

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
Spécialité : Biotechnologie microbienne



Réf:

Mémoire de fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme
Master
Thème

**Mise au point d'une préparation enzymatique a base
d'amylases thermostable**

Présenté par :

BAZIZI ANIES et BOUNOUAR MERIEM

Soutenu le 26-06-2023

Devant le jury composé de :

Promoteur	BOUCHARBA NAWEL (Pr)
Président	SOUAGUI SAMIHA (MAA)
Examinatrice	ARKOUB WARDA (MCA)

Année universitaire : 2022/2023

Dédicaces

Je dédier ce modeste travail :

A ceux qui m'ont mis au monde, mes chers
parents

Je les remercie pour leurs sacrifices pour m'offrir
un climat idéal de travail, de m'apporter leurs
soutient depuis toujours, pour leurs
encouragements et consentis dans le souci de ma
réussite, car sans eux je ne serais plus arrivée là
où j'en suis.

A mes chères sœurs Zouza, Nora, Samia
Kahina, Rabiaa

A mes chers frères Saci, Mohand, Riad, Ilyes,
Azeddine, Hani

Bilal, Djamel, Faouzi, El bahi

A tous mes camarades de la promotion
Biotechnologie microbienne 2023

Remerciement

En tout premier lieu, Nous tenons à remercier le bon **Dieu**, tout puissant, qui nous a donné le courage, la volonté, la santé et la patience pour effectuer ce modeste travail et l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

Nous tenons à remercier M^{me} Boucherba de nous avoir encadrées, d'avoir suivi notre travail avec une extrême bienveillance.

Nous tenons à remercier l'ensemble des membres de jury M^{me} ARKOUB WARDA et M^{me} KERAMANE BADRIA pour avoir acceptée de juger ce travail, à l'éclairage de leur expertise.

Nos vifs remerciements s'adressent également à toute l'équipe du laboratoire de l'unité 3000t de CEVITAL qui nous ont beaucoup aidé durant notre stage.

Nous vous remercions également pour votre patience, disponibilité et surtout vos judicieux conseils et orientations qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Composition moyenne de la canne à sucre.....	4
Tableau II : Caractéristiques physico-chimiques du sucre roux selon les normes d'essais ICUMSA.....	5
Tableau III : Les différentes analyses physico - chimique.....	19
Tableau IV : Résultats des taux d'amidon dans différents échantillons	25

LISTES DES FIGURES

Figure N°1 : illustration de la canne à sucre	3
Figure N° 2 : illustre l'aspect du sucre roux	5
Figure N° 3 : Figure N°3 : différent kits utilisent dans la méthode CERALPHA.....	23
Figure N° 4 : les échantillons préparés avant et après l'ajout de la solution KI/KIO ₃	24
Figure N° 5 : résultat du taux d'amidon trouvé répond à la norme ICUMSA<200ppm	25
Figure N° 6 : teste d'activité d' α –amylase dans le milieu solide (sucre roux et blanc)	27
Figure N°7 : α –amylase dans les déférant produits	28

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

SOMMAIRE

I.Introduction.....	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
I. Généralité sur le sucre de canne.....	3
I .1 Définition et description.....	3
I.2 Origine et composition.....	4
I.3 Production de sucre	4
II. Définition et caractéristiques du sucre roux.....	5
II.1 Caractéristiques physico-chimique du sucre roux	5
II.2 Procédé d'extraction (EADIE, 2008).....	6
III. Sucre blanc.....	7
III.1 Caractéristique physico-chimiques du saccharose	7
III.2 Analyses physico-chimiques du saccharose	8
IV. Processus de raffinage de sucre roux.....	8
IV. 1 Section d'affinage et refonte (Section01).....	9
IV.1.1. Affinage	9
IV.1.2. Refonte.....	9
IV.2 Epuration Calco-carbonique (section02)	9
IV.3 Filtration (Section03).....	10
IV.4 Décoloration (section 04)	10
IV.5 Concentration (section05)	10
IV.6 Cristallisation (section 06)	11
IV.7 Séchage et maturation (section 07)	11
IV.8 Stockage et conditionnement : (section08)	11
V. Amidon et α amylase.....	12
V.1 Amidon	12
V.1.1 Définition de l'amidon.....	12
V .1.2 Structure physique de l'amidon.....	12

III .2 α –amylase	12
V.2 .1 Définition et Origine.....	12
V.2 .2 Propriétés de l' α –amylase microbienne	13
V.2 .3 Application industrielles de l' α -amylase	13
PARTIE MATERIEL ET METHODES	
I. Echantillonnage	14
II. Suivi du taux d'hydrolyse d'amidon par injection de l' α -amylase	14
III. Détermination du taux de dextrane dans le sucre roux	15
IV. Détermination de la présence d' α -amylase dans la matière première et produit fini	15
V. Détermination de la quantité d' α -amylase dans la matière première produits intermédiaires et dans le produit fini et tester son efficacité	15
Protocole CERALPHA	16
PARTIE RESULTATS ET DESCUSSION	
I. Suivi de taux d'hydrolyse d'amidon par injection de l'alpha amylase.....	17
II. Détermination du taux de dextrane.....	19
III. Détermination la présence d' α -amylases dans la matière première (sucre roux) et produit fini	19
IV. Détermination de la quantité d' α -amylase dans la matière premièr, produits intermédiaires et dans le produit fini (sucre blanc) et tester son efficacité.....	20
Conclusion	21
Référence bibliographique.....	23
Annexe	

Liste des abréviations

ICUMSA : international Commission for Uniform methods of sugar analysis

DDA : data dependant des données

GH /13 : glycoside hydrolases

TCA : Trichloroéthanol

KI : Iodure de Potassium

KI₃ : potassium iodure

CaCl : chlorure de calcium

CaCl₂ : chlorure de calcium déhydraté

Revue bibliographique

Le sucre est une denrée alimentaire importante dans le commerce mondial. Il est le résultat de la biosynthèse chez les végétaux supérieurs tels que la canne à sucre et la betterave sucrière et chacune l'emmagasine sous forme de réserve destinées à leurs sauvegardes jusqu'à leurs consommations.

Les propriétés physiques et chimiques du sucre sont encore considérées comme étant essentielles au goût et à la texture de certains aliments qui, sans le sucre, apparaissent fad et peu appétissants. Son attrance est due à la saveur sucrée, agréable, elle serait le résultat de l'évolution naturelle : dans la nature, le sucré indique la présence de glucides, qui sont source d'énergie vitale à l'organisme (cerveau, muscles, foie), la notion de sucre reste très importante pour le consommateur Algérien.

Les principaux sucres que l'on retrouve dans les aliments consommés au quotidien sont le glucose, le fructose, le saccharose et le lactose, qui sont des glucides simples et les amidons (ou « glucides complexes), indispensables par leur apport énergétique, digérés dans l'intestin et majoritairement absorbés sous forme de glucose. Le glucose est notre carburant.

Le sucre de betterave est le sucre le plus produit et le plus consommé en Europe, en revanche le sucre de canne est toujours la source principale de sucre en Afrique, en Amérique du sud et en Asie.

En Algérie, Cevital est le premier producteur de sucre par une production moyenne de 6500 tonnes par jours. **(Données Cevital mars, 2023)**

Le sucre brut « sucre roux » est la matière première qu'on importe du Brésil, son raffinage est effectué dans les « raffineries sucrières »

Dans l'industrie de canne à sucre, les polysaccharides à haut poids moléculaires tels que l'amidon, le dextrane sont présent pendant les opérations de production, ils induisent différentes difficultés techniques. Le problème majeur réside dans le colmatage des pores de filtration à cause de l'amidon, le ralentissement du flux de production, cristallisation lente et la déformation des cristaux.

Ce qui implique des pénalités financières qui résulte un surcout direct et pour cela on ajoute l'alpha amylase commerciale au cours du processus. Afin d'éviter ces problèmes

Dans le présent document, on donne en première partie une revue bibliographique qui traite des généralité et techniques de raffinage de sucre roux, processus de raffinage de sucre roux et amidon et l'alpha amylase. En deuxième partie ; on a développé un travail expérimental qui essaie de répondre à une problématique de l'industrie de raffinage de sucre qui est la présence de l'alpha amylase dans le produit fini qui engendre des pertes financières.

Pour cela et comme premier abord. On a réalisé les démarches qui suit :

- Suivre le taux d'hydrolyse d'amidon au cours de la production du sucre raffiné.
- Détermination de la présence de l' α -amylase dans la matière première (sucre roux) et dans le produit fini (sucre blanc).
- Détermination de la quantité de l' α -amylase dans la matière première (sucre roux), produits intermédiaires et dans le produit fini (sucre blanc) et tester son efficacité.

I. Généralité sur le sucre de canne

I.1 Définition et description de la canne à sucre

La canne à sucre est originaire de Papouasie-Nouvelle-Guinée. C'est une plante de la famille des graminées. Elle appartient au genre botanique *Saccharum*, qui comprend trois espèces sucrées

S. officinarum, dite « canne noble », *S. sinense* et *S. barberi* et trois espèces non sucrées *S. robustum*, *S. spontaneum* et *S. edule*.

Un plant de canne est une touffe de 5 à 20 tiges dressées, les « talles », de 2 à 5 mètres de haut et 2 à 4 centimètres de diamètre. Chaque tige est une succession de nœuds et d'entre-nœuds chaque nœud porte un bourgeon et un anneau d'ébauches de racines. Sous l'écorce cireuse et dure, la moelle stocke le sucre. Ces tiges, tronçonnées en boutures de quelques nœuds, servent à replanter les champs tous les 5 à 10 ans. Les tiges sont également très riches en cellulose et en lignine, matières premières d'innombrables utilisations en chimie verte, carburant, énergie, matériaux...

C'est une plante vivace qui a besoin de soleil, d'eau et de chaleur. Au fil de la croissance, le sucre s'accumule dans les tiges jusqu'à un maximum appelé « maturité » : c'est le moment optimal pour la récolte (Aït-Arabe, al., 2022).

La figure suivante illustre la canne à sucre.



Figure N°1 : Photographie de la canne à sucre (Aït-Arabe, al., 2022).

I.2 Origine et composition

De la Papouasie-Nouvelle-Guinée à la Méditerranée. La canne à sucre est originaire de l'île de Papouasie-Nouvelle-Guinée. Elle a suivi les migrations des habitants des régions de l'océan Pacifique pour atteindre l'Océanie, le Sud-est asiatique, la Chine du Sud et la vallée de l'Indus en Inde. Mais c'est en Inde que toute l'histoire du sucre a commencé. On pense que les Indiens savaient extraire le sucre de canne et fabriquer des liqueurs alcooliques à partir du jus de canne il y a déjà 5000 ans (**Aït-Arabe, al. 2022**).

Les principaux constituants de la canne à sucre sont le sucre et les fibres. Selon l'état de maturité de la plante, la teneur en fibre peut varier de 10 % à 18 %, la quantité d'eau de 72% à 77% et le saccharose de 12 % à 16 % (**Arzate, 2005**).

Le tableau ci-dessous résume la teneur des différents constituants de la canne à sucre.

Tableau I: Composition moyenne de la canne à sucre (**Bnne, al., 2000**).

Composant	Teneur (%)
Eau	70
Fibres ligneuses	14
Saccharose	14
Impuretés	2
Total	100

I.3 Production de sucre

Le sucre provient à 80 % de la canne à sucre, 20 % de la betterave. Plus de 100 pays font pousser de la canne à sucre, pour un total de 265 000 km² de surface exploitée, le Brésil est 1^{er} producteur, avec 62 % de la production mondiale, plus de 50 % de sa production est destinée à l'éthanol carburant.

En effet, 1 tonne de tiges de canne produit 100 à 150 kg de sucre ou 100 litres d'éthanol carburant. 310 kg de bagasse (résidu fibreux de l'après broyage à l'usine) est équivalent 130 kWh d'électricité. 10 % de la bagasse est transformée en pâte à papier représentant 3,2 millions de tonnes par an.

180 millions de tonnes de sucre produit autant par des industries que par des producteurs indépendants de toute taille.

Une demande mondiale qui pourrait monter à 210 millions de tonnes en 2030 (**Aït-Aarab al., 2022**).

I. Définition et caractéristiques du sucre roux

Le sucre roux peut être obtenu à partir de la canne à sucre. Il est issu du jus de canne. La dénomination « cassonade » doit être réservée au sucre roux cristallisé brut issu directement du jus de la canne à sucre dont la coloration est naturelle. La cassonade est composée de 85 à 98 % de saccharose. Cependant, les sucres roux ne sont pas issus que de la canne à sucre. En effet, la vergeoise provient du jus chauffé extrait de la betterave sucrière (**Aarzat, 2022**). La figure N°2 illustre l'aspect du sucre roux



Figure N°2 : Aspect du sucre roux

II.1 Caractéristiques physico-chimique du sucre roux (ICUMSA méthode(BESE), 2005)

Le tableau ci-dessous résume les différentes caractéristiques physico-chimiques du sucre roux selon ICUMSA.

Tableau N°II : Caractéristiques physico-chimiques du sucre roux selon les normes d'essais ICUMSA, 2005

Caractéristiques	Spécifications
Dextrane	Max 200 ppm
Amidon	Max 200 ppm
Sulfites	Max 10 ppm
Couleur	Max 1200 U.ICUMSA
Humidité	Max 0,15%
Pouvoir rotatoire	Min 99-Max 99,49°Z (Zucker)
Cendre	Max 0,15%

II.1 Procédé d'extraction (EADIE, 2008)

Extraction du jus

La canne est lavée, coupée en tronçon d'environ 10 cm et passe dans le défibreur, appareil qui la pulvérise. Elle passe ensuite à travers d'un moulin à deux cylindres pour une première extraction. Elle est dirigée vers le diffuseur où elle est arrosée avec de l'eau chaude et repasse ensuite au travers d'un moulin. Le jus obtenu est mélangé avec celui de première extraction pour constituer le jus de canne brut, le vesou, d'une part et les restes fibreux de la canne, la bagasse d'autre part. La bagasse est transportée vers les chaudières et sera brûlée pour produire la vapeur nécessaire aux autres étapes de la fabrication du sucre.

Épuration, chaulage et décantation

Le vesou, qui contient un grand nombre d'impuretés, est d'abord épuré par tamisage pour enlever surtout les particules ligneuses, et ensuite par chauffage et par ajout de chaux (chaulage), le pH du vesou est amené progressivement jusqu'à une valeur d'environ de 8. Après le chaulage, le vesou est porté à ébullition (105 °C) dans des réchauffeurs afin de favoriser l'insolubilisation des plus petites impuretés (floculat). Dans le clarificateur, le vesou décante et les impuretés noires ou « boues » se déposent au fond. Le jus clair obtenu en surface contient de nombreux sucres réducteurs, car l'épuration ne les détruit pas.

Évaporation et cristallisation

Le jus clair est chauffé à différentes températures dans des évaporateurs à pression réduite. L'eau s'élimine sous forme de vapeur et le sirop est obtenu. Il est chauffé à 55 °C à pression réduite dans des appareils à cuire, cette opération est pilotée par ordinateur. Il se transforme en une masse pâteuse (masse-cuite) qui renferme des cristaux de sucre et un liquide visqueux appelé « liqueur-mère ».

Malaxage et turbinage

Le malaxage consiste à pétrir la masse cuite pour permettre au sucre encore contenu dans la liqueur mère de continuer à se déposer sur les cristaux. En brassant la masse cuite, le malaxeur modifie constamment les positions de la liqueur mère et des cristaux pour favoriser leur grossissement.

Elle est ensuite turbinée dans une centrifugeuse afin de séparer les cristaux de sucre et le sirop épuisé. On obtient le sucre de premier jet. Le sirop épuisé est malaxé et turbiné à nouveau pour obtenir le sucre de deuxième jet. Il est malaxé et turbiné une dernière fois pour l'obtention le sucre de troisième jet et la mélasse. A l'issue des trois cycles de cuisson, malaxage et centrifugation successifs, on obtient la liqueur, appelée mélasse qui est transférée à la distillerie pour la fabrication du rhum agricole du Galion et surtout un beau et bon sucre roux.

Séchage et conditionnement

A la sortie de la turbine, le sucre passe dans le sécheur, est stocké et conditionné. Le sucre brut doit passer par plusieurs étapes de purification avant qu'il soit comestible, on l'appelle le sucre blanc (EADIE, 2008).

III. Sucre blanc

Le terme « sucre » sert à décrire le saccharose. Il se trouve à l'état naturel dans tous les fruits et légumes. Selon la Commission de Nomenclature Biochimique IUPAC-IUB, le nom officiel du saccharose est : α -D-glucopyranosyl(1-2), β -D-fructofuranose. C'est un disaccharide à 12 carbones composé d'une seule unité de glucose et de fructose (monosaccharides), qui sont reliés par une liaison glycosidique. Sa formule brute : $C_{12}H_{22}O_{11}$. Sa masse moléculaire est de 342 g/mol (Kitts, 2010).

III.1 Caractéristique physico-chimiques du saccharose

- **Aspect** : Le sucre du commerce se présente sous la forme d'une matière cristalline blanche et brillante (prismes rhomboïdaux), qui n'est pas hygroscopique, inodore et de saveur caractéristique (Mathlouthi et al., 1995).

- **Granulométrie** : Le sucre se présente sous différentes formes granulométriques, chacune adaptée aux multiples besoins des industries utilisatrices, la granulométrie est exprimée au moyen de deux chiffres ; l'ouverture moyenne qui caractérise la dimension moyenne des cristaux (OM) et le coefficient de variation (CV) qui caractérise la dispersion des cristaux autour de cette valeur moyenne (Multon, 1992).

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

En général, le saccharose est nettement moins soluble dans les solvants non aqueux qu'en solution aqueuse. Il n'est pas soluble dans les solvants apolaires (Mathlouthi et al., 1995).

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

- **Pouvoir rotatoire** : Le saccharose a la propriété de dévier le plan de la lumière polarisée vers la droite, son pouvoir rotatoire «dextrogyre» spécifique est ($\alpha^{\circ}D=66.5^{\circ}$). Cette propriété fondamentale est à la base d'un instrument de mesure très précis appelé polarimètre utilisé officiellement pour la détermination de la pureté du sucre et de la teneur en saccharose des solutions de sucre dans l'eau (Mathlouthi et al., 1995).

- **Inversion** : L'hydrolyse du saccharose, appelée « inversion », provoque la transformation du saccharose en un mélange équimolaire de glucose et de fructose.

La solution obtenue prend le nom d'inversion de sucre inversi en raison du changement de signe de la mesure polarimétrie du positif vers le négatif, ceci sous l'effet de l'hydrolyse (**Mathlouthi *al.*, 1995**).

Le sucre inversi, est obtenu par hydrolyse du saccharose en milieu aqueux, plus au moins acide, et sous l'action combinée de la température (**Multon, 1992**).

III.2 Analyses physico-chimiques du saccharose (ICUMSA méthode, 2005)

- **Brix** : est la quantité de la matière sèche contenue dans une solution.

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

- **Polarisation** : ou la teneur en saccharose d'une solution est le rapport entre la quantité desucre contenue dans la solution.

$$\text{Pol} = (\text{Quantité de sucre} / \text{Quantité de la solution}) \times 100$$

- **Pureté** : Définit la quantité de saccharose contenue dans la matière sèche Pureté = (Quantité de sucre / Quantité de la matière sèche

$$= (\text{Pol}/\text{Brix}) \times 100$$

- **Couleur** : par méthode colorimétrique, détermine la couleur du sucre ou de sirop à une longueur d'onde de 420 nm.

- **Alcalinité** : a pour objet le control, au cours des différentes phases de l'épuration, de la quantité de la chaux libre.

- **Humidité** : ou perte de séchage, représente la perte des poids pendant le séchage.

- **Granulométrie** : la mesure de dimension des cristaux de sucre.

- **pH** : un chiffre exprimant l'acidité ou l'alcalinité d'une solution sur une échelle logarithmique sur laquelle 7 est neutre, les valeurs inférieures sont plus acides et les valeurs supérieures plus alcalines.

- **Cendre conductimétries** : permettent de mesurer la concentration de sel ionisé présent dans les échantillons.

IV. Processus de raffinage de sucre roux

Le but du raffinage est d'éliminer les impuretés (sels minéraux, matières organique) parmi les constituants minéraux du sucre roux, on peut citer les ions potassium (K_2O), le sodium (Na_2O), sulfate (SO_3). La raffinerie du sucre ou niveau de Cevital est composée de plusieurs ateliers appelés section (huit sections) ou le sucre roux de canne subi des traitements et des

transformations qui vont l'épurer afin de fabriquer du sucre blanc (**Manuel opératoire CEVITAL, 2012**)

IV.1 Section d'affinage et refonte (Section01)

IV.1.1 Affinage

Le sucre roux est déchargé entreposé en piles, il est conduit par la suite à une station dite (station d'affinage), l'affinage consiste à enlever les couches impuretés présentes à la surface des cristaux du sucre roux il est et déversé dans un malaxeur et mélangé par un brassage est mélangé avec de l'eau à 55 °C, cette opération permet à la couche superficielle des cristaux de se dissoudre cette étape aboutit à la formation d'une pâte magma à un brix compris entre 80 % et 85 % du brix à ce stade environ 40% des impuretés sont éliminés (**Manuel opératoire CEVITAL, 2012**)

IV.1.2 Refonte

Le sucre affiné passe dans des turbins d'affinage pour être débarrassé des impuretés et matière colorantes sur la surface des cristaux, puis refondu dans un fondoir avec de l'eau sucrée et chaud à 85 °C pour augmenter la solubilité du sucre et atteindre un brix de 70 % et aboutir à la formation du sirop de refonte, ce dernier est acheminé vers des tamiseurs pour débarrasser des déchets grossiers (**Manuel opératoire CEVITAL, 2012**).

IV.2 Epuration calco-carbonique (section02)

Le sirop de refonte est ensuite envoyé vers la carbonatation, ce processus est utilisé dans la production de sucre faisant intervenir le lait de chaux et enrichi de dioxyde de carbone qui sont introduits dans le sirop de refonte riche en sucre issue de la phase de diffusion pour former le carbonate de calcium et précipiter les Impuretés l'ensemble des processus se déroule dans des réservoirs de carbonatation et le temps nécessaire varie de 20min a 1h la carbonatation (**Manuel opératoire CEVITAL, 2012**).

IV.2.1 Préparation de lait de chaux

C'est un mélange de chaux industriel et des petits jus (eau sucrée) provenant de la filtration onutilise le jus car la chaux est très peu soluble dans l'eau mais soluble en milieux sucré afin d'augmenter la solubilité de la chaux et de minimiser la quantité d'eau dans le processus la chaux sera mélanger avec le petit jus dans un mélangeur pour homogénéiser le mélange, la quantité de petit jus est régulé par une vanne (**Manuel opératoire CEVITAL, 2012**).

- Chaulage

Le sirop refondu est chauffé dans un échangeur de chaleur à une température de 95°C et mélangé avec du lait de chaux pour obtenir du jus chaulé qui sera mélangé avec du gaz carbonique. La chaux assure les réactions de dégradation et de précipitation et apporte une charge

suffisante de chaux carbonatée comme support de filtration (**Manuel opératoire CEVITAL, 2012**).

- Carbonatation

Le sirop de refonte arrive dans le bac, puis il est pompé vers l'échangeur pour réguler sa température entre 80 °C et 90 °C puis vers un homogénéisateur pour le mélanger avec le lait de chaux. Le sirop chaulé est envoyé vers la chaudière (A) pour subir la première carbonatation, et le débit de gaz carbonique est régulé jusqu'à avoir un pH de 11. Après on effectue la deuxième carbonatation dans la chaudière (B), on Achemine le sirop carbonate qui sort avec un pH d'environ 8 et à une température de 90 °C (**Manuel opératoire CEVITAL, 2012**).

IV.3 Filtration (Section03)

Le but de la filtration est d'éliminer le carbonate de calcium en suspension dans le sirop carbonaté en utilisant des filtres à bougies. Le sirop carbonaté sera pompé vers les filtres à bougie, est précipiter dans les filtre sous forme de boues et il sortira sous forme de sirop filtré. Les boues ainsi obtenus après filtration sont vidangé vers les bacs à boues ou la densité de la boue est mesuré grâce à un densimètre, si les boues ne sont pas assez dense alors elle seront ré-circuler vers le bac à filtre pour subir une deuxième filtration, sinon les boues seront acheminées vers les filtre à presse pour subir un désucrage pour extraire le sirop qu'elles peuvent encore contenir. On envoie de l'air de pré-compaction de 3 bar pour récupérer le sirop qui sera acheminé vers la filtration, le gâteau obtenu par les filtres à presses sera utilisé pour la récupération du lait de chaud (**Manuel opératoire CEVITAL, 2012**).

IV.4 Décoloration (section04)

Le sirop filtré sera acheminé vers le bac de décoloration qui contenu de la résine échangeuse d'ions, c'est une résine anionique chargés négativement qui vas capter les impuretés de sirop filtré qui sont chargé positivement en plus de sa capacité d'absorption, les colorants du sucre sont des macromolécules ayant un comportement d'acide faible, le bac de décoloration contient 3 plateaux à résine anionique. Le sirop décoloré sera ensuite redirigé vers le concentrateur (**Manuel opératoire CEVITAL, 2012**).

IV.5 Concentration (section05)

Avant d'être cristallisé le sirop décoloré doit d'abord être débarrasser de l'eau qu'il contient, il sera concentré dans un évaporateur pour récupérer l'eau et aussi augmenter le taux de saccharose dans le sirop. Le décoloré provenant de la section décoloration est pompé vers un échangeur pour élever sa température, on le fait passe ensuite par un autre échangeur à l'aide d'une vanne régulatrice, le sirop ainsi chauffé est acheminé vers un évaporateur a double circulation, cette dernière est assuré par deux pompes, ainsi le sirop initialement à environ 58 Brix il se retrouve à la

sortie du concentrateur à environ 72 brix (**Manuel opératoire CEVITAL, 2012**).

IV.6 Cristallisation (section06)

Vue que le sirop est concentré à une certaine viscosité l'introduction d'une semence est nécessaire pour favoriser l'apparition des cristaux, cette semence est constituée d'alcool car les cristaux du sucre y sont moins solubles dans l'eau.

La cristallisation est généralement effectuée en trois étapes appelées « jet », chaque jet comprend lui-même trois étapes principales : la cuisson le malaxage et l'essorage. La solution appelée « liqueur standard » alimente chaque jet de cristallisation, dès que l'on est en présence de cristaux en suspension dans un sirop ; on parle de « masse cuite » et le sirop prend le nom « d'eau mère » car c'est lui qui nourrit le cristal. Lors de l'essorage de la masse cuite pour séparer les cristaux, l'eau mère est tout d'abord évacuée et prend le nom « dégout pauvre ». Puis, la surface des cristaux est lavée par pulvérisation d'eau ou de vapeur. À chaque type de produit est ajouté le numéro du jet auquel il correspond. On parle ainsi de masse cuite 1 (MC1), de sucre cristallisé 1 (Sc1) ou sucre 1^{er} jet, dégout pauvre 1 (EP1) et dégout riche 1 (ER1) (**Manuel opératoire, 2012**).

- Cristallisation des hauts produits

La cristallisation du saccharose se fait selon une chronique, qui met en jeu deux facteurs, la couleur du sucre et sa pureté, c'est selon ces derniers paramètres qu'on détermine le nombre de jet qu'on doit y avoir (**Manuel opératoire CEVITAL, 2012**).

- Cristallisation des bas produits

La cristallisation des bas produits d'aliment des égouts issus de la cristallisation, Généralement des égouts 3, elle aboutit à « un sucre A » qui est acheminé avec des quantités modérées vers le fondoir (recyclage) et à une mélasse (**Manuel opératoire CEVITAL, 2012**).

IV Séchage et maturation (section 07)

Le sucre formé est envoyé vers le séchage qui se fait en utilisant de l'air sec, d'abord à Co-courant avec de l'air chaud, ensuite contre-courant à l'aide de l'air froid pour refroidir le sucre et obtenir un équilibre stable en humidité et une température ambiante, ensuite le sucre est tamisé, pesé et envoyé vers le silo où se poursuit la cristallisation durant au moins 48h, c'est l'étape de maturation qui s'accompagne dans certains cas par la libération d'eau qui sera éliminée par les ventilateurs. Après cela le sucre est fini, prêt à être conditionné et commercialisé (**Manuel opératoire CEVITAL, 2012**).

IV.8 Stockage et conditionnement (section08)

Le sucre destiné au stockage en silo a une apparence sèche et fluide, un air conditionné circule à l'intérieur des silos avec un certain débit, on continue dans le but de maintenir le sucre dans les bonnes

conditions de température et l'humidité (**Manuel opératoire CEVITAL, 2012**).

V. Amidon et α amylase

V.1 Amidon

V.1.1 Définition

L'amidon est un homopolymère de D-glucose Les unités D-glucosyl (conformation chaise) sont liées majoritairement par des liaisons de type α (1,4) (95 – 96 %), dans une moindre mesure, par des liaisons de type α 1,6 (4 – 5 %). L'amidon est composé de deux polymères de structure primaire différente : l'amylose, molécule linéaire, et l'amylopectine, molécule ramifiée. L'amidon se présente sous forme de granules de 1 à 100 μm ; ils varient en taille et en forme selon son origine botanique (**Arvisenet, 2001**).

V.1.2 La structure physique

Il apparait sous forme de grains formés par une alternance de régions concentrique claires et sombre autour d'un centre plus sombre appelé « hile »

La taille, la forme et la structure de ces grains varient en fonction de la plante dont provient l'amidon, ainsi, selon les sources, il existe non pas un mais plusieurs amidons aux propriétés similaires mais légèrement différentes (**Boursier, 2005**).

V .2 L' α –amylase

V.2.1 Définition et Origine

L' α -amylase est une enzyme digestive classée comme saccharidase enzyme qui hydrolyse les polysaccharides c'est un constituant du sec pancréatique et de la salive requise pour le catabolisme des glucides à longue chaîne (comme l'amidon) elle appartient à la famille des glycosides hydrolases nommée GH13 : regroupant maintenant plus de 1700 enzymes.

Elle porte d'autre nom comme la glycogénase, endoamylase, A,maxilase (**Slzmann, 1991**).

L'alpha amylase est une glycoprotéine contenant trois domaines - globulaires (A, B et C).

Elle contient une fraction glucidique composée principalement de D-mannose, D-glucose, D-galactose, D-xylose et D-glucosamine, avec 471 à 483 résidus La chaîne polypeptidique lie chimiquement les acides aminés avec 4 ou 5 liaisons disulfures (**Farooq et al., 2021 et Dehkordi, 2012**).

- **L' α -amylase bactérienne** : ce type d'enzyme est exo-cellulaire, obtenu principalement par fermentation de *Bacillacées*. Historiquement la première enzyme a été produite a partir des souches de *bacillus amyloliquefaciens*, *B .licheniformis* ou *B.subtilis*.

Aspergillus et *Rhizopus*, En plus des moisissures (**Bouix et Leveau, 1999**).

V.2.2 Propriétés de l' α -amylase microbienne

Les α amylases ont des températures optimales comprises entre 40°C et 90°C (**Schombury et Salzmann, 1991**). En effet, l' α - Amylase bactérienne est réputé pour sa grande thermostabilité, celle de *Bacillus amyloliquefaciens* est caractérisée par un optimum de température Applications va de 70 °C à 90 °C, alors que l'optimum de l' α amylase fongiques se situe entre 50°C et 70 °C (**Sicard, 1982 ; Panchal, 1990**).

l' α -amylase est très sensible au pH. Par conséquent, le choix du pH optimum est très essentiel pour la production de cette enzyme. L'optimum d'activité peut être obtenu à des pH compris entre 4 et 8. (**McMahon et al., 1999**).

Les α -amylases bactériennes, ont un optimum supérieur à la neutralité, alors que les fongiques, ont des PH optimums compris entre 4 et 6 (**Larpent et al., 1992**). Pour les levures, l'enzyme requiert selon les espèces des pH entre 4 et 6 (**Panchal, 1999 ; Avwioroko, 2015**). Le poids moléculaire des α - amylases varie d'une origine à l'autre et d'une espèce à l'autre. Il est compris entre 40.000 et 90.000 daltons (**Schombury et Salzmann, 1991**).

V.2.3 Application industrielles de l' α -amylase

Effectivement, les α -amylases microbiennes sont largement utilisées dans divers procédés industriels en raison de leurs propriétés catalytiques et de leur large gamme d'applications. Voici quelques exemples d'industries où les l' α -amylases sont couramment utilisées :

- Dans l'industrie de la glucoserie, les alpha-amylases microbiennes sont utilisées pour la liquéfaction de l'amidon en dextrose. Ce processus réduit significativement la viscosité de l'amidon, ce qui facilite sa manipulation et sa transformation ultérieure (**Alais et al., 2008**).
- Dans l'industrie sucrière, les α -amylases sont utilisées pour réduire la viscosité du sirop de canne. Cela permet d'améliorer le processus de cristallisation du sucre en hydrolysant les contaminants présents dans l'amidon (**Van der et al., 2002**).
- Dans l'industrie de la biscuiterie et de la panification, les α -amylases sont utilisées pour améliorer les propriétés rhéologiques de la pâte à biscuits ou à pain. Elles permettent d'optimiser la texture, le volume de la mie et la couleur de la croûte des produits finis. Les α -amylases dégradent l'amidon présent dans la farine, ce qui favorise la fermentation et améliore la structure et la texture des produits de boulangerie (**Pandey et al., 2000**).

Matériels et Méthodes

I. Echantillonnage

Durant notre stage pratique, la prise d'échantillon est une étape importante de notre étude. Le volume prélevé doit être suffisant pour effectuer toutes les analyses. Les échantillons sont placés dans des flacons en plastiques de 500 ml. Ils doivent être transportés directement au laboratoire physico-chimique pour faire les analyses afin d'éviter toute sorte d'altération. La prise d'échantillon se fait chaque deux heures.

Nos échantillons sont : la matière première (sucre roux), produits intermédiaires (sirops) et le produit fini (sucre blanc). Les différentes analyses physico-chimiques effectuées pour les échantillons sont rapportées dans le tableau III.

Tableau III : les différentes analyses physico-chimiques.

Section	échantillon	Paramètres
Affinage et refonte	Sirop de refonte (SR)	« Brix, polarisation, Couleur, pH, amidon et dextrane »
Carbonatation	Sirop carbonaté (SC)	
Filtration	Sirop filtré (SF)	
Décoloration	Sirop décoloré 1 (SD1) Sirop décoloré 2 (SD 2) Sirop décoloré 3 (SD 3)	
Concentration	Sirop concentré (SC1)	
Cristallisation	Liqueur standard (LS1) Liqueur standard (LS2) Liqueur standard (LS3)	
Séchage	Sucre blanc	«Couleur, pureté, granulométrie , humidité»

II. Suivi du taux d'hydrolyse d'amidon par injection de l'amylase (Manuel opératoire Cevital)

L'objectif de cette analyse est de mesurer la quantité d'amidon et de ses dériver. Elle concerne 2 échantillons test et un témoin. Dans cette analyse, 7,2 g de sucre roux ou 14 ml des produits intermédiaires (ayant un brix ≤ 56) sont dissouts dans 14ml d'eau distillée : A cette solution, 30 ml d'une solution de CaCl_2 à 53 % (ajusté avec de l'acide acétique à pH 3 ; annexe IV), sont ajustées et le mélange est incubé dans un bain Marie (95-100 °C) pendant 15min.

Après refroidissement dans un bain d'eau froide, 30 ml d'acide acétique à 0,033M sont ajouté aux échantillons tests alors que 30 ml d'eau distillée sont ajouté au blanc de l'analyse. Enfin 20 ml d'une solution de KI/KIO_3 (annexe IV) sont ajoutés aux échantillons à analyser. Après 2 à 5 min, la DO des échantillons est mesurée à 700 nm.

III. Détermination du taux de dextrane dans le sucre roux

Afin de déterminer le taux de dextrane dans le sucre roux, 32 g de sucre roux sont mélangés (dans une fiole de 100 ml) à 0,1 ml d' α -amylase et 50 ml d'eau distillée sont ajoutés à cette solution. Le mélange est incubé dans un bain à 50°C pendant 15 min. Après refroidissement dans un bain d'eau froide, 10 ml de la solution TCA sont ajoutés et la solution est ajustée jusqu'à trait de jauge. La solution est ensuite filtrée sous vide, à l'aide d'un filtre Wattman et la terre infusoire.

Trois fioles de 25ml nous ont servi pour réaliser cette analyse dont une est utilisée pour la préparation du blanc (12,5 ml de notre filtrat est jaugé avec d'eau distillée) et les deux autres pour les échantillons tests : test 01, test 02 dont 12,5 ml de la solution DDA sont ajoutés à un volume équivalent du filtrat et le mélange est soumis à une agitation douce pendant 2 à 5 min, la DO des échantillons est ensuite mesurée à 720 nm.

- **Remarque :** dès l'ajout de la solution TCA, le chronomètre est lancé, la durée ne doit pas dépasser 20 min à partir de l'ajout du TCA jusqu'à la lecture sur le spectrophotomètre.

IV. Détermination de la présence d' α -amylase dans la matière première et produit fini

Un milieu de culture solide acide et à base d'amidon de pomme de terre est utilisé (20 g de l'agar agar, 1 g d'amidon de pomme de terre, 68 g d'acétate du sodium dans un litre d'eau distillée et ajusté à un pH de 5 avec la solution HCl à 0,1 M). Après autoclavage, la gélose est répartie dans quatre boîtes Pétri et laissée solidifier. À l'aide d'une pipette stérile, des puits sont formés à la surface de la gélose et un volume de 10 μ L d'une solution saturée (10 g de sucre blanc ou roux dans 10 ml d'eau distillée ou de pureté équivalente) est déposé dans les puits. Les boîtes sont incubées dans à 50°C pendant 24h à 48h. Après l'incubation, la surface des boîtes de Pétri est inondée par une solution d'iodine. L'activité α -amylasique est traduite par l'apparition d'un halo transparent autour des puits.

V. Détermination de la quantité de l' α -amylase dans la matière première (sucre roux), produits intermédiaires et dans le produit fini (sucre blanc) et tester son efficacité

La méthode CERALPHA, est connue sous le nom de la méthode CERALPHA -AMY, qui est une méthode enzymatique utilisée pour mesurer la teneur en amidon dans les échantillons alimentaires. Elle est également utilisée dans la raffinerie de sucre pour la détermination de la quantité α -amylase dans la matière première (sucre roux) ainsi que dans les produits intermédiaires et le produit fini, la méthode peut également tester l'efficacité de l'enzyme.

VI. Protocole CERALPHA

Cette méthode consiste à mélanger 3 g de sucre blanc ou bien de sucre roux ou l'un des produits intermédiaire et 20 ml du kit tampon d'extraction (megazyme) dans une fiole de 25 ml. A ce mélange 200 μ l d'une solution de α –amylase pure (megazyme) sont ajoutés, le mélange avant son incubation dans un bain Marie pendant 5 minute à 80 °C et 3ml de la solution du kit d'arrêt de la réaction (megazyme) sont ajouté. L'absorbance de la solution est lue à 400 nm contre un blanc. La figure N°3 montre les différents kits utilisés.



Figure N°3 : différents kits utilisés dans la méthode CERALPHA

Résultats et Discussion

I. Suivi de taux d'hydrolyse d'amidon par injection de l' α -amylase

Les analyses de sucre sont une procédure importante qui doit être exécutée tout au long du processus de production. La qualité de sucre est déterminée par une série d'analyses et l'une de ses analyses importantes à effectuer est le taux d'amidon.



Figure N°4: les échantillons préparés avant et après l'ajout de la solution KI/KIO₃

L'hydrolyse de l'amidon en milieu acide dilué conduit au glucose, en présence d'une solution iodo-iodurée (lugol), l'empois d'amidon donne une coloration bleue et incolore en son absence.

Il s'agit de l'inclusion des molécules d'iode dans l'hélice formée par l'amylose (l'iode est retenu par des liaisons de Van der Waals) (Gomez, 2023).

Les résultats des taux d'amidon sont donnés dans différents échantillons sont donnés dans le tableau suivant:

Tableau IV: Résultats des taux d'amidon dans différents échantillons

	Echantillon	Absorbance (nm)	Taux d'amidon (ppm)
Sucre roux	Echantillon01	0,255	189
	Echantillon02	0,253	188
Sirop de refonte	Echantillon05	0,060	40
	Echantillon06	0,059	39
Sirop carbonaté	Echantillon05	0,021	10
	Echantillon06	0,020	10
Sirop filtré	Echantillon07	0,019	9
	Echantillon08	0,019	9
Sirop décoloré	Echantillon09	0,001	0
	Echantillon10	0,001	0

Les résultats de taux d'amidon trouvés répondent à la norme ICUMSA < 200ppm.

Ces résultats sont représentés également dans la figure N°5

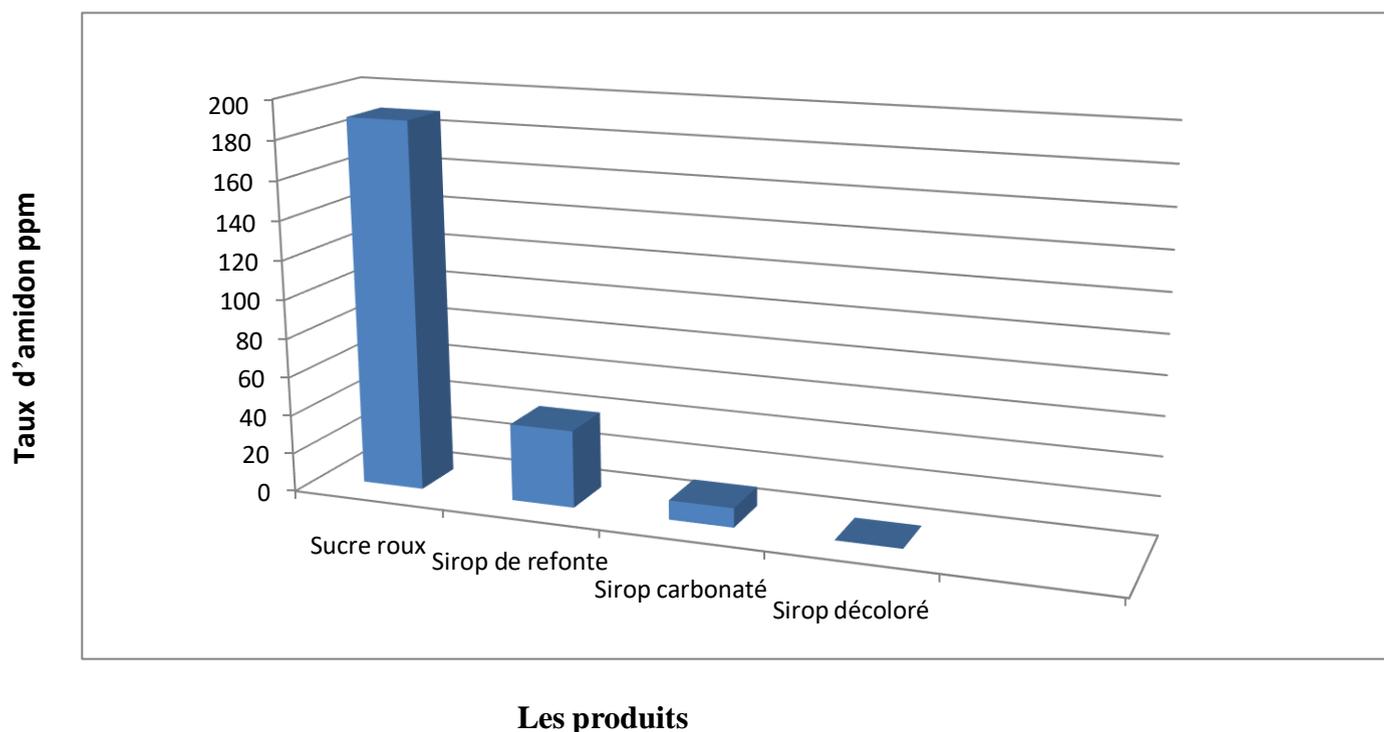


Figure N°5 : Taux d'hydrolyse de l'amidon dans différents produits

II. Détermination du taux de dextrane

Le dextrane n'est pas un constituant naturel de la canne à sucre, il se forme à partir du saccharose par métabolisation microbienne qui est due à la contamination de la canne par *Leuconostoc mesenteroides* et pour cela qu'on doit toujours contrôler sa quantité afin d'éviter toute difficulté technique qui va impliquer des pénalités financières aussi un produit non conforme.

Le résultat trouvé est lu sur le spectrophotomètre à 0,016 qui indique le taux de dextrane 19,5 ppm qui répond à la norme (<200ppm).

III. Détermination la présence d' α -amylases dans la matière première (sucre roux) et produit fini (sucre blanc)

Après un temps d'étuvage de 24h et 48h, on met l'iode à la surface des boîtes de Petri. Nous remarquons un changement de couleur de la gélose vers une couleur bleu intense ou violette cela permet de visualiser facilement la présence d'amidon dans la gélose et on remarque aussi la formation d'un halo transparent autour des puits qui montre une activité d' α -amylase dans la matière première (sucre roux) et le produit fini (sucre blanc). Cette activité est présente à cause de l'injection de l'enzyme au niveau de la production du sucre au Brésil.

Les résultats obtenus sont présentés dans la figure N°7.

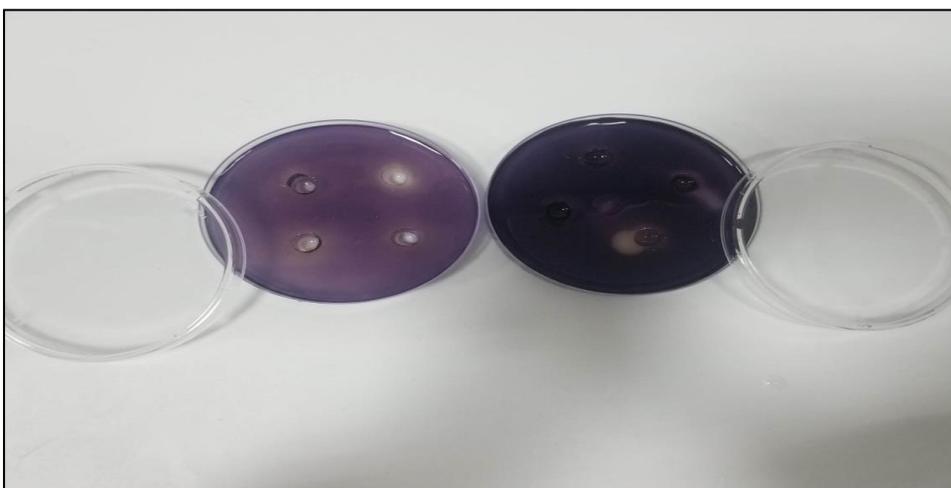


Figure N°6 : test d'activité d' α -amylase sur le milieu solide (sucre roux et blanc)

IV. Détermination de la quantité de l'alpha-amylase dans la matière première (sucre roux), produits intermédiaires et dans le produit fini (sucre blanc) et tester son efficacité

A l'aide d'un spectrophotomètre en lit l'absorbance de l'amidon. Les valeurs obtenues sont multiplier fois 0, 313 pour trouver la quantité d' α -amylase.

La figure N°7 illustre la quantité d' α -amylase dans les différents produits

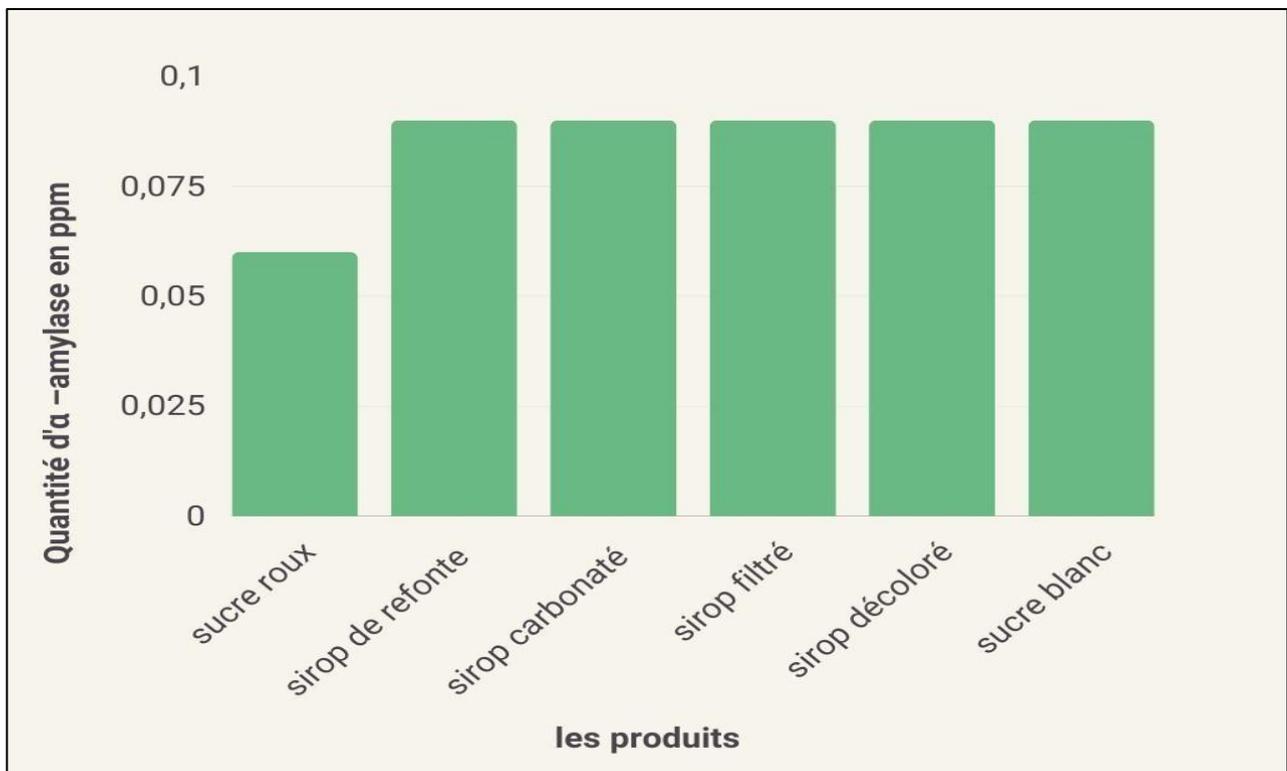


Figure N° 7 : α -amylase dans les différents produits

On a trouvé une quantité d' α -amylase considérable dans le sucre roux qui est de 0,061ppm. Par la suite on remarque une augmentation qui est due a l'injection d' α -amylase dans la phase de refonte et elle reste constante car elle n'est pas dénaturé par la température, d'ailleurs le produit fini contient l'enzyme d'où les problèmes d'utilité pour la fabrication du yaourt il devient liquide vu la dégradation de l'amidon par l'enzyme.

Conclusion

En Algérie, Cevital est le premier producteur de sucre. Au niveau de la raffinerie sucrière, le sucre roux importé du Brésil sert de matière première ; elle contient de l' α -amylase résiduelle, c'est pour cette raison qu'on s'est intéressé à étudier l'hydrolyse de l'amidon et de la détection de l' α -amylase.

La mesure de la quantité d'amidon et de ses dérivés ainsi que la quantification montrent que le taux de l'hydrolyse est de 189 ppm dans le sucre roux puis il diminue progressivement jusqu'à une valeur nulle dans le sirop décoloré, la détection de l' α -amylase dans le sucre roux et le sucre blanc montre qu'il reste toujours une quantité considérable estimée à 0,078 ppm en comparant avec celle du sucre roux qui était de 0,061 ppm, ce qui engendre des problèmes collatéraux en particulier lors de l'utilisation du sucre blanc dans la fabrication du yaourt contenant de l'amidon.

En perspectives il est souhaitable de :

- Quantifier l'enzyme en termes d'unité par ml en utilisant des tests adéquats et modifiés en fonction du produit à analyser.
- Répondre à la problématique en proposant des solutions via une collaboration entre Cevital et le laboratoire de microbiologie appliquée.

Références bibliographiques

A

Arvisenet G, (2001). « Influence des interactions physico-chimiques entre amidons et composés d'arôme sur la libération des arômes et les propriétés rhéologiques dans des matrices aqueuses complexes ». Thèse de doctorat de l'université de Bourgogne 3-49

Alais C, (2008). Biochimie alimentaire, DUNOD. 6ème édition, paris, pp. 67-71.

Arzat 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'Athabaska, p41

Aït-arabe M, (2022). Breeding, pests and diseases Rott Philippe (ed), Cambridge, Burleigh Dodds Science Publishing. P42

B

Boursier B, (2005). « Amidons natifs et amidons modifiés alimentaires », Techniques de L'ingénieur, F4690,

Bouix M, (1999). Production des enzymes. In Scriban R (Ed) : Biotechnologie (ed), Lavoisier. p344-400

Benne M., Grondin-Perez B., Chabriat J.P. et Hervé P. (2000). Neural artificiel réseaux pour la modélisation et le contrôle prédictif d'un processus d'évaporation industrielle. Journal du Génie Alimentaire, 46(2), p227-234.

Kitts D, (2010). cours de technologie industrielles l'usine agroalimentaire, école polytechnique

E

Eadie , M (2008). La Trinité <https://autrebord.pagesperso-orange.fr>

F

Farooq M, (2021). Biosynthesis and industrial applications of α amylase: a review. Archives of Microbiology Vol. 203. pp. 1281–1292 <https://doi.org/10.1007/s00203-020-02128-y>

I

ICUMSA.Méthode (2007). International Commission for Uniform methods of sugar Analysis

L

Larpent M, (1992). Biotechnologies. Principes et méthodes p574-581

M

Manuel opératoire cevital, (2012)

Mathlouthi M, (2004). propriétés physiques et chimiques du saccharose. Dossier CEDUS avec collaboration de l'université de REIMS, p.1-34

Mathlouthi M, (1995). L'extraction du sucre et application. Ed française polytechniques, p. 240-299.

Multon J.L, (1992). les fonction des sucre et leurs produits de substitution dans les aliments. p2

McMahon E, (1999). High maltose producing amyolytic system of a Streptomyces species. Biotechnology Letters. 21, p: 23-26.

P

Panchal C, (1990). Yeats strain selection. Marcel Dekker (ed) USA, p 189

Pandey A,(2000). AdvancesIn. Microbial amylases. Biotechnology. (31), pp.135-152.

S

Schomburg D, (1991). Enzyme Hand book 4. Classe 3: HydrolasesSpringer-Verlag (ed) Berlin Heidelberg. Germany. p 1-12.

Sicard P, (1982). Applications industrielles des enzymes: Les enzymes, production et utilisationindustrielles .Durand G., Monson P. Editions Gauthier .Villars, Paris.p.110-180.

Slzmann A, (1991). Evaporation theory and practices.in handbook of sugar refining : AManual for the desing and Operation of sugar refining facilities .(ed) john wiley and sons. New york pp 169-188.

V

Van B, (2002). Properties and applications of starch converting enzymes of alpha amylase family.Biotechnol; 94, pp.137-55.

Annexe

Annexe I

L'ensemble du matériel utilisé durant cette étude est récapitulé ci-après:

- Un spectrophotomètre : de marque UVILINE SECOMAM
- Un pH-mètre de marque HANNA
- plaque d'agitation magnétique : de marque FISER ROBLOCK SCIENTIFIC
- Une balance de précision. De marque SARTORIUS ED4202S-CW
- Un polarimètre : de marque ATAGO
- Brix-mètre: de marque ANTON PAAR
- Une balance analytique : de marque SARTORIUS ED4202S-CW
- Etuve réglée à 105°C : de marque MEMMERT 500
- Agitateur rotateste de marque SMM-30A CONTROL
- Tamiseur automatique : de RETSCH
- Pompe de filtration à vide : de marque MILIPORE
- Conductimètre de marque KNICK
- Diluteur automatique mené de balance de précision de marque REI
- Ordinateur muni de logiciel « CLEOPATRE » de marque Hewlett-Packard
- Un bain MARIE : JULABO

Balance normal : SARTORIUS

Annexe II

Produits chimiques utilisés :

- Acide acétique (CH_3COOH)
- Acétate de sodium ($\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$)
- Agar bactériologique ($\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O}_9$)
- Iodate de potassium (KIO_3)
- Chlorure de calcium déshydraté ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).
- Iodure de potassium (KI)
- La terre infusoire
- L' α -amylase
- Acide Trichloracétique ($\text{C}_2\text{HCl}_3\text{O}_2$)
- Méthanol
- Ethanol

Annexe III

Présentation du complexe Cevital

Créé en 1998, le complexe industriel « CEVITAL » est la première entreprise privée dans l'industrie d'huile et de sucre sur le territoire algérien. Elle est considérée comme l'un des plus grands complexes agroalimentaires en Algérie, implanté au niveau du nouveau quai du port de Bejaïa, à 3km du sud-ouest de cette ville à proximité de la RN 26, cette situation lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. Elle comprend plusieurs unités de production :

- ❖ Deux raffineries de sucre 3000t et 3500t
- ❖ Une unité de sucre liquide
- ❖ Une raffinerie d'huile
- ❖ Une margarinerie
- ❖ Une unité de conditionnement de sucre
- ❖ Une unité de fabrication et conditionnement de boissons rafraichissantes
- ❖ Une conserverie
- ❖ Une unité de fabrication de chaux calcinée
- ❖ Une unité de trituration des graines oléagineuses : est considérée comme l'un des plusgrands projets en Afrique et dans le monde. Il jouera un rôle vital dans l'industrie agro-
- ❖ alimentaire et fournira de l'huile sous le slogan « du champ au consommateur ».

La partie suivante concerne la méthodologie que nous avons entreprise durant notre stage au sein du laboratoire physico-chimique de la sucrerie CEVITAL « Unité 3000 t/j ». Le protocole expérimental de suivi du phénomène de dégradation du taux d'amidon par infusion de l'enzyme α -amylase dans la cassonade est décrit ci-dessous. Au cours de ce chapitre, nous aborderons les différentes techniques analytiques physico-chimiques utilisées au niveau du laboratoire.

Annexe VI

Les solutions utilisées

Solution de (CaCl₂)

- 53g dans 100ml d'eau distillée

Solution d'acide acétique (CH₃COOH)

- 3ml d'acide acétique dans 100ml d'acide acétique

Solution de CaCl₂ / CH₃COOH

Le pH est ajusté par l'ajoute d'acide acétique (CH₃COOH) à 3 ± 0,1

Solution de l'iodate de potassium (KIO₃)

- 0.5g d'iodure de potassium séché dans une étuve à 105° pendant 1h.
- 1l d'eau distillée

Solution de l'iodure de potassium (KI)

- 2.5g de KI
- 25ml d'eau distillée

Solution potassium iodure / iodate

- 50ml de KIO₃
- 5ml KI
- 45 ml d'eau distillée

Résumé

Le taux d'hydrolyse d'amidon par injection de l' α -amylase dans les différents produits de la raffinerie sucrière, la détection de la présence de l' α -amylase ainsi sa quantification sont réalisés au niveau du laboratoire physico-chimique du complexe Cevital.

En première partie, notre travail était de mesurer la quantité d'amidon et de ses dérivés et les quantifier par la méthode spectrophotométrique puis la mesure du taux de d'hydrolyse qui est dans de 189 ppm dans le sucre roux jusqu'à une valeur nulle dans le sirop décoloré, en deuxième partie, on a opté pour la détection de l' α -amylase dans le sucre roux et le sucre blanc, on a trouvé qu'il reste toujours une quantités considérable estimée à 0,078 ppm en comparaison avec celle du sucre roux qui était de 0,061 ppm, ce qui engendre des problèmes collatéraux en particulier lors de l'utilisation du sucre blanc dans la fabrication du yaourt contenant de l'amidon.

Mots clés : sucre roux, α -amylase, raffinerie sucrière, sucre blanc.

Abstract

The rate of starch hydrolysis by injection of α -amylase into the various products of the sugar refinery, the detection of the presence of α -amylase and its quantification carried out at the level of the physico-chemical laboratory of the Cevital complex.

First, our work was to measure the amount of starch and its derivatives and quantify them by the spectrophotometric method, then measure the rate of hydrolysis, which is 189 ppm in brown sugar down to a zero value in discolored syrup, secondly, we opted for the detection of α -amylase in brown sugar and white sugar, we found that there is still a considerable amount estimated at 0.078 ppm in comparison with that of sugar roux which was 0.061 ppm, which causes collateral problems in particular when using white sugar in the manufacture of yoghurt containing starch.

Keywords : brown sugar, α -amylase, sugar refinery, white sugar.