

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSENGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université Saad DAHLAB-BLIDA

Faculté Des Sciences de la nature et de la vie

Filière des sciences agronomiques

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU
DIPLOME MASTER ACADEMIQUE EN SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Spécialité: Nutrition et contrôle des aliments

ETUDE DE L'INFLUENCE DU CARRAGHENANE SUR LA CREME DESSERT
CHOCOLAT TREFLE

Présenté par :

Mlle **CASASNI Neila**

Devant les membres de jury composé de :

Mme. BOUTEKRABT.L	MCA	USDB	promotrice
Mme. KEBOUR.D	MAA	USDB	examineur
Mme. FERNANE.S	MAB	USDB	examinatrice
Melle. ABDELLAOUI.Z	MAA	USDB	présidente

Année universitaire : 2012/2013

Remerciements

Tout d'abord, je remercie Dieu, le tout puissant, de m'avoir donné la force, la patience et le courage pour achever ce travail.

Je tiens à exprimer ma gratitude, mes sincères remerciements, ma reconnaissance et mon respect à ma promotrice Madame BOUTEKRABI. L de m'avoir dirigée, orientée et aidée par ses précieux conseils tout au long de ce travail, sa patience, ainsi que son exigence dans le travail.

Je tiens à remercier les membres de jury de thèse d'avoir accepté d'honorer et d'enrichir mon travail. Pour cela, je leur exprime ma profonde reconnaissance et mon respect.

Je remercie vivement avec beaucoup de respect tout les membres du laboratoire TRÉFLE et plus particulièrement Mr SADEK.A qui m'a dirigé au cours de mon expérimentation.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à tous les enseignants de notre institut surtout Madame DOUMANJI.A qui nous a enseigné, conseillé et encouragé durant ces trois dernières années.

Je remercie également mes deux collègues Amina.K et Mohamed.Z pour leur amitié, leur aide et leur soutien au cours de mon travail et pour tous les moments vécu ensemble durant les trois années passées.

Je remercie également toute personne ayant contribué de loin ou de près à la réalisation de ce modeste travail.

Neila

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Ma très chère mère source d'affection, de courage et d'inspiration, sans qui je ne serai jamais arrivé où je suis maintenant.

Mon père, à qui je dois du respect, qui trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour tout ce qui m'a apporté.

A mes très chères frères Sid-Ali et Youcef qui m'ont soutenu durant tous mon quercus.

A mon âme sœur et unique amour Abdelhakim pour sa présence à tout instant.

A mes chers beaux parents.

A ma grand-mère, toutes mes tantes et mes oncles.

A mes cousins et cousines.

A mon amie intime Imene.

A toutes mes chères amies de la spécialité Nutrition et contrôle des aliments.

A toute la famille CASASNI et CHEGROUNI.

Avec toute mon affection et ma reconnaissance.

Neila

Table des matières

Introduction	1
Partie 1 : Partie bibliographique	
Chapitre I : Les desserts lactés	
I.1.Généralités.....	2
I.2 Définition.....	2
I.3 Caractéristiques des desserts lactés.....	2
I.4 Type de desserts lactés.....	2
I.4.1. les laits gélifiés aromatisés.....	2
I.4.2. les laits aromatisés emprésurés.....	3
I.4.3. les flans nappés.....	3
I.4.4. les mousses.....	4
I.4.5. les crèmes desserts.....	4
I.5 Qualité nutritionnelle.....	5
I.5.1. Apports glucidique	5
I.5.2. Apport lipidique.....	5
I.5.3 Apport protéique.....	5
I.5.4. Apport en matières salines.....	5
I.5.5. Apport en vitamines.....	6
Chapitre II : Technologie de fabrication de la crème dessert	
II.1 Composition de la crème dessert en matière première.....	6
II.1.1. la poudre de lait.....	6
II.1.2. Le sucre.....	6
II.1.3. L'amidon.....	6
II.1.4. le cacao.....	7
II.1.5. Les carraghénanes.....	7
II.1.6.L'eau de reconstitution.....	7
II.1.7. Le lactosérum.....	8
II.2 Étapes de fabrication de la crème dessert.....	9
II.2.1.Préparation du mix.....	9
II.2.2.Homogénéisation.....	9
II.2.3.Traitement thermique.....	9
II.2.4.Chambrage.....	9
II.2.5.Refroidissement et conditionnement.....	9
II.3 Défauts et remèdes de fabrication de la crème dessert.....	11
Chapitre III : Les carraghénanes	
III.1 Généralité.....	13

III.2 Définition.....	13
III.3 Extraction des carraghénanes.....	13
III.4 Structure et différents types de carraghénanes.....	14
III.4.1. Structure.....	14
III.4.2. Les différents types de carraghénanes.....	14
III.5 Caractéristiques physico-chimiques.....	16
• Influence du pH.....	16
III.6 Propriété et mécanismes des carraghénanes.....	16
III.6.1 Propriétés épaississantes.....	16
III.6.2 Propriétés stabilisantes.....	16
III.6.3 Propriétés gélifiantes.....	17
III.6.3.1. Phénomènes généraux liés à la gélification.....	17
III.6.3.2. Mécanisme de gélification.....	18
• La gélification des carraghénanes.....	19
III.7 Interaction avec les produits lactés.....	19
III.7.1. Interaction avec les protéines du lait.....	19
III.7.2. La déstabilisation du milieu laitier par les carraghénanes.....	20

Partie 2 : Partie expérimental

Chapitre I : Matériel et méthodes

Présentation de l'entreprise.....	21
I. Matériel.....	22
II. Méthodes	22
• Nature et lieu de prélèvement.....	22
II.1. Analyses microbiologiques.....	23
II.1.1. Objectif	23
II.1.2. Analyses effectués.....	23
II.1.2.1. Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales.....	24

II.1.2.2. Recherche et dénombrement des germes.....	25
▪ Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	25
▪ Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau.....	28
▪ Recherche des Staphylococcus aureus.....	30
▪ Recherche des salmonelles.....	32
▪ Recherche et dénombrement des germes totaux.....	33
▪ Recherche des levures et moisissures.....	34
▪ Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteurs.....	35
II.2. Analyses physicochimiques.....	38
II.2.1. Objectif	38
II.2.2. Techniques d'analyses.....	38
❖ Eau de procès	39
a. Détermination du pH (potentiel d'hydrogène).....	39
b. Détermination de titre hydrométrique «TH ».....	39
c. Détermination des titres alcalimétriques TA et TAC.....	40
d. Détermination de la teneur en chlorure.....	42
❖ Poudre de lait (26%) et les autres ingrédients	43
a. Détermination du pH (potentiel d'hydrogène).....	43
b. Mesure de l'acidité titrable.....	44
c. Détermination de la matière grasse.....	45
d. Détermination du taux d'humidité.....	46
❖ Le produit fini.....	47
a. Détermination du pH.....	47
b. Détermination de la matière grasse.....	47
c. Détermination de l'extrait sec total.....	49
II.3.Essai de formulation.....	50
II.3.1. Constituants de la crème dessert chocolat.....	50
II.3.2.Les étapes de fabrication de la crème dessert.....	51
II.4. Les analyses sensorielles.....	52
II.4.1.Objectifs	52
II.4.2.Démarche expérimentale.....	52
Chapitre II : Résultats et discussion	
A. Résultats des analyses microbiologiques.....	53
1. La poudre de lait.....	53
2. Le sucre.....	53
3. L'amidon.....	54
4. La poudre de cacao.....	54
5. Le gélifiant.....	55

6. Le lactosérum.....	55
7. La matière grasse végétale.....	56
8. L'eau de process.....	56
B. Résultats des analyses physico-chimiques	57
• Matières premières.....	57
1. L'eau de process.....	57
2. La poudre de lait.....	57
3. Les autres ingrédients.....	58
• Le produit fini.....	58
1. Potentiel d'hydrogène pH.....	58
2. L'extrait sec	60
3. La matière grasse.....	61
4. La synérèse	62
C. Résultats des analyses sensorielles	63
1. les analyses sensorielles de la recette témoin.....	63
2. les analyses sensorielles de l'essai 1.....	64
3. les analyses sensorielles de l'essai 2.....	65
4. les analyses sensorielles de l'essai 3.....	66
Conclusion générale.....	67
Références bibliographique	
Annexes	

Liste des abréviations

Abs : absence.

AFNOR : association française de normalisation.

AW : activité d'eau.

CaCO₃ : carbonates de calcium.

Cl⁻ : ions de chlorure.

Cu : cuivre.

°C : degré Celsius.

d : densité.

°D : degré Dornic.

Da : Dalton.

D/C : Double concentration.

DM : Dilution mère.

E. coli : *Escherichia Coli*.

EST : Extrait sec dégraissé.

°F : Degré français.

Fe : fer

g : gramme

g/l : gramme/litre

Germes/g : germes/germes

h : heure

ISO : organisation international de standardisation

JORA : journal officiel de république algérien

j₇ : 7jours

j₁₄ : 14jours

j₂₁ : 21jours

j₂₈ : 28jours

Mg/kg: milligramme/ kilogramme

Mg/l : milligramme/ litre

MG : matière grasse

mn : minutes

N° : numéro

NF : norme française

NPP : nombre le plus probable

pH : potentiel d'hydrogène

S/C : simple concentration

T : température

TA : titre alcalimétrique

TAC : titre alcalimétrique complet

TH : titre hydrométrique

UHT : ultra haute température

ι: iota

κ : kappa

λ : lambda

Figure N°2.1 : Diagramme de fabrication de crème dessert.....	10
Figure N°3.1 : Composition moléculaire de κ -carraghénane.....	15
Figure N°3.2 : Composition moléculaire de ι -carraghénane.....	15
Figure N°3.3 : Composition moléculaire de λ -carraghénane.....	15
Figure N°3.4 : Représentation schématique des différentes étapes de la gélification.....	17
Figure N°3.5 : Modèle de gélification par jonctions ponctuelles et zones de jonctions.....	18
Figure N°4.1 :Recherche des coliformes totaux.....	27
Figure N°4.2 : Recherche des coliformes fécaux.....	29
Figure N°4.3 :Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito Réducteur.....	37
Figure N°5.1 : La variation du pH du produit fini au cours du stockage.....	59
Figure N°5.2 : La variation de l'extrait sec du produit fini au cours du stockage.....	60
Figure N°5.3 : La variation de la matière grasse du produit fini au cours du stockage.....	61
Figure N°5.4 : La variation de la synérèse du produit fini au cours du stockage.....	62

Liste des figures

Liste des tableaux

Tableau N°1.1 : la formule du lait gélifié.....	3
Tableau N°1.2 : la composition de la mousse au chocolat.....	4
Tableau N°1.3 : la formule de préparation de la crème dessert.....	5
Tableau N°2.1 : composition de la poudre de lait.....	6
Tableau N°2.2 : défauts et remèdes de texture.....	11
Tableau N°2.3 : défauts et remèdes organoleptiques.....	12
Tableau N°2.4 : défauts et remèdes bactériologiques.....	12
Tableau N°4.1 : Nature et lieu de prélèvement des échantillons.....	22
Tableau N°4.2 : Analyses microbiologiques effectuées selon les normes exigé par l'entreprise.....	23
Tableau N°4.3 : Les différentes analyses physico-chimique effectuées.....	38
Tableau N°4.4 : les différentes recettes.....	50
Tableau N°5.1 : Les résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait	53
Tableau N°5.2 : Les résultats des analyses microbiologiques du sucre.....	53
Tableau N°5.3 : Résultats des analyses microbiologiques de l'amidon.....	54
Tableau N°5.4 : Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de cacao.	54
Tableau N°5.5 : Résultats des analyses microbiologiques du gélifiant.....	55
Tableau N°5.6 : Résultats des analyses microbiologiques du lactosérum.....	55
Tableau N°5.7 : Résultats des analyses microbiologiques de la matière grasse végétale.....	56
Tableau N°V.8 : Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process.....	56
Tableau N°5.9 : Résultats des analyses physico-chimique de l'eau.....	57

Tableau N°5.10: Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait.....	57
Tableau N°5.11 : Les résultats des analyses des autres ingrédients.....	58
Tableau N°5.12 : La variation du pH du produit fini au cours du stockage.....	59
Tableau N°5.13 : La variation de l'extrait sec du produit fini au cours du stockage.....	60
...	
Tableau N°5.14 : La variation de La matière grasse du produit fini au cours du stockage.....	61
...	
Tableau N°5.15 : La variation de La synérèse du produit fini au cours du stockage.....	62
...	
Tableau N°5.16 : Résultats des analyses sensorielles du témoin.....	63
Tableau N°5.17 : Résultats des analyses sensorielles de la formule 1.....	64
Tableau N°5.18 : Résultats des analyses sensorielles de la formule 2.....	65
Tableau N°5.19 : Résultats des analyses sensorielles de la formule 3.....	66

Résumé

ETUDE DE L'INFLUENCE DU CARRAGHENANE SUR LA CREME DESSERT CHOCOLAT TREFLE

La crème dessert présente un intérêt sur le plan nutritionnel. La fabrication de la crème dessert à partir de la poudre de lait 26%MG obéit à des règles strictes.

Notre travail a pour objet d'étudier l'influence du carraghénane sur la crème dessert et d'évaluer d'une part les différents paramètres physico-chimiques, microbiologiques portant sur la matière première utilisée lors de la fabrication (poudre de lait 26%, eau de reconstitution, sucre, amidon et carraghénane). D'autre part d'évaluer les paramètres physico-chimiques et organoleptiques du produit fini au cours de son stockage à 10°C.

Les résultats des différentes analyses nous ont permis de constater que la matière première utilisée est de bonne qualité.

La crème dessert préparé à l'échelle laboratoire a montré une stabilité significative sur le plan physico-chimique et microbiologique.

Sur le plan organoleptique, le produit le plus apprécié est celui où le taux de carraghénane est diminué.

Mots clés : crème dessert, carraghénane, influence, 10°C, fabrication, paramètre microbiologiques paramètres physico-chimiques, stockage, paramètres organoleptiques.

Abstract

STUDY THE INFLUENCE OF CARRAGEENAN CLOVER CHOCOLATE CREAM SERVES

The cream serves presents a benefit on the nutritional side. It's made from powdered milk, 26% of fat obey to a strict rules.

Our work is to study how carrageenan was based upon on custard, and evaluate in one side the different physicochemical parameters, microbiological on the first material used in the manufacture (powdered milk 26%, water recovery, sugar, starch and carrageenan). The other side is to evaluate the physicochemical and organoleptic parameters of the finished product during storage at 10°C.

The result of the different analysis shows us that the first material that was used is a good quality.

The cream serves prepared at the laboratory scale showed significant stability on the physicochemical and microbiological.

On the organoleptic point the most popular product is the one where the rate of carrageen is reduced.

Keywords: The cream serves, influence, carrageenan, 10°C, physicochemical parameters, microbiological parameters, storage, organoleptic parameters.

ملخص

دراسة تأثير الكراجينات على قشدة التحلية

إن قشدة التحلية لها مصلحة في التغذية. صناعة قشدة التحلية من الحليب مجفف الدهون 26% تطيع قواعد صارمة.

عملنا يكمن في دراسة تأثير الكراجينات على قشدة التحلية وتقييم كل من الخصائص الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية على المواد الأولية المستخدمة (مسحوق الحليب 26%- الماء - السكر - النشا و الكراجينات). من ناحية أخرى تقييم الخصائص الفيزيوكيميائية والحسية للمنتوج النهائي مدة تخزينه في 10 درجات مئوية

أظهرت نتائج التحاليل المختلفة أن المواد الأولية ذات نوعية جيدة

قشدة التحلية الذي أعد في المخبر اظهر استقرار كبير للعوامل الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية

من حيث التحليل الحسي، التركيبة الأكثر استحسانا هو الذي يحتوي على نسبة قليلة من الكراجينات

كلمات البحث: قشدة التحلية، الكراجينات، تأثير ، 10 درجات مئوية، الخصائص الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية، تخزين ، التحليل الحسي

INTRODUCTION

Introduction

Les produits laitiers frais sont conçus pour apporter au consommateur une qualité nutritionnelle à base de lait, sous une forme facile à assimiler et d'une variété du point de vue de la texture, de la flaveur et des autres qualités organoleptique. **[Mahaut et al., 2000]**

Ils sont obtenus par la mise en œuvre de procédés connus depuis l'antiquité et transformés en processus de fabrication industrielle.

Pour une crème dessert on recherche une texture non gélifiée, onctueuse, brillante et lisse et dont les propriétés restent constantes tout au long de la durée de vie du produit.

Les principes qui guident le choix d'un épaississant et d'un gélifiant se situent notamment au niveau organoleptique aussi bien du point de vue de l'apparence que de la texture et au niveau de la réglementation (doses maximales autorisées).

Les carraghénanes sont très largement utilisés pour la formulation des crèmes desserts, en raison de leur « propriétés fonctionnelles » : fonction d'épaississement ou de gélification, permettent de conférer au produit la texture désirée et/ou fonction de stabilisation visant à limiter les modifications physico-chimiques qui se produisent au cours du temps.

Dans ce contexte, notre projet de fin d'étude consiste à apprécier le pouvoir gélifiant des carraghénanes et de voir leur influence sur les propriétés texturales et organoleptique, afin d'élaborer une crème dessert de texture désirée.

L'organisation de cette étude se basera sur deux grandes parties :

- Une partie sera consacrée à l'étude bibliographique, à travers laquelle nous présenterons trois chapitres :

Les desserts lactées, technologie de fabrication de la crème dessert et les carraghénanes.

- Une partie expérimentale qui portera sur :
 - Des analyses microbiologiques et physico-chimiques des matières premières.
 - Préparation des recettes et des analyses physico-chimiques pendant 4 semaines à 10°C.

- Une évaluation de la qualité organoleptique.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

LES DESSERTS LACTES

I. 1. Généralités :

Les laits fermentés ont une origine indéterminée et très ancienne, par contre les desserts lactés frais sont beaucoup plus récents. En effet, ne jouissant pas de protection acide, ils sont beaucoup plus fragiles du point de vue bactériologique, et

ils nécessitent un traitement thermique préalable du lait et un conditionnement soigné si ce n'est pas aseptique.

Ces produits se caractérisent par un extrait sec élevé (25%- 27%), une consistance plus au moins épaisse due à l'emploi de gélifiants ou épaississants, et une aromatisation (sucre et parfum divers).

Ils doivent être maintenus à une température comprise entre 0°C et 5°C et consommés dans un délai assez court (24 jours après la fabrication). **[Luquet ; 1985]**

I. 2. Définition :

Les desserts lactés frais sont des aliments essentiellement à base de lait, conçu pour apporter les qualités nutritionnelles sous formes faciles à assimiler et d'une grande variété du point de vue de la texture, de la flaveur et des autres qualités organoleptiques. Ils subissent des traitements thermiques limités au strict nécessaire pour atteindre les caractéristiques hygiéniques requises ou élaborer leurs structures. **[Luquet ; 1985]**

I.3. caractéristiques des desserts lactés :

Les desserts lactés sont des produits à hautes viscosités, homogènes et souples, leurs couleurs sont variables selon les colorants utilisés, et doivent être neutres ou légèrement acides, cette valeur varie de 6 à 6.5. **[Luquet, 1985]**

Ils sont sous formes crémeuses ou gélifiées du lait non acide. La consistance recherchée est obtenue soit par action de la présure, soit par addition d'une substance gélifiante (maximum 2%), des substances variées ont été proposées : amidon modifié, gélatine ou carraghénanes. **[Alais et al ; 2003]**

I.4. les type des desserts lactés :

La classification des desserts lactés frais est fondée sur le type de texture recherchée et en conséquence sur la nature de l'agent extérieur texturant : gélifiant, épaississant ou émulsifiant. **[Luquet ; 1985]**

On peut citer :

I.4.1. les laits gélifiés aromatisés :

Ce sont des produits laitiers préparés avec du lait entier ou partiellement écrémé, de sucre, des matières aromatique naturelles peuvent être ajoutés : du lait en poudre écrémé ou non, de la crème ou de la crème légère, ainsi que des colorants autorisés, comme le montre le tableau N°01, l'ensemble est stérilisé. La texture est donnée par des agents de texture : matières amylacées ou additifs gélifiants et épaississants, ainsi que gélatine et protéines lactières. Ces préparations, dont la date de consommation est de 24 jours après le

conditionnement bénéficiant d'emballages performants et attractifs. Conservés au froid, ils ont une forme agréable mais relativement couteuse de consommation. **[Vierling 1999]**

Tableau N°1.1 : la formule du lait gélifié

Ingrédients	Vanille (%)	Chocolat (%)
Lait	84,5	78,4
Poudre de lait	1,05	/
Sucre	12,7	16,2
Epaississant	0,84	1
Gélifiant	0,46	0,4
Arome	0,4	4 (chocolat)
Colorant	gouttes	/
Extrait sec finale	25	31

[D'après Luquet; 1985]

I.4.2. les laits aromatisés emprésurés :

Ils sont obtenus à partir de lait entier ou partiellement écrémé, additionné de sucre, de substances aromatiques naturelles (chocolat, caramel, vanille, café) peuvent être ajoutés : du lait en poudre écrémé ou non, des colorants naturels autorisés, des ferments lactiques et d'une petite quantité de chlorure de calcium pour faciliter la coagulation, le mélange initial est stérilisé et refroidi. La présure est ajoutée lorsque la coagulation a eu lieu, le produit est amené à une température < 4° C, les mêmes additifs que pour les laits aromatisés sont autorisés la vente de ces produits ayant diminué, les fabricants tentent de maintenir leur commercialisation sous des vocables faisant appel à la tradition. **[Vierling ; 1999]**

I.4.3. les flans nappés :

Ce sont des desserts lactés démoulés avec une sauce nappant représentant une consistance semi solide préparée à partir du lait gélifié.

Il y a plusieurs types d'émulsifiants tels que : flan nappé caramel, flan aux œufs, flan à la semoule ou au riz. **[Corine ; 1990]**

I.4.4. les mousses :

Une mousse est une dispersion de bulles de gaz dans une phase continue liquide, solide ou semi solide, les mousses liquides peuvent être considérés comme des émulsions gaz dans l'eau. **[Cayot et Lorient ; 1998]**

Il y a plusieurs types de mousses parmi elle la mousse au chocolat dont la composition est illustrée dans le tableau N°02

Tableau N°1.2 : la composition de la mousse au chocolat

Ingrédients	%
Crème à 22% MG	42,3
Lait écrémé	2470,0%
Sucre	15
Caramel	5
Chocolat	3
Cacao	2,6
Amidon mais	0,8
Gélatine	0,8
Carraghénane	0,4
Glucose	5,25
Emulsifiant	0,08

[D'après Luquet; 1985]

I.4.5. les crèmes desserts :

Les crèmes desserts sont des produits présentant une croissance plus ou moins épaisse, à partir du lait épais par l'emploi d'extrait d'algues marines aromatisés et sucrés, elles permettent d'offrir au consommateur un dessert frais tout prêt, agréable et de bonne qualité nutritionnelle partiellement digeste par rapport aux produits traditionnels. **[Wibout, 1986]**

La formule de préparation du crème dessert est présentée dans le tableau N°1.3

Tableau N°1.3 : formule de préparation du crème dessert

Ingrédients	Vanille (%)	Chocolat (%)
Lait entier	73	77,35
Sucre	12,3	12,3
Crème 40% MG	4,5	4,5
Poudre de lait écrémé	3,8	3,8
C.m.c	0,3	0,3
Géifiant (carraghénane)	0,05	0,05
Cacao en poudre (22% MG)	/	1,7
Colorant	option	/

[D'après Luquet;1985]

I.5. Qualité nutritionnelle :

Elle est basée sur la composition chimique des constituants essentiels :

Lait, amidon, édulcorant et matière grasse qui lui permettent d'avoir une richesse importante en éléments nutritifs. [Adrian, 1973]

I.5.1. Apports glucidique :

Les crème desserts contiennent une quantité très importante en glucides 25.8% (saccharose, polysaccharides et le lactose) et par conséquent un apport énergétique élevé. [Alais, 1984]

I.5.2. Apport lipidique :

La matière grasse anhydre du lait (MGLA) constitue la source essentielle des lipides, elle contient la majorité d'acide gras saturé. [Adrian, 1973]

I.5.3. Apport protéique :

Les protéines du crème dessert sont d'origine laitière, le lait est riche en protéine, il réalise un remarquable complément de la plupart des protéines céréaliers. [Adrian, 1973]

I.5.4. Apport en matières salines :

La crème dessert est riche en calcium (d'origine laitière) et en phosphore (matière grasse) qui jouent un rôle essentiel du point de vue nutritionnel. [Adrian, 1973]

I.5.5. Apport en vitamines :

Les vitamines sont apportées surtout par la poudre de lait riche en vitamine A et en vitamine de groupe B (principalement vitamine B1, B 6 ET B 12), cet apport est diminué aux cours du traitement thermique. [Adrian, 1973]

CHAPITRE II

TECHNOLOGIE DE FABRICATION DE LA CREME DESSERT

II.1. Composition de la crème dessert en matière première :

II.1.1. la poudre de lait :

Ce sont des laits pratiquement privés d'eau (moins de 4%) qui ne peuvent donc plus être le siège de développement microbiens. **[Trémolière et al, 1980]**

Elle est caractérisée par un taux d'humidité maximale de 4%. Sa qualité hygiénique est excellente et on en distingue trois catégories (tableau N°04) :

- La poudre de lait entier 26% MG.
- La poudre de lait demi-écrémé 22% MG.
- Et la poudre de lait écrémé 0% MG. [Luquet., 1986]

Tableau N°2.1 : composition de la poudre de lait :

Constituant	Entier (%)	Ecrémé (%)
Eau	2,25	3
Matière grasse	26,75	0,7
Matière minérale	6	8,2
Calcium	0,97	1,31
Phosphore	0,75	1,02
Matière première	26	36
Lactose	38	51

[Selon l'AFNOR, 1986]

II.1.2. Le sucre :

Il est réducteur, inodore, de saveur caractéristique, son humidité est très faible (0.05%), très soluble dans l'eau, possède des propriétés de texturation, de la lubrification, de corps (rôle de la viscosité) de modification et d'homogénéisation des arômes. [Linden et Lorient., 1994]

II.1.3. L'amidon :

L'amidon est un polymère du glucose et il est la substance de réserve des végétaux [Scriban., 1998]. Il renferme deux polymères en portion variable :

- **Amylose** : assemblage linéaire de molécules d'anhydro-D-glucose avec liaison en position 1-4. Cette fraction représente de 20 à 30 % des amidons classiques.
- **Amylopectine** : assemblage en 1-4, mais avec de nombreux points de ramification conduisant à une très grosse molécule fortement ramifiée en 1-6.

Au stade industriel, les matières premières courantes d'amidonneries sont restreintes ; le maïs, le blé, et la pomme de terre [Scriban., 1999].

Le rôle nutritionnel des amidons est pratiquement important puisqu'ils se transforment en glucose (la principale source de carbone de l'alimentation humaine), après hydrolyse digestive. **[Luquet., 1985].**

II.1.4. le cacao :

Le cacao est extrait du cacaoyer *Theobroma cacao* qui est un arbre d'une dizaine de mètre de haut originaire de bassin amazonien et des régions tropicales humides avoisinantes **[Charrier ; 1997].**

L'obtention du cacao nécessite le passage par les étapes suivantes :

Fermentation, séchage, décorticage, alcalinisation, torréfaction, broyage et pressage **[Terren et Fournier ; 1998].**

II.1.5. Les carraghénanes :

Ce sont des hydro colloïdes naturels, extraits de certaines algues rouges. Ce sont des polysaccharides et plus particulièrement des galactosides plus au moins sulfatés **[Luquet ; 1985].**

Ils forment un gel en milieu aqueux à des concentrations de 0.1 à 0.5%, en présence de calcium et de potassium. En enrobant les micelles de caséines, ils freinent les mouvements de celles-ci en les empêchant de fusionner et en augmentant la viscosité du milieu **[Mahaut et al ; 2000].**

II.1.6.L'eau de reconstitution :

L'eau est l'une des matières de tous les types de produits laitiers reconstituées et recombinaison. Il doit être une eau potable de bonne qualité, dépourvue de micro-organismes pathogènes et d'un niveau de dureté acceptable, exprimé en poids de carbonate de calcium (CaCO_3), ($<100\text{mg/l}$). il est indispensable d'avoir une eau extrêmement pure pour la reconstitution ou la recombinaison ; une teneur excessive en matière inorganique menace l'équilibre des sels du produit reconstitué ou recombinaison qui, à son tour, pose des problèmes au niveau de la pasteurisation, sans parler de la stérilisation ou du traitement UHT **[Anonyme ; 2003]**

II.1.7. Le lactosérum :

On distingue généralement deux catégories de sérum, selon que son acidité est inférieure ou supérieure à 1,8 g d'acide lactique par litre:

- le lactosérum doux issu de la fabrication de fromage à pâte pressée cuite ou non cuite (emmenthal, saint-paulin, etc.),
- le lactosérum acide issu des autres fromages obtenus par coagulation mixte lactique (pâtes molles, pâtes fraîches).

Il faut souligner les excellentes propriétés fonctionnelles des protéines de sérum: solubilité, capacité à absorber et à fixer l'eau, gélification, propriétés émulsifiantes et moussantes. Par contre, sa teneur relativement élevée en matières salines est plutôt un inconvénient. Il existe de nombreuses utilisations possibles du sérum dans l'alimentation humaine et animale, mais sa forte teneur en eau (94 pour cent), sa salinité élevée et son altérabilité, rendent souvent difficiles sa valorisation. **[Anonyme ; 2013(4)]**

II.2.Etapes de fabrication de la crème dessert :

Selon la figure (1), la fabrication de la crème dessert est comme suit :

II.2.1.Préparation du mix :

Le lait entier est pasteurisé à une température de l'ordre de 75 à 80°C, et mélangé ensuite avec des ingrédients à savoir l'amidon, le cacao, le sucre, et les carraghénanes, généralement à froid pour éviter la formation de grumeaux **[Luquet ; 1985]**.

II.2.2.Homogénéisation :

L'homogénéisation est une action mécanique qui permet de réduire la taille des globules gras en microns et d'éviter la remontée en surface de la matière grasse.

L'emploi des homogénéisateurs à haute pression (300 à 603 bars) améliore encore la qualité de certains produits **[Lepatre ; 1988]**.

II.2.3.Traitement thermique :

Le mix est soumis à une température très élevée de l'ordre de 120°C afin de détruire les germes thermorésistant. Il faut signaler que ce traitement thermique élevé permet la solubilisation des épaississants rentrant dans la fabrication du produit fini tel que : les amidons et les carraghénanes **[Luquet ; 1985]**.

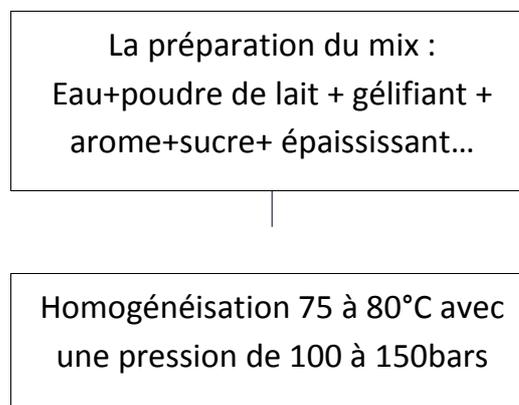
II.2.4.Chambrage :

Un traitement thermique correct exige le maintien du dessert lacté à la température de stérilisation pendant une durée spécifique pendant 15 secondes, ceci s'effectue dans un chambreur extérieur.

Un chambreur est habituellement constitué d'un tube hélicoïdal ou en zigzag et souvent recouvert d'une enveloppe évitant aux opérateurs de se brûler s'ils touchent le chambreur **[Veisseyre ; 1979]**.

II.2.5.Refroidissement et conditionnement :

Le produit est refroidi partiellement (à 70%) et on dit alors qu'il est conditionné à chaud. Le conditionnement à chaud assure une meilleure hygiène au produit et minimise les risques d'altération microbiologiques mais actuellement le conditionnement aseptique garantit une conservation du produit s'il est conditionné à froid **[Mahaut et al ; 2000]**.



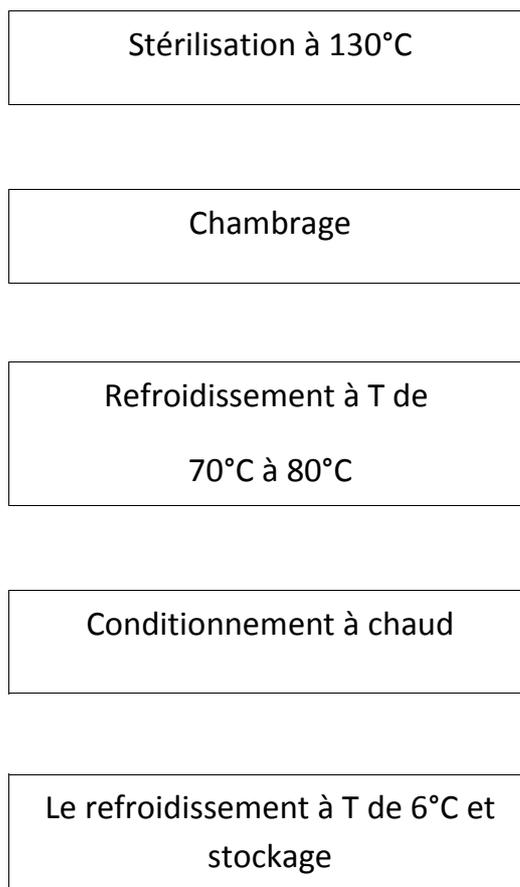


Figure N°2.1 : diagramme de fabrication de crème dessert.

[D'après la laiterie Trèfle ; 2013]

II.3. Défauts de fabrication et remèdes :

Tableau N°2.2 : défauts et remèdes de texture

Défauts	Causes	Remèdes
Point noirs sur le chocolat	- Présence de particules de fer.	- Changer de référence. - Réclamer au fournisseur un produit convenable.
Texture sableuse	- Caramel ajouté trop rapidement, le pH est abaissé trop vite et il se produit des floculations.	

Séparation de sérum	<ul style="list-style-type: none"> - Amidon non-conforme, insuffisamment modifié ou pas assez chauffé. - Extrait sec trop faible ou chauffage pas assez poussé. - Pas assez d'homogénéisation. 	
Texture trop liquide	<ul style="list-style-type: none"> - Pression d'homogénéisation trop forte. - Formulation non respectée. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rectifier. - Vérifier.
Texture trop épaisse et granuleuse	<ul style="list-style-type: none"> - Pression d'homogénéisation trop faible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmenter l'homogénéisation. - Vérifier la qualité du mélange d'ingrédients.

[Anonyme ; 1997]

Tableau N°2.3 : défauts et remèdes organoleptiques

Défauts	Causes	Remèdes
Arome non caractéristique	<ul style="list-style-type: none"> - Chocolat trop chauffé. - Vanille trop chauffé. - Formulation insuffisante. - Temps de stockage trop long. - Aromes non-conformes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se conformer aux prescriptions du cahier de charges.

Produit amer	- Température de stérilisation trop élevée.	- Baisser la température.
Vanille : produit de couleur plus foncée que la normal	- Produit trop chauffé.	- Baisser la température.
Chocolat de couleur très claire	- Vérifier la conformité du cacao.	

[Anonyme ; 1997]

Tableau N°2.4 : défauts et remèdes bactériologiques

Défauts	Causes	Remèdes
Présence de levures et de moisissures.	<ul style="list-style-type: none"> - Contamination par l'air ambiant. - Contamination du lait pasteurisé. - Mauvaise stérilisation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier les circuits pour en éliminer les anomalies. - Contrôler les flux laminaire. - Vérifier la conformité au cahier de charge du lait. - Vérifier le fonctionnement ultra propre.

[Anonyme ; 1997]

CHAPITRE III

LES CARRAGHENANES

III.1. Généralités :

Dans un comté du sud de l'Irlande, appelé Carragheen, les habitants avaient pour habitude d'utiliser une « mousse d'Irlande », algue qu'ils trouvaient sur les roches des cotes, pour faire des pommades et des flans. Vers 1700, au cours de la colonisation de l'Amérique du Nord, les Irlandais constatèrent que leur « mousse d'Irlande » poussait également sur les cotes du Massachusetts. Ils se sont par la suite rendu compte que cette algue appartenait à la famille des *Rhodophycées* (ou algue rouge), et était appelée *Chondrus crispus*.

L'intérêt économique et l'abondance de l'algue, à éveillé l'intérêt des industriels. Ainsi en 1871, le polysaccharide pur, à l'origine des vertus de la mousse d'Irlande,

est extrait aux Etats-Unis. Il est logiquement appelé Carraghénanes en référence à son comté d'origine. Après la Seconde Guerre Mondiale, l'expansion de l'industrie alimentaire a engendré une utilisation accrue des Carraghénanes en tant que stabilisateurs, épaississants et gélifiants. [Char cuderie, 1990].

III.2. Définition :

Ce sont des hydrocolloïdes naturels extraits de certaines algues rouges. Ils forment un gel en milieu aqueux à des concentrations de 0.1 à 0.5 %, en présence de calcium et de potassium. En enrobant les micelles de caséines, ils freinent les mouvements de celles-ci en les empêchant de fusionner et en augmentant la viscosité du milieu [Multon, 1992].

III.3. Extraction des carraghénanes :

En 1871, le polysaccharide pur est extrait pour la première fois. Le processus d'extraction se déroule en plusieurs étapes.

La récolte s'effectue à la main, sur les côtes, les jours de grandes marées ou par bateaux à l'aide de râpeaux. Les algues sont ensuite séchées afin d'obtenir un taux d'humidité inférieur à 20%, ceci afin de préserver la qualité de l'algue et faciliter son transport jusqu'à l'usine. Puis, les algues sont mélangées à l'eau plus ou moins alcaline et sont chauffées à de hautes températures, après filtration, on obtient un liquide contenant des carraghénanes non blanches. Les carraghénanes purs sont obtenus par précipitation dans l'alcool : la poudre est dissoute à chaud dans l'alcool, les impuretés sont solubilisées tandis que les carraghénanes purs sont recristallisés, lors du refroidissement. Différents alcools sont utilisés : méthanol, éthanol et isopropanol. Les polysaccharides utilisés dans l'alimentation sont extraits par une précipitation sélective avec de l'isopropanol: le produit obtenu est alors plus pur et plus concentré [Anonyme, 2013].

III.4. Structure et différents types de carraghénanes :

III.4.1. Structure :

Les carraghénanes sont des polysaccharides linéaires constitués de molécules de galactoses plus ou moins substitués. La chaîne est constituée de sous-unités appelées carrabioses comprenant deux galactoses liés par une liaison β (1-4). Ces carrabioses sont liés entre eux dans la chaîne par des liaisons α (1-3). De plus, les galactoses sont soit estérifiés par l'acide sulfurique, soit porteurs d'un pont oxygène entre les carbones 3 et 6 (anhydrogalactose). La présence d'acide sulfurique confère aux carraghénanes un caractère acide marqué.

Les carraghénanes sont des polymères constitués de plus de 1000 résidus galactoses, la probabilité de variation de structures est énorme.

L'identification de la structure chimique des carraghénanes est réalisée suivant des méthodes classiques : oxydation périodique, méthylation, hydrolyse partielle ou totale. La structure conformationnelle est déterminée par : la diffraction des rayons X, la RMN, la spectrométrie de masse et la spectrophotométrie infrarouge. Il est maintenant possible de séparer les différentes formes structurales par électrophorèse ou perméation sur gel. [Anonyme, 2013]

III.4.2. Les différents types de carraghénanes :

Il existe différents types de carrabioses dont trois principaux :

- kappa (κ) carrabiose.
- Iota (I) carrabiose.
- lambda (λ) carrabiose.

On appelle κ -carraghénane un polysaccharide constitué de n unités de κ -carrabiose. Il en est de même pour les I -carraghénanes et les λ -carraghénanes.

- **Le κ -carraghénane :**

Le κ -carraghénane est issu des espèces *Eucheuma cottonii*, *Chondrus crispus* et *Gigartina*. Il a pour formule :

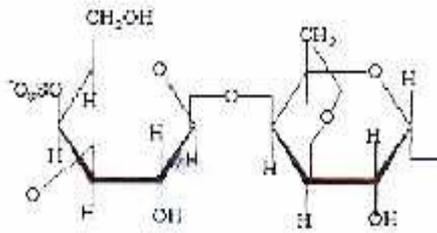


Figure N°3.1 : Composition moléculaire de κ -carraghénane

- **Le ι -carraghénane :**

Le ι -carraghénane est issu de l'espèce *Eucheuma spinosum*. Il a pour formule :

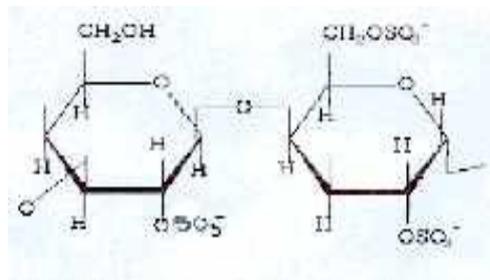


Figure N°3.2 : composition moléculaire de ι -carraghénane

- **Le λ -carraghénane :**

Le λ -carraghénane est issu de l'espèce *Chondrus crispus*, *Gigartina* et *Iridaea*. Il a pour formule :

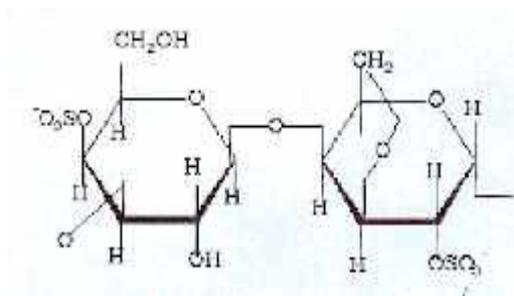


Figure N°3.3 : Composition moléculaire de λ -carraghénane

Les différents types de carrabioses confèrent aux carraghénanes des propriétés différentes. Le κ -carraghénane à caractère fortement gélifiant, le λ -carraghénane est stabilisant et épaississant, et le ι -carraghénane à caractère faiblement gélifiant et crée des produits flasques et malléables. **[Anonyme, 2013]**

III.5. Caractéristiques physico-chimiques :

- **Influence du pH :**

La propriété critique du carraghénane est sa dépolymérisation par hydrolyse acide. Il a été déterminé que cet effet est lié à la liaison 3,6 anhydre de la molécule. Les carraghénanes à l'état de gel résistent mieux à l'acide qu'en solution. Cela est dû au fait que les structures secondaires et tertiaires développées pendant la phase de gélification engendrent un effet protecteur au niveau des liaisons gluconiques, évitant ainsi leur rupture. Cet effet permet l'utilisation de carraghénanes gélifiants dans des systèmes acides, surtout en présence d'ions potassium (qui facilitent la formation de gel). L'hydrolyse acide proportionnelle à l'activité des ions H_3O^+ augmente avec la température. C'est à un pH proche de 9 que l'on note la plus grande stabilité. Les carraghénanes sont relativement résistants à la dégradation alcaline, dépendant de conditions d'hydrolyse non spécifiques qui pourraient se produire. **[Anonyme(2), 2013]**

III.6. Propriété et mécanismes des carraghénanes :

Les carraghénanes ont trois propriétés principales :

- Épaississante
- Stabilisante
- Gélifiante

III.6.1. Propriétés épaississantes :

Tous les hydrocolloïdes possèdent la propriété d'augmenter considérablement la viscosité du milieu aqueux pour de faibles concentrations, souvent inférieur à 1%. Ce pouvoir épaississant varie beaucoup d'une gomme à l'autre : il est très élevé pour la gomme xanthane, les carraghénanes et les galactomannanes et il est plus limité pour les amidons. **[Jeantet et al., 2006]**

Ce comportement est la traduction macroscopique de l'existence d'enchevêtrements macromoléculaires qui pourraient aboutir à la formation d'un gel. **[Doublie et al., 1975]**

III.6.2. Propriétés stabilisantes :

On entend par stabilisants les substances qui sont ajoutées à une denrée alimentaire, permettent de maintenir son état physico-chimique.

Les stabilisants comprennent les substances qui permettent de maintenir la dispersion homogène de deux ou plusieurs substances non miscibles. Ainsi, ces substances conservent ou intensifient la couleur d'une denrée alimentaire. **[Cleio, 1999]**

III.6.3. Propriétés gélifiantes :

III.6.3.1. Phénomènes généraux liés à la gélification :

Un gel peut être alors défini comme un système biphasique constitué par un réseau macromoléculaire tridimensionnel solide retenant entre ses mailles la phase liquide. Avant gélification, les molécules du polymère forment une solution vraie ; la formation du gel implique l'association des chaînes entre elles ou de segments de chaînes entre eux. Plus précisément plusieurs étapes de transition dans la formation du gel peuvent être distinguées :

- L'état « sol », ou le polymère forme une solution ; les macromolécules ne sont pas organisées les unes par rapport aux autres.
- L'état « gel » apparaît quand suffisamment de chaînes se sont associées pour former un gel d'abord élastique.
- Au fur et à mesure que les chaînes s'organisent entre elles, le gel devient plus en plus rigide ; puis a lieu, en générale, le phénomène de synerèse : le gel se contracte et exsude une partie de la phase liquide. **[Multon, 1992]**

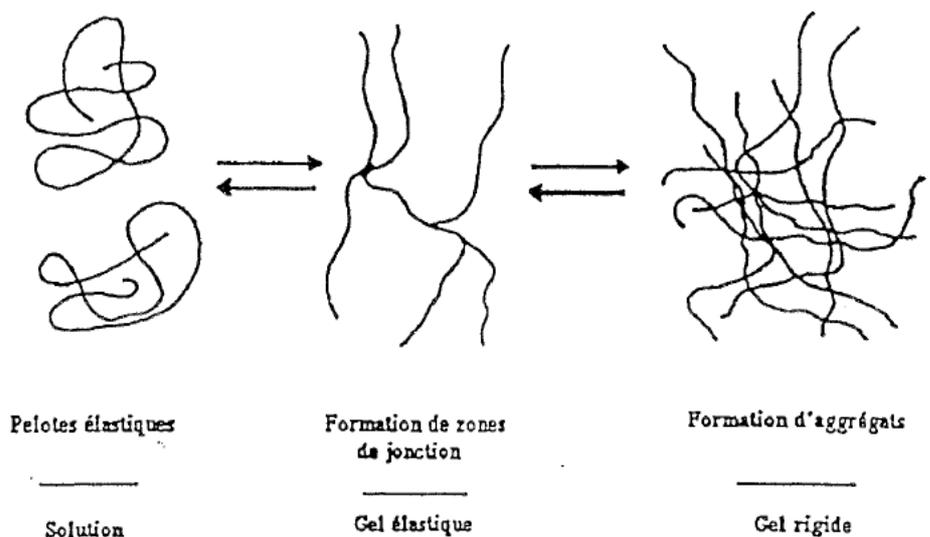


Figure N°3.4 : Représentation schématique de différentes étapes de la gélification [Rees, 1969]

III.6.3.2. Mécanisme de gélification :

Dans certaines conditions, les solutions des hydrocolloïdes peuvent passer de l'état sol à l'état gel, plus ordonné. Dans l'état sol, selon la concentration, les chaînes sont soit isolées, soit enchevêtrées de façon transitoire. Suite à des modifications de l'environnement (principalement température et nature des sels), les polysaccharides peuvent s'agréger : au niveau moléculaire, l'agrégation se produit par établissement de liaisons faibles (hydrogènes ou ioniques) entre résidus osidiques. Comme ces interactions sont de faibles énergie, elles doivent être établies sur une certaine longueur afin d'être énergétiquement stable, formant ainsi des « zones de jonction ».

L'existence de zones de jonction caractérise les gels dit physiques, par opposition aux gels chimiques, où les jonctions sont ponctuelles et de forte énergie. [Aymard, 1998]

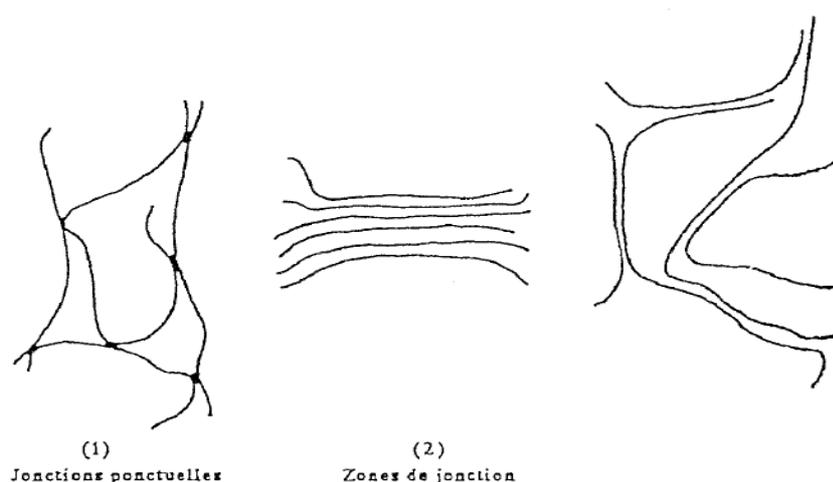


Figure N°3.5 : Modèle de gélification par jonctions ponctuelles et zones de jonctions [Rees, 1969]

- **La gélification des carraghénanes :**

La gélification des carraghénanes nécessite en plus du chauffage la présence d'ions de potassium pour leurs applications alimentaires. Au niveau macromoléculaire, le refroidissement induit une transition pelote-hélice ; cette transition est indispensable pour la gélification. **[Multon, 1992]**

Les κ et les ι -carraghénanes ont la particularité de pouvoir former une hélice droite en présence de cations (potassium et calcium), ceci leur permet de créer un gel, les λ -carraghénanes en sont incapables.

Les κ et les ι -carrabioses possèdent un pont oxygène entre les carbones 3 et 6 du D Galactose. Formant alors un anhydrogalactose, et il semble que ce soit ce pont qui est à l'origine de la gélification. **[Anonyme(2), 2013]**

III.7.Interaction avec les produits laitiers :

III.7.1.Interaction avec les protéines du lait :

L'existence d'interactions spécifiques entre les polyosides sulfatés (carraghénanes) et les protéines du lait sert à la préparation d'une grande gamme de produits laitiers. **[Glahn, 1982]**

Certaines protéines du lait sont précipitables par le calcium (caséines α_1 et β) peuvent être stabilisées par la présence de κ -carraghénanes.

Les mécanismes mis en jeu peuvent être très différents. Dans le cas où le pH est voisin de 7, Les deux types de macromolécules portent une charge nette négative. L'existence d'interactions entre elles ne peut s'expliquer que par la présence sur les protéines d'une zone chargée positivement. Ceci est le cas de la κ -caséine qui comporte une zone avec de nombreux résidus polaires.

On attribue donc ces mécanismes à l'existence d'interactions électrostatiques entre les carraghénanes et la κ -caséine qui est située à la

surface des micelles de caséines. La stabilité est renforcée dans une seconde étape par la formation d'un réseau tridimensionnel par l'intermédiaire des doubles hélices du carraghénane **[Snoeren, 1976]**. Cette hypothèse tend à remettre en question le schéma classique où la stabilisation est assurée par des ponts ioniques entre deux macromolécules chargées positivement, par l'intermédiaire du calcium (Ca^{+2}).

Par ailleurs, la stabilisation des protéines sensibles au calcium (caséine α_1 et caséine β , lorsque la micelle de caséine est déstabilisée) s'explique par le rôle particulier que peuvent jouer les κ ou ι -carraghénanes. En effet, selon **(Hansen, 1982)**, ces carraghénanes tendent à remplacer la caséine dans son rôle stabilisant de la micelle de caséine. On peut également expliquer ce mécanisme par le blocage des sites de la protéine impliquée dans la précipitation par le calcium. On peut signaler également que d'autres types de protéines sensibles au calcium peuvent également être stabilisés le κ -carraghénane **[Chakraborty et al., 1972]**.

III.7.2. La déstabilisation du milieu laitier par les carraghénanes :

A 60°C , les mélanges carraghénanes-lait sont à l'état liquide et peuvent être stables ou présenter une séparation de phases suivant la concentration en carraghénane : une sédimentation est observée au delà d'une concentration critique de 0,25% et l'on peut suivre la sédimentation au cours du temps. Ce phénomène est attribuable à un mécanisme de floculation par déplétion des micelles de caséines **[Langendorff et al., 1997]**. Plus le mélange est riche en carraghénane plus le surnageant est transparent, traduisant un appauvrissement en micelle de caséine.

Si un tel système est refroidi rapidement. Un gel se forme et le milieu reste stable vis à vis de la sédimentation. Il est remarquable d'observer que si l'on opère une remontée en température à 60°C , le gel s'affaiblit considérablement mais sédimentation ne se produit. **[Langendorff et al., 1997]**

SYNTHESE EXPERIMENTALE

CHAPITRE IV

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Présentation de l'entreprise

Créé en 1983, Trèfle s'est lancé dans la production du yaourt brassé avec une capacité de 3500 pots /heures.

En 1990, acquisition d'une nouvelle conditionneuse de capacité 6500 pots /heure, en utilisant le même process .Puis, la même année, acquisition d'une chaîne de fromagerie (pâte molle et pâte pressée),

Après une période de stagnation due à la situation économique et sociale en Algérie, trèfle a acquis en Avril 1998 sa première ligne de conditionnement en yaourt étuvé, de capacité de production 12500 pots /heures. Au mois de Septembre à la même année, acquisition d'une deuxième ligne de conditionnement en crème dessert et yaourt aux fruits.

En 2000, acquisition d'une troisième ligne de conditionnement en yaourt étuvé, de capacité 12500 pots/heure. C'est en 2001 qu'il y a lancement du nouveau complexe, avec transfert des équipements initiaux et acquisition d'une quatrième ligne de production en yaourt étuvé, de capacité 40.000 pots /heure, le out alimenté par un atelier moderne de process APV, entièrement automatisé, portant la capacité totale de production à 77.500 pots /heure.

En 2002, renforcement de l'unité par deux nouvelle ligne de conditionnement, pour la production yaourt brassé et fromage frais ainsi que une ligne SIDEL.

Pour les produits frais et UHT en bouteilles avec une capacité de 120.000 bouteilles /heure.

Puis en Décembre 2003, acquisition d'une septième ligne de conditionnement de capacité 40.000 pots/heure en yaourt étuvé et crème dessert.

L'entreprise trèfle n'a cessé de se développer pour répondre à la demande, en lançant en Septembre 2004, l'acquisition d'une nouvelle unité de conditionnement en bouteilles PET, de produits frais, de capacité 22.000 bouteilles/heure.

Ainsi, trèfle une entreprise en pleine expansion travaillant avec un système de management de la capacité ISO 9001-2001 et a connu un développement fulgurant notamment depuis la création de l'actuel complexe. Ce développement est venu répondre à la demande exprimé par le marché en produits laitiers, demande qui résulte de la tendance observée chez le consommateur algérien, à introduire le produit laitier comme dessert, quelque fois en substitution aux fruits. Il faut signaler, en outre que ce développement n'a été rendu possible que grâce à la politique adopté par le pays en matière d'encouragement de l'investissement.

Situation géographique :

L'unité du trèfle est située à la zone industrielle, cité 1 Ben boulaide_ Blida.

Pour la réalisation de notre travail, nous avons effectué :

- Des analyses microbiologiques et physico-chimiques des matières premières et seulement physico-chimiques du produit fini « crème dessert », car la formule à été réalisée à l'échelle laboratoire.

- Plusieurs formules de crème dessert en présence d'une formule témoin.
- Des analyses sensorielles des formules élaborées.

I. Matériel:

Le matériel utilisé pour notre étude est le matériel courant au sein de l'unité Trèfle. (Voir annexe)

II. Méthodes:

- **Nature et lieu de prélèvement :**

Tableau 4.1 : Nature et lieu de prélèvement des échantillons

Nature de l'échantillon	Lieu de stockage	Conditionnement	Température de stockage	Durée de vie	Quantité prélevée
Poudre de lait 26%	Magasin de stockage	Sacs 25 Kg	Ambiante	2 ans	25g
Sucre	Magasin de stockage	Sacs 25 Kg	Ambiante	2 ans	25g
Lactosérum	Magasin de stockage	Sacs 25 K	Ambiante	2 ans	25g
Matière grasse végétal	Magasin de stockage	Sacs 25 Kg	Ambiante	2 ans	25g
Amidon	Magasin de stockage	Sacs 25 Kg	Ambiante	5 ans	25g
Gélifiant	Magasin de stockage	Sacs 25 Kg	Ambiante	1 an	25g
Cacao	Magasin de stockage	Sacs 15 Kg	Ambiante	1an	25g

II.1. Analyses microbiologiques :

II.1.1. Objectif :

D'une façon générale, l'objectif du contrôle microbiologique est de garantir une sécurité hygiénique et organoleptique déterminés dans la mesure où ils dépendent des micro-organismes. [Bourgeois, Leveau.1991]

II.1.2. Analyses effectuées :

Tableau 4.2 : Analyses microbiologiques effectuées selon les normes exigé par l'entreprise

Analyses effectuées	Poudre de lait 26%	Sucre	Amidon	Cacao	Gélifiant	Lactosérum	MGV	Eau
Germes totaux à 30°C	+	+	+	+	+	+	+	+
Coliformes totaux	+	+	+	+	+	+	+	+
Coliformes fécaux	+	+	+	-	+	+	+	+
Clostridium sulfito Réducteurs à 46°C	+	+	+	+	+	+	+	+
Staphylococcus aureus	+	+	+	+	+	+	+	+
Salmonelle	+	+	+	+	+	+	+	-
Levures et Moisissures	+	+	+	+	+	+	+	-

(+) : Analyse effectuée.

(-) : Analyse non effectuée.

II.1.2.1. Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales :

On la réalise généralement à partir des liquides alimentaires ou de la suspension des dilutions successives en progression géométrique à raison de 10, le diluant est en générale celui qui a servi à préparer la suspension mère. **(Bourgeois , Leveau.1991).**

Les dilutions décimales sont réalisées à partir de l'échantillon mère et de façon classique : 1ml du produit par 9 ml de diluant.

Dans notre cas les matières premières sont solides, alors on doit suivre les étapes suivantes pour préparer la dilution mère et les dilutions décimales de chaque matières premières a analysé selon le service de bactériologie alimentaire de l'institut pasteur d'Algérie :

- Introduire aseptiquement 25 grammes de produit à analyser dans un flacon préalablement taré ou dans un sachet stérile de type « stomacher » contenant au préalable 225ml de dilution soit le TSE (Tryptone Sel Eau) et homogénéiser, cette suspension constitue alors la dilution mère (DM) qui correspond donc à la dilution 1/10 (10^{-1}).
- Introduire ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, 1ml de la DM dans un tube à essai contenant au préalable 9ml du TSE ; cette dilution est alors au 1/100 (10^{-2}). A partir de la dilution (10^{-2}) on prend 1ml et l'introduire dans notre tube a essai contenant 9ml du diluant TSE ; on obtient une dilution 1/1000 (10^{-3}).

NB : au moment de la préparation des dilutions, nous changeons la pipette entre chaque dilution, et nous travaillons dans une zone stérile (utilisation du Bec benzène).

II.1.2.2. Recherche et dénombrement des germes :

▪ **Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux :**

Les coliformes totaux appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae et se caractérisant par leur aptitude à fermenter plus au moins rapidement le lactose avec production de gaz en 24 à 48 heures, d'incubation à 37°C, ils sont des commensaux normaux de tube digestif de l'homme et de l'animal.

Les coliformes fécaux présentant en plus deux caractéristiques à savoir leur aptitude à se multiplier à 44°C et de produire l'indole.

❖ **But :**

Les techniques de colorimétrie à pour objectif, le dénombrement et éventuellement l'identification des coliformes d'une manière générale et les coliformes thermo tolérants ou (coliformes fécaux) ou *E. coli* en particulier. [Joffin; Joffin, 1999]

❖ **Principe:**

Les coliformes se distinguent par leur aptitude à fermenter le lactose, leur détection consiste à incuber l'échantillon à 37°C, pendant 24 à 48h dans un milieu nutritif lactose au vert brillant (BLBV ou VBL) contenant une cloche de Durham.

❖ **Mode opératoire :**

Le dénombrement peut se faire par comptage des colonies sur milieu gélosé ou par la méthode NPP (nombre le plus probable). [Joffin; Joffin ,1999]

La technique en milieu liquide fait appel a deux testes consécutifs à savoir :

- **Test de présomption** : réserver à la recherche des coliformes.
- **Test de confirmation** : appelé encore ; test de **Mac Kenzie** est réserver à la recherche des coliformes fécaux à partir des réactions positives du test de présomption.

Test de présomption : Trois tubes de milieu liquide VBL (bouillon lactosé au vert brillant et à la bile) + une cloche de Durham sont ensemencés chacun par 1ml de la dilution au 1/10^{ème}. On opère de la même manière pour les dilutions suivantes, on aura donc une série de :

3 tubes de VBL+ cloche de Durham + 1ml de la dilution (1/10).

3 tubes de VBL + cloche de Durham + 1ml de la dilution (1/100).

3 tubes de VBL + cloche de Durham + 1ml de la dilution (1/1000).

Après incubation à 37°C pendant 24h, on compte les tubes présentant un trouble d'une part et un dégagement de gaz dans la cloche de Durham (1/10 du volume de la cloche) par fermentation du lactose d'autre part.

❖ **Lecture** :

La lecture finale pour la détermination des coliformes totaux. Se fait selon la table de Mac Grady exprimée par NPP qui détermine le nombre de germes qui sera multiplié par l'inverse de la première dilution (x10) pour revenir au nombre de germes par ml ou par grammes. **(NF-V 08-016,1991)**

Test de présomption

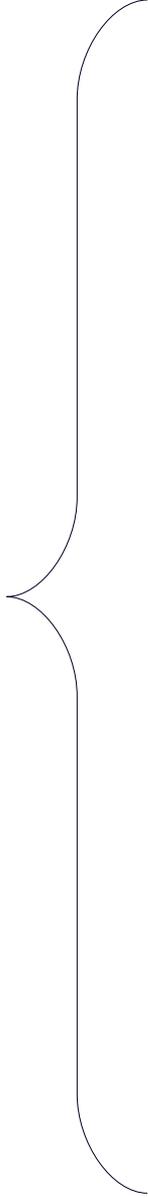
Eau à analyser

$10 \times 50 \text{ mL}$

$5 \times 10 \text{ mL}$

$5 \times 1 \text{ mL}$





BGPL D/C

BGPL D/C

BGPL S/C

37° C, 24 à 48 heures



Figure N°4.1 : Recherche des coliformes totaux.

▪ **Test de confirmation :**

Les tubes VBL trouvées positifs (trouble + dégagement de gaz) lors du dénombrement des coliformes totaux, ferrant l'objet d'un repiquage à la fois dans :

- Un tube d'eau péptonée exempte d'indole (EPEI).
- un tube de VBL (puis on mélange bien le milieu et l'inoculum)

On incube à une température de 44°C pendant 24 à 48h.

❖ **Lecture :**

Les résultats positifs se traduisent par :

- Un dégagement de gaz dans la cloche des tubes VBL.
- Une apparition d'un anneau rouge à la surface du tube d'EPEI après addition de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs, témoin de la production d'indole par **E. Coli**.

La lecture finale des coliformes fécaux se fait sur la table de Mec Grady et le nombre trouvé est multiplié par l'inverse de la première dilution [**NF.V08.020 ,1994**].

▪ **recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau :**

❖ **Principe :**

Dans le cas de l'eau, le milieu utilisé pour rechercher les coliformes est le bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol (BCPL).

❖ **Technique :** La technique est comme suit :

- Un flacon de 50ml du milieu BCPL (D/C) avec cloche +50ml d'eau à analyser.
- 5 tubes BCPL (D/C) (dans chaque tube 10ml de BCPL + 10ml d'eau à analyser).
- 5 tubes BCPL (S/C) (dans chaque tube 10ml de BCPL +1ml d'eau analyser).

On dégage l'air des cloches par retournements des tubes.

❖ **Incubation** : L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48h.

❖ **Lecture** : Tous les tubes se fait à positifs représentant un trouble bactérien et un dégagement de gaz. **[Anonyme, 2013]**.

Test de confirmation

Repiquage sur milieu Schubert + cloche

44 ° C, 24 heures

Ajouter 2 à 3 gouttes de Kovacs

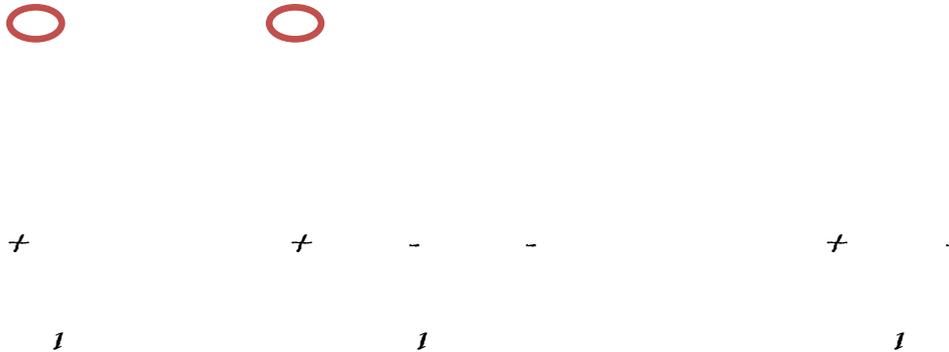


Figure N°4.2 : Recherche des coliformes fécaux.

▪ **Recherche des *Staphylococcus aureus* :**

Les staphylocoques appartiennent à la famille des Micrococcaceae. Ce sont des cocci Gram⁺, anaérobies facultatifs, catalase⁺, coagulase⁺, immobiles et non sporulé.

❖ **but :**

Staphylococcus aureus est un germe pathogène, capable de produire une entérotoxine pouvant causer une intoxication alimentaire, sa recherche permet de savoir si le produit présente des risques pour la santé du consommateur.

❖ **Principe :**

Le dénombrement des *Staphylococcus aureus*, est réalisé grâce à des milieux sélectifs. Quelques gouttes du produit ou de sa dilution sont étalées sur un milieu solide sélectif (Chapman, ou Braid Parker).

Les colonies suspectes observées sur ce milieu sont comptée et identifiée, si ce des *Staphylococcus aureus*, on pourra ainsi préciser leur nombre dans le volume initial.

S'il n'y a pas de *Staphylococcus aureus* c'est par ce qu'ils étaient trop peu nombreux, on peut réaliser dans ce cas un enrichissement en milieu sélectif (bouillon de Chapman ou Hyper salé), puis recommencer les opérations précédente à partir du bouillon. [Joffin ,1999]

❖ **Mode opératoire :**

Au moment de l'emploi, on ouvre aseptiquement le flacon de **Giolitti Cantonii** (225ml) pour y ajouter 15ml de **Tellurite de potassium**.

On mélange soigneusement le milieu pour qu'il soit prêt à l'emploi.

○ **1ère étape : Enrichissement :**

On introduit dans 3 tubes à essai stériles 15ml de Giolitti Cantonii (jaune) ; et on introduit aseptiquement 1ml de l'inoculum (de chaque dilution : 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) l'incubation est réalisée à 37°C pendant 24H.

❖ **Lecture :**

Seront considérés comme positifs que les tubes ayant virés au noir (noircissement total du tube).

○ **2ème étape : Isolement :**

Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *Staphylococcus aureus*, ces tubes feront l'objet d'un isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîtes de pétrie et laisser se solidifier ; et à l'aide d'une pipette pasteur, on prélève deux gouttes à partir de tube noir et on fait étalonnage sur la surface du milieu Chapman à l'aide d'une pipette pasteur former en râteau et incube les boîtes à 37°C pendant 24 à 48h.

❖ **Lecture :**

Seront considérées comme positives, les boîtes contenant des colonies suspectes à savoir des colonies de taille moyenne, lisse pigmentées en jaunes. Après identification, le nombre de colonies trouvées est multiplié par l'inverse de la première dilution.

L'identification des colonies de *Staphylococcus aureus* est effectuée par des tests biochimique comme :

- Test de catalase.
- Test de coagulase.

▪ **Test de catalase :**

A l'aide d'une pipette, on prélève une colonie suspecte, on la dépose sur une lame, puis on y ajoute de l'eau oxygénée (H₂O₂) et on met une lamelle pour ressortir les bulles d'air.

Lecture : s'il y a dégagement de bulles, les bactéries sont donc catalase⁺.

▪ **Test de coagulase :**

On prélève une colonie que l'on met dans un tube contenant le milieu Cœur cerveau « BHIB », on incube à 37°C pendant 24H.

Lecture : résultat positif se présente par un trouble bactérien.

A partir de ce milieu, on prélève 0,1ml que l'on homogénéise avec 0,3ml de plasma de lapin stérile. On incube à 37°C pendant 16 à 24H.

Lecture : le test de coagulase est positif, lorsqu'on remarque la coagulation de 1/3 du tube.

▪ **Recherche des salmonelles :**

Elle appartient à la famille des *Enterobacteriaceae*. Elles sont Gram⁻, aéro-anaérobie facultatif, non capsulé, non sporulé, ciliature péritriche, hétérotrophe, chimio-organotrophe et sont mobiles, indole⁻, H₂S⁻, lactose⁻. **[Joffin ; Joffin.1999]**

❖ **But :**

Les salmonelles sont des bactéries pathogène provoquant des gastro-entérites (avec éventuellement de graves complications). Leur recherche et leur identification s'avèrent indispensable. **[Joffin ; Joffin.1999]**

❖ **Principe :**

Le nombre salmonelles étant, en générale, faible dans les produits à analyser.

Il est nécessaire de procéder à un pré enrichissement puis à un enrichissement dans un milieu sélectif. L'isolement des salmonelles est ensuite réaliser sur milieu sélectif classique. **(Joffin ; Joffin.1999)**

❖ **Mode opératoire : (NF.V08-013-1993)**

La recherche des salmonelles nécessite quatre étapes successives :

- **Pré enrichissement :**

On introduit 25g de l'échantillon à analyser dans 225ml de TSE, on mélange bien et on incube à 37°C pendant 18h à 24h.

- **Enrichissement primaire :**

On prend aseptiquement 10ml du milieu de pré enrichissement que l'on introduit dans flacon de 100ml de bouillon sélénite de sodium avec cystéine SFB (S/C) additionné de 1 disque d'additif SFB .On incube à 37°C pendant 18 à 24h.

- ❖ **Lecture :**

Le résultat positif se manifeste par l'apparition de la coloration rouge brique dans le tube.

- ❖ **Isolement :**

S'il y a coloration rouge du milieu d'enrichissement, un isolement par étalement est réalisé sur milieu Héктоen ou sur milieu SS (Salmonelle Shigella), additionnée d'une ampoule de sélénite et incube à 37°C pendant 24 à 48h.

Un autre enrichissement sur bouillon sélénite de sodium et de cystéine SFB (S/C) en tube additionnée d'un disque SFB est réalisé de 0.1ml du milieu de pré enrichissement, on incube à 37°C pendant 24h à 48h.

- ❖ **Lecture et identification :**

Le bouillon sélénite fera l'objet d'un isolement sur Héктоen ;

Après 24h d'incubation, les colonies caractéristiques développées, on fait une identification des principaux caractères biochimiques en vue de confirmer l'appartenance au genre Salmonelle.

- **Recherche et dénombrement des germes totaux :**

❖ **But :**

Dénombrer la flore totale, c'est tenter de compter tous les microorganismes présent, afin d'apprécier de température (en générale 30°C) et permet donc de dénombrer trois grands types de flores :

- Flore thermophile T° optimale supérieure à 45°C.
- Flore mésophile... .. T° optimale entre 20 et 40°C.
- Flore psychrophile..... .. T° optimale inférieure à 20°C.

On ne peut pas dénombrer à la fois les microorganismes aérobies et anaérobies stricts. Il est donc préférable d'utiliser la terminologie « microorganismes aérobies totaux à 30°C) plutôt que le terme « Flore totale » dans le cas d'un dénombrement à 30°C en aérobose. (Figarella, 1999)

❖ **Principe :**

Les microorganismes aérobies et anaérobies facultatifs sontensemencée en profondeur d'un milieu de culture nutritif gélosé défini non sélectif (PCA) coulé dans des boites de pétrie avec une quantité déterminée de la suspension mère et des dilutions décimale de la suspension mère du produit à examiner.

Incubation de ces boites à 30°C pendant 24h à 48h en aérobose. Calcule du nombre de microorganismes, par gramme du produit, à partir du nombre de colonies obtenue dans les boites de pétrie retenues. (Figarella ,1999).

❖ **Mode opératoire :**

Ensemencer 1ml en masse dans les boites pétries (des 3 dilutions) après avoir compléter avec 15ml ou (1/3) de volume de boite de gélose (PCA) fondue (45°C), on fait des mouvements en formons le nombre 8 pour bien répartir l'échantillon. Incuber à 30°C pendant 24 à 48 heures jusqu'à 72heures (Anonyme, 1999).

❖ **Lecture :**

Après la période d'incubation, on procède au comptage de toutes les colonies quelle soit leur taille. Ne retenir pour le dénombrement que les boites ne contenant de 30 à 300 colonies ; et ils apparaissant sous

formes lenticulaires et des différent tailles, et sont généralement de couleur jaunes ou blanchâtres.

Remarque : L'incubation pour l'analyse est effectuées à 37 et à 22°C.

▪ **Recherche des levures et moisissures :**

Sont unicellulaires et de taille variable et de forme ovoïde ; immobiles, acidophiles.

❖ **Principe :**

Le dénombrement des levures et moisissures s'effectue à l'aide des milieux classiques pour la flore fongique totale : Milieu OGA (oxytétracycline glucose agar) (chloramphénicol ou oxytétracyclin) ou gélose Sabouraud avec culture en surface pendant 5 jours à 20-25°C. **(GUIRAUD.J.P.1998)**

❖ **mode opératoire :**

A partir des dilutions 10^{-1} à 10^{-3} , porter aseptiquement 4 gouttes dans des boîtes de pétries contenant la gélose OGA ou Sabouraud. Etaler les gouttes avec un râtelier stérile, puis incubé les boîtes renversées à 22°C pendant 5 jours en position renversée. Avec lecture tous les jours au risque de se retrouver devant une boîte envahi. Dénombrer les levures à part et les moisissures à part.

Remarque importante :

Etaler 4 gouttes de diluant TSE dans une boîte de d'OGA dans les mêmes conditions, cette boîte constitue le témoin diluant TSE dans une boîte d'OGA dans les mêmes conditions, cette boîte constitue le témoin diluant.

Incuber également une boîte OGA, c'est le témoin milieu.

Au moment de la lecture commencer obligatoirement par les témoins, si l'un d'entre eux est contaminé l'analyse à refaire. **[Anonyme(3) ,2013]**

❖ **lecture :**

Les colonies des levures sont rondes, plus ou moins bombées et brillantes avec un diamètre supérieur à celui des bactéries.

Celles des moisissures ont un aspect velouté et sont grandes et pigmentées. Les résultats sont exprimés en nombre de germes par millilitre ou gramme de produit.

▪ **Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteurs :**

Se sont anaérobies strict, Gram⁺, genre de Clostridium, ils sont capables de réduire le sulfite, et ils sont bacilles courts, trapus, sporulés.

❖ **But :**

La recherche et le dénombrement des anaérobies sulfite réducteurs sont réalisés par ce qu'ils sont responsables d'intoxication alimentaire. **[Anonyme, 1999]**

❖ **Principe :**

Le milieu sélectif utilisé pour la recherche de ces microorganismes est la gélose viandes foies (VF), à laquelle on ajoute une ampoule de Alun de fer et le sulfite de sodium. Les germes sulfite réducteurs réduisent les sulfites de sodium, en sulfites de fer donnant ainsi la couleur noire des colonies.

❖ **Mode opératoire :**

On prend 1ml de chaque dilution 10^{-1} à 10^{-3} les introduits dans 3 tubes vides et stériles, et on les mets dans un bain marie à 80°C pendant 10 minutes, puis les refroidis immédiatement sous l'eau de robinet dans le but d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées.

Puis coulé environ 15ml de VF préalablement fondue à 44°C pendant 24 à 48h.

❖ **Lecture :**

La première lecture doit se faire impérativement après 16h d'incubation ; car d'une part si les colonies de Clostridium sulfite réducteur sont nombreuses, et l'interprétation sera difficile et l'analyse est à refaire ; d'autre part, il faut absolument repérer toute colonie entourée d'un anneau noir ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieure à 05 mm.

Dans le cas où il n'y a pas de colonies caractériser comme précédemment, on réincube les tubes et effectuée une deuxième lecture au cours de 24 à 48h. Les résultats sont exprimés en nombre de spores par millimètre ou par gramme de produit.

Eau à analyser

25mL d'eau à analyser

Chauffage à 80° C, 10minutes

Refroidissement brutal sous l'eau de robinet



Répartir à raison de 5 mL par tube dans 3 tubes

Ajouter environ 15 mL de gélose VF fondue puis refroidir à 45 °C

Laisser solidifier sur paillasse puis incuber à 37 °C, 24 à 48 heures.





Figure N°4.3 : recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito Réducteur

II.2. Analyses physicochimiques :

II.2.1. Objectif:

Le contrôle physico-chimique a pour but d'analyser les matières premières et le produit fini, en mesurant les différents paramètres « pH, EST, MG...), pour signaler toute erreur de fabrication et toute modification des paramètres.

II.2.2. Techniques d'analyses :

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées sur :

- ❖ La poudre de lait (26%) de matière grasse.
- ❖ L'eau de procès.
- ❖ Les autres ingrédients (Amidon, sucre, gélifiant...).
- ❖ Le produit fini.

Tableau 4.3 : Les différentes analyses physico-chimique effectuées

Analyses effectuées	Eau de procès	Poudre de lait (26%)	Autres ingrédients	Produit fini
Détermination de TA, TAC, TH	+	-	-	-
Mesure du ph	+	-	-	+
Mesure de l'acidité	-	+	-	-
Extrait sec total	-	+	+	+

Matière grasse	-	+	-	+
Teneur en chlorure	+	-	-	-
Humidité	-	+	+	-

(+) : analyse effectuée.

(-) : analyse non effectuée.

❖ **Eau de procès :**

a. Détermination du pH (potentiel d'hydrogène) :

• **Principe :**

Il consiste à mesurer l'acidité ionique de l'eau.

• **Mode opératoire :**

Dans un bécher contenant de l'eau de process, la mesure du pH se fait directement par le pH mètre suivant les étapes :

- Régler le correcteur de température à celle du produit.
- Etalonner le pH mètre en plongeant l'électrode en verre dans une solution tampon pH=7.
- Introduire l'électrode directement dans le produit.

• **Lecture :**

Lire directement la valeur affichée sur le cadran du pH mètre.

b. Détermination de titre hydrométrique «TH » :

Le titre hydrométrique (TH) indique la teneur totale de l'eau en sel calcium et magnésium, la dureté d'une eau est proportionnelle au nombre total d'atome de calcium et de magnésium qu'elle renferme (**Lauze, 2002**).

TH= [Ca²⁺] + [Mg²⁺]
--

- **Principe :**

C'est le dosage d'un échantillon d'eau avec l'acide éthylène-diamine-tétra-acétique (EDTA), en présence de l'indicateur noir ériochrome dans un milieu tampon.

- **Mode opératoire :**

Introduire dans un bécher 100ml d'eau à analyser, ajouter 5ml de la solution tampon à pH=10, ensuite ; on ajoute 2 à 3 gouttes de noir ériochrome utilisé comme indicateur.

- **Expression des résultats :**

Le volume de l'EDTA correspond au titre hydrométrique (TH) exprimé en degré français F° selon la formule suivante :

$$\text{TH (F}^\circ\text{)} = V_1$$

V_1 : volume de l'EDTA nécessaire pour titrer les ions métalliques.

- **Interprétation des résultats :**

Si la couleur du mélange vire vers le bleu foncé, cela indique un TH=0.

Si la couleur vire vers le violet, on titre avec la solution EDTA (0,02N) jusqu'à la coloration bleu.

c. Détermination des titres alcalimétriques TA et TAC :

Le titre alcalin ou (TA) mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes et la demi-concentration en ions carbonate.

Le titre alcalimétrique complet ou (TAC) correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates, bicarbonate et hydrogénocarbonates.

(AFNOR 1986)

1. **Titre alcalin libre « TA » :**

- **Principe :**

La mesure de TA permet la détermination de la quantité d'hydrates alcalins et seulement la moitié des carbonates. Elle est basée sur la neutralisation d'un volume d'eau par l'acide sulfurique dilué en présence d'un indicateur coloré « phénolphthaléine », il est traduit par le virage de la couleur rose à l'incolore.

- **Mode opératoire :**

Dans un bécher, prélever 100ml d'eau à analyser puis ajouter 2 gouttes de phénolphthaléine (indicateur coloré), on observe une coloration rose qui doit se développer, si il ya pas de coloration la valeur de TA=0 en suite a l'aide d'une burette verser doucement l'acide sulfurique (cas de coloration rose), en agitant constamment jusqu'à la décoloration complète de la solution.

- **Expression des résultats :**

Le « TA » est donné par la formule suivante :

$$\text{TA (F}^\circ\text{)} = V_2$$

TA : le titre alcalimétrique exprime en degré français (F°).

V₂ : volume de l'acide sulfurique nécessaire pour la décoloration de la solution.

2. **Titre alcalins complet « TAC » :**

- **Principe :**

La mesure de TAC permet la détermination de la teneur en eau en alcalis libre en carbone et bicarbonates. Elle est basée sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide dilué (acide sulfurique) en présence d'un indicateur (méthyle orange) qui se traduit par le virage du jaune à l'orange.

- **Mode opératoire :**

Dans un bécher, prélever 100ml de l'eau à analyser puis ajouter 2 gouttes de méthyle orange, en suite titrer avec l'acide sulfurique (H_2SO_4) à 0,002 N jusqu'au virage du jaune orangé (PH=4,3).

- **Expression des résultats :**

Le « TAC » est donné par la formule suivante :

$$\text{TAC (F}^\circ\text{)} = V_3$$

TAC : titre alcalimétrique complet exprimé en degré français.

V₃ : volume de l'acide sulfurique en ml versé depuis le début du dosage.

d. Détermination de la teneur en chlorure :

- **Principe :**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrates d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge ; caractéristique du chromate d'argent.

- **Mode opératoire**

- Dans un bécher, prélever 100mL d'eau
- Ajouter 4 à 5 gouttes de chromate de potassium (K_2CrO_4) : coloration jaune.
- Titrer la solution avec nitrate d'argent à (0,1N) Jusqu'au virage du jaune au rouge brique.
- Effectuer le même essai à blanc (avec l'eau distillée).

- **Expression des résultats :**

La concentration en ions chlorés est donnée par les formules suivantes :

$$Cl^-(ml/L) = (V-0,9) \times 35,5$$

Cl⁻ : concentration des ions de chlorure.

V : volume de $AgNO_3$ (0,1N) qui servi au titrage.

0,9 : volume d' $AgNO_3$ (0,1N) nécessaire pour l'obtention de la même teinte rouge dans un essai à blanc avec 100 ml d'eau distillée.

35,5 : masse moléculaire du chlore.

❖ **Poudre de lait (26%) et les autres ingrédients :**

a. Détermination du pH (potentiel d'hydrogène) :

- **Principe :**

L'opération consiste à disperser le produit dans l'eau distillé et à la mesure directe du pH à l'aide d'un pH mètre.

- **Mode opératoire :**

Dans un bécher on pèse 3g de poudre de lait, on ajoute 30 ml d'eau distillée, le mélange est mis au réfrigérateur pendant 3 à 4H et ceci pour la dispersion complète de la prise d'essai ; l'électrode est ensuite plongé dans la solution tampon pH=7 et pH=4 respectivement ; après on introduit l'électrode directement dans le produit.

- **Lecture :**

Lire directement le résultat affiché sur le pH mètre, après la stabilité de la valeur de ce dernier.

NB : nous effectuons la mesure de la même manière pour le reste des ingrédients.

b. Mesure de l'acidité titrable :

- **Définition :**

L'acidité titrable correspond à la teneur en acide lactique du lait. Elle est conventionnellement exprimée en gramme d'acide lactique. **(AFNOR, 1986)**

- **Principe :**

Il consiste à titrer l'acidité par l'hydroxyde de sodium (NaOH) (N/9) en présence de phénolphtaléine comme indicateur limitant la neutralisation par changement de couleur.

- **Mode opératoire :**

A l'aide d'une pipette de 10mL on prélève 10mL d'échantillon à analyser (dans le cas de la poudre de lait, on dilue 2g de poudre dans

20ml d'eau distillée), On ajoute deux gouttes de phénolphaléine, Puis on titre avec la solution sodique à N/9 jusqu'au virage au rose qui persiste environ 10 secondes.

- **Expression des résultats :**

L'acidité s'exprime en degré Dornic, est donné par la formule suivante :

$$\text{Quantité d'A.L (\%)} = E.V_4$$

A.L : acidité titrable en D°

V₄ : volume de NaOH qui a été titré.

E : volume de la prise d'essai.

c. Détermination de la matière grasse :

- **Principe :**

La détermination du taux de la matière grasse se fait selon la méthode de Gerber basée sur l'utilisation de l'acide sulfurique pour la dissolution des protéines et l'addition d'alcool iso-amylque pour la séparation de la matière grasse.

- **Mode opératoire :**

- Introduire 10mL d'acide sulfurique dans le butyromètre à l'aide d'un doseur, sans mouiller le col avec l'acide
- Peser 10g de produit à analyser à l'aide d'une balance analytique, puis ajouter 10mL de l'eau distillée et mélanger bien
- Verser doucement à la surface 1mL d'alcool iso-amylque.

- Boucher avec soin, puis secouer d'abord horizontalement le butyromètre initialement maintenu dans une position verticale.
- Secouer le butyromètre à plusieurs reprises afin de prendre le liquide homogène.
- Maintenir le butyromètre (lorsque le produit dissout) de façon que le bouchon vers le haut et attendre que le mélange est entièrement rempli l'ampoule terminale.
- Mettre le butyromètre dans une centrifugeuse réglée à 1200/mn pendant 5mn à température de 55°C.
- Retirer le butyromètre de la centrifugeuse et ajuster le bouchon si nécessaire pour ramener la colonne de la matière grasse dans la partie graduée.

- **Expression des résultats :**

La teneur en matière grasse du produit exprimé en pourcentage massique est déterminée par la formule suivante :

$$\text{MG} = \text{N}_1 - \text{N}_2$$

MG : matière grasse en %

N₁ : valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne grasse en %.

N₂ : valeur atteinte par le niveau inférieur de la colonne grasse en %.

d. Détermination du taux d'humidité :

Elle se fait suite au calcul de l'extrait sec total, et pour ce dernier on utilise la méthode de **Thermo balance**

- **Définition :**

La teneur en matière sèche est la masse restante après dessiccation complète de la matière. Elle est conventionnellement en pourcentage massique.

- **Principe :**

Il repose sur la dessiccation par évaporation de l'eau que contient l'échantillon à analyser sous l'effet d'une source de chaleur qui est la lumière de l'infrarouge.

- **Mode opératoire :**

L'extrait sec total est mesuré par une méthode rapide et répondant aux exigences de l'unité par la remise des résultats en espace de quelques minutes, elle répond au mode opératoire suivant :

- Déposer la coupelle séchée, Tarer le poids.
- Peser 2g de produit à analyser.
- Etaler le produit sur toute la surface de la coupelle.
- Baisser le couvercle de l'appareil.
- Lancer la dessiccation en appuyant sur la touche START.
- Après dessiccation complète, l'appareil affiche TEST TERMINE indiquant ainsi la fin de dessiccation.

- **Expression des résultats :**

Le résultat s'affiche directement sur l'écran de l'appareil en pourcentage massique de matière sèche par rapport au total.

Et pour calculer le pourcentage d'Humidité ; on utilise la formule suivante :

$$\mathbf{H\% = 100\% - EST}$$

H% : teneur en eau en pourcentage.

EST : extrait sec total.

NB : on effectue la mesure de la même manière pour le reste des ingrédients.

❖ **Le produit fini :**

a. Détermination du pH :

- **Principe :**

Plonger à la fois les deux sondes de température et de pH dans le produit fini jusqu'à stabilité du pH mètre.

- **Lecture :**

Lire directement la valeur affichée sur l'écran du pH mètre.

b. Détermination de la matière grasse :

- **Principe :**

La détermination du taux de la matière grasse se fait selon la méthode de Gerber basée sur l'utilisation de l'acide sulfurique pour la dissolution des protéines et l'addition d'alcool iso-amylique pour la séparation de la matière grasse.

- **Mode opératoire :**

On procède à une dilution :

- Peser 20g d'échantillon à analyser.
- Mettre 20g d'eau distillée
- Mélanger la solution.

Dans un butyromètre de lait :

- Doser 10ml d'acide sulfurique.

- Pipeter à l'aide d'une pipette de 11ml, 11ml de l'échantillon à analyser.
- Doser 1ml d'alcool iso-amylque.
- Bouchonner le butyromètre soigneusement.
- Mélanger par des mouvements de retournement.
- Centrifuger pendant 10 à 15minutes.

• **Expression des résultats :**

Dans ce mode opératoire on a dilué la crème dessert, alors la matière grasse trouvée dans le butyromètre est la matière grasse du crème dessert diviser par deux, donc la teneur en MG est donnée par la formule suivante :

$$\text{MG (\%)} = (N_1 - N_2) \cdot 2$$

N₁ : la valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne du butyromètre.

N₂ : la valeur atteinte par le niveau inférieur de la colonne du butyromètre.

c. Détermination de l'extrait sec total :

• **Définition :**

La teneur en matière sèche est la masse restante après dessiccation complète de la matière. Elle est conventionnellement en pourcentage massique.

- **Principe :**

Il repose sur la dessiccation par évaporation de l'eau que contient l'échantillon à analyser sous l'effet d'une source de chaleur qui est la lumière de l'infrarouge.

- **Mode opératoire :**

L'extrait sec total est mesuré par une méthode rapide et répondant aux exigences de l'unité par la remise des résultats en espace de quelques minutes, elle répond au mode opératoire suivant :

- Déposer la coupelle séchée, Tarer le poids.
- Peser 2g de produit à analyser.
- Etaler le produit sur toute la surface de la coupelle.
- Baisser le couvercle de l'appareil.
- Lancer la dessiccation en appuyant sur la touche START.
- Après dessiccation complète, l'appareil affiche TEST TERMINE indiquant ainsi la fin de dessiccation.

- **Expression des résultats :**

Le résultat s'affiche directement sur l'écran de l'appareil en pourcentage massique de matière sèche par rapport au total.

II.3.Essai de formulation :

Notre objectif nous a conduit à préparer une crème dessert chocolat ; ce qui a nécessité une formulation de plusieurs essais à différentes quantités des ingrédients afin d'arriver à la meilleur recette.

II.3.1. Constituants de la crème dessert chocolat :

Les différentes recettes ont été réalisées selon la recette témoin comme suit :

Tableau 4.4 : les différentes recettes

Ingrédients	Témoin	Formule 1	Formule 2	Formule 3
Poudre de lait 26%	45g	35g	130g	130g
Sucre	115g	110g	115g	115g
Lactosérum	65g	65g	/	/
MGV	30g	35g	/	/
Amidon	18g	20g	12g	10g
Gélifiant	2g	1,5g	1,3g	1,2g
Eau	700ml	700ml	700ml	700ml
Sel	0,24g	0,24g	0,24g	0,24g

II.3.2. Les étapes de fabrication de la crème dessert :

1ère étape : Pesage des ingrédients :

A l'aide d'une balance de précision ; on pèse soigneusement les ingrédients (poudre de lait 26%, sucre, amidon, lactosérum, MG, géifiant), et avec un bécher on prend 700ml d'eau.

2ème étape : chauffage de l'eau :

A l'aide d'une source de feu, on va chauffer l'eau mis dans une casserole jusqu'à une température de 46°C à 50°C (on l'a mesure à l'aide d'un thermomètre) pendant 10min.

3ème étape : mélange et homogénéisation :

Les ingrédients pesés sont mises dans l'eau chauffée, et à l'aide d'un batteur culinaire à une vitesse constante (position3), on mélange la préparation et ainsi l'homogénéisation est faite.

4ème étape : temps d'hydratation :

Après l'homogénéisation ; on laisse reposé le mélange pendant 30min pour l'hydratation des ingrédients.

5ème étape : traitement thermique :

A l'aide d'un fouet on mélange la préparation sous un feu à température de 95°C pendant 5min sans s'arrêter pour une solubilisation complète des agents texturants et même la pasteurisation permettra d'assurer la stabilité et la sécurité du produit.

6ème étape : l'ajout d'arome :

On ajoute l'arome après ébullition de la préparation dans le but d'éviter son évaporation ; puis on mélange.

7ème étape : le conditionnement :

On remplit manuellement la recette ainsi obtenu dans des pots.

Les pots fermés sont alors stockés à 10°C.

II.4. Les analyses sensorielles :

II.4.1.Objectifs :

La réalisation de plusieurs formules de crème dessert nécessite une analyse sensorielle qui permet d'évaluer les critères organoleptiques (texture, goût, aspect) afin de savoir lequel répond aux attentes des consommateurs.

II.4.2.Démarche expérimentale :

Il s'agit de présenter le produit à un jury de dégustation avec un formulaire ou la distribution des notes est effectuée selon une échelle de 1 à 4 pour donner une appréciation du produit, d'après le tableau qui nous a été fourni, par l'entreprise Trèfle. (Voire Annexe)

Dans notre cas le jury de dégustation été composé de 8 personnes (six cadres laboratoire et deux stagiaires).

CHAPITRE V

RÉSULTATS ET DISCUSSION

A. Résultats des analyses microbiologiques :

1. La poudre de lait :

Les résultats des analyses microbiologiques exprimées en germes/g de la poudre de lait 26% sont mentionnés dans le tableau N° : 5.1

Tableau N° 5.1 : Les résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait

Germes recherchés	Echantillon	Norme (JORA, 1998)
Germes totaux	Abs	2.10 ⁵ UFC/g
Coliformes totaux	Abs	1UFC/g
Coliformes fécaux	Abs	Abs/g
Staphylococcus aureus	Abs	Abs/g
Clostridium sulfitoréducteur	Abs	Abs/g
salmonelles	Abs	Abs/25g
Levures	Abs	<10 UFC/g
moisissures	Abs	<10 UFC/g

Les analyses effectuées sur la poudre de lait 26% de matière grasse qui a été utilisé dans notre essai de fabrication montrent une absence totale de tous les germes recherchés, donc la poudre de lait est de bonne qualité microbiologique.

2. Le sucre :

Les résultats des analyses microbiologiques du sucre sont illustrés dans le tableau 5.2 :

Tableau N° 5.2 : Résultats des analyses microbiologiques du sucre.

Germes recherchés	Echantillon	Norme (JORA, 1998)
Germes totaux	Abs	20 germes/g
Coliformes totaux	Abs	5 germes/g
Coliformes fécaux	Abs	Abs/g
Staphylococcus aureus	Abs	Abs/g
Clostridium sulfitoréducteur	Abs	Abs/g
Salmonelles	Abs	Abs/g
Levures	Abs	1 germes/g
moisissures	Abs	1 germes/g

Les résultats des analyses microbiologiques présentés dans le tableau N°29 montrent que le sucre utilisé dans la fabrication de la crème dessert répond aux normes indiquées dans le JORA par l'absence totale des germes saprophytes ou pathogènes

3. L'amidon :

Les résultats des analyses microbiologiques de l'amidon sont présentés dans le tableau 5.3 :

Tableau N° 5.3 : Résultats des analyses microbiologiques de l'amidon

Germes recherchés	Echantillon	Exiger par Trèfle
Germes totaux	Abs	<10/g
Coliformes totaux	Abs	Abs/g
Coliformes fécaux	Abs	Abs/g
Staphylococcus aureus	Abs	Abs/g
Clostridium sulfitoréducteur	Abs	Abs/g
Salmonelles	Abs	Abs/g
Levures	Abs	<200/g
moisissures	Abs	<200/g

Les résultats obtenus ont prouvés la bonne qualité microbiologique de l'amidon utilisé.

4. La poudre de cacao :

Les résultats des analyses microbiologiques de la poudre de cacao sont dans le tableau 5.4:

Tableau N° 5.4: Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de cacao

Germes recherchés	Echantillon	Normes (JORA, 1998)
Germes totaux	Abs	<10
Coliformes totaux	Abs	1
salmonelles	Abs	Abs
levures	Abs	<10 ²
moisissures	Abs	10 ³
Staphylococcus aureus	Abs	<10 ²

Les analyses effectuées ont montrées que la poudre de cacao est de bonne qualité microbiologique, car les résultats ont prouvé qu'il y avait une absence totale de germes recherchés.

5. Le gélifiant :

Les résultats des analyses microbiologiques du gélifiant sont présentés dans le tableau 5.5 :

Tableau N° 5.5 : Résultats des analyses microbiologiques du gélifiant

Germes recherchés	Echantillon	Norme (JORA, 1998)
Germes totaux	Abs	<3000 germes/g
Coliformes totaux	Abs	Abs/g
Coliformes fécaux	Abs	Abs/g
Staphylococcus aureus	Abs	Abs/g
Clostridium sulfitoréducteur	Abs	10germes/g
Salmonelles	Abs	Abs/g
Levures	Abs	<200 germes/g
moisissures	Abs	<200 germes/g

Les résultats obtenus lors de l'analyse microbiologique du gélifiant ont révélé une bonne qualité microbiologique de ce dernier.

6. Le lactosérum :

Les résultats des analyses microbiologiques du lactosérum sont illustrés dans le tableau 5.6 :

Tableau N° 5.6 : Résultats des analyses microbiologiques du lactosérum

Germes recherchés	Echantillon	Exiger par Trèfle
Germes totaux	Abs	<10 germes/g
Coliformes totaux	Abs	Abs/g
Coliformes fécaux	Abs	Abs/g
Staphylococcus aureus	Abs	Abs/g
Clostridium sulfitoréducteur	Abs	Abs/g
Salmonelles	Abs	Abs/g
Levures	Abs	<200 germes/g
moisissures	Abs	<200 germes/g

Les analyses effectuées montrent que le lactosérum est de bonne qualité microbiologique.

7. La matière grasse végétale :

Les résultats des analyses microbiologiques du MGV sont dans le tableau 5.7:

Tableau N° 5.7: Résultats des analyses microbiologiques de la matière grasse végétale

Germes recherchés	Echantillon	Exiger par Trèfle
Germes totaux	Abs	<10 germes/g
Coliformes totaux	Abs	Abs/g
Coliformes fécaux	Abs	Abs/g
Staphylococcus aureus	Abs	Abs/g
Clostridium sulfitoréducteur	Abs	Abs/g
Salmonelles	Abs	Abs/g
Levures	Abs	<200 germes/g
moisissures	Abs	<200 germes/g

Les résultats obtenus ont prouvé la bonne qualité microbiologique de la matière grasse végétale.

8. L'eau de process :

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process sont présentés dans le tableau N°5.8 ci-dessous:

Tableau N° 5.8 : Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process

Germes recherchés	Echantillon	Norme (JORA, 1998)
Germes totaux	Abs	<10 ² UFC/ml
Coliformes totaux	Abs	Abs / 100ml
Coliformes fécaux	Abs	Abs / 100ml
Clostridium sulfitoréducteur	Abs	25 spores/20 ml
Staphylococcus aureus	Abs	Abs/ 100ml

D'après les résultats obtenus dans le tableau N°12 ; nous constatons qu'il y a absence totale de tous types de micro-organismes recherchés, donc on peut dire qu'il s'agit d'une eau potable qui a suivi des traitements et répond parfaitement aux normes.

Conclusion :

D'après les résultats d'analyses effectuées et leurs interprétations, nous pouvons dire que les matières premières utilisées sont tous conforme aux normes suivies par l'entreprise, cela s'explique par la bonne manipulation lors des analyses microbiologiques et le bon traitement de ses ingrédients lors de la fabrication, et les bonnes conditions de stockage.

B. Résultats des analyses physico-chimiques :

- **Matières premières :**

1. L'eau de process :

Les résultats des analyses sont présentés dans le tableau 5.9:

Tableau N° 5.9 : Résultats des analyses physico-chimique de l'eau

Analyses	Eau de process	Exiger par Trèfle
TA (°F)	0	0°F
TAC (°F)	27,2	25 -30°F
TH (°F)	15	14 -18°F
pH	8	7,5 – 8,5
Teneur en chlorure (mg/l)	39,05	<200 mg/l

Les résultats obtenus montrent une conformité de l'eau de process par rapport aux normes établis.

2. La poudre de lait :

Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait sont représentés dans le tableau N°5.10.

Tableau N° 5.10 : Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait.

Analyses	Poudre de lait 26%	Exiger par Trèfle
Extrait sec (%)	96,02	95-97
Teneur en MG(%)	26	26-26,7
Acidité titrable (°D)	11	12-14
Taux d'humidité (%)	3,98	3 -5

Les résultats montrent une bonne qualité physico-chimique de la poudre de lait, sans risque de formation de grumeaux insolubles ainsi qu'un respect de conditionnement et de stockage durant toute la période de conservation.

3. Les autres ingrédients :

Les résultats des analyses physico-chimiques des différents ingrédients utilisés (sucre, lactosérum, amidon et gélifiant) sont illustrés dans le tableau 5.11

Tableau N° 5.11 : Les résultats des analyses des autres ingrédients.

Ingrédients	pH	Normes d'entreprise du pH	Taux d'humidité (%)	Normes d'entreprise de l'humidité (%)
Sucre	5,6	5,5 - 5,8	0,60	<1
Amidon	6	5 - 7,5	12,34	13 - 15
Lactosérum	5,4	4,5 - 6	3,42	3 - 4
Gélifiant	7	7 - 11	5,04	5 - 5,30

Les analyses physico-chimiques des ingrédients sont tous conformes aux normes fixés par l'entreprise.

- **Le produit fini :**

Nous allons effectuer un suivi des formules élaborées par rapport au témoin.

Dans la formule 1 nous avons diminué la poudre de lait, le sucre et le gélifiant et augmenté la matière grasse végétale et l'amidon.

Pour la formule 2 et 3 nous avons éliminé le lactosérum et la matière grasse végétale, augmenté la poudre de lait et diminué l'amidon et le gélifiant.

1. Potentiel d'hydrogène pH:

Les résultats de la variation du pH du produit fini au cours du stockage sont présentés dans le tableau N°5.12 et la figure N°06.

Tableau N° 5.12 : La variation du pH du produit fini au cours du stockage

Temps(j)	j ₇	j ₁₄	j ₂₁	j ₂₈
Essais				
Témoin	6,45	6,41	6,41	6,28
Formule 1	6,46	6,45	6,44	6,38
Formule 2	6,73	6,69	6,6	6,6
Formule 3	6,72	6,62	6,62	6,6

Figure N°5.1 : La variation du pH du produit fini au cours du stockage

D'après les résultats du pH, on remarque qu'il ya une stabilité de l'acidité de tous les essais réalisés ainsi que la recette témoin stockés à 10°C, et ceci est dû à une bonne qualité bactériologique des produits analysés ou une prolifération lente des contaminants.

2. L'extrait sec:

Les résultats de la variation de l'extrait sec du produit fini au cours du stockage sont présentés dans le tableau N°5.13 et la figure N°07.

Tableau N° 5.13 : La variation de l'extrait sec du produit fini au cours du stockage

Temps(j)	j ₇	j ₁₄	j ₂₁	j ₂₈
Essais				
Témoin	32,22	31,44	31,65	30,77
Formule 1	31,42	30,6	30,32	30,1

Formule 2	29,36	29,1	28,46	28,3
Formule 3	30,04	28,86	28,73	28,7

Figure N°5.2 : La variation de l'extrait sec du produit fini au cours du stockage

On remarque qu'il y a une diminution presque de 2% de la matière sèche durant le stockage, et ceci explique la consommation du saccharose et de l'eau par les contaminants et les utilisés comme source d'énergie.

3. La matière grasse:

Les résultats de la variation de la matière grasse du produit fini au cours du stockage sont illustrés dans le tableau N°5.14 et la figure N°08.

Tableau N° 5.14 : La variation de La matière grasse du produit fini au cours du stockage

Temps(j)	j₇	j₁₄	j₂₁	j₂₈
Essais				
Témoin	3,7	3	3	2,8
Formule 1	4,8	4,6	4,4	3,2
Formule 2	4,2	4,2	4	3,8
Formule 3	4,6	4	4	4

Figure N°5.3 : La variation de la matière grasse du produit fini au cours du stockage

On remarque que la variation du taux de la matière grasse reste presque constante dans tous les échantillons ce qui explique qu'il y avait une bonne homogénéisation de la MG lors du traitement thermique.

4. La synérèse:

Les résultats de la variation de la synérèse du produit fini au cours du stockage sont dans le tableau N°5.15 et la figure N°09.

Tableau N° 5.15 : La variation de La synérèse du produit fini au cours du stockage

Temps(j)	j ₇	j ₁₄	j ₂₁	j ₂₈
Essais				
Témoin	0,1	0,3	0,6	0,7
Formule 1	0,2	0,5	0,7	0,8
Formule 2	1	1,2	1,2	1,2
Formule 3	1,5	1,4	1,4	1,4

Figure N°5.4 : La variation de la synérèse du produit fini au cours du stockage.

Après la comparaison entre les courbes des essais réalisés, on a constaté que la variation du taux de sérum dépend de la quantité de carraghénane utilisée dans la recette, car on a remarqué qu'une fois le taux du carraghénane augmenté, on obtient une quantité de sérum moins abondante, et par contre, une fois le taux du carraghénane diminué, on obtient une quantité de sérum très abondante. Ce phénomène a été expliqué par l'impact du carraghénane et son interaction avec le réseau protéique et l'amidon, et ceci influence sur la force du gel et la synérèse.

C. Résultats des analyses sensorielles :

1. Les analyses sensorielles de la recette témoin :

Tableau N° 5.16 : Résultats des analyses sensorielles du Témoin

Jury de dégustation	Texture			Gout	Autres commentaires
	Aspect	Viscosité	Aspect en bouche		
Jury 1	3	2	3	4	
Jury 2	2	3	3	2	Recette nécessite pression
Jury 3	2	2	2	2	Cassante
Jury 4	4	3	3	4	Texture sableuse, trop gélifié
Jury 5	3	1	3	2	Légèrement sableuse
Jury 6	3	3	2	2	
Jury 7	3	3	3	3	Pas vraiment sucré
Jury 8	3	3	3	3	Trop gélifié

NB : Evaluation de 1 – 4 (1 : très bon ; 2 : bon ; 3 : moyen ; 4 : médiocre)

➤ **Discussion :**

D'après les résultats obtenus du test d'appréciation de la qualité organoleptique on constate que :

La majorité des dégustateurs ont trouvé que la texture de la recette témoin été moyenne par contre ils ont jugé que le gout été bon.

2. Les analyses sensorielles de l'essai 1 :

Tableau N° 5.17 : Résultats des analyses sensorielles de la formule 1

Jury de	Texture	Gout	Autres commentaires
---------	---------	------	---------------------

dégustation	Aspect	Viscosité	Aspect en bouche		
Jury 1	3	3	2	2	granuleux
Jury 2	4	2	4	3	médiocre
Jury 3	2	2	2	2	Moins cassante, moins lisse
Jury 4	4	3	3	4	Texture sableuse, trop gélifié
Jury 5	2	2	2	3	
Jury 6	3	3	3	1	Trop gélifié
Jury 7	3	3	3	3	Pas vraiment sucré
Jury 8	2	2	2	2	Légère en bouche

NB : Evaluation de 1 – 4 (1 : très bon ; 2 : bon ; 3 : moyen ; 4 : médiocre)

➤ **Discussion :**

D'après les résultats obtenus du test d'appréciation de la qualité organoleptique on constate que :

Les dégustateurs ont jugé que l'essai 1 été bon à moyen sur tous les critères.

3. Les analyses sensorielles de l'essai 2 :

Tableau N° 5.18: Résultats des analyses sensorielles de la formule 2

Jury de dégustation	Texture			Gout	Autres commentaires
	Aspect	Viscosité	Aspect en bouche		
Jury 1	2	2	1	2	Trop lisse
Jury 2	1	2	2	4	Compatibilité arôme ingrédients
Jury 3	2	2	2	2	Gel faible, lisse
Jury 4	1	1	1	2	Bonne gélification, bon goût de fond
Jury 5	2	2	2	4	Mauvais arôme
Jury 6	2	3	4	4	
Jury 7	2	3	2	2	gélifié
Jury 8	2	2	2	2	Effet cassant, crémeux en bouche

NB : Evaluation de 1 – 4 (1 : très bon ; 2 : bon ; 3 : moyen ; 4 : médiocre)

➤ **Discussion :**

D'après les résultats obtenus du test d'appréciation de la qualité organoleptique on constate que :

Les dégustateurs ont trouvé que l'essai 2 été très bon à bon.

4. Les analyses sensorielles de l'essai 3 :

Tableau N° 5.19 : Résultats des analyses sensorielles de la formule 3

Jury de dégustation	Texture			Gout	Autres commentaires
	Aspect	Viscosité	Aspect en bouche		
Jury 1	3	2	2	3	
Jury 2	2	2	2	2	bon
Jury 3	2	2	2	2	Gel faible, lisse
Jury 4	1	1	1	2	Bonne gélification, bonne texture, lisse, brillante
Jury 5	2	2	2	4	Mauvais arôme
Jury 6	2	2	2	2	
Jury 7	2	2	3	3	
Jury 8	2	2-3	2-3	2	Effet cassant en bouche

NB : Evaluation de 1 – 4 (1 : très bon ; 2 : bon ; 3 : moyen ; 4 : médiocre)

➤ **Discussion :**

D'après les résultats obtenus du test d'appréciation de la qualité organoleptique on constate que :

Les dégustateurs ont jugé que l'essai 3 est bon.

Conclusion :

On conclue que les essais 2 et 3 ont été jugé bons par rapport à la recette témoin et l'essai 1 qui ont été jugé moyen, donc la diminution du taux de carraghénane n'influe en aucun cas sur la bonne qualité de la crème dessert au contraire cela nous permet d'avoir différents type de crème dessert sur le plan gélification.

CONCLUSION

Conclusion

Notre travail a consisté à étudier l'impact des carraghénanes sur la crème dessert chocolat à l'unité TREFLE, pour cela nous avons entrepris une réalisation de plusieurs formules de crème dessert et un suivi de leur stabilité.

A travers notre étude, nous avons pu confirmer que la texture caractéristique d'une crème dessert dépend de l'agent de texture.

En effet, l'étude de l'effet du carraghénane a permis de montrer que son incorporation à différentes doses permet d'avoir une gamme de produit de texture très diverses.

Concernant les différents résultats obtenus des analyses effectuées sur les matières premières utilisées, ils ont montré le respect des critères de fabrication et d'hygiène au sein de l'unité.

Pour l'analyse physico-chimique du produit fini lors de son conditionnement à 10°C pendant 30 jours a révélé que le produit est totalement stable et invariable tout au long de la période de conditionnement.

A l'issue des résultats de l'évaluation organoleptique on constate que la formule la plus appréciée est celle où le taux de carraghénane est diminué.

En générale cette étude a montré que la diminution ou l'augmentation du taux de carraghénane dans la formule de crème dessert joue un rôle sur la texture et la stabilité du produit et que l'interaction du carraghénane avec l'amidon permet une meilleure tenue des gels et conduit à des textures épaisses et lisses, tout simplement elle joue un rôle important dans la texture finale de la crème dessert.

ANNEXES

Matériel utilisé :

a. Verreries

- Boîte de Pétri
- Tubes à essais en verre de 25mL

- Pipettes Pasteur
- Pipettes graduées 1mL, 10mL
- Burettes graduées
- Eprouvettes graduées (500mL, 1000mL)
- Béchers
- Flacons en verre de 250mL et 500mL
- Capsules métalliques ou en porcelaine
- Spatules

b. Appareillages

- Pince stériles
- Bec bunzen
- Etuve d'incubations
- Réfrigérateurs pour stocker les milieux de cultures et les échantillons
- Four Pasteur
- Bain Marie
- Thermomètre approprié
- Centrifugeuse
- Butyromètre
- pH mètre
- Acidimètre
- Dessiccateur
- Balance à précision

c. Milieux de cultures

- Gélose P.C.A
 - Gélose viande foie (VF)

- Milieu VBL
- Milieu SFB
- Milieu OGA
- Milieu GC (Geolliti Gantonie)
- Milieu Sabouraud
- Milieu Chapman
- Milieu EPEI

Les normes

Normes AFNOR :

La plus part des normes françaises correspondent à des normes européennes ou à des normes internationales. Les normes AFNOR peuvent être obtenues à l'Association Française de Normalisation.

Il existe des méthodes normalisées générales :

NF-V08-016, (1991)/ISO 4831 : Microbiologie alimentaires- Directives générales, Préparation des dilutions en vue de l'analyse microbiologique.

NF-V08-014, (1994)/ISO 6888 : Microbiologie alimentaires- Directives générales, Dénombrement des *Staphylococcus aureus*- Méthode par comptage des colonies.

NF-V08-020, (1994)/ISO 7251 : Microbiologie alimentaires- Directives générales, Dénombrement d'E. Coli présumé- technique du nombre le plus probable (NPP).

NF-V08-013, (1993)/ISO 6579 : Microbiologie alimentaires- Directives générales, Méthode de recherche des Salmonelles.

a) Table de MAC-GRADY :

Nombre caractéristique	Nombre de Micro-organismes
000	0,0
001	0,3
010	0,3
011	0,6
020	0,6
100	0,4
101	0,7
102	1,1
110	0,7
111	1,1
120	1,1
121	1,5
130	1,6
200	0,9
201	1,4
202	2,0
210	1,5
211	2,0
212	3,0
220	2,0
221	3,0
222	3,5
223	4,0
230	3,0
231	3,5
232	4,0
300	2,5
301	4,0

302	6,5
310	4,5
311	7,5
312	11,5
313	16,0
320	9,5
321	15,0
322	20,0
323	30,0
330	25,0
331	45,0
332	110,0
333	140,0

a) Table de NPP :

1*50 ml	5*10mL	5*1mL	Nombre caractéristique	Limite d'inférieur	supérieur
0	0	0	<1		
0	0	1	1	<0.5	4
0	0	2	2	<0.5	6
0	1	0	1	<0.5	4
0	1	1	2	<0.5	6
0	1	2	3	<0.5	8
0	2	0	2	<0.5	6
0	2	1	3	<0.5	8
0	2	2	4	<0.5	11
0	3	0	3	<0.5	8
0	3	1	5	<0.5	13
0	4	0	5	<0.5	13
1	0	0	1	<0.5	4
1	0	1	3	<0.5	8
1	0	2	4	<0.5	11
1	0	3	6	<0.5	15
1	1	0	3	<0.5	8
1	1	1	5	<0.5	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21
1	2	0	5	<0.5	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	23
1	2	3	12	3	28
1	3	0	8	2	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	4	34

1	3	3	18	5	53
1	3	4	21	6	66
1	4	0	13	4	31
1	4	1	17	5	47
1	4	2	22	7	59
1	4	3	28	9	85
1	4	4	35	12	10
1	4	5	43	15	120
1	5	0	24	8	75
1	5	1	35	12	1
1	5	2	54	18	140
1	5	3	92	27	220
1	5	4	160	39	450
1	5	5	240		

Fiche de dégustation

Nom :.....

Date de dégustation :.....

Prénom :.....

Fonction :.....

type de produit	texture			gout	autres commentaires
	aspect	viscosité	aspect en bouche		
recette témoin					
essai 1					

essai 2					
essai 3					

NB : Evaluation de 1-4 (1: très bon ; 2: bon ; 3: moyen ; 4: médiocre)