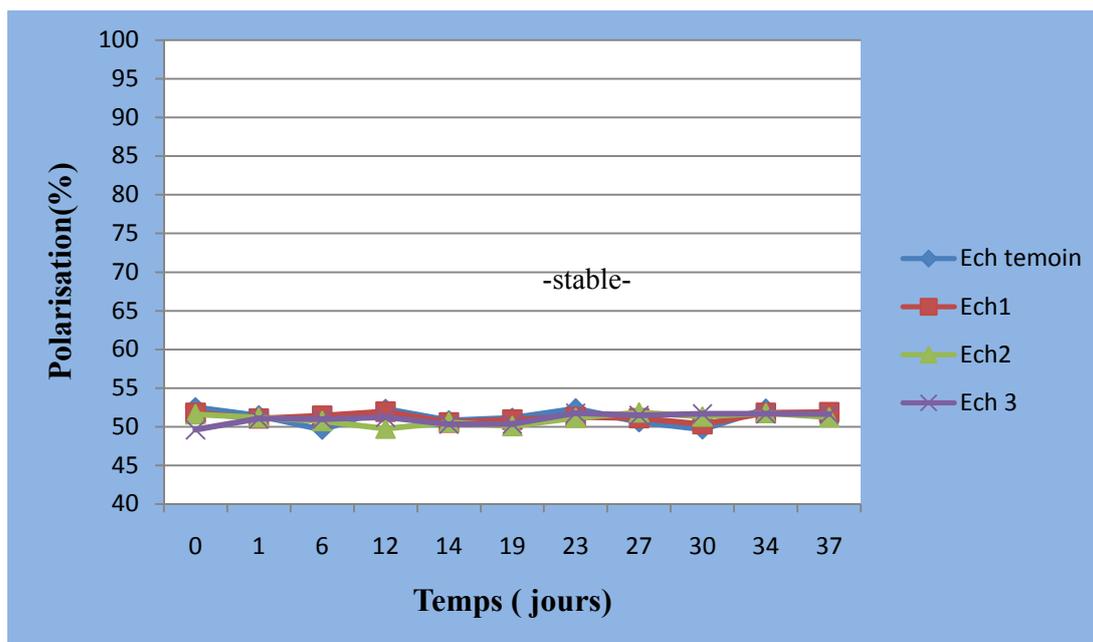


Figure 3 : Évolution de la Polarisation des différents échantillons de la mélasse à température 60C°.



**Figure4 : Évolution de la polarisation des différents échantillons de la mélasse à température 23C°.**

A T 60C°, on remarque que l'échantillon témoin subit une dégradation importante par rapport à d'autres échantillons dont on a ajouté de la soude.

On remarque aussi que la différence entre la polarisation de l'échantillon témoin des premiers jours jusqu'aux derniers jours est approximativement de 10 % et l'écart du paramètre d'un échantillon polarisation à l'autre est suit :

$$\Delta \text{Pol}_{\text{témoin}} \approx 10\%$$

$$\Delta \text{Pol}_{\text{Ech 1}} \approx 10\%$$

$$\Delta \text{Pol}_{\text{Ech 2}} \approx 8\%$$

$$\Delta \text{Pol}_{\text{Ech 3}} \approx 5\%$$

Cet écart est en fonction de la concentration de la soude dans l'échantillon.

Le taux de dégradation est inversement proportionnel au taux de la soude dans l'échantillon.

La vitesse de l'abaissement de la polarisation, diminue à chaque fois que le taux de soude augmente dans l'échantillon mais dans des limites de notre étude ; la [soude]  $\leq$  8/kg de mélasse.

Les pertes en sucre se trouvent réduites de moitié entre l'échantillon témoin l'échantillon 3(8 ml de soude/ kg de mélasse).

À T 23C°, d’après l’analyse du graphe (fig. 4) on remarque une stabilité du paramètre polarisation.

La diminution de la polarisation est proportionnelle à l’augmentation de la température ; lorsqu’on augmente la température de 40C° le taux de dégradation est de 10%.

### IV.1.3. L’effet sur le pH

D’après les tableaux V et VI, annexe 1, la variation des pH des échantillons de la mélasse est montrée sur les figures 5 et 6.

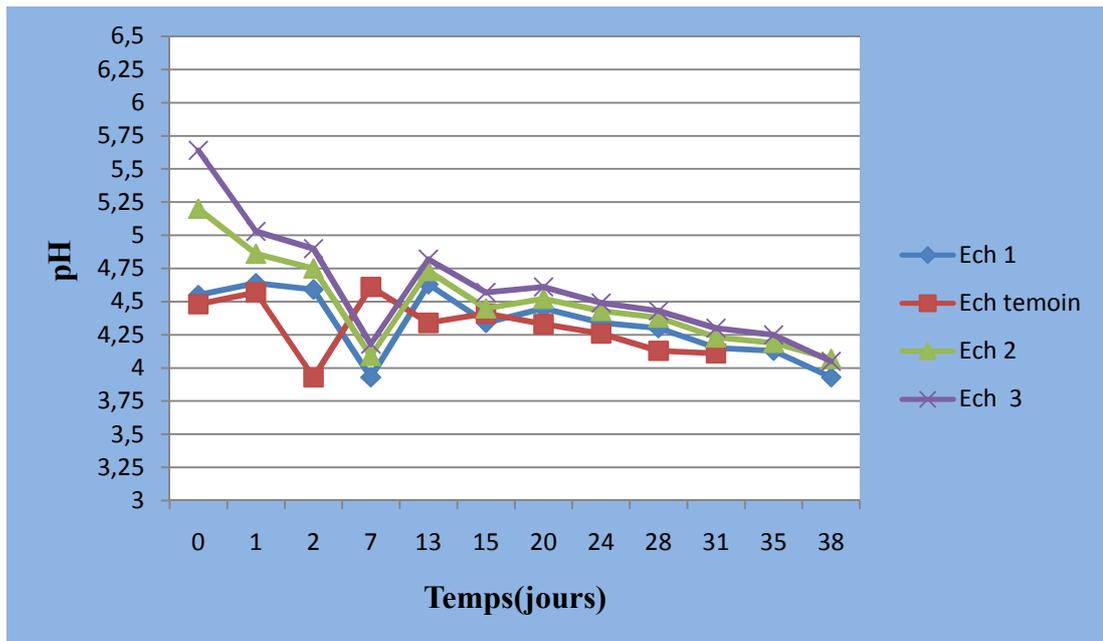


Figure 5 : Évolution du pH des différents échantillons de la mélasse à température 60C°.

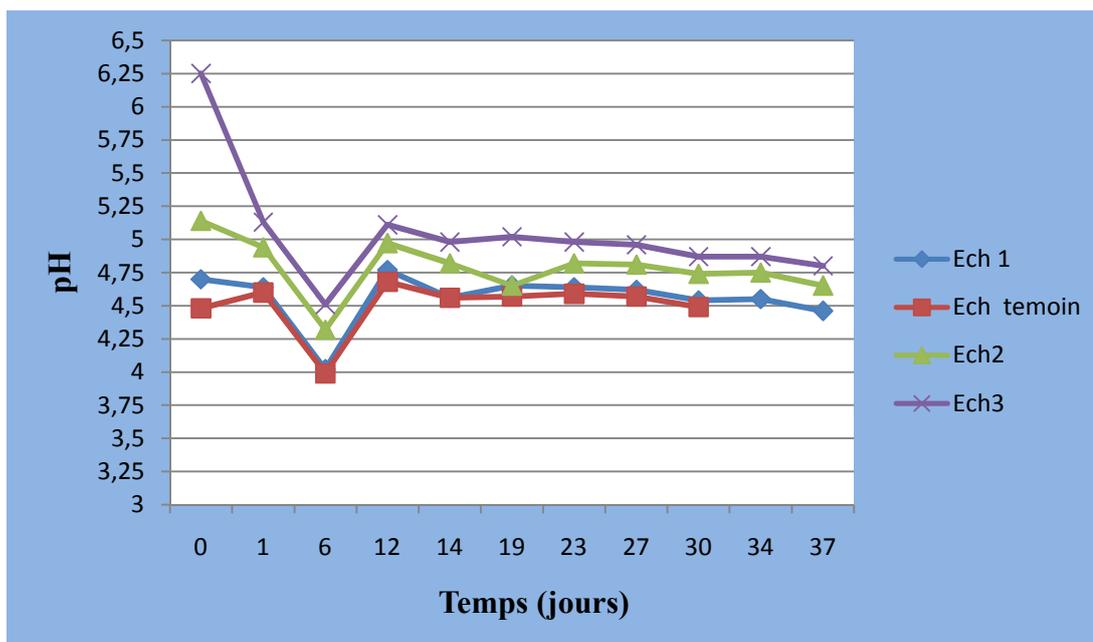


Figure 6 : Évolution du pH des différents échantillons de la mélasse à température 23C°.

A température 60C°, la diminution du pH des échantillons au bout de la durée de l'expérience négligeable, avec des vitesses de cette dernière plus ou moins proches.

D'après le graphe (**Fig. 6**), une stabilité du pH est remarquable à température 23C°.

L'étude du pH est difficile à interpréter parce que le produit mélasse est très complexe, la soude réagit avec d'autres composés dont l'effet de la soude sur le pH se trouve négligeable.

*Conclusion*

## **Conclusion**

La mélasse est un sous produit du raffinage du sucre roux, elle constitue une matière première pour divers industries. Lors de son stockage elle subit des modifications chimiques et se dégrade rapidement conduisant à la réduction de sa qualité ainsi que sa valeur commerciale.

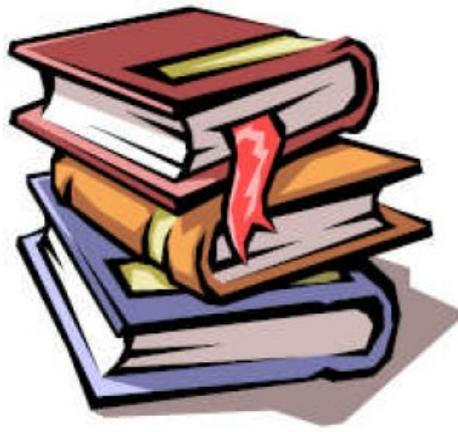
Afin de répondre à cette problématique, nous avons étudié l'effet de la température de stockage et de l'ajout de soude caustique sur la dégradation de la mélasse.

Dans un premier temps, pendant une période de 37 jours nous avons étudié l'effet de l'ajout de soude caustique, les résultats nous ont permis de constater que la soude a un effet stabilisateur de la molécule du saccharose mais à des concentrations faibles déjà définies, par ailleurs le contraire peut se produire si on dépasse les seuils qu'il faut déterminer dans une autre étude.

Deuxièmement, cette étude a permis de constater que le taux de dégradation de la mélasse est proportionnel à la température de stockage.

Les basses températures réduisent la fluidité du produit et les hautes températures conduisent à la dégradation du saccharose allant jusqu'à la perte du produit.

Ce travail a contribué en partie à la compréhension du phénomène de dégradation de la mélasse mais face à la complexité des interactions chimiques et structurales de la mélasse il faut accentuer les études pour déterminer les concentrations limites de soude caustique qu'il faut ajouter pour corriger le pH et la température idéale du stockage.



# *Annexes*

---

## Annexe 1

**Tableau I :** Résultats du Brix (%) échantillons de la mélasse à température 60°C.

date	Temps	Echs à 60°C			
		Ech témoin	Ech 1	Ech 2	Ech 3
06/03/2012	0	79,1	80,16	79,14	79,44
07/03/2012	1	79,8	79,8	79,5	79,08
12/03/2012	6	82,32	80,76	80,58	80,5
18/03/2012	12	80,1	84,3	83,5	84,4
20/03/2012	14	84,7	84,6	83,9	83,9
25/03/2012	19	87,1	87	86,4	86,3
29/03/2012	23	88,3	88,4	88,2	87,8
02/04/2012	27	90	88,4	87,8	87,3
05/04/2012	30	89,5	87,9	88	88,2
09/04/2012	34	90,1	88,7	88,8	88,2
12/04/2012	37		89,6	89,5	89,6
moyenne		85,102	85,42	85,02909091	84,97454545
Ecart-type		4.467019389	3.708541492	3.889816074	3.79780032

**Tableau II :** Résultats du Brix (%) échantillons de la mélasse à température 23°C.

date	Temps	Ech à 23 °C			
		E ch témoin	Ech 1	Ech 2	Ech 3
06/03/2012	0	79,1	80,1	79,26	78,1
07/03/2012	1	79,5	79,26	79,5	78,06
12/03/2012	6	79,68	82,2	79,8	79,38
18/03/2012	12	80,4	80,4	78,7	79,7
20/03/2012	14	80	80	79,6	79,8
25/03/2012	19	81	80,6	80,4	80,2
29/03/2012	23	81,3	81,2	81,6	80,9
02/04/2012	27	81	81,6	81,2	80,9
05/04/2012	30	81,2	81,2	81,1	80,9
09/04/2012	34	81,7	81,1	81	80,9
12/04/2012	37		82,1	81,5	81,7
moyenne		80,488	80,88727273	80,33272727	80,04909091
Ecart-type		0,879454376	0,912020733	1,00448087	1,184545943

**Tableau III :** Résultats de la polarisation (%) des échantillons de la mélasse à température 60°C.

date	Temps	Echs a T 60 °C			
		Ech témoin	Ech 1	Ech 2	Ech 3
06/03/2012	0	52,5	51,03	57,79	51,29
07/03/2012	1	52,34	51,58	50,6	51,57
12/03/2012	6	51,1	50	50,4	50,2
18/03/2012	12	50,19	48,92	49,36	50,55
20/03/2012	14	47,97	48,87	49,96	50,54
25/03/2012	19	48,05	47,48	48,09	50,41
29/03/2012	23	46,42	46,75	48,41	49,88
02/04/2012	27	44,95	44,68	47,44	47,7
05/04/2012	30	43,55	43,83	46	46,6
09/04/2012	34	42,31	42,97	45,1	46,47
12/04/2012	37		41,34	44,43	45,74
moyenne		47,938	47,04090909	48,87090909	49,17727273
Ecart- type		3,612234765	3,426118663	3,624316362	2,120340024

**Tableau IV :** Résultats de la polarisation (%) des échantillons de la mélasse à température 23°C.

date	Temps	Echs à 23 °C			
		Ech témoin	Ech 1	Ech 2	Ech 3
06/03/2012	0	52,5	51,8	51,57	49,59
07/03/2012	1	51,41	51,06	51,18	51,03
12/03/2012	6	49,6	51,43	50,7	50,96
18/03/2012	12	52,3	51,95	49,73	51,2
20/03/2012	14	50,8	50,54	50,54	50,32
25/03/2012	19	51,15	50,91	50,05	50,33
29/03/2012	23	52,31	51,25	51,14	51,76
02/04/2012	27	50,58	51,11	51,83	51,46
05/04/2012	30	49,66	50,32	51,31	51,68
09/04/2012	34	52,27	51,78	51,76	51,66
12/04/2012	37		51,89	51,22	51,62
moyenne		51,258	51,27636364	51,00272727	51,05545455
Ecart- type		1,093717412	0,55209189	0,678588106	0,705667962

**Tableau V** : Résultats du pH des échantillons de la mélasse à température 60°C.

date	Temps	Echs à T 60 °C			
		Ech témoin	Ech 1	Ech 2	Ech 3
05/03/2012	0		4,55	5,2	5,64
06/03/2012	1	4,48	4,64	4,86	5,03
07/03/2012	2	4,57	4,59	4,75	4,9
12/03/2012	7	4,59	4,61	4,09	4,18
18/03/2012	13	4,61	4,63	4,73	4,82
20/03/2012	15	4,34	4,34	4,45	4,57
25/03/2012	20	4,41	4,45	4,52	4,61
29/03/2012	24	4,33	4,34	4,43	4,49
02/04/2012	28	4,26	4,3	4,38	4,43
05/04/2012	31	4,13	4,15	4,23	4,3
09/04/2012	35	4,11	4,13	4,19	4,25
12/04/2012	38		3,93	4,07	4,05
moyenne		4,317	4,331666667	4,427272727	4,511818182
Ecart-type		0,21515111	0,254052011	0,340903434	0,440855745

**Tableau VI** : Résultats du pH des échantillons de la mélasse à température 23°C.

date	Temps	Echs à 23 C°			
		Ech témoin	Ech 1	Ech 2	Ech 3
06/03/2012	0	4,48	4,7	5,14	6,25
07/03/2012	1	4,6	4,64	4,94	5,13
12/03/2012	6	3,99	4,02	4,32	4,51
18/03/2012	12	4,68	4,77	4,97	5,11
20/03/2012	14	4,56	4,56	4,82	4,98
25/03/2012	19	4,57	4,65	4,65	5,02
29/03/2012	23	4,59	4,64	4,82	4,98
02/04/2012	27	4,57	4,62	4,81	4,96
05/04/2012	30	4,49	4,54	4,74	4,87
09/04/2012	34	/	4,55	4,75	4,87
12/04/2012	37	/	4,46	4,65	4,8
moyenne		4,503333333	4,55909091	4,78272727	5,04363636
Ecart-type		0,20137031	0,19755782	0,21052748	0,43442543

## Annexe 2

**Tableau I : Les vitesses d'augmentation de Brix des échantillons de la mélasse à température 60°C.**

Échantillon	Vitesse
témoin	1,41
1(1ml)	1,06
2(5ml)	1,13
3(8ml)	1,09

**Tableau II : Les vitesses d'augmentation de Brix des échantillons de la mélasse à température 23°C.**

Échantillon	Vitesse
témoin	0,28
1(1ml)	0,16
2(5ml)	0,26
3(8ml)	0,34

**Tableau III : Les vitesses de diminution de la polarisation des échantillons de la mélasse à température 60°C.**

Échantillon	Vitesse
témoin	-1,183
1(1ml)	-1,018
2(5ml)	-0,976
3(8ml)	-0,593

**Tableau IV : Les vitesses de diminution de la polarisation des échantillons de la mélasse à température 23°C.**

Échantillon	Vitesse
témoin	-0,054
1(1ml)	-0,008
2(5ml)	-0,065
3(8ml)	0,152

## *Annexe 2*

**Tableau V : Les vitesses de diminution de pH des échantillons de la mélasse à température 60°C.**

Échantillon	vitesse
témoin	-0,053
1(1ml)	-0,078
2(5ml)	-0,075
3(8ml)	-0,099

**Tableau VI : Les vitesses de diminution de pH des échantillons de la mélasse à température 23°C.**

Échantillon	vitesse
témoin	0,017
1(1ml)	-0,002
2(5ml)	-0,02
3(8ml)	-0,068

Annexe 3

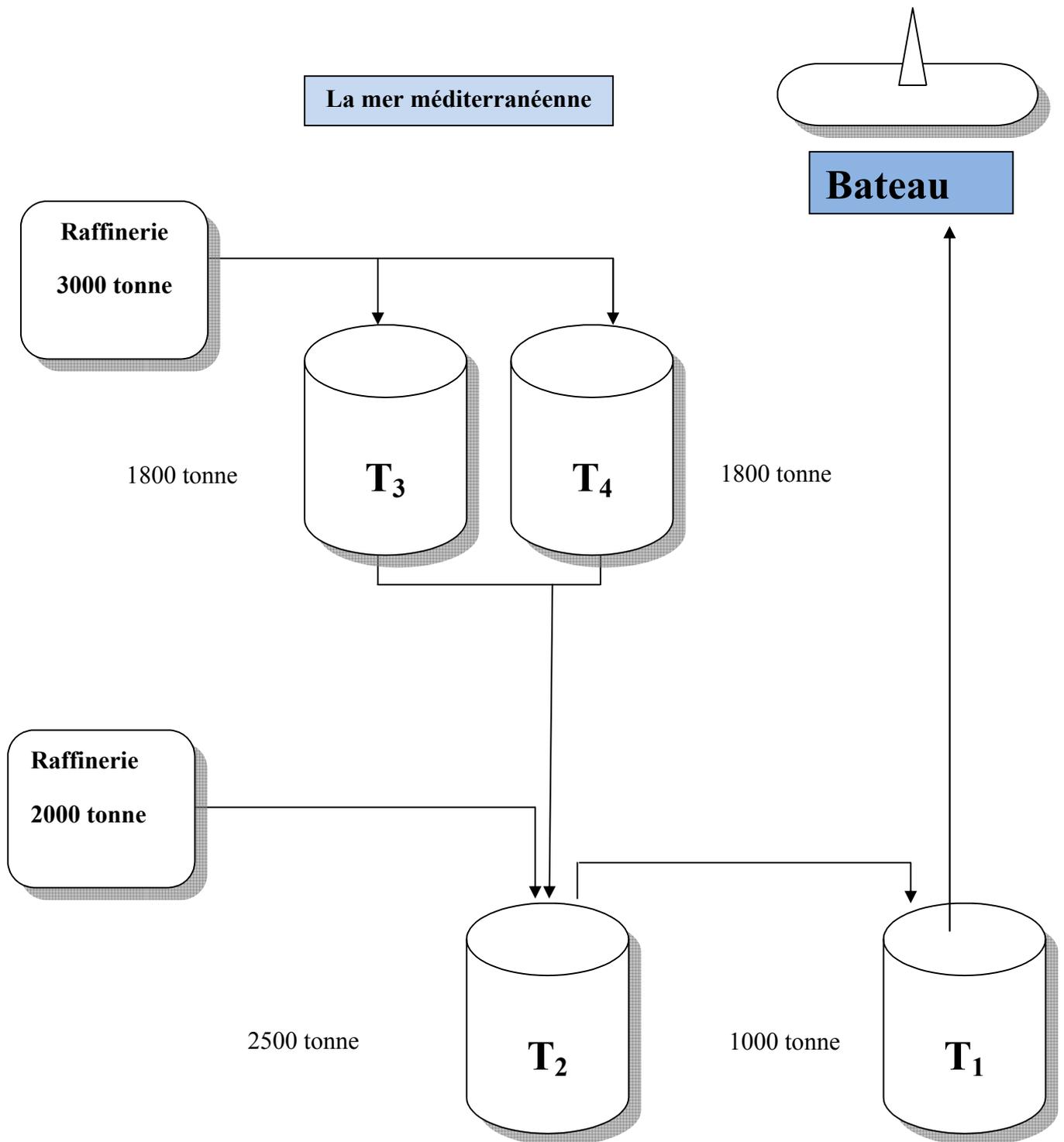


Schéma d'illustration de stockage de la mélasse au niveau de complexe cévital.

# *Références bibliographiques*



## Références bibliographique



- ✓ **Anonyme 1,(2008).** MN-FAS-01, Manuel connaissances générales
- ✓ **Anonyme 2, (2011).** Markal, Mélasse de canne biologique.
- ✓ **Anonyme 3,(2008).**Biotechnologie et production du cidre : Définitions (document professeur).
- ✓ **Arzate A., (2005).** Extraction et raffinage du sucre de canne. Revue de l'ACER (Centre de Recherche, de développement en acériculture).Saint-Nobert-d'Arthabaska.22p.



- ✓ **Benaouida K. (2008).**étude de l'alpha amylase de levure isolées d'un écosystème extrême (sol environnant des sources thermales) et cultivées à base de lactosérum. Thèse de MAGISTERE en Microbiologie Appliquée option Biotechnologie Microbienne. Université Mentouri Constantine.6p.
- ✓ **Benne M. (1999).** les réseaux de neurones pour la modélisation et le contrôle du procédés d'évaporation : expérimentation et application industrielle en sucrerie de canne .thèse de doctorat. Université de la Réunion, 191p.
- ✓ **Boussarsar H. (2008).**Application de traitements thermique et enzymatique de solubilisation et saccharification de la fraction hémicellulosique en vue de la valorisation de la bagasse de canne à sucre. Spécialités Chimie Physique Industrielle - Génie biologique. École Nationale des Ingénieurs de Sfax. 31p.
- ✓ **Bernard M., Chapoutout P., Chatelet M., Gueroult M., Jubert M., Morel d'Arleux F., Taccard M., Mariani M., Tierny M. (1991).** Mélasse de betterave et la canne. Coproduits de la betterave. Comite national des coproduits.



- ✓ **Caldwell D. (1997).** Molasse in feeds. Westway Trading Corporation, Cedar Lake, IN.49p.
- ✓ **Cleasby T.G.,(1963).** The feeding value of molasses. Proceedings of the South Africa Sugar Technologist's Association.14p.
- ✓ **Clément J.M. (1978).** Dictionnaire des industries alimentaires. 191p et 254 p.
- ✓ **Colonna P. (2006).**Fractionnement de la biomasse lignocellulosique en synthons.In « la chimie verte ».Ed. Technique et Documentation-Lavoisier.24p.
- ✓ **Commission Européenne. (2004).** L'organisation Commune du Marche du Sucre.14p.
- ✓ **Courteau A. (2005).** La canne à sucre et l'environnement à la réunion.31p.
- ✓ **Curtin L.V. (1983).**Molasses general considerations, molasses in animal nutrition, National Feed Ingredients Association, p 3-9.



- ✓ **Dubourg J.( 1972).** Procedure de fabrication du sucre. In « sucrerie de betterave ». Ed : Technique et documentation-Lavoisier.
- ✓ **Desrochers P.(2005).**concilier profits et environnement : le recyclage des déchets industriels dans une économie de marché. Institut Economique de Montréal. 19p.
- ✓ **Diop D., Visser P., Frederiks B., (2006).**Étude de développement de la filière "Ethanol /GEL fluel" comme énergie de cuisson dans l'espace "UEMOA".Rapport provisoire.6 p.

*E*

- ✓ **Elie F. (2009).** Hydrolyse de sucre.

*F*

- ✓ **Fahrasmane L., Parfait B., (2011).** Trente ans de travaux en technologie rhumière à l'Inra-Antilles- Guyane : Trente ans de recherche en technologie des rhums. Innovation Agronomiques.16.153-164.

*H*

- ✓ **Hugot E. (1987).**la sucrerie de canne. Ed : Technique et documentation-Lavoisier.

*J*

- ✓ **Jiranuntipon S. (2009).** Décoloration d'effluents de distillerie par un consortium microbien. Thèse de doctorat. spécialité : Génie des Procédés et de l'Environnement. Institut National Polytechnique de Toulouse.1p.
- ✓ **Journal Officiel de la Commission des Communautés Européenne.**les conditions d'octroi d'une prime à l'extraction de sucre à partir de la mélasse. Journal Officiel N° 260/75 du 31 janvier 1975.article N° 1.
- ✓ **Journal Officiel du Grand-duché de Luxembourg.** recueil de législation. Journal Officiel N° 13 du 10 mars 1989. 59p.

*K*

- ✓ **Kulkarni. D. P. (1996).** Cane sugar Manufacture in India. The sugar technologists' association of India. P390-396.

*L*

- ✓ **Lardinois P.J. (1975).** Concernant les conditions d'actroi d'une prime à l'extraction du sucre à partir de mélasse. Journal Officiel 260/75.27.Article N° 1.
- ✓ **Larpent J.P. et Larpent M. G. (1985).** Éléments de microbiologie, P369.Hermann
- ✓ **Le blanc A., (2008).**la fermentation panaire.3p.

- ✓ **Ledl F., Schleicher E.(1990).**New aspect of the MAILLARD reaction in foods and the Human body. *angew.chem.Int.Ed.Engl.*[en ligne].29.pp:565-594.disponible sur « [http://www.online library.wiley.com](http://www.online.library.wiley.com)».

*M*

- ✓ **Machiels D., Istassel L. (2002).**Service de Nutrition des Animaux Domestiques, Université de Liège, B43, Faculté de Médecine Vétérinaire, Sart-Tilman B-4000 Liège, Belgique : 347-352.
- ✓ **Mathlouthi M. et Rogé B., (2004).**Sucreries de canne, dossier CEDUS avec la collaboration de l'université de Reims, 7p.
- ✓ **Mathlouthi M. (2003) :** Les propriétés physiques et chimiques de saccharose. pp15-20.
- ✓ **Moll N., (1998).**additifs alimentaires et auxiliaire technologiques. Dunod paris, Ed : 2.pp.

*N*

- ✓ **Novak M.H. (2004).** Valorisation non alimentaire des coproduits de la transformation de la betterave sucrière. *valbiom.* pp 6-7.

*O*

- ✓ **Olbrich H. (2006).**The molasses. *Biotechnologie-Kempe GmbH. Berlin.* pp 6-14.

*R*

- ✓ **Ruffian-Henares J-A., Delgado-Andrade C. et Morales F., (2009).**Non-enzymatic browning: the case of Maillard reaction *In Assessing the*

Generation and Bioactivity of neoformed Compounds in Thermally treated Foods. Edition ATRIO, Spain, 98p.

*S*

- ✓ **Sanago O., (2005).** Procédés et technologies matures pour la production d'énergies à partir de la biomasse. Atelier de formation BEPITA. Kamboinse.
- ✓ **Sauer M., Porro D., Mattanovich D. et Branduardi P., (2007).** Microbial production of organic acids: expanding the markets. Trends in Biotechnology Vol.26 N°.2.pp:100-101.
- ✓ **Siboukeur O., Ould El Hadj M.D. et Zargat F., (2002).** contribution à l'étude de la production d'Acide Citrique par *Aspergillus niger* Cultivée sur Mout de Dattes et de la variété Ghars. Rev.Energ.Ren : production et valorisation. pp 93-96.

*T*

- ✓ **Touitou Y., (2005).** Biochimie : structure des glucides et des lipides. In « les glucides ».

*W*

- ✓ **Wang J., (1998).** Improvement of Citric Acid Production by *Aspergillus niger* with Addition of Phytate to beet Molasses. Bioresource Technology.65.pp 243-245.

## **Résumé :**

Au cours de notre étude, nous avons procédé à étudier l'effet de l'ajout de la soude caustique et la température sur la dégradation de la mélasse au cours de son stockage.

En ce qui concerne l'expérience, on ajouté la soude aux échantillons de la mélasse à différentes concentrations et ils sont conservés à deux plages de température 60°C et 23°C, puis un suivi du paramètre Brix et polarisation est effectué pendant 37 jours.

Les résultats obtenus présente une diminution de la dégradation inversement proportionnelle à la concentration de la soude dans les limites de notre étude et une augmentation proportionnelle à l'augmentation de la température.

**Mots clés :** soude caustique, température, dégradation, mélasse, stockage.

## **Summary:**

In our study, we conducted to investigate the effect of the addition of caustic soda and temperature on degradation of molasses in its storage.

Regards the experience, it added the soda samples of molasses at different concentrations and they are kept in two ranges of temperature 60 ° C and 23 ° C, then a follow-up of the Brix parameter and polarization is done for 37 days.

Results present a decrease of degradation inversely proportional to the concentration of soda in the limitations of our study and an increase in proportional to the increase in temperature.

**Key words:** soda caustic, temperature, degradation, molasses, storage.