

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

École Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : technologie alimentaire

القسم: تكنولوجيا الغذائية

Spécialité : Elaboration et qualité des aliments

تخصص : اعداد و نوعية الأطعمة

Mémoire De Fin D'étude

Pour L'obtention Du Diplôme De Master

THEME

**Optimisation de l'effet de la gomme de caroube (E410) sur
la qualité organoleptique du fromage fondu par la
méthodologie des surfaces de réponses**

Présenté par : HEMIDI Manel

Soutenu le : 29/09/2021

MERIDJA Ryma

Devant le jury composé de :

Président : Mr. GUEZLANE. L Professeur - E.N.S.A.

Promoteur : Mr. FERRADJI. A Professeur - E.N.S.A.

Examineurs : Mme AIT CHAUCHE.F. S Maitre de conférences à l'université de BLIDA

Mr. BOUKHARI.N Docteur en sciences alimentaires

Promotion : 2016/2021

SOMMAIRE

Introduction

Etude bibliographique

Première partie: Fromage fondu

I.Généralités sur le fromage fondu	5
1.1 Historique	6
1.2 Définition	6
1.3 Classification du fromage fondu :	8
1.3.1 Fromage fondu en bloc :	8
1.3.2 Fromage fondu à couper :	8
1.3.3 Fromage fondu à tartiner :	8
1.3.4 Fromage ayant une texture « crème » :	8
1.3.5 Fromage fondu pour la fonte (toastable):	8
1.3.6 Fromage thermostable :	8
1.3.7 Fromages frais fondus :	9
1.4 Les caractéristiques nutritionnelles du fromage fondu :	9
1.4.1 Protéines :	10
1.4.2 Lactose :	11
1.4.3 lipides:	11
1.4.4 Minéraux :	12
1.4.5 vitamines	13
II. Technologie de fabrication du fromage fondu.....	14
2 .1 Les matières premières utilisées dans la fabrication du fromage fondu.....	15
2.1.1 Matières premières laitières :	15
2.1.2 Matières premières non laitières :	16
2.1.2.2 Les additifs	16
III. Biochimie de la fonte	19
3.1 Sels de fonte.	20

3.2 Les propriétés des sels de fonte	23
3.3 Nature et quantité de sels de fonte :	23
IV.Fabrication du Fromage Fondu	25
4.1 les étapes de fabrication de fromage fondu :	26
4.1.1 Sélection de matières premières et contrôle de qualité	26
4.1.2 Préparation de la matière première.....	26
4.1.4 .Conditionnement du fromage fondu	27
4.1.5 L'étiquetage.....	27
4.1.6 Refroidissement du produit fini.....	28
4.1.7 Stockage de produit fini	28
4.2 Effet des ingrédients.....	28
4.2.1 Age du fromage naturel (Cheddar).....	29
4.2.2 Teneur totale en calcium	29
4.2.3 Teneur en caséine intacte	29
4.2.4 pH.....	30
4.2.5 Teneur en lactose.....	30
4.3 Les défauts de fabrication du fromage fondu :	31
4.3.1 Défauts d'origine chimique	32
4.4 Application du système HACCP pour le contrôle et la sécurité alimentaire du fromage fondu.....	34
4.4.1 Rôle de l'HACCP :	34
4.4.2 Etapes d'évaluation :	34
Deuxième partie : le caroubier	
I. Généralités sur le caroubier source de gomme « E410 » utilisée en industries agroalimentaires	37
1.1 Taxonomie et terminologie Commune.....	38
1.1.2 Origine et aire de dispersion du caroubier.....	38
1.2. Description botanique du caroubier	43

1.2.1 Appareil végétatif.....	44
1.2.2 Appareil reproducteur.....	47
1. 3 Reproduction du caroubier	50
1.4 Le fruit du caroubier.....	51
1.4.1 La gousse.....	51
1.4.2 La graine de caroube	52
1.5. Intérêts et utilisations du fruit du caroubier.....	54
II. Les Galactomannanes	56
2.1 Généralités.....	57
2.2 Description des galactomannanes	57
2.3 Origine des galactomannanes	58
2.4.1 La teneur en galactose	60
2.4.2 Répartition des unités galactoses sur la chaîne de mannane	61
2.5 Technologie de production des galactomannanes à partir des graines de caroube	61
2.5.1 Obtention de la gomme brute	61
2.5.2 Extraction et purification des galactomannanes.....	62
2.6 Propriétés physicochimiques des galactomannanes :.....	66
2.7 Intérêts des galactomannanes	67
2.7.1 Intérêt technologique des galactomannanes	68
2.7.2 Intérêt physiologique des galactomannanes.....	69
2.8 Dose journalière admissible (DJA) de l'E401	73
Etude expérimentale	
I. Matériel	77
1. 1 Matière première	77
II. Extraction de la gomme de caroube (LBG).....	78
2.1. Equipement et appareillage	78
2.2 Mode opératoire	78
2.3 Analyses réalisées sur la gomme de caroube	81

I .Matériel	83
1.1.1 Matière première	83
1.1.2 Equipement et appareillage	83
1.1.3 Mode opératoire	83
II. Méthodes	85
2.1 Formulation du fromage fondu	85
3.1 Les analyses physico-chimiques	87
3.2 Les analyses sensorielles	89
Résultats et discussion.....	92
I. Gomme de caroube brute	93
1.1 Résultat d'extraction :	93
1.2 Evaluation de la solubilité et du gonflement de la gomme brute de la poudre de caroube :.....	94
1.2.1 Solubilité :	94
1.2.2 Gonflement :.....	94
II. Fromage fondu.....	96
2.1 Formulation du fromage fondu	96
2.2 Propriétés physicochimiques des fromages fondus.....	97
III. Optimisation des facteurs influençant la qualité du fromage fondu :.....	98
3.1 Analyse statistique.....	98
3.2 Analyse de la variance (ANOVA) de l'effet des différents paramètres sur les réponses (l'aspect, l'odeur, le gout ; la texture et l'extrait sec (EST)).....	100
IV. Optimisation de la qualité organoleptique et texturante du fromage fondu par la méthodologie des surfaces de réponse.	101
4.1 Modelisation statistique du procédé de la fabrication du fromage fondu.....	101
4.2 Diagrammes de surface de réponses.	111
4.3. Optimisation en graphique trois dimensions (3D) de la variable dépendante odeur	116

4.4 Optimisation en graphique trois dimensions (3D) de la variable dépendante gout .	120
4.5 Optimisation en graphique trois dimensions (3D) de la variable dépendante Aspect	124
4.6 Optimisation en graphique trois dimensions (3D) de la variable dépendante EST .	129
Conclusion.....	135
Références bibliographique.....	135
Annexes.....	135