

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université M'hamed Bougara Boumerdes



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Département : technologie alimentaire

Filière : génie des procédés

Option : génie alimentaire

THEME

*Essai de remplacement des agents gélifiants des boissons fruitées par les galactomannanes issus de *Gleditsia triacanthos*. Etude du comportement rhéologique des produits finis*

Présenté par : **ABOUR Hicham**
RAZIBAUENE Mahdi

Soutenu le : **07/07/2018**

Jury:

Président :	Mr ZIDANI Sofiane	MC(B)	UMBB
Examinatrice :	Mme LARIDE Roza	MA(A)	UMBB
Promoteur :	Mr NOUANI Abdelouahab	Professeur	UMBB
Co-promotrice :	Melle BOUHADI Nabila	Magister	CRAPC BOUSMAIL

Promotion 2018

Remerciements

Nos sincères louanges au tout puissant, Allah source de la santé et de la volonté pour réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier Monsieur NOUANI Abdelouahab, pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de nous encadrer et de nous diriger.

Nous remercions très sincèrement Melle

BOUHADI Nabila, Co-promotrice

de ce mémoire, pour le temps qu'elle nous a consacrée.

Nous adressons également tous nos remerciements aux membres de jury, à savoir :

Monsieur ZIDANI Sofiane doctorant à l'UMBB pour avoir accepter

De présider ce jury et de juger ce travail

Mme LARIDE Rouza

Enseignante du département d'avoir accepté de juger ce travail

Nous voudrions remercier également tout(e)les enseignants(es) du département de Technologie Alimentaire de l'UMBB qui ont contribué à l'enrichissement de nos connaissances pour pouvoir finalement réaliser ce modeste travail.

Toute notre gratitude va à nos familles, et spécialement à nos parents qui nous ont soutenu tout au long de nos études.

Enfin et pas moindre, un grand merci à tous nous amis pour leurs aide surtout dans la récupération de la matière première utilisée dans ce travail

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes chers parents, pour leur amour, leur soutien et leur sacrifice.

À ma femme et toute ma grande famille ABOUR.

À mes chers frères et mes chères sœurs.

À tout le groupe MGA16

À mon binôme mahdi.

À tous ceux qui me sont cher(e)s.

Hicham

Dédicace

*J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail
A ceux qui m'ont fait de moi un homme ma mère et mon père
A mes chers frères et mes chers cousins
A mes oncles et tantes, Mes voisins
A toute la famille Razibaouene
Tous mes fidèles amis (es) :
Sidali, Yacine, Fares, Moncef, Ibrahim, Mohamed, Dehman et tous
les autres
et spécialement à Karina
A mon binôme Hichem
A tout le groupe MGA16
A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin durant les
moments difficiles.*

Mahdi

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des photos

Liste des abréviations

Introduction 1

➤ Partie 1 : Etude bibliographique

I. Généralités sur les jus 3

I.1. Définition de jus de fruits 3

I.2. Les variétés des jus 3

I.2.1. Les Jus de fruits 3

I.2.1.1. Les Pur Jus, obtenus à partir de fruits 4

I.2.1.2. Les Pur Jus, obtenus à partir de concentré 4

I.2.1.3. Les Jus de fruit concentrés 4

I.2.1.4. Les Nectars de fruits 4

I.2.1.5. Les Jus de fruits déshydratés 4

I.3. Caractéristiques des jus de fruit 4

I.4. Composition des jus de fruits 5

I.4.1. Eaux traitée 5

I.4.2. Sucre liquide (sirop) 5

I.4.3. Concentré de jus de fruits 6

I.4.4. Carboxyméthylcellulose (CMC) 6

I.4.5. Acide citrique 6

I.4.6. Acide ascorbique (E300) 6

I.4.7. Xanthane 7

I.5. Valeurs nutritionnelle des jus 7

II. Les polysaccharides 9

II.1. Généralités sur les polysaccharides 9

II.2. Classification des polysaccharides 10

II.2.1. Polysaccharides animaux.....	10
II.2.2. Polysaccharides extraits d'algues.....	10
II.2.3. Polysaccharides fongiques	11
II.2.4. Polysaccharides des bactéries	11
II.2.5. Polysaccharides végétaux	12
II.3. Activités biologiques des polysaccharides	12
II.3.1. Activité antioxydant	12
II.3.2. Activité anticoagulante des polysaccharides	13
II.3.3. Activité immunomodulatrice des polysaccharides	13
II.3.4. Activités antitumorale et anticancéreuse.....	14
II.3.5. Autres potentialités biologiques des polysaccharides	14
III. Les galactomannanes	15
III.1. Définition	15
III.2. Propriétés des galactomannanes.....	15
III.2.1. Propriété physique chimique	16
III.2.2. Propriétés Rhéologique	16
IV. Gleditsia triacanthos (Le févier d'Amérique)	17
IV.1. Généralité.....	17
IV.2. Caractéristiques physiques	18
IV.3. Composition physico-chimique de Gléditsia triacanthos	19
IV.4. Utilisation de Gleditsia triacanthos	19

➤ **Partie 2 : Matériel et méthode**

I. Matériel d'étude.....	21
I.1. Préparation des boissons fruitées	21
I.2. Matière première et ingrédients employés	22
I.3. Fabrication au laboratoire	22
I.4. Diagramme technologique de fabrication des boissons fruitées type <i>RAMY FOOD</i>	23
II. Préparation des galactomannanes : agents gélifiants	24
I.1. Récupération des graines de <i>Gleditsia triacanthos</i>	24
I.2. Extraction des galactomannanes	25
II.3. Etapes d'obtention du galactomannanes	26

III. Remplacement des gélifiants synthétiques (Xanthane et CMC) par les galactomannanes obtenus	27
III.1. Préparation des solutions de boisson standard	27
III.2. Préparation de la boisson sans gélifiant	28
IV. Analyses physico chimiques des boissons témoins et expérimental : Méthodes analytiques	30
IV.1. Mesure du pH	30
IV.2. Détermination de l'acidité titrable	30
IV.3. Détermination du Brix (°Brix)	30
IV.4. Détermination des sucres par HPLC	31
IV.5. Mesure de la viscosité des boissons	31
V. Analyses rhéologiques sur les boissons étudiées	32
V.1. Essais réalisés	32
V.2. Mode opératoire	34
VI. Analyse sensorielle : test de dégustation des boissons expérimentales	34
VI.1. Principe	34
VI.2. Conduite du test de dégustation	34
VI.3. Méthodologie de la dégustation	35

➤ **Partie 3 : Résultats et discussion**

I. Compositions physico-chimique de la boisson témoin	36
I.1. Brix	37
I.2. Acidité titrable	37
I.3. Ph	37
I.4. Viscosité	38
II. Détermination des quantités des galactomannanes à ajouter	38
II.1. Préparation des solutions de boisson standard	38
II.2. Mesure de la viscosité des boissons sans gélifiants	39
III. Analyses physico-chimique des boissons finies	39
IV. Comparaison entre les boissons témoin industrielle et les boissons finie avec GM	40
V. Détermination des sucres par HPLC	41

VI. Propriétés sensorielles des boissons.....	42
VII. Etude rhéologique sur les boissons étudiées	43
Conclusion et perspectives.....	49
Références bibliographiques.	
Résumés	

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les valeurs nutritionnelles moyennes des jus de fruits pour 100g (CCAF, 2004).....	7
Tableau 2: Caractéristiques de fevier d'Amérique " <i>Gleditsia triacanthos</i> ".....	18
Tableau 3 : Pourcentage des ingrédients dans 1l de boisson.....	22
Tableau 4 : Quantités des GM ajoutées dans chaque solution.....	27
Tableau 5 : Grille d'évaluation donné aux dégustateurs.....	35
Tableau 6 : Résultats des analyses physico-chimique des boissons témoins.....	36
Tableau 7 : Viscosité de boissons standard avec différentes quantités de Galactomannanes..	38
Tableau 8 : Viscosité de boissons sans gélifiant.....	39
Tableau 9 : Composition physico-chimique de la boisson finie avec galactomannanes.....	39
Tableau 10 : Comparaison entre les boissons témoin et les boissons finie avec GM.....	40
Tableau 11 : Résultats récapitulatifs du test de dégustation.....	44

Liste des figures

Figure 1 : Structure moléculaire générale d'un galactomannane.....	15
Figure 2 : Schéma Global des procédés de fabrication du Jus type Ramy.....	23
Figure 3 : Etapes d'obtention des poudres de <i>Gleditsia</i>	25
Figure 4 : Etapes d'obtention du galactomannanes.....	26
Figure 5 : Géométrie de cylindres coaxiaux.....	33
Figure 6 : Chromatogramme d'un échantillon de boisson fruitée.....	41
Figure 7 : Histogrammes d'analyse statistique des paramètres sensoriels GOUT et TEXTURE	43
Figure 8 : Courbes de la viscosité et de la contrainte en fonction du temps des boissons finies à base de gélifiants issus de <i>Gleditsia triacanthos</i> et des boissons témoins.	45,46,47,48

Liste des photos

Photo 2 : préparation des boissons fruitées.....	21
Photo 3 : Photos d`obtention et de séparation tégument- endosperme.....	24
Photo 4 : incorporation de GM dans la boisson.....	29
Photo 5: mesure de la viscosité par le viscosimètre « Brookfield ».....	32
Photo 6: viscosimètre VT550.....	33
Photo 7 : analyses sensorielles et teste de dégustation.....	35

Liste des abréviations

ANA : Ananas

BPF : les bonnes pratiques de fabrication

C/AGR : Cocktail/agrumes

CMC : Carboxyméthylcellulose

cP : centpoise

GM : galactomannanes

GT : *Gleditsia triacanthos*

MAN : Mangue

OR : orange

OR/ABR : orange/Abricot

OR/ANA : orange/Ananas

OR/MAN : orange/Mangue

OR/PÊ : Orange/Pêche

POM/POI : Pomme/Poire

INTRODUCTION

Introduction

En Algérie le marché local des boissons gazeuses et jus de fruit connaît une forte et constante progression avec une production de passant les 20 millions d'hectolitres. Cette production satisfait entièrement les besoins du marché local ou les importations étant tout à fait marginales.

Dans la catégorie des jus de fruits, l'on retrouve cinq familles commercialisées en Algérie. Il s'agit des purs jus obtenus à partir de fruits, des purs jus de concentrés, obtenus à base de jus de fruits concentrés et les jus de fruits déshydratés (importés), ainsi que les jus de fruits concentrés et les nectars de fruits. Par ailleurs, l'algérien consomme, selon les quelques indications recueillies, 66 litres par habitant et par an. En 2012, environ 2,4 milliards de litres ont été vendus sur l'ensemble du territoire national.

Par ailleurs, la production des boissons fruitées ou le pur jus fabrique actuellement est basé sur l'emploi du concentré préparé selon la technique du jus reconstitué. A ce stade de la promotion de l'industrie des jus et boissons, l'Algérie demeure toujours tributaire des importations de la matière première. A l'instar des sucres et d'autres ingrédients utilisés dans la préparation des boissons fruitées, les agents gélifiant et épaississants occupent une place de choix du fait de leur effet majeur sur la rhéologie des produits finis. En effet, La plupart des polysides possèdent la propriété d'augmenter considérablement la viscosité du milieu aqueux pour de faibles concentrations, souvent inférieures à 1 %. Ce pouvoir épaississant varie beaucoup d'un polyside à l'autre : il est très élevé pour la gomme xanthane, le λ -carraghénane, les alginates et les galactomannanes, il est beaucoup plus limité pour les pectines et les amidons et extrêmement faible pour la gomme arabique qui constitue un cas particulier.

Du point de vue rhéologique, ce pouvoir épaississant se traduit par un comportement non newtonien, c'est-à-dire par une variation de la viscosité apparente avec la vitesse de cisaillement. Ce comportement est la traduction macroscopique de l'existence d'enchevêtrements macromoléculaires sans qu'il existe de fortes interactions entre macromolécules qui pourraient aboutir à la formation d'un gel. Ce phénomène est observé dans jus ou les boissons fruitées qui intègrent des agents gélifiants lors de la préparation.

A travers cette mise au point de la littérature, l'objectif de notre présent travail intéresse doublement les industries du jus et boissons à travers les essais de remplacement des

gélifiants d'importation par ceux sont isolé localement à partir de la biodiversité végétale algérienne. Dans un premier temps, il s'agit des galactomannaes obtenus à partir d'une légumineuse appelée le févier d'Amérique en latin *Gledisia triacanthos* introduit en Algérie en 1949. Rhéologie des produits finis et aspect économique due à l'intégration de ces gélifiants locaux demeure un des défis à mettre en évidence dans les produits préparés par *Ramyfood*.

Etude bibliographique

I. Généralités sur les jus :

I.1. Définition de jus de fruits :

L'Homme a toujours été amateur de fruit ; dans beaucoup de civilisations, le fruit représentait une denrée rare, en raison de la durée trop restreinte de récolte. C'est pourquoi l'Homme ne tardera pas à trouver des procédés pour conserver ces fruits d'où la naissance de jus de fruit **(Unijus, 2005)**.

Le jus de fruits est le liquide non fermenté, mais fermentescible, tiré de la partie comestible de fruits sains, parvenus au degré de maturation approprié et frais ou de fruits conservés dans de saines conditions par des moyens adaptés et/ou par des traitements de surface post-récolte appliqués conformément aux dispositions pertinentes de la Commission du Codex Alimentaires.

Certains jus peuvent être obtenus à partir de fruits comprenant des pépins, graines et peaux qui ne sont pas habituellement incorporés dans le jus, bien que des parties ou composants de pépins, de graines et de peaux impossibles à retirer par des bonnes pratiques de fabrication (BPF) soient acceptés.

Un jus simple est obtenu à partir d'un seul type de fruits. Un mélange est obtenu en mélangeant deux ou plusieurs jus et purées à partir de différents types de fruits **(Liegeois, 2003)**.

Le jus peut être trouble ou clair et peut contenir des substances aromatiques et des composés volatils restitués, à condition qu'ils proviennent des mêmes espèces de fruits et soient obtenus par des moyens physiques adaptés. De la pulpe et des cellules obtenues par des moyens physiques adaptés à partir du même type de fruits peuvent être ajoutées. **(CODEX STAN 247-2005)**.

Le jus de fruits est obtenu à partir de

- Jus de fruits pressés directement par des procédés d'extraction mécanique.
- Jus de fruits à base de concentré (reconstitution de concentré de jus de fruits).

I.2. Les variétés des jus

I.2.1. Les Jus de fruits

Dans la catégorie des Jus de fruits, on retrouve 5 familles :

I.2.1.1. Les Pur Jus, obtenus à partir de fruits :

Identifiés par la mention 100% pur jus de fruit : ils se distinguent en « pur jus de fruits frais », sans pasteurisation, et « pur jus » pasteurisés après extraction (ou pressage). Ils ne contiennent aucun additif, et n'ont pas d'adjonction de sucre (**Liegeois, 2003**).

I.2.1.2. Les Pur Jus, obtenus à partir de concentré :

Ils sont obtenus à partir de jus de fruits concentrés dont l'eau est éliminée par déshydratation sur le lieu de production afin de réduire le cout de transport. On restitue ensuite la proportion de l'eau extraite lors de la concentration, cette eau présentant des caractéristiques appropriées pour garantir les qualités essentielles du jus. On restitue également l'arôme au moyen des substances aromatiques récupérées lors de la concentration du jus de fruit dont il s'agit de jus de fruit de la même espèce (**Bourgeois, 2003**).

I.2.1.3. Les Jus de fruit concentrés :

C'est le produit obtenu à partir de fruits, par élimination physique d'une partie déterminée de l'eau de constitution. Lorsque le produit est destiné à la consommation directe, la concentration est d'au moins 50%. (**CODEX STAN 247-2005**)

I.2.1.4. Les Nectars de fruits :

C'est le produit non fermenté mais fermentescible, obtenu par addition d'eau et de sucres au jus de fruits concentré, à la purée de fruit concentrée ou à un mélange de ces produits, et dont la teneur minimale en jus, éventuellement en purée, et l'acidité minimale sont fixés de :

- 25 % à 50 % en teneur minimale en jus.
- 4 et 9 g/l. en acidité (exprimé en acide tartrique). (**CODEX STAN 247-2005**)

I.2.1.5. Les Jus de fruits déshydratés

C'est le produit obtenu à partir de jus de fruits par élimination physique de la quasi-totalité de l'eau de constitution. La restitution des composants aromatiques est obligatoire (**BODIN et al, 2005**).

I.3. Caractéristiques des jus de fruit :

Le jus de fruits doit avoir les caractéristiques essentielles de composition et de qualité suivantes:

- l'ajout d'un ou plusieurs des sucres solides est autorisé et, dans le cas de jus reconstitué, d'autres sucres peuvent être utilisés. Cet ajout ne doit pas dépasser 100 g/kg, sauf pour certains fruits très acides pour lesquels une proportion de 150 g/kg est autorisée. L'addition de sucres n'est pas autorisée quand le jus a été acidifié.
- La teneur en matière sèche soluble du produit, à l'exclusion des sucres d'ajout, ne doit pas être inférieure à la valeur correspondant à la teneur en matière sèche soluble du fruit mur déterminée par réfractomètre à 20 °C sans correction pour l'acidité, exprimée en °Brix.
- Le produit doit présenter la couleur, l'arôme et la saveur caractéristiques du fruit à partir duquel le jus est obtenu. Les constituants volatils naturels peuvent être restitués à tout jus obtenu du même type de fruits que celui auquel les constituants volatils naturels ont été enlevés.
- L'addition de vitamines et de minéraux peut être autorisée conformément à la législation en vigueur et il est aussi permis de mélanger différents jus ou purées de fruits (**JORT, 2006**).

I.4.Composition des jus de fruits

Le jus de fruits reconstitué contient les composants suivants :

I.4.1. Eaux traitée

Eau provenant d'une source ou d'un réseau de distribution d'eau, qui a subi un traitement destiné à la rendre bactériologiquement et chimiquement propre à la consommation humaine. L'eau traitée est obtenue par divers procédés : microfiltration, désionisation, osmose inverse...etc. Généralement, la teneur en sels minéraux de l'eau traitée varie de 10 à 500 mg/L. L'eau traitée peut ensuite être reminéralisée pour lui donner la teneur désirée en minéraux (**APAB, 2011**).

I.4.2. Sucre liquide (sirop) :

Le sucre liquide est obtenu par hydrolyse acide du sucre cristallin, il est composé à parts égales d'un mélange de fructose, glucose et saccharose. Il est constitué de 67% de matière sèche. Il possède des propriétés spécifiques (anti-cristallisant, conservation améliorée, belle coloration des produits cuits, abaissement du point de congélation pour les glaces, pouvoir sucrant supérieur...etc.). Il peut être ajouté uniquement aux jus de fruits (à base de concentrés de jus, concentrés de purée de fruits) et aux nectars de fruits (**APAB, 2011**).

I.4.3. Concentré de jus de fruits :

Obtenu par des procédés adaptés qui conservent les caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques et nutritionnelles essentielles du fruit dont il provient. Le jus obtenue peut être trouble ou clair et peut contenir des substances aromatiques et des composés volatils restitués à condition qu'ils proviennent des mêmes espèces de fruits et soient obtenus par des moyens physiques adaptés (**Codex Alimentarius, 2005**).

I.4.4. Carboxyméthylcellulose (CMC) :

La Carboxyméthylcellulose sodique est issu des fibres de bois et généralement des macromolécules polysaccharidiques, elle est utilisée dans l'industrie alimentaire pour sa propriété épaississante, texturante, stabilisante ou émulsifiante, elle est connue sous le code E466. Elle donne le volume, la tenue et l'aspect moelleux aux produits. D'une manière générale, elle est moins toxique que les colorants, les conservateurs ou les antioxydants (**Charles et Darrigol, 1987**).

I.4.5. Acide citrique :

L'acide citrique est connue comme additif alimentaire sous le code de E330, il donne à la boisson son caractère acidulé et plaisant. Il peut être utilisé comme agent émulsifiant, antioxydant ou encore pour ces qualités aromatiques, il a un effet bactériostatique en acidifiant le milieu (**Guy et Vierling, 2001**). Le jus étant riche en sucre et éléments nutritifs, il est donc très sensible au développement microbien, l'acide citrique permet d'abaisser le pH à un seuil qui empêche la croissance des micro-organismes (**APAB, 2011**).

I.4.6. Acide ascorbique (E300) :

L'industrie agroalimentaire utilise l'acide ascorbique comme antioxydant sous la référence E300. Cet antioxydant qui n'est d'autre que la vitamine C. En réagissant avec le dioxygène de l'air, il l'empêche ainsi d'oxyder d'autres molécules organiques, ce qui provoquerait un rancissement (mauvais goût) ou un changement de couleur (brunissement peu appétissant) et il limite les effets néfastes des radicaux libres (**De Kesel et al, 2006**). Les vitamines sont des substances vitales pour l'organisme, elles sont biologiquement actives et leurs teneurs qualitatives et quantitatives dans les produits alimentaires végétaux sont différentes (**Benamara et Agougou 2003**).

I.4.7. Xanthanes :

Le xanthane produit par une bactérie phytopathogène (*Xanthomonas campestris* (**BRUNETON, 1999**), est largement employé dans l'industrie comme épaississant, stabilisant, émulsifiant et agent gélifiant (**PSOMAS et al. 2007**). Le xanthane est un hétéropolysaccharide ramifié dont l'unité de répétition est un pentasaccharide constitué d'une chaîne principale cellulosique avec en alternance au C-3 de chaque résidu glucose une chaîne latérale formée d'un trisaccharide comportant des résidus α -mannose, acide glucuronique et β -mannose. Les résidus de mannose qui assure le branchement sur la chaîne principale sont généralement acétylés en C-6, et l'autre terminale est éventuellement combiné à un acide pyruvique (**LIU et al. 2005**). Le xanthane forme des solutions aqueuses dont la viscosité est inchangée aussi bien par les variations de la température que celle de pH. Des oligoholosides de xanthane utilisés comme des éliciteurs stimulent la synthèse de phytoalexine, antimicrobien, chez les plantes (**LIU et al. 2005**). La gomme xanthane ne gélifie pas par elle-même, mais forme des gels thermoréversibles avec d'autres gommes (**KIOSSEOGLOU et al. 2002**).

I.5. Valeurs nutritionnelle des jus :

Les jus de fruits sont une source importante de glucides, de fibres, de vitamines et de minéraux nécessaires au bon fonctionnement physiologique de l'organisme (**Amiot-Carlin et al, 2007**). La valeur nutritionnelle du jus est déterminée par la composition de la matière première du végétale (**Lecerf, 2003**).

Tableau 1 : Les valeurs nutritionnelles moyennes des jus de fruits pour 100g (**CCAF, 2004**).

	Jus de fruits (100g)
Energies (K cal)	35,026
Lipides (g)	0,063
Protéines (g)	0,252
Glucides (g)	8,363
Glucides simple (g)	8,341
Fibres(g)	0,187
Acide gras saturés (g)	0,018
Sodium (mg)	38,199

Ces valeurs nutritionnelles moyennes ne reflètent pas directement la contribution réelle des jus aux apports nutritionnels. Elles permettent néanmoins d'identifier les caractéristiques nutritionnelles des jus. La présence de glucides simples résulte soit d'une présence naturelle, soit d'un ajout. Les jus présentent aussi des quantités parfois importantes de vitamines (vitamine B9, vitamine C) et de minéraux (**Prolongeau et Renaudin, 2009**).

Leurs intérêts pour la santé et leurs rôles dans la prévention de certaines maladies en font d'eux des éléments d'une importance primordiale dans notre alimentation (**Lecerf, 2003**).

II. Les polysaccharides :

II.1. Généralités sur les polysaccharides :

Les polysaccharides sont des polymères biologiques constitués d'un ou plusieurs types de molécules mono saccharidiques. Les polysaccharides constitués de mêmes types d'oses sont nommés les glycanes. Chaque polysaccharide est caractérisé par un degré de polymérisation bien déterminé et un type de liaison entre les monomères. Le glucose, le fructose, le galactose sont parmi les monomères constitutifs. Il existe aussi du mannose, de l'arabinose, des xyloses et du rhamnose. Les polysaccharides sont constitués de polymères de masses moléculaires différentes, le nombre de monomères constituant un polymère pouvant varier au sein d'un même échantillon. (**AYALA et al. 2008; IGNAT, 2012**).

Les sources de polysaccharides végétaux sont multiples. Ainsi, on distingue les polysaccharides de structure (cellulose, pectines), les polysaccharides de réserve (amidon), les gommes et les exsudats comme (gomme arabique), et enfin les mucilages. Ces deux dernières classes ou catégories, sont des mélanges de polysaccharides hétérogènes qui forment en contact de l'eau des gels. Elles sont très proches et difficilement dissociables (**WARRANT, 2004**.)

Les polymères constitutifs des mucilages sont en général des xylanes ou des dérivés pectiques et renferment le plus souvent des oses neutres (xylose, arabinose, galactose, rhamnose,...) et des acides uroniques (acide galacturonique, acide glucuronique) (**DELATTRE, 2005**.)

Les propriétés des polysaccharides, sont largement exploitées dans différents secteurs industriels, aussi bien en industrie agro-alimentaire (comme agents texturants) que dans le domaine pharmaceutique (substances biocompatibles, thérapeutiques). En effet, les interactions polysaccharides-protéines ont un rôle primordial dans de nombreux processus

physiologiques et pathologiques (thrombose, inflammation, métastases, stérilité...) (**ROGER, 2002**).

Parmi les propriétés rhéologiques, il existe des hydrogels et des cryogels obtenus à partir de mélanges entre une protéine et un polysaccharide, qui permettent leur manipulation dans des conditions de techniques de culture cellulaire. Les hydrogels et les cryogels ne présentent pas de cytotoxicité. Ils assurent la viabilité cellulaire dans des milieux de culture standards, le hyaluronate de sodium (NaHyal) et le gellane comme exemple (**IGNAT, 2012**).

Les polysaccharides ont pour formule générale : $-[C_x(H_2O)_y]_n-$

II.2. Classification des polysaccharides :

II.2.1. Polysaccharides animaux

Hormis le glycogène et la chitine, les polysaccharides animaux appartiennent à la famille des glycosaminoglycanes et sont issus des protéoglycanes (association **GAG** protéine par une séquence saccharidique).

Les glycosaminoglycanes sulfatés GAGs représentent un autre groupe de polysaccharides bioactifs issus d'animaux (**LIU et al. 2015**).

Ils constituent un groupe homogène de glycanes linéaires anioniques. Sauf dans le kératane sulfate, les GAGs sont composés de structures diosidiques répétitives formées par un ose aminé (N-acétylglucosamine ou Nacétylgalactosamine) et un acide uronique (D-glycuronate ou L-iduronate). À l'exception de l'hyaluronate, un des deux résidus (parfois les deux) présent (s) au moins un de ses groupes hydroxyles sulfatés (**WEINMAN et MEHUL, 2004**).

Ces polymères sont soit impliqués dans la structure des tissus conjonctifs (hyaluronanes, dermatanes sulfate et chondroïtines), soit dans des mécanismes de communications cellulaires via leurs propriétés fonctionnelles (héparines et héparanes sulfate). (**DELATTRE ,2005**).

Les Polysaccharides animaux plus étudiées :

- Glycogène
- Acide hyaluronique
- Chondroïtine et chondrotine – sulfates
- Dermatane-sulfate
- Héparine
- Kératane-sulfate

II.2.2. Polysaccharides extraits d'algues

Les parois cellulaires de l'ensemble des algues contiennent outre la cellulose et

l'hémicellulose, une forte proportion de polysaccharides anioniques. Ces polysides désignés sous le nom de phycocolloïdes, ont une composition chimique variée suivant les groupes d'algues. Ils possèdent de nombreuses propriétés et applications telles que les propriétés antitumorales et antivirales des carraghénanes, les propriétés hémostatiques et anti-gastrites des alginates, les propriétés anti-inflammatoires et anticoagulantes des fucoïdanes **(DELATTRE, 2005)**.

Les algues les plus étudiées sont classées selon la nature des pigments contenus dans leur thalle :

- pigments bruns : Phaeophyceae (algues brunes)
- pigments verts : Chlorophyceae (algues vertes)
- pigments rouges : Rhodophyceae (algues rouges)

Parmi les polysaccharides d'extraits d'algues les très utilisés dans l'industrie agro-alimentaire et pharmaceutique :

- Carraghénanes
- Agar-agar (gélose)
- Alginate

II.2.3. Polysaccharides fongiques :

Ces substances polymériques extracellulaires sont étudiées et sélectionnées pour leurs applications possibles dans les domaines de l'environnement, de l'industrie alimentaire, de la cosmétique, de la médecine et de la pharmacologie **(GARRIDO et al. 2002)**.

Les champignons représentent un ensemble extrêmement hétérogène d'organismes dont les individus sont distribués dans toutes sortes d'habitats. Cette caractéristique a pour conséquence une grande diversité métabolique et biochimique. Les polysaccharides représentent un pourcentage majeur de la biomasse fongique (jusqu'à environ 75 %). Ces biopolymères assurent un rôle de soutien où forment une gaine protectrice autour du mycélium. **(DELATTRE, 2005)**.

Le principal représentant de ces polymères fongiques est :

- la chitine

II.2.4. Polysaccharides des bactéries :

Les micro-organismes produisent une grande variété d'exopolysaccharides ayant des caractéristiques physiques et chimiques uniques. Ces exo polysaccharides peuvent être des homopolysaccharides ou des hétéropolysaccharides **(SINGH et al. 2015)**.

Les bactéries synthétisent plusieurs types de polysaccharides qui peuvent être classés en trois grands groupes selon leur localisation dans la cellule: le premier groupe rassemble les polysaccharides du cytosol, ils servent de source de carbone et d'énergie à la cellule ; le second groupe concerne les constituants de la paroi tels que les acides téichoïques et les peptidoglycanes; le troisième groupe qui, réunit les polysaccharides élaborés par la cellule et sécrétés dans le milieu **(DELATTRE, 2005)**.

Les principaux représentants des Polysaccharides bactériens :

- Polysaccharides exocellulaires
- Exopolysaccharides (EPS)
- Lipopolysaccharides (LPS)

II.2.5. Polysaccharides végétaux :

Les polysaccharides végétaux appartiennent à trois groupes principaux; les polysaccharides de structures (propriétés biomécaniques) qui composent la paroi pectocellulosique des cellules (cellulose, hémicellulose, pectines), les polysaccharides de réserve (amidon, caroube, inuline) constituant des formes de stockage de carbone, les polysaccharides exsudats (gomme arabique) et enfin les mucilages.

Les polysaccharides végétaux sont utilisés dans de nombreux domaines industriels comme l'agro-alimentaire, l'industrie cosmétique ainsi que les industries pharmaceutique, papetière et textile **(DELATTRE, 2005)**.

Les principaux groupes des polysaccharides végétaux :

- Polysaccharides des structures
- Polysaccharides des réserves
- Polysaccharides exsudats (gommes et mucilages)

II.3. Activités biologiques des polysaccharides :

La diversité structurale des polysaccharides quelle que soit leur origine, qui peut être animale, végétale ou microbienne, confère à ses macromolécules de nombreuses activités biologiques. Grâce à leurs propriétés interactives et régulatrices, les polysaccharides participent au contrôle de l'activité cellulaire (prolifération, différenciation, adhésion et migration) mais également dans l'activité de nombreuses enzymes **(COLLIEC-JOUAULT et al. 2004)**.

II.3.1. Activité antioxydant :

Le concept d'Espèces Réactives de l'Oxygène (ERO) a acquis une reconnaissance importante au cours des dernières années par diverses études dans des laboratoires à travers le monde. Les ERO sont des molécules chimiquement actives formées en tant que sous-produits naturels du métabolisme normal de l'oxygène (**LIU et al. 2013**).

Les ERO jouent un rôle important dans la signalisation cellulaire et l'homéostasie (**LIU et al. 2013**). Elles peuvent être également une source d'agression. Elles peuvent peroxyder les lipides membranaires, au niveau du poumon, du système nerveux central et de la rétine (**CAESAR, 2007**). Comme elles peuvent endommager les acides gras, les protéines, l'ADN et d'autres macromolécules dans le corps, ce qui se traduit par diverses maladies, dont les maladies cardiovasculaires, les cancers, les maladies neurodégénératives ou les troubles liés au vieillissement (**GAO et al. 2015; ZHAO et al. 2013**).

II.3.2. Activité anticoagulante des polysaccharides :

Quatre classes distinctes de polysaccharides sulfatés (héparine, dermatane-sulfate, chondroïtine sulfate fucosylé et fucoidane des algues) ont toutes une activité anticoagulante, due à leur interaction avec les enzymes et les inhibiteurs du système de la coagulation. Leurs effets anticoagulants dépendent d'un modèle exact de substitution sulfurique. (**MULLOY et al., 2000**).

Des polysaccharides de plantes supérieures présentent également des structures chimiques hétérogènes mais leurs actions dans la coagulation et de la thrombose sont peu explorés (**SOUZA et al., 2015**). **MANSOOR HADI AL-SAADI (2013)** signale que la consommation d'anticoagulants ou composés phytochimiques alimentaires ayant de propriétés anticoagulantes, peut réduire ou éliminer les risques de maladies thromboemboliques. **SOUZA et al. (2015)**, signalent une activité anticoagulante de polysaccharides de plantes, associée à la présence de résidus d'acide uronique.

II.3.3. Activité immunomodulatrice des polysaccharides :

Les composés qui sont capables d'interagir avec le système immunitaire pour réguler positivement ou réguler négativement les aspects spécifiques de la réponse de l'hôte peuvent être classés comme des immunomodulateurs ou des modificateurs de la réponse biologique (**TZIANABOS, 2000**).

Certains polysaccharides alimentaires ont montré des effets immunomodulateurs divers dans certains tissus animaux, y compris le sang, le tractus gastro-intestinal et la rate. Dans des essais contrôlés sur les êtres humains, l'apport de polysaccharides a stimulé le système immunitaire dans le sang d'adultes en bonne santé. Cet apport a atténué la réponse allergique à un agent inflammatoire des voies respiratoires. Il a amélioré la survie chez les patients cancéreux **(RAMBERG et al., 2010)**.

II.3.4. Activités antitumorale et anticancéreuse

Les traitements anticancéreux classiques, comme la chirurgie, la chimiothérapie et la radiothérapie, montrent des limites en raison de mauvais pronostic et les effets secondaires graves. De nos jours, une attention croissante est axée sur les produits naturels dans une tentative pour rechercher de nouveaux agents anticancéreux efficaces avec moins d'effets toxiques **(BAO et al., 2013)**.

De nombreuses études ont suggéré que les polysaccharides peuvent inhiber la croissance tumorale par des mécanismes communs comme la prévention de l'oncogenèse par la consommation orale de préparations actives; une activité anticancéreuse directe, telle que l'induction de l'apoptose des cellules tumorales; l'activité immunopotentielle associée à une chimiothérapie et l'inhibition de la métastase tumorale **(ZONG et al., 2012)**.

II.3.5. Autres potentialités biologiques des polysaccharides :

Les polysaccharides présentent un large spectre d'activités biologiques divers, y compris :

- l'activité hypoglycémiante
- l'activité hépatoprotective
- l'activité antimicrobienne
- l'activité radioprotective
- l'activité protectrice contre les métaux lourds

III. Les galactomannanes :

III.1. Définition :

Les galactomannanes sont des polysaccharides qui sont constituées de mannose et de galactose **(VANDAMME, 2002)**. hydrosolubles et neutres, isolés de l'endosperme de graines

d'environ 70 espèces de légumineuses et de la paroi cellulaire de certaines bactéries (**Dea et al., 1975**).

En générale, structurellement galactomannanes sont étroitement liées et se composent d'une longue chaîne (1000-1500 unités de mannose), linéaire poly- β - 1,4-mannopyranose épine dorsale à laquelle α 1,6-D galactopyranose résidus sont joint à l'unité chaînes latérales (**KAMERLING, 2007**).

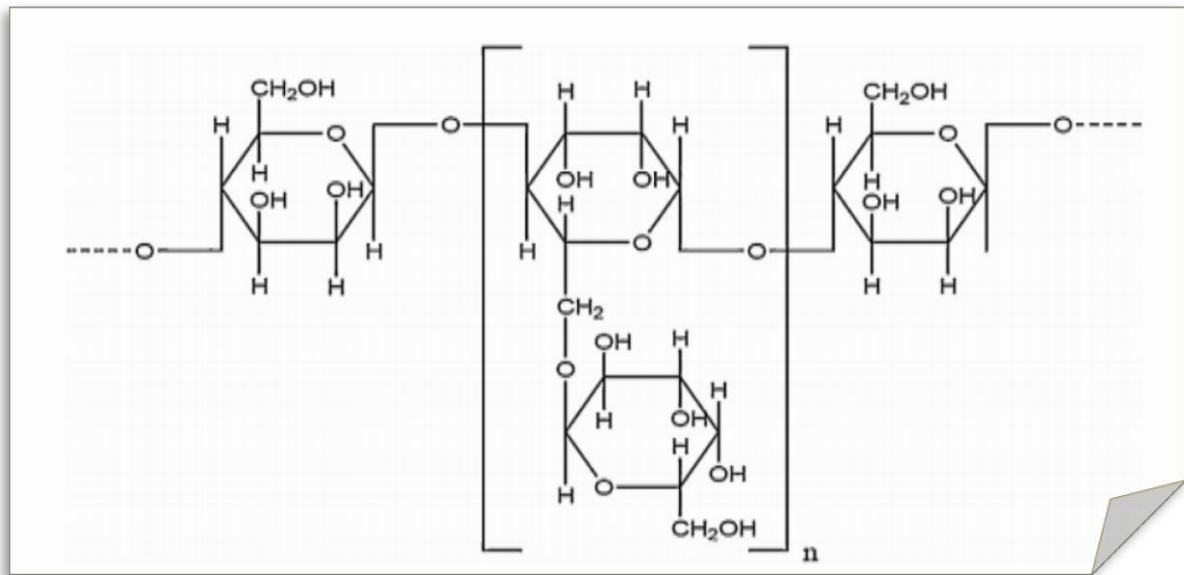


Figure 1 : Structure moléculaire générale d'un galactomannane (**Prajapati et al., 2013**).

III.2. Propriétés des galactomannanes :

Les gommages des graines des légumineuses sont largement utilisées au niveau industriel, l'intérêt à ces gommages notamment au galactomannanes repose essentiellement sur leur propriétés épaississantes, stabilisantes, émulsifiantes et texturants, et aussi sur leur propriétés thérapeutiques. (**López-Franco et al., 2012, Rui Guo et al., 2015**).

En générale, ces propriétés dépendent de la structure et des caractéristiques physico-chimiques des GM. (**López-Franco et al., 2012**).

III.2.1. Propriété physique chimique :

Les galactomannanes sont des épaississants purs comme les alginates. Ils forment des solutions dont la viscosité augmente avec la masse et la concentration moléculaire et diminue de façon réversible avec l'élévation de la température. Ces solutions ont un comportement pseudo-plastique: la solution paraît figée au repos mais devient souple avec agitation (CHIRAZ, 2012).

III.2.2. Propriétés Rhéologique :

La gomme pure peut être plus sensible à la dégradation, sous l'influence de la température, que la gomme non pure car cette dernière contient des matières qui protègent GM de la dégradation. Les constituants protéiques semblent jouer ce rôle car les acides aminés sont connus pour leur forte interaction avec les petites chaînes libres qui sont impliquées dans la dégradation de la molécule sous les hautes températures (KÖK et al., 1998).

Les GM est largement utilisé comme additif dans les industries alimentaires et non alimentaires, en raison de sa capacité à fournir une haute viscosité même à des faibles concentrations (<1%) et de fonctionner en tant que liant de l'eau. L'augmentation de la concentration des molécules de galactomannanes en solution favorise l'interpénétration des chaînes macromoléculaires conduisant à la création d'enchevêtrements plus ou moins denses, mais favorisent aussi l'établissement d'interactions inter chaînes, ces phénomènes contribuent fortement au développement de la viscosité et expliquent la plus forte dépendance de la viscosité avec la concentration que pour d'autres polymères (DAKIA, 2010).

IV. *Gleditsia triacanthos* (Le févier d'Amérique) :

IV.1. Généralité

Le févier d'Amérique appelé aussi "*Gleditsiatriacanthos*" un arbre qui appartient au genre de la famille des fabacées (légumineuses), sous famille des *Caesalpinoïdeae*, occupe les régions tempérées et subtropicales du continent Américain et quelques parties de l'Afrique et de l'Asie, originaire de l'Est de l'Amérique de Nord, le nom spécifique 'triacanthos' vient du grec «treis» trois, et 'akantha' une colonne vertébrale (Orwa et al., 2009).

G. triacanthos est un arbre à feuilles caduques, atteignant souvent 25 m d'altitude, caractérisé par un tronc et des branches longues, et des épines fortes jusqu'à 15 cm de longueur. Ses feuilles sont pennées ou bipennées, elles prennent jusqu'à 20 cm de longueur, avec 5 à 30 paires de folioles, les fleurs sont jaune-verdâtre, généralement discrète et très parfumée. (Csurhes et al., 2010).

Le févier d'Amérique est un grand arbre épineux à feuilles caduques. Il est extrêmement résistant. Il apprécie les sols profonds, fertiles et frais. C'est un arbre d'ombrage au port arrondi et compact. Il aime le soleil mais doit être à l'abri du vent car ses rameaux sont cassants(**Botanica.2006**).

Cet arbre contient des fruits appelés gousses qui ont légèrement la forme de faucille et jusqu'à 45 cm de longueur. Chaque cabosse contient entre 15 et 30 graines, qui sont entourés par une pulpe sucrée très importante. Chaque graine de forme aplatie, ovoïde, brune et d'environ 10 mm de longueur. (**Csurhes et al., 2010**).

Ce genre comprend une douzaine d'espèces. Il a été introduit en Angleterre vers 1700 par " *Bishop Compton*" au jardin de *Fulham*. Planté en Europe comme arbre de décoration, supportant bien la pollution atmosphérique, mais aussi pour former des haies basses épineuses. Il existe une variété sans épine ou inerme. Selon le climat et le sol, il existe plusieurs variétés de *Gleditsia* ; il se développe mieux dans les régions humides et subhumides, atteint jusqu'à 760 m de hauteur et 1500 m au niveau de la mer, plus de 2500 m dans les montagnes subtropicales, résiste à la sécheresse et la salinité (**ORWA et al., 2009**).

Selon le climat et le sol, il existe plusieurs variétés de *Gleditsia* ; il se développe mieux dans les régions humides et subhumides, atteint jusqu'à 760 m de hauteur et 1500 m au niveau de la mer, plus de 2500 m dans les montagnes subtropicales, résiste à la sécheresse et la salinité (**Orwa et al., 2009**).

IV.2. Caractéristiques physiques :

Son tronc, ses branches et ses rameaux sont pourvus de longues et fortes épines à trois pointes acérées d'une couleur brun rouge qui peuvent mesurer de 5 à 15 cm. Son écorce, mince, lisse, fissurée et noirâtre se détache par plaques écailleuses. Ses feuilles, de 15 à 30 cm de long, sont composées de 16 à 30 folioles* qui peuvent atteindre 3 cm. Elles sont ovales, vert clair, finement dentées et prennent une couleur jaune or en automne. Ses fleurs sont groupées en grappes de 5 à 7 cm de couleur jaune vert. Elles fleurissent en juin-juillet sur les rameaux de l'année précédente. Ses fruits sont des gousses rouge brun pouvant atteindre 40 cm de long pour 3 cm de large. Elles restent suspendues aux branches en grand nombre jusqu'en hiver. (**Botanica.2006**).

Tableau 2 : Caractéristiques de févier d'Amérique "*Gleditsia triacanthos*"

Famille	Césalpiniacées
Forme	arbre moyen
Aspect	port étalé ; couronne irrégulière, ouverte et large, longs rameaux souples, sans épines ; tronc court se divisant en grosses branches
Silhouette	Grand arbre à couronne lâche ouverte et irrégulière dont les branches s'étalent à l'horizontal et finissent en parasol.
Floraison	Vert clair, discrète, unisexuée formant des grappes parfumées de 5 à 7 cm de long.
Fruits	Gousses coriaces, brun foncé luisant mesurant jusqu'à 40 cm de long restant accrochés sur l'arbre pendant une bonne partie de l'hiver.
Feuilles	Caduques, alternes, vert clair puis jaune doré en automne
Dimension	Hauteur : 10 à 25 m Largeur : 8 à 15 m Croissance : 30 cm/an

IV.3. Composition physico-chimique de *Gléditsia triacanthos* :

Selon (**Mazzini & Cerezo**, 1979) les graines de gléditsia triacanthos sont composé de trois parties :

- **Tégument** (27%) composé principalement de glucide.
- **Embryon** :(29 %) composé surtout de protéines.
- **Endosperme** (34%):riche en galactomannane avec différent rapport (Man : Gal) avec une quantité importante de protéines.

IV.4. Utilisation de *Gleditsia triacanthos* :

G. triacanthos est une plante utilisée pour plusieurs usages, dans différentes domaines. Au niveau de l'alimentation, ses semences sont torréfiées et utilisées comme un substitut de café et ses feuilles sont une excellente source de fourrage, contenant 20% de protéines brutes, à faible taux de lignine et bien ensilé. Les fleurs sont très attrayantes pour les abeilles, qui font du miel à partir du nectar. (Orwa et al., 2009), Plusieurs auteures telles que (Mazzini et

Cerezo, 1979) ont montré l'intérêt des graines dans l'industrie agroalimentaire à cause de sa richesse en polysaccharides, notamment riche en galactomannane, ce composé est avec une concentration variable en mannose/ galactose possède un pouvoir gélifiant et épaississant important, cependant, la présence de ces polysaccharides dépend de la variété de *G. triacanthos*

Dans le domaine médicale, elle est importante pour la prévention contre les maladies cardiovasculaire, antispasmodiques et utilisée aussi pour le traitement de l'escarboucle, la gale, les maladies de la peau et pour le traitement de l'apoplexie, toux productive et de l'asthme, ils sont aussi utilisés comme diurétique et expectorant. **(Dimitar et al., 2000).**

A noter également que févier d'Amérique est utile pour divers usage :

- Fabriquer des traverses de chemins de fer, des poteaux et parfois des meubles, à cause de son bois très fort, dur, durable et résistant aux chocs
- la fabrication des poteaux de clôture, palettes, caisses, des guitares et considéré comme une excellente source de bois de feu
- Les gousses contiennent une pulpe qui est comestible et qui sert à la fabrication d'eau-de-vie
- Les gousses fraîches riches en pulpe sont données au bétail servent de colorant à l'industrie textile et de médicaments pour soigner les maladies pulmonaires en Afrique du Sud.
- Les feuilles sont très riche en protéines sert de fourrage en Afrique, Amérique du Sud et Australie.

Matériel et méthode

I. Matériel d'étude :

I.1. Préparation des boissons fruitées :

La préparation de la boisson s'effectue au niveau de la salle de préparation (Siroperie) de l'unité de production Ramy.

C'est l'étape de mélange et d'incorporation des différents ingrédients qui constituent le produit à des temps prédéfinies pour garantir la bonne dissolution, homogénéité et stabilité du produit, ainsi les ingrédients incorporés sont : l'eau, le sirop (sucre liquide), le concentré de jus de fruit et les ingrédients secs (poudre).

L'alimentation en eau se fait à partir de deux forages réalisés sur site, cette eau est traitée au niveau de la station se trouvant sur le site par une technique moderne « l'osmose inverse », qui assure une bonne qualité de l'eau.

Le concentré est préparé par l'introduction des matières suivantes :

- Le concentré de fruit
- Pulpe de fruit
- La purée de fruit
- CMC
- Xanthan
- Acide citrique
- Acide ascorbique (vitamine C)

Les cuves de préparation sont dotées d'une pompe à vide, d'un broyeur et d'un agitateur (Hélices). Durant le procédé, la pompe aspire la matière première vers le broyeur, qui la broie et déverse dans cuve de préparation ensuite, celle-ci est agitée de façon continue au moins 10 à 15 minutes sous une température de 30 à 40 °C. Après cela, la matière passe par un filtre afin d'éliminer les corps indésirables qu'elle peut contenir.

Le concentré doit être finement broyé avant d'être envoyé vers l'homogénéisateur afin de conserver les particules de la pulpe à l'état de suspension.



Photo 2 : préparation des boissons fruitées

I.2. Matière première et ingrédients employés :

La matière première utilisée dans le boisson (Ramy) est représentée par des concentrés et des purées et pulpe d'origine Espagne, Brésil, Italie, Grèce, Inde, Philippine,...ect ,des gélifiants et acide citrique et ascorbique d'origine Chine, des colorants d'origine Suisse et Danemark , et des arômes d'origine France et turque....

I.3. Fabrication au laboratoire :

La boisson formulée est constituée de 20 % de fruits et légumes sous forme de purée, jus, 80 % eau et sirop de sucre.

Cette formulation répond à la législation internationale puisque l'appellation des eaux fruitées est donc attribuée aux boissons dont la teneur en fruits est comprise entre 12 % et 20%.

Les essais de formulation de boisson sont dictés par le degré Brix et la teneur en fruits, qui sont fixés entre 11,5 et 20%.

Tableau 3 : pourcentage des ingrédients dans 1l de boisson :

Ingrédients	Quantité dans 1L (%)
Sucre	13
Concentré	7
Gélifiants	0.2
Vitamine C	0.04
Acide citrique	0.2
Colorant	0.004
Pulpe	3.4
Arome	0.15

I.4. Diagramme technologique de fabrication des boissons fruitées type *RAMY FOOD* :

Les étapes de production des boissons fruitées sont représentées par le diagramme suivant :

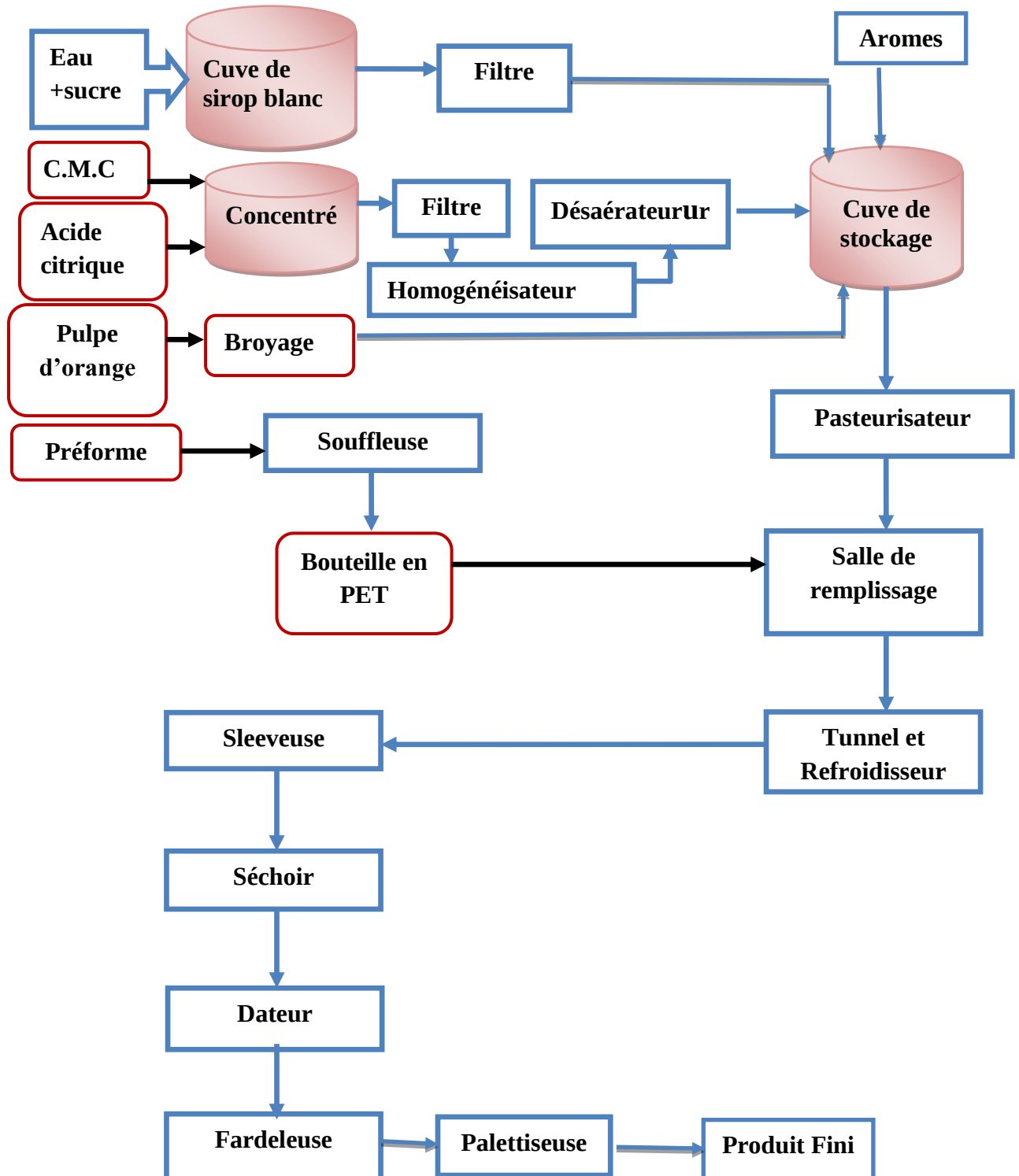


Figure 2 : Schéma Global des procédés de fabrication du *Jus type Ramy*.

II. Préparation des galactomannanes : agents gélifiants :

I.1. Récupération des graines de *Gleditsia triacanthos* :

La matière première utilisée dans notre étude est représentée par des graines de *gleditsia triacanthos*. Elles sont récoltées durant la période s'étalant du janvier à avril 2018, elles proviennent de la wilaya de Boumerdes. Les graines prélevées à partir des gousses en pleine maturation sont conservées dans des bocaux en verre jusqu'à leur utilisation.

Dans la méthodologie appliquée, on a pris le soin de procéder à la séparation de l'endosperme ainsi que les téguments des graines de *gleditsia*. La séparation de ses deux constituants a été rapportée par la méthode décrite par **Sciarini et al (2009)**. Les étapes principales de la séparation sont représentées par les photos la figure ci-dessous.

Il ya lieu de rappeler que les méthodes de récupération des polysaccharides sont reprises des travaux antérieurs réalisés au niveau du département de technologie alimentaire (aujourd'hui département de Génie des procédés) par l'équipe de recherche sur les galactomannanes.

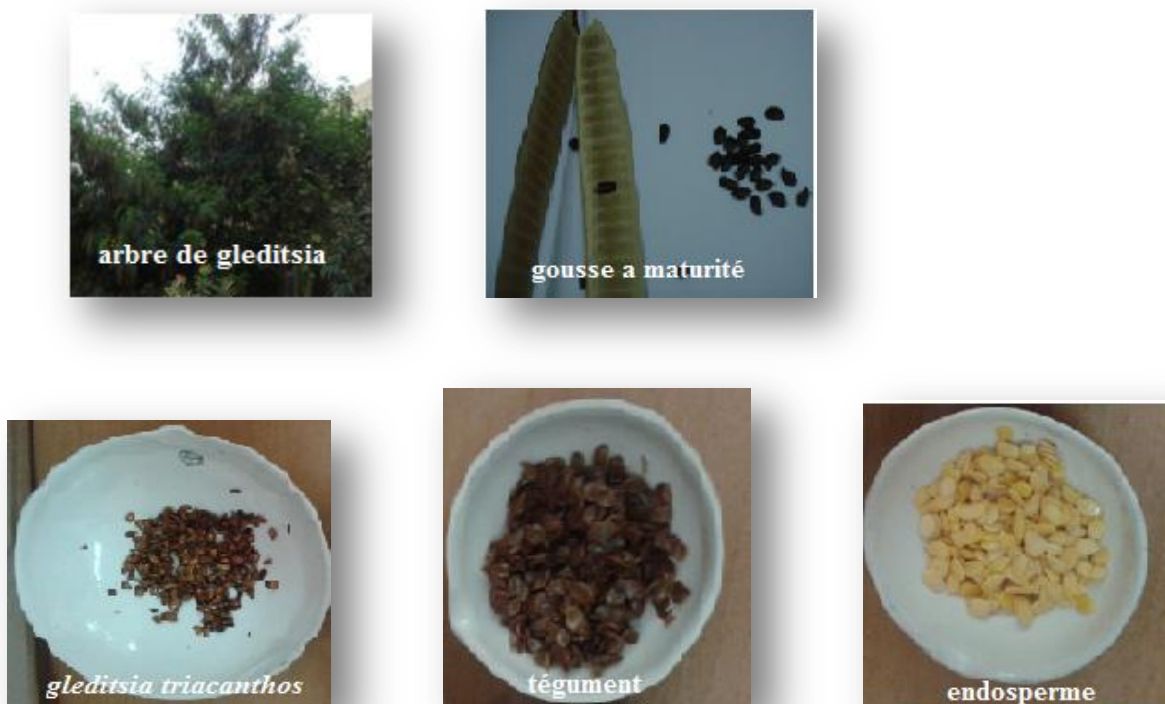


Photo 3 : Photos d'obtention et de séparation tégument- endosperme

I.2. Extraction des galactomannanes :

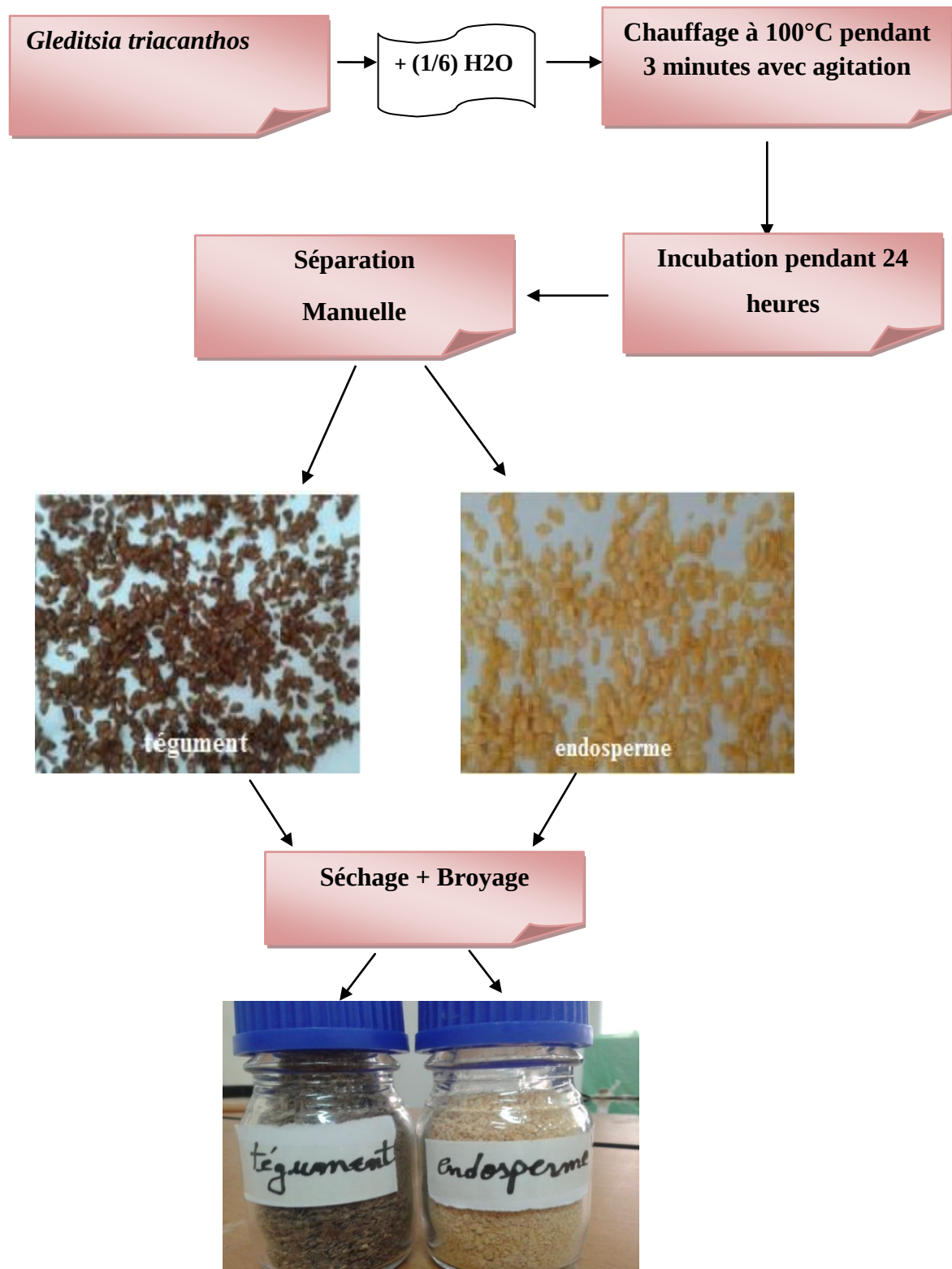


Figure 3 : Etapes d'obtention des poudres de *gleditsia* (Sciarini et al, 2009).

II.3. Etapes d'obtention du galactomannanes :

Sur la base d'une étude rapportée par **Miguel *et al.* (2010)**, les galactomannanes sont isolés à partir des extraits de l'endosperme des graines des fabacées (*Gleditsia triacanthos*) et purifiés selon le diagramme représenté par la **figure (3)**

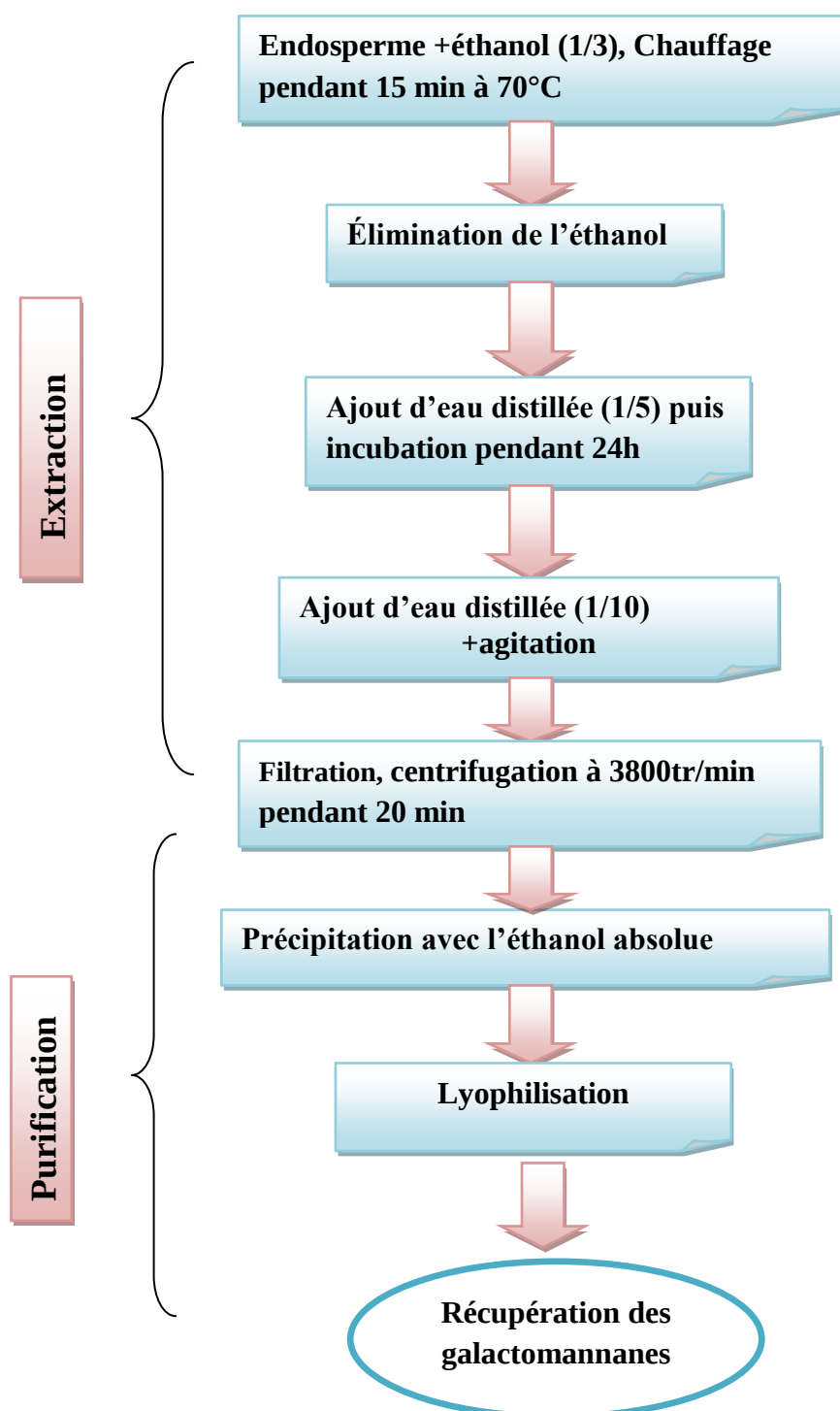


Figure 4 : Etapes d'obtention du galactomannanes selon **Miguel *et al.* (2010)**.

III. Remplacement des gélifiants synthétiques (Xanthane et CMC) par les galactomannanes obtenus :

III.1. Préparation des solutions de boisson standard :

Dans cette partie du travail, des essais d'incorporation des galactomannanes purifiés ont été réalisés dans des solutions sucrées acidifiées.

- **Mode opératoire :**

Dans cette application, une solution sucrée acidifiée a été préparée à l'échelle laboratoire. Elle est composée de sucre, d'acide citrique et d'eau traitée. Le mélange a été agité manuellement pendant quelques minutes ensuite une quantité bien déterminée des GM (voir tableau 10) a été ajoutée dans 100ml de la solution mère suivie par une agitation magnétique jusqu'à l'homogénéisation des solutions. Ces derniers ont subi une mesure de viscosité en utilisant un viscosimètre de type « *Brookfield visco basic plus* ».

Les quantités nécessaires de polysaccharide à incorporer sont calculées selon le type d'arôme de chaque boisson et les valeurs trouvées sont représentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : quantités des galactomannanes ajoutées dans chaque solution

GM g/100ml	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.12	0.15	0.18
Viscosité (mPa.s)	15.8	20.7	25.2	27.3	30.4	36.5	42.5	53.9

A partir de **tableau 4**, une courbe d'étalonnage a été tracée de la concentration en GM en fonction de la viscosité de la boisson standard (voir figure 5, annexe).

L'étape suivante consiste à calculer les quantités de GM équivalentes aux quantités des gélifiants utilisés dans la boisson témoin industrielle, à partir de l'équation de la courbe d'étalonnage (**figure 5.annexe**)

- **Méthode analytique :**

L'équation suivante représente la viscosité de la boisson en fonction de leur concentration :

$$y = 22,317x + 10,615$$

Avec :

X : concentration en GM

Y : Viscosité de la boisson

Les valeurs trouvées ont été enregistrées dans le tableau récapitulatif (**tableau 5, résultats et discussion**).

- **Exemple de mesure dans la Boisson orange :**

Viscosité de la boisson égale à 36.7 mPa.s

Equivalent GM de boisson égale à 1.17 g/l

III.2. Préparation de la boisson sans gélifiant :

Au niveau de laboratoire, dix boissons fruitées à différent parfum (arome) et sans gélifiants (CMC et Xanthan) ont été préparées. Elles ont subi une mesure de viscosité à l'aide d'un viscosimètre type « Brookfield viscobasic plus ». Les résultats sont enregistrés dans **le tableau 5(résultats et discussion)**.

Dans cette dernière étape, et par l'utilisation de la deuxième équation (**voir figure 6, annexe**), la quantité de GM à ajouter dans la boisson sans gélifiant a été déterminée selon l'équation suivante :

$$y = 19,5x + 12,5$$

Où

X : concentration en GM

Y : Viscosité de la boisson

- **Exemple de mesure dans la Boisson orange :**

La viscosité égale à 18,1 mPa.s

L'équivalent GM de boisson égale à 0.28 g/l

Pour définir la quantité exacte de GM utilisée pour la boisson finie, on a calculée la différence entre l'Equivalent GM de boisson témoin et l'Equivalent GM de boisson sans gélifiant dans le but d'éliminer la viscosité du concentré utilisée dans la boisson

- **Exemple pour l'orange :**

La quantité de GM à ajouter dans la boisson orange pour remplacer le taux de CMC et Xanthane dans la boisson finie est calculé comme suit: $1,17 - 0,28 = 0,89$ g/l

Les résultats obtenus sont affichés dans le tableau récapitulatif (**tableau 5, résultats et discussion**)

Dans cette partie du travail, des essais d'incorporation des galactomannanes ont été réalisés dans la boisson préparée auparavant sans gélifiant, dans le but d'évaluer leur pouvoir à remplacer le CMC et le Xanthane.

- **Mode opératoire :**

Les quantités calculées de GM (figure 5, annexe) ont été incorporées dans 100ml de boisson sans gélifiant de chaque parfum suivi par une agitation magnétique jusqu'à l'homogénéisation des solutions.

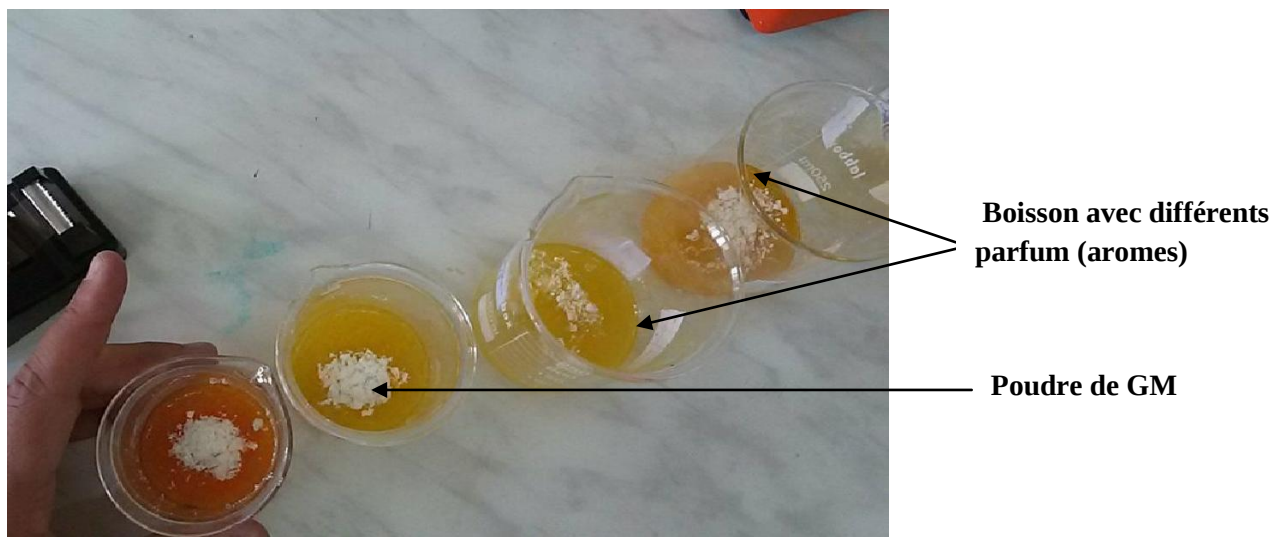


Photo 4 : Méthode d'incorporation des GM dans la boisson

Les échantillons ont subi un traitement thermique (pasteurisation à $T=95^{\circ}\text{C}$ pendant une minute) dans un «bain marie » et stockés dans des bouteilles stérilisées à l'aide d'eau traitée chauffée à 100°C .

NB : Les bouteilles ont été stockées à une température ambiante

IV. Analyses physico chimiques des boissons témoins et expérimental : Méthodes analytiques.

IV.1. Mesure du pH :

La détermination du pH consiste en la mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'un produit, la mesure du pH est réalisé avec un pH-mètre, muni d'une électrode combinée préalablement étalonnée à l'aide de deux solutions tampons. Elle est basée sur une réaction mettant en jeu les ions H^+ libres d'une solution. L'échantillon à analyser est ramené à une température avoisinant les 20°C, le résultat est directement lu sur l'écran de l'appareil.

IV.2. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité du jus correspond principalement à la présence d'acides organiques utilisés et principalement l'acide citrique. Le principe de la méthode consiste en un titrage de l'acidité de 10 ml de l'échantillon avec une solution d'hydroxyde de Sodium (NaOH) 0.1N en présence d'un indicateur coloré qui est la Phénolphthaléine à 1%. Le point d'équivalence est déterminé lors du virage de la couleur de l'échantillon vers le rose clair.

L'acidité ou bien la quantité d'acide dans l'échantillon est obtenue en multipliant le volume de la chute de la burette (volume de NaOH) par le coefficient de l'acide citrique qui est égale à 0,64, selon la formule suivante :

$$\text{La quantité d'acide dans l'échantillon (g/l)} = V \times 0,64$$

V : volume de NaOH utilisé pour le titrage.

IV.3. Détermination du Brix (°Brix)

L'échelle de Brix sert à mesurer en degrés Brix (°B ou °Bx) la fraction du saccharose dans un liquide, c'est-à-dire le pourcentage en matière sèche soluble. Plus le °Brix est élevé, plus l'échantillon est sucré. L'appareil utilisé pour la mesure du degré Brix est un réfractomètre de paillasse qui sert à déterminer l'indice réfractométrique. Il doit être préalablement étalonné. Cela consiste à déposer sur le prisme du réfractomètre quelques gouttes de l'échantillon à analyser et basculer la plaquette couvre échantillon (petite plaque en plastique qui sert à étaler

la gouttelette sur le prisme), puis orienter l'appareil vers la lumière pour faire la lecture du résultat ou un trait horizontal doit apparaître de façon très nette. De

IV.4. Détermination des sucres par HPLC :

Les sucres ont été déterminés par HPLC sur des boissons finies. Les échantillons ont d'abord subi une filtration grossière sur papier filtre Whatmann N°4 et le filtrat est passé à travers un filtre seringue de 0,45 µ. Un volume de 20 µl est injecté directement dans la colonne « spécial sucre ». La détection (détecteur réfractométrique **GiLson**) et l'identification des pics est réalisée à l'aide d'étalons externes de glucose, fructose et saccharose dont le chromatogramme obtenu est illustré dans l'annexe 4

IV.5. Mesure de la viscosité des boissons :

IV.5.1 Principe :

La mesure de la viscosité des boissons est déterminée à l'aide d'un viscosimètre rotatif type *Brookfield visco basic plus*. L'instrument agit par la rotation d'un disque (tige ou spinder en anglais)) plongé dans l'échantillon et mesure sa résistance directe à une vitesse sélectionnée (**en rpm**). La résistance qui en résulte est la mesure du flux de viscosité, dépendant de la vitesse et des caractéristiques de la tige. Le résultat correspond à la lecture directe de la viscosité exprimée en **cP** (système CGS) ou **mPa.s** (système SI).

IV.5.2. Mesure :

Les échantillons de boissons fruitées sont plongés dans un bécher ou baignent la tige correspondante (R2 à R7) à un volume dépassant la limite gravée sur la tige. La viscosité de l'échantillon est lue directement après stabilité de la valeur avec une déviation d'au moins de 15%. La viscosité est exprimée en mPa.s.

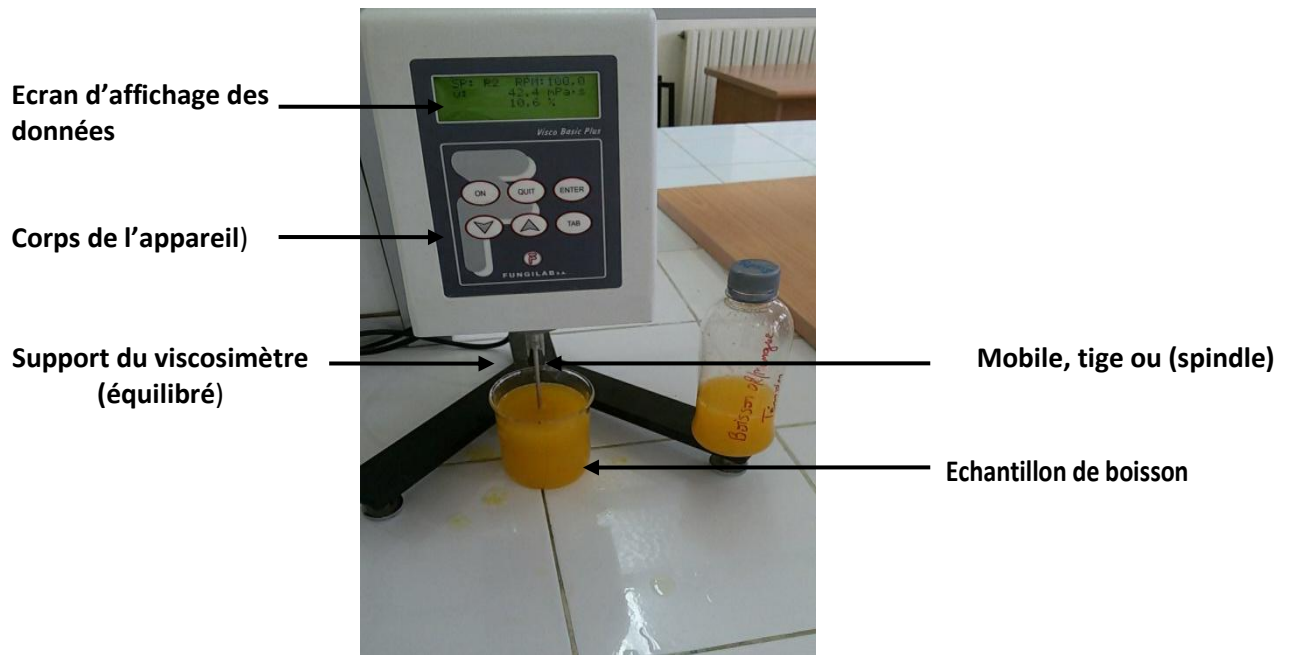


Photo 5 : Photo de l'appareil de mesure de la viscosité (viscosimètre « Brookfield viscobasic plus »)

V. Analyses rhéologiques sur les boissons étudiées

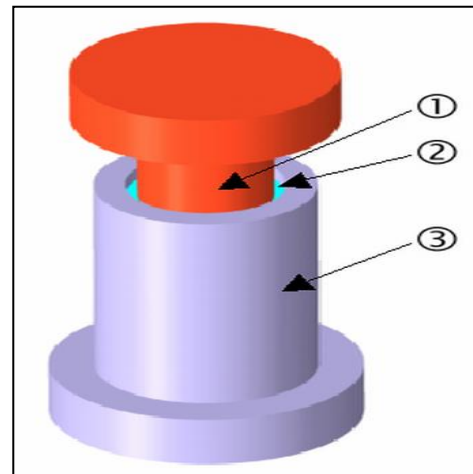
Cette partie est consacrée à l'étude rhéologique des boissons fruitées préparées à l'échelle expérimentale et a pour objectif de mettre en évidence l'influence de parfums(aromes) sur les propriétés rhéologiques des boissons.

V.1. Essais réalisés :

Pour caractériser les propriétés rhéologiques des échantillons, nous avons utilisé un viscosimètre rotatif à vitesse imposée (VT500). Les caractéristiques sont : Le diamètre du cylindre intérieur est de 18.4 mm, celui du cylindre extérieur est de 23.6 mm, de longueur 60 mm et de volume 55 cm³. Cela donne un gape de 2.6 mm. Afin d'étudier les propriétés rhéologiques de la boisson, nous avons préparé des échantillons de boissons en variant uniquement le type de parfum utilisé sur un volume de 20 ml.



Photo 6 : photo du viscosimètre VT 550 (photo originale)



1 : Corps du cylindre

2 : Echantillon (de boisson)

3 : Cylindre interne

Figure 5 : Géométrie de cylindres coaxiaux (photo originale)

V.2. Mode opératoire

Les profils de la viscosité des échantillons ont été étudiés à température ambiante afin de déterminer leur comportement d'écoulement. Les propriétés rhéologiques ont été évaluées à l'aide d'un viscosimètre rotatif (VT550) sur 20 ml de la solution de boisson incubée à 20°C (température ambiante) pendant 500 secondes.

Cette analyse a été effectuée au niveau de l'*Unité de Recherche Matériaux, Procédés et Environnement (URMPE) de la FSI* (Université M'Hamed Bougara, Boumerdes)

VI. Analyse sensorielle : test de dégustation des boissons expérimentales

VI.1. Principe :

L'analyse sensorielle est la technique qui utilise les sens de l'homme pour connaître et décrire les caractéristiques organoleptiques d'un produit.

Selon la norme française **NF ISO 5492** l'analyse sensorielle est définie comme étant « l'examen des propriétés organoleptiques d'un produit par les organes des sens ». De part ces cinq sens (vue, ouïe, odorat, goût, toucher) l'être humain est devenu l'instrument de mesure des méthodes d'analyse sensorielle pour caractériser et évaluer des produits.

Cette analyse nous permet d'évaluer la qualité organoleptique du produit fini (boisson fruitée expérimentale). La méthode d'évaluation choisie est basée sur l'exploitation systématique des réactions d'un jury de dégustation.

VI.2. Conduite du test de dégustation

Le test de dégustation est mené sur 10 échantillons de boisson fruitée dont la recette a été modifiée en remplaçant les gélifiants industriels (CMC et Xanthane) par des gélifiants expérimentaux (*galactomannanes*) issus des graines de *Gleditsia triacantos*. Le test a pour objectif d'évaluer l'acceptation de la boisson par des panelistes grand public et d'estimer par une analyse statistique (test de *kramer*) le rang de classement et l'ordre d'acceptation.

VI.3. Méthodologie de la dégustation

Une fiche de dégustation (**Annexe**) élaborée suivant l'adaptation à l'objectif de l'essai est utilisée dans le présent test. Elle comporte les critères de qualité les plus élémentaires de la

dégustation mais considérés comme les principales caractéristiques impliquées dans le terme de « qualité » (**Cheftel et al. , 1977**) à savoir l'appréciation par le dégustateur, du goût et de la texture de la boisson.

Chaque critère codé comporte une échelle de notation (score) commune de 1à5 (**1= mauvais, 5= très bon, 2,5 = limite d'acceptabilité**). Le test est mené par 8 panélistes. (**Annexe**)

La différence statistique entre les lots est évaluée à l'aide du **Quick Rank Test** de **KRAMER (1960)** basé sur la somme des rangs. Le seuil de probabilité est de 5% ($p : 0.05$).

Tableau 5 : Grille d'évaluation donné aux dégustateurs.

Produit	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Pomme	Ananas	Cocktail	Cocktail	Mandarine
Score		ananas	mangue	pêche	Abricot	poire		mangue	agrumes	
GOUT										
TEXTURE										



Photo 7 : analyses sensorielles et test de dégustation : pour chaque paneliste, une fiche de dégustation, 10 gobelets d'échantillon de boisson et une bouteille d'eau pour rinçage entre 2 essais.

Résultats et discussion

Résultats et discussion

Le présent travail est basé sur des essais qui ont déjà fait l'objet de résultats d'étude sur les galactomannanes extraits des graines de *Gleditsia triacanthos* et se rapportant à la thématique développée au niveau du département et du laboratoire de technologie alimentaire. L'étude porte sur l'obtention des polysaccharides pour démontrer leurs utilités par une application en étudiant les propriétés physico chimiques et rhéologiques de ces molécules dans l'industrie des boissons sur la gamme des boissons fabriquées par *Ramy food*.

Par ailleurs, l'étude en question est une rétrospective de la recherche développement que chaque entreprise algérienne doit intégrer afin d'augmenter le niveau d'intégration des ingrédients locaux d'un produit donné. A cet effet, cette intégration, réside dans le remplacement des gélifiants d'importation (CMC et Xanthne) par ceux issus d'un arbre de la famille des fabacées (légumineuses) abondant dans notre pays. C'est une ébauche d'un long processus nécessaire à la promotion de notre industrie particulièrement alimentaire.

I. Compositions physico-chimique de la boisson témoin :

Dans la première étape, on a procédé à l'analyse la boisson témoin sans l'ajout de galactomannane (**Tableau 6**)

Tableau 6 : Résultats des analyses physico-chimique des boissons témoins

Boisson	Brix	Acidité	pH	Viscosité (mPa.s)
Orange	12	3.2	3.34	36.7
Orange/Pêche	12	3.2	3.09	44.4
Orange/Ananas	12.5	3.2	3.20	41.4
Orange/Mangue	12	3.2	2.93	42.8
Orange/Abricot	12	3.2	3.04	35.3
Mandarine	12	3.2	3.26	43.2
Cocktail Agrumes	12.5	3.2	3.24	40.8
Pomme/Poire	12.5	3.2	3.23	41.3
Ananas	12.4	3.2	3.18	43.8
Cocktail Mangue	12	3.2	3.03	38.7

I.1. Brix :

En ce qui concerne le degré Brix mesuré pour les boissons témoins après pasteurisation, on note les valeurs de 12.5°B pour «OR/ANA », « C.AGR » et « POM/POI », 12.4°B pour « ANA ».

Le degré Brix pour « OR », « OR/PÊ », « OR/MAN », « OR/ABR », « MND » et « C.MAN » après pasteurisation est de 12°B (Tableau).

Ces résultats peuvent être expliqués par le taux de sucre présent naturellement dans la matière première utilisée et celui ajouté pour chaque préparation bien que ce dernier reste négligeable devant le saccharose ajouté à la boisson à raison de 120 à 130 g/L. Par ailleurs le choix du réfractomètre est essentiel pour une meilleure précision. Dans ce cas la mesure observée est considérée comme étant égale à la teneur en sucres dans le milieu. En revanche, dans un milieu complexe, le degré Brix ne s'assimile pas au taux de sucres présents mais à la matière sèche soluble dans le milieu, car l'angle sera dévié par la présence d'autres éléments tels que les éléments minéraux et d'autres composés de la matière. Les résultats trouvés pour tous les boissons rejoignent le taux de sucre ajouté à la boisson.

I.2. Acidité titrable :

L'analyse statistique de l'acidité ne présente aucune différence significative pour les dix productions.

Selon la norme de l'entreprise, les valeurs d'évolution de l'acidité doivent être incluses dans un intervalle allant de **2.9 à 3.2 g/l** et de **0,27** pour chaque parfum.

De ce fait, les échantillons analysés pour chaque préparation sont conformes et ceci indique la bonne standardisation de l'agent acidifiant ajouté (acide citrique) et l'absence de la flore acidifiante.

I.3. pH :

La mesure du pH est l'un des paramètres les plus importants dans le contrôle de la qualité de toute denrée alimentaire. En outre, le pH est important lors de l'utilisation des régulateurs d'acidité (acide citrique) en tant qu'agents de conservation (**Amiot et al., 2002**).

L'analyse statistique du pH montre une légère différence significative pendant la durée du stockage pour chaque parfum.

D'après nos résultats, le pH est conforme à la norme de l'entreprise. Bien que le domaine des boissons dans l'industrie alimentaire soit largement exploré, les recherches continuent les

dans la préparation des boissons à base de fruits, surtout si la matière première est abondante et à bas prix particulièrement pour les fruits arrive à maturité ou le rapport sucre /acide est élevé; c'est le seul moyen de répondre aux désirs du consommateur qui réclame des boissons nouvelles dont les habitudes alimentaires ont évolué vers l'aliment bio avec moins de sucre ajouté et moins d'acide (acide citrique) comme acidifiant et exhausteur de goût.

I.4. Viscosité :

La présence des gélifiants (CMC et XANTHAN) à une certaine concentration dans le jus est principalement responsable de la viscosité de ce dernier, mais, Les résultats obtenus montrent une différence entre la viscosité des boissons témoin.

D'après les résultats obtenus, on constate que la viscosité varie selon la nature des concentrés de chaque parfum.

II. Détermination des quantités des galactomannanes à ajouter :

La deuxième étape est consacrée pour les mesures des viscosités des jus pour déterminer des quantités des galactomannanes à ajouter (**Tableau 7**)

II.1. Préparation des solutions de boisson standard :

Cette partie vise à étudier l'effet de l'incorporation de GM purifié et brute sur la viscosité de la boisson standard (sucré, acidifié). les résultats sont affichés dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Viscosité de boissons standard avec différentes quantités de Galactomannanes

GM g/100ml	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.12	0.15	0.18
Viscosité (mPa.s)	15.8	20.7	25.2	27.3	30.4	36.5	42.5	53.9

D'après les résultats obtenus, on remarque que l'ajout de GM dans la boisson standard entraîne presque la même action des polysaccharides commerciaux (xanthane, CMC), c'est-à-dire quand la quantité des GM augmente la viscosité augmente suit la même cinétique.

II.2. Mesure de la viscosité des boissons sans gélifiants :

Tableau 8 : Viscosité de boissons sans gélifiant

Parfum	OR	OR/PÊ	OR/ANA	OR/MAN	OR/ABR	MAN	C/AGR	POM/POI	ANA	C/MAN
viscosité	18.1	19.5	18.5	22	22.4	20	18.6	17.3	16.4	20.8

A partir du tableau, on remarque que la viscosité diminue. Cette viscosité est due à l'absence des gélifiants dans la boisson, ce qui explique que la viscosité est plus élevée dans la boisson témoin.

III. Analyses physico-chimique des boissons finies :

Dans cette partie des analyses physicochimiques ont été effectuées pour voir le comportement des galactomannanes extraits sur les boissons étudié. (**Tableau 9**).

Tableau 9 : Composition physico-chimique de la boisson finie avec galactomannanes :

Boisson	Brix	Acidité	pH	viscosité
Orange	12	3.2	3.56	42
Orange/Pêche	12	3.2	3.47	34.6
Orange/Ananas	12.5	3.2	3.43	34.6
Orange/Mangue	12	3.2	3.30	35.4
Orange/Abricot	12	3.1	3.61	28.9
Mandarine	12	3.2	3.55	37.4
Cocktail Agrumes	12.5	3.2	3.19	39.3
Pomme/Poire	12.5	3.2	3.12	27.8
Ananas	12.4	3.2	3.50	35.4
Cocktail Mangue	12	3.1	3.26	35

La boisson finie préparée à base de gélifiants issus des galactomannanes de *Gleditsia triacanthos* diffère des boissons témoins seulement sur le nature composé qui font évoluer la

viscosité à savoir CMC et le xanthane. A cet effet, il est admis que les propriétés physicochimiques rejoignent celles des boissons témoins à l'exception de la viscosité dont la nature du gélifiant a changé et dont les résultats relatifs aux propriétés rhéologiques seront rapportées ultérieurement. Ainsi, la physico chimie des boissons témoins et ceux expérimentaux ne montrent aucune différence dans les valeurs observées.

IV. Comparaison entre les boissons témoin industrielle et les boissons finie avec GM:

Tableau 10 : Comparaison entre les boissons témoins et les boissons finie avec GM

Boisson	Viscosité boisson témoin industrielle (mPa.s)	Viscosité boisson final avec galactomannanes (mPa.s)	Facteur de Variation (%)
Orange	36.7	42	12.61
Orange/Pêche	44.4	34.6	28.32
Orange/Ananas	41.4	34.6	19.65
Orange/Mangue	42.8	35.4	20.90
Orange/Abricot	35.3	28.9	22.14
Mandarine	43.2	37.4	15.50
Cocktail Agrumes	40.8	39.3	3.81
Pomme/Poire	41.3	27.8	48.56
Ananas	43.8	35.4	23.72
Cocktail Mangue	38.7	35	10.57

Facteur de variation : $x = Z \cdot 100 / Y$ (Valeure absolue)

$Z = Y - X$

$x = FV\%$

$Y =$ Viscosité boisson équivalent galactomannanes

$X =$ Viscosité boisson témoin

V. Détermination des sucres par HPLC :

Les boissons fruitées étudiées se manifestent par une teneur en sucre importante avec 120-130 g/L, mais suivent les normes d'entreprise chargée de la fabrication de ce type de boisson. Par ailleurs, cette valeur élevée masque le taux des autres sucres présents dans la boisson - glucose et fructose - principalement. Ces derniers proviennent, soit de jus de fruit concentré destiné à la préparation de la boisson soit de l'inversion du saccharose sous l'effet de l'acide citrique (pH acide) et de la chaleur lors de la pasteurisation. C'est dans ce contexte d'analyse de la composition sucrée des boissons, que l'HPLC a été employé pour mieux identifier les sucres présents avec une composition précise bien que aujourd'hui la chromatographie à haute pression avec des phases inverses principalement est devenue une technique de routine.

Il faut rappeler que les résultats obtenus avec le premier profil HPLC de l'échantillon de boisson orange – abricot nous a permis de tirer rapidement une conclusion et de prédire les résultats des autres échantillons.

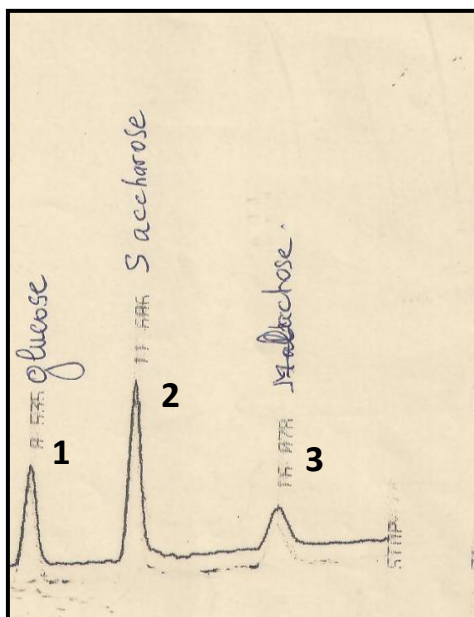


Figure 6 : Chromatogramme d'un échantillon de boisson fruitée orange-abricot (dilution 20x glucose ajoutée). **Conditions HPLC :** colonne spécial « carbohydrate » 150x2,6mm, phase mobile : acétonitrile –eau (75/25), mode : isocratique, débit : 0,9ml, injection : 20µl.

L'ordre d'élution à travers la colonne HPLC d'un mélange standard est le fructose, le glucose, et le saccharose avec une phase mobile d'acétonitrile –eau (75/25) (**Annexe 4**).

Le profil de l'échantillon de boisson de la **figure 6** montre réellement 3 pics après une dilution de 20 x. Le pic dominant est le saccharose, le second est affilié au pic du glucose et

le 3^e pic est probablement une molécule contaminant. A l'origine, les pics 1 et 3 étaient absents et celui du saccharose a dépassé la limite supérieure, pour conclure que les monosaccharides étaient négligeables devant le saccharose.

En % de la masse, on peut prédire que le saccharose avoisine les 100% et ceci est valable pour tous les boissons finies expérimentales. Le pic affilié au glucose, provient d'un ajout volontaire de ce composé pur pour confirmer bien que l'élution est bien l'ordre qui a été défini plus haut.

VI. Propriétés sensorielles des boissons :

L'analyse statistique des résultats obtenus a été réalisée selon la méthode de **Kramer (1960)**. Cette méthode est appréciée par le calcul de la moyenne des scores (notes attribuées par les 10 panélistes pour chaque boisson fruitée) et la somme des rangs (classement selon le score des différents échantillons). La différence entre les différents échantillons (Boissons de différents arômes) est jugée non significative dans l'intervalle de rang total compris entre 26 - 51), au seuil de probabilité de 5%. (**Annexe 5**)

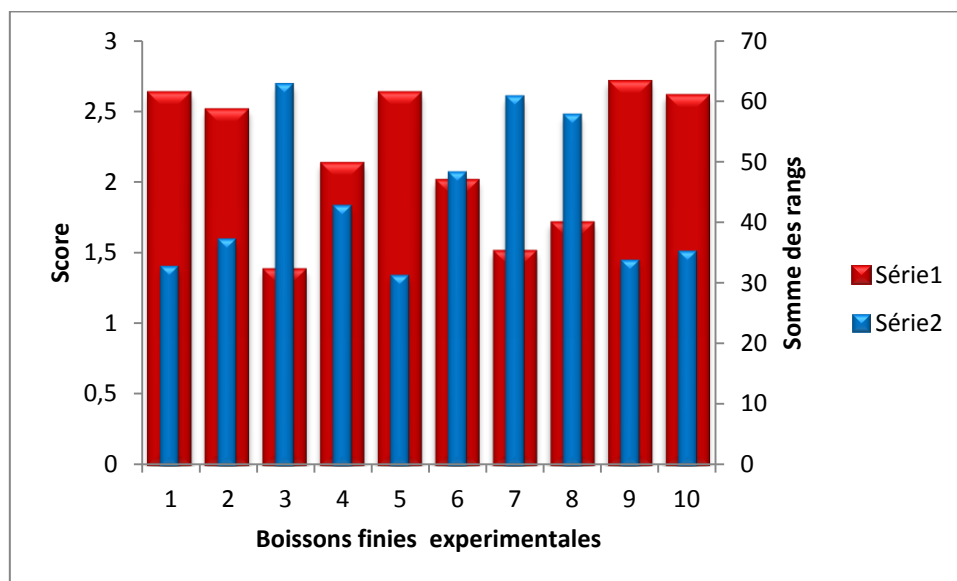
Les résultats de l'analyse sensorielle portant sur les critères : texture et goût des boissons finies intégrant comme agent gélifiant (les galactomannanes) issus de *Gledisia triacanthos* (Cf. **Chapitres précédents**) sont représentés sous forme de tableau récapitulatif (**Tableau 11**) et des histogrammes de la **Figure 7**.

En considérant les résultats basés sur la somme des rangs ainsi que l'intervalle de signification de 26-51 pour 8 dégustateurs et 10 échantillons de boisson, on peut tirer les conclusions suivantes :

Sur le plan goût des boissons, les échantillons arômes ananas, cocktail agrumes et pomme poire manifestent une mauvaise appréciation par les consommateurs avec des rangs respectifs de 62,5, 60,5 et 57,5. Sur le plan statistique et au seuil de probabilité de 5% ces boissons sont statistiquement mauvaises par rapport aux autres échantillons et par rapport à la limite supérieure de 51. Les autres boissons, sont considérées comme bonnes et aucune différence significative n'est observée entre elles et la limite du score acceptable de 26 a été dépassée à l'exception de la boisson arôme mandarine dont la valeur du score donnée par les panélistes est de 2.

Sur le plan texture de la boisson seul l'échantillon arôme ananas ne passe la limite supérieure dont la valeur des rangs se situe en dehors de l'intervalle soit 57,5. Par conséquent, la boisson est considérée comme statistiquement mauvaise et dépréciée par le dégustateur.

Critère GOUT



Critère TEXTURE

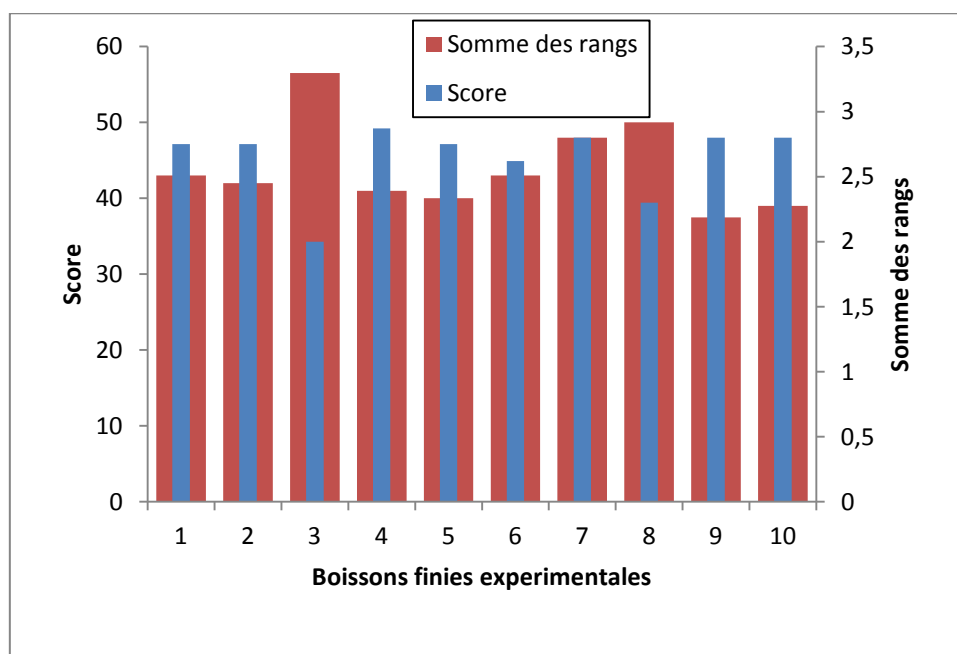


Figure 7 : Histogrammes d'analyse statistique des paramètres sensoriels GOUT et TEXTURE

Tableau 11 : Résultats récapitulatifs du test de dégustation

Gout

arome Paneliste	Orange		Orange /Pêche		Orange/ Ananas		Orange/ Mangue		Orange/ Abricot		Mandarine		Cocktail Agrumes		Pomme/ Poire		Ananas		Cocktail Mangue	
	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R
Moyenne des scores	2.62		2.5		1.37		2.12		2.62		2		1.5		1.75		2.75		2.62	
Somme des rangs		32.5		37		62.5		42.5		31		48		60.5		57.5		33.5		35

Texture

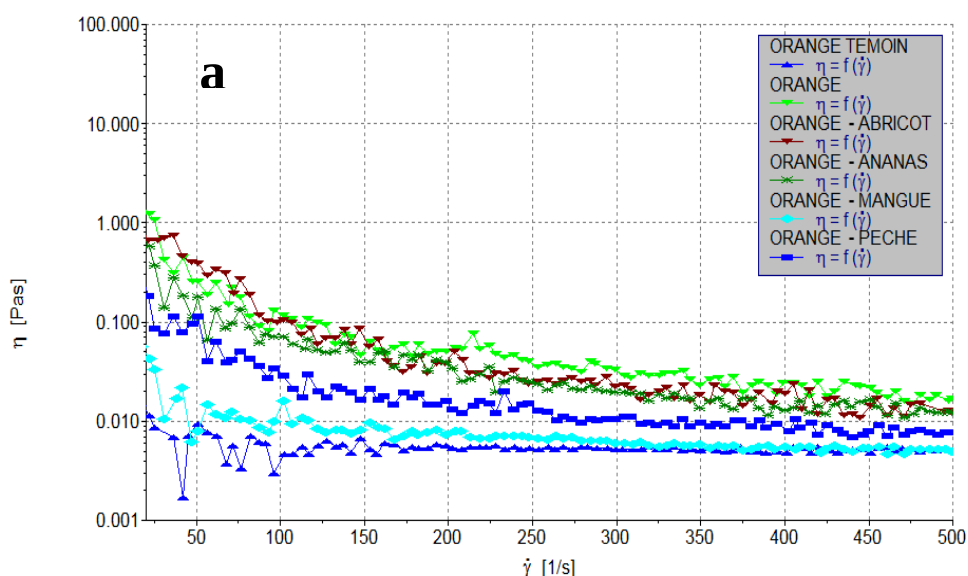
arome Paneliste	Orange		Orange /Pêche		Orange/ Ananas		Orange/ Mangue		Orange/ Abricot		Mandarine		Cocktail Agrumes		Pomme/ Poire		Ananas		Cocktail Mangue	
	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R
Moyenne des scores	2.75		2.75		2		2.87		2.75		2.62		2.8		2.37		2.87		2.87	
Somme des rangs		43		42		56.5		41		40		43		48		50		37.5		39

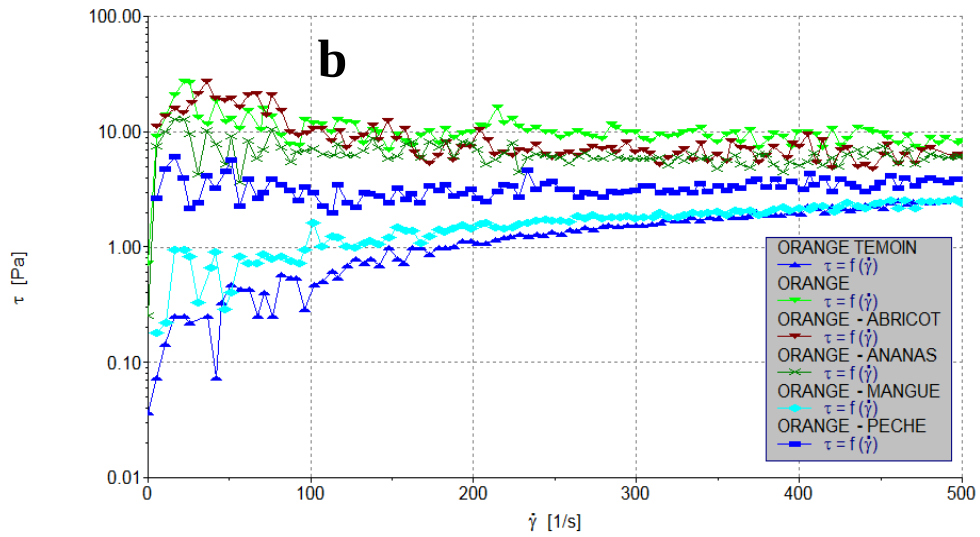
VII. Etude rhéologique sur les boissons étudiées :

Les rhéogrammes de la figure (a et b) représentent l'évolution de la contrainte de cisaillement et la viscosité des boissons. Il est clair que d'après ces résultats, la présence du gélifiant a augmenté considérablement la contrainte de cisaillement et la viscosité des boissons. Par rapport à l'échantillon de référence (Témoin), une augmentation de 10% de la contrainte de cisaillement a été enregistrée. Cette augmentation de la contrainte suivit aussi d'une augmentation de plus 15% de la viscosité toute en rendant nos jus plus visqueux. Cela est expliqué par le rôle des gélifiants une fois sont de la viscosité en solution ils gonflent provoquant ainsi cette augmentation.

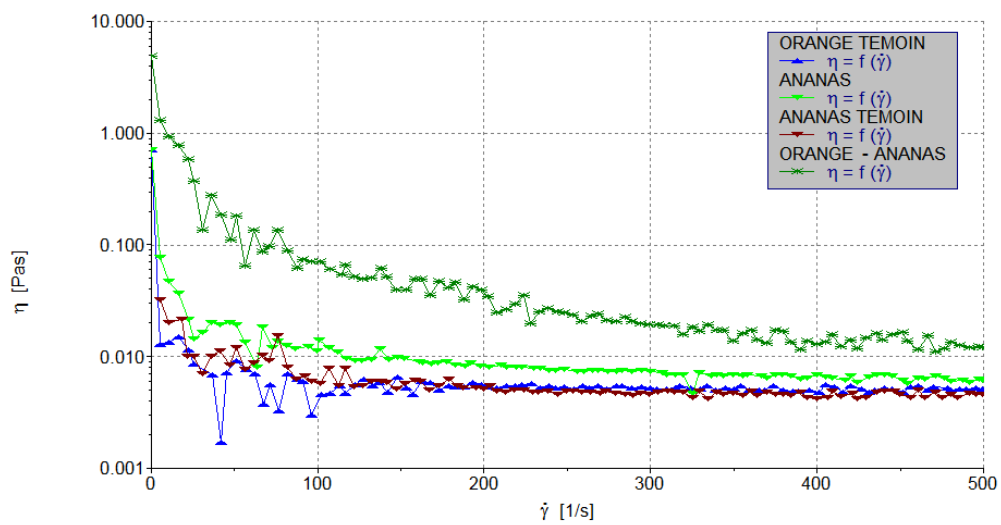
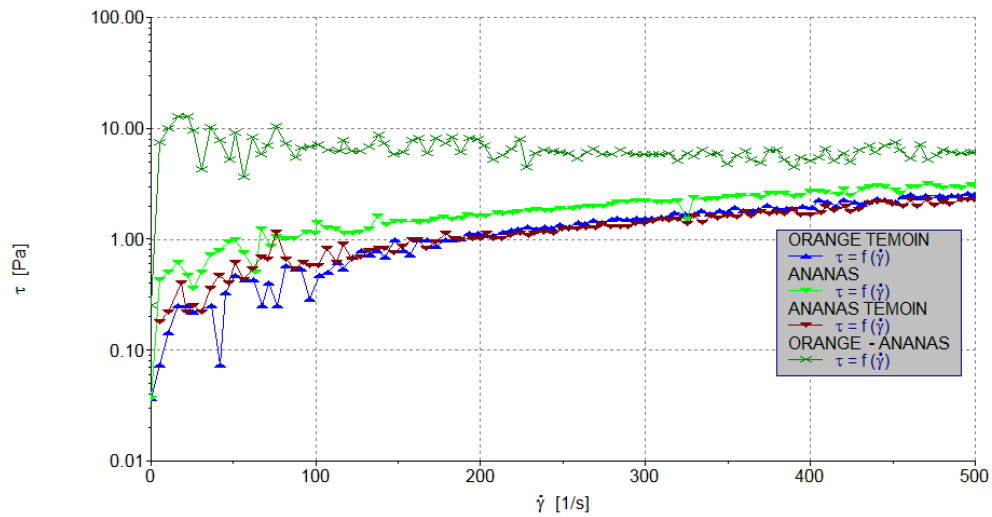
Toutefois, chaque type du gélifiant à sa manière et valeur d'augmentation de la viscosité.

ORANGE :

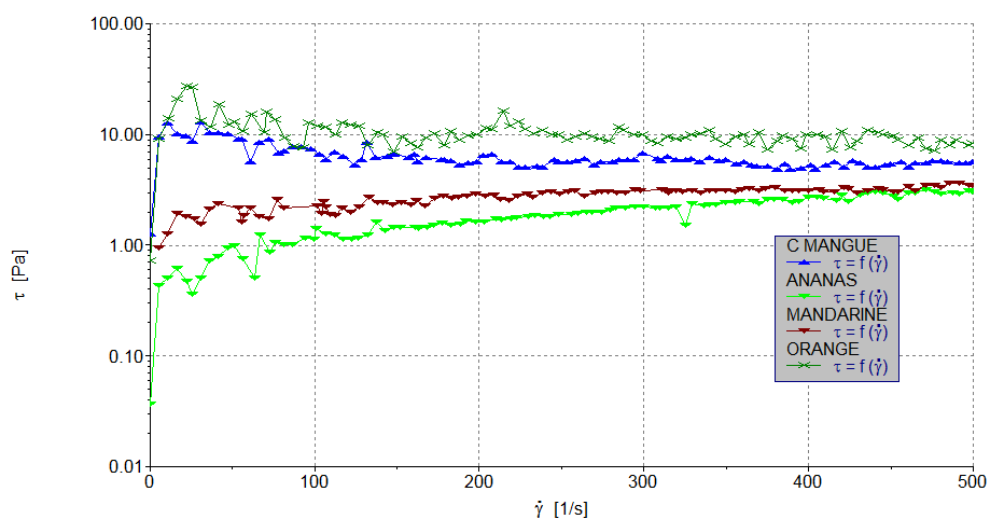
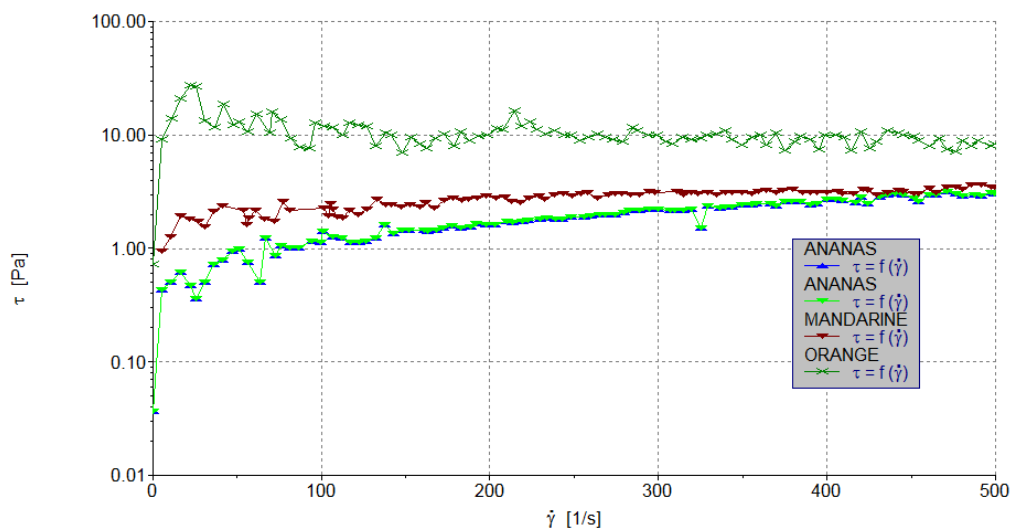
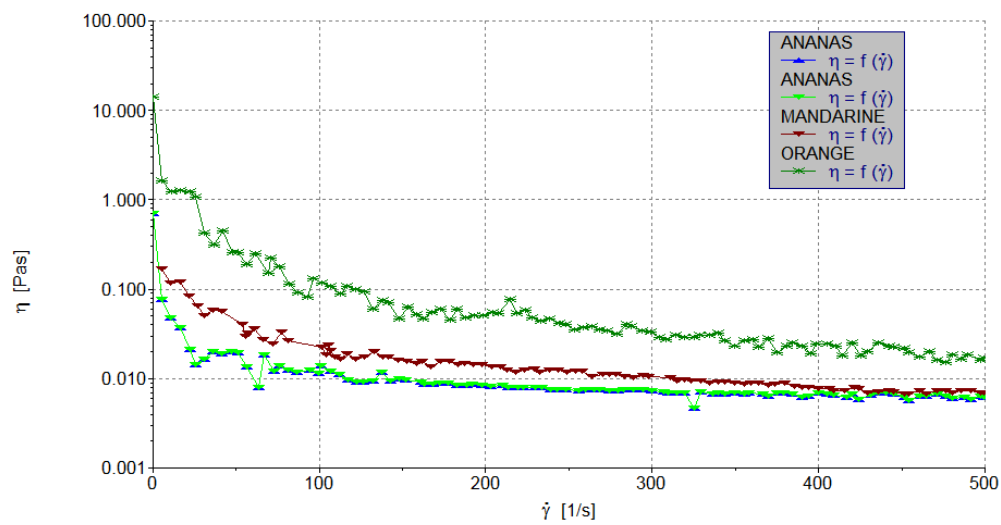




ANANAS :



AUTRE FRUITS :



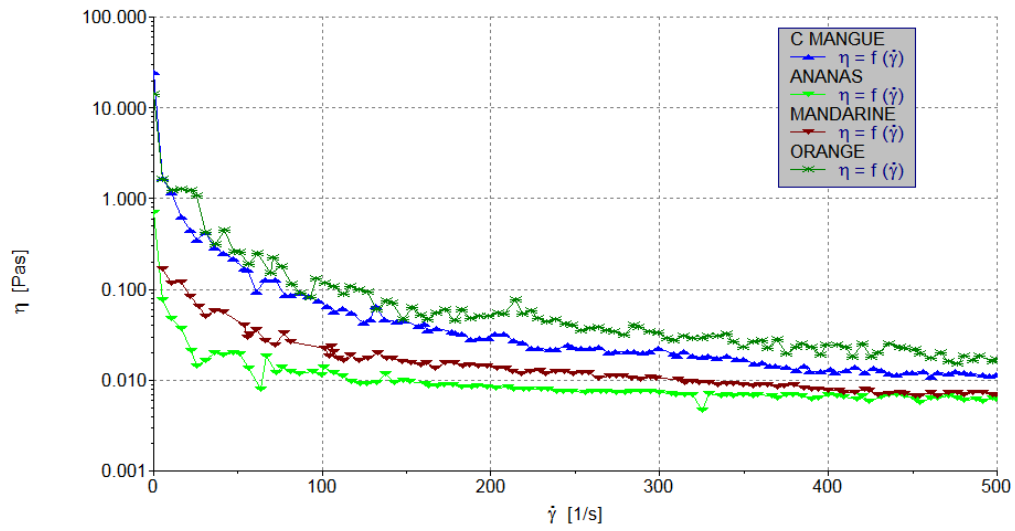


Figure 8 : Courbes de la viscosité et de la contrainte en fonction du temps des boissons finies à base de gélifiants issus de *Gleditsia triacanthos* et des boissons témoins.

a : viscosité, b : contrainte

Conclusion et perspective

Ce travail a porté sur l'incorporation de la poudre de galactomannanes issu de L'arbre « *Gleditsia triacanthos* » dans des boissons fruitées avec différents arômes.

Les objectifs initiaux étaient d'étudier la possibilité de remplacer les polysaccharides synthétiques à savoir le CMC et le xanthan par les galactomannanes obtenus et d'évaluer la qualité de produit fini et étudier le comportement rhéologique dans le but d'obtenir des aliments bio et de meilleure qualité.

Les galactomannanes obtenus constituent des gommes polysaccharidiques qui sont responsables aux propriétés d'épaississement et de viscosité dans les boissons.

Les profils de l'évolution de la viscosité en fonction de la concentration en polysaccharide de galactomannanes obtenus est presque similaire à celles obtenus par les autres polysaccharides commerciaux (CMC et Xanthan)

L'ajout de galactomannanes obtenu dans les jus de fruit n'affecte pas les propriétés de la boisson. Ces résultats confirment que l'incorporation de polysaccharides obtenus à partir de *gleditsia* dans les jus de fruit à des faibles concentrations améliore la qualité de ce dernier, et donne des niveaux de viscosités comparable à celles des polysaccharides synthétiques commerciaux. A cet effet, ces derniers constituent un excellent substitut des gommes couramment utilisées dans l'industrie alimentaire.

Toutefois, ces résultats exigent d'autres études et ouvrent de nouvelles perspectives ou il s'agit de :

- ✚ d'une connaissance plus approfondie des gommes de galactomannanes et de leurs propriétés.
- ✚ de la mise en œuvre d'autres applications des gommes, notamment dans diverses voies technologiques.
- ✚ de trouver la dose optimale pour voir une meilleure qualité de boisson.
- ✚ d'exploiter différentes méthodes d'extraction de galactomannanes à titre de comparaison pour obtenir un meilleur rendement.
- ✚ d'exploiter l'utilisation des galactomannanes au niveau industriel.
- ✚ de valoriser les graines de *gleditsia* pour d'autres utilisations.

Références bibliographiques

« A »

- **Amiot-Carlin M-J, Caillavet F, Causse M, Combris P, Dallongeville J, Padilla M, Renard C, Soler L-G. (2007).** Les fruits et légumes dans l'alimentation. Enjeux et déterminants de la consommation. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA, France, pp 80
- **Ayala G G., Malinconico M., Et Laurienzo P., 2008.-** Marine derived Polysaccharides for biomedical applications: chemical modification of roaches. *Molecules*, vol.13: 2069-2106.
- **APAB (Association des Producteurs Algériens de Boissons). (2011).** Guide des bonnes pratiques d'hygiène, industrie algérienne des jus de fruits, nectars et produits dérivés. Algérie, 151p. <http://apab-algerie.org/index.php/filiere-boissons/etudes-sectorielles>
- **APAB (Association des Producteurs Algériens de Boissons). (2013).** Guide d'utilisation des Additifs Alimentaires dans les Boissons. 150p <http://apab-algerie.org/index.php/filiere-boissons/etudes-sectorielles>

« B »

- **Bao X., Yuan H., Wang C., Liu J. And Lan M., 2013-** Antitumor and immunomodulatory activities of a polysaccharide from *Artemisia argyi*. *Carbohydrate Polymers*, vol. 98: 1236-1243.
- **Benamara S et Agougou A. (2003).** Production des jus alimentaires : Technologie des industries alimentaires. Edition : OPU office des œuvres universitaires. Alger, 162p.
- **Bodin M., Abtroun A., Boudra A., Jolibert F., Tirard A. Et Touaiba H. (2005).** Etude de la filière boissons, Euro développement pme Alger.
- **Botanica : encyclopédie de botanique et d'horticulture** : plus de 10000 plantes du monde entier 2006
- **Bourgeois C.M. et Leveau J.Y. (2003).** Contrôle microbiologique .In techniques d'analyse et de contrôle dans les Industries Agro- alimentaire. Ed. Tec et Doc, Lavoisier et Apria (Paris).

- **Bruneton J, 1999-** Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. Ed. Tec et Doc, Paris: 3-119.

« C »

- **Caesar L. N, 2007-** Etude de la phytochimie et des activités biologiques de deux plantes utilisées en médecine traditionnelle gabonaise : *Terminalia catappa* L. (Combretaceae) ET *Kalanchoe crenata* (Andr.) Haw. (Crassulaceae). Thèse de doctorat. Université de bamako, 179p.
- **CCAF (Comportements et Consommation Alimentaire en France). (2004).** Contribution des jus et nectars de fruits aux apports nutritionnels. Enquête Comportements et Consommation Alimentaire en France. France.
- **Cheftel J.C., Cheftel H., (1977).** Lait et produits laitiers. In « Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments ». Paris, Ed. Tech. et Doc. Lavoisier, 801p.
- **Chiraz 2012.** Les polysaccharides de plantes : Les galactomannanes, médecine et santé, Réseau savoir.fr
- **Collicec – Jouault S., Zanchetta P., Helley D., Ratiskol J., Sinquin C., Fischer A.M. And Guezennec J., 2004-** Les polysaccharides microbiens d'origine marine et leur potentiel en thérapeutique humaine. Pathologie Biologie. 4p.
- **Csurhes and Markula Anna (2010) :** Honey locust tree *Gleditsia triacanthos*, Department of Employment, Economic Development and Innovation Biosecurity Queensland, (steve.csurhes@deedi.qld.gov.au).

« D »

- **Dakia A. P., Whathelet B. & Paquot M. (2010).** Influence de la teneur en galactose sur les interactions moléculaires et sur les propriétés physico-chimiques des galactomannanes en solution. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 14 (1) 313-223.
- **Delattre C ; 2005.** Stratégie d'obtention d'oligosaccharides anioniques par dégradation enzymatique de gluconate PDF. 4-11.

- **Delattre C., 2005.-** Stratégie d'obtention d'oligosaccharides anioniques par dégradation enzymatique de glucuronanes. Thèse de doctorat, université de Picardie jules verne, Valois Santerre, 172p
- **Delattre C., 2005-** Stratégie d'obtention d'oligosaccharides anioniques par dégradation enzymatique de glucuronanes. Thèse de doctorat de l'université de Picardie jules verne, Valois Santerre: 5-10.
- **De Kesel M, Hautier P, Tinant B et Vander Borgh C. (2006).** Didactique spéciale en sciences naturelles. Faculté des Sciences Université Catholique de Louvain. Belgique, 215p.

«G»

- **Gao J., Zhang T., Jin Z. Y., Xu X. M., Wang J. H., Zha X. Q. And Chen H. Q., 2015-** Structural characterization, physicochemical properties and antioxidant activity of polysaccharide from *Lilium lancifolium* Thunb. Food Chemistry, vol. 169: 430-438.
- **Garrido. F., Michel. C. Et Morin. D., 2002-** Les exopolymères bactériens; (synthèse bibliographique). Bureau de recherche géologique et minière, brgm/rp-51637: 01-39.
- **Guy L et Vierling E. (2001).** Microbiologie et toxicologie des aliments hygiène et sécurité alimentaires 3ème Édition : Dion. Paris. Pp 274.

« J »

- **Jort. (2006).** Arrêté des ministres du commerce et de l'artisanat, de la santé publique, de l'industrie, de l'énergie et des petites et moyennes entreprise du 24 Aout 2006, relatif aux boissons non alcoolisées.

« K »

- **Kamerling L., Boons GL., Leey Ch., Suzukia. Taniguchin Et Voragena., 2007.** COMPREHENSIVE GLYCOSCIENCE, volume 2 ELSEVIER, Paris, 450-617.

- **Kiosseoglou A., Papalamprou E., Makri E., Doxastakis G. Et Kiosseoglou V., 2003-** Functionality of medium molecular weight xanthan Gum produced by *Xanthomonas Campestris* ATCC 1395 in batch culture. *Food research international*, vol. 36: 425-430.
- **Kök, M. S., Hill, S. E., & Mitchell, J. R. (1998).** Viscosity of galactomannans during high temperature processing: Influence of degradation and solubilisation. *Food Hydrocolloids*, 13, 535–542
- **Kramer A., (1960).** A rapid method for determining significance of difference from rank sums. *Food technology*, Vol.14, p.p.576-581.

« L »

- **Lecerf J-M. (2003).** Nutrition, jus de fruits et vitalité. Service de nutrition et de Médecine interne, Institut Pasteur de Lille, F-59000 Lille, France.
- **Liegeois V. (2003) :** Jus de fruits cocktail de plaisir et de santé, UNIJUS (Union Nationale. Interprofessionnelle des jus de fruits.
- **Liu D., Sheng J., Li Z., Qi H., Sun S., Duan Y. And Zhang W., 2013-** Antioxidant activity of polysaccharide fractions extracted from *Athyrium multidentatum* (Doll.) Ching. *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 56: 1-5.
- **Liu H., Huang C., Dong W., Du Y., Bai X. Et Li X., 2005-** Biodegradation of xanthan by newly isolated *Cellulomonas* sp. LX, releasing elicitor-active xantho-oligosaccharides induced phytoalexin synthesis in soybean cotyledons. *Process biochemistry*, vol. 40: 3701-3706.
- **Liu J., Willfo S. And Xu C., 2015-** A review of bioactive plant polysaccharides: Biological activities, functionalization, and biomedical applications. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, vol. 5: 31 – 61.

- **López-Franco, C.I. Cervantes-Montaña, K.G. Martínez-Robinson, J. Lizardi-Mendoza, L.E. Robles-Ozuna (2012) :** Physicochemical characterization and functional properties of galactomannans from mesquite seeds (*Prosopisspp.*), *Food Hydrocolloids* 30

« M »

- **Mansoor Hadi Al-Saadi N., 2013-** In vitro study of the anticoagulant activity of some plant extracts. *INDIAN JOURNAL OF APPLIED RESEARCH*, vol. 3: 120-122.
- **Mulloy B., Mourao P.A.S. And Gray E., 2000-** Structure/function studies of anticoagulant sulphated polysaccharides using NMR. *Journal of Biotechnology*, vol. 77: 123-135.
- **Miguel A. Cerqueira, Bartolomeu W.S. Souza, Joana T. Martins, José A. Teixeira, António A. Vicente. (2010).** Seed extracts of *Gleditsia triacanthos*: Functional properties evaluation and incorporation into galactomannan films. *Food Research International*.43.2031-2038

« O »

- **Orwa C, A Mutuna ,Kindt ,R, Jamnadass R, S Anthony (2009) :** Agroforestry Database :a tree refrence and selection quide versiion 4.0

« P »

- **Prajapati, Girish K. Jani, Naresh G. Moradiyaa, Narayan P. Randeria,Bhanu J. Nagarb, Nikhil N. Naikwadia, Bhavesh C. Variya (2013) :** Galactomannan: A versatile biodegradable seed polysaccharide, *International Journal of Biological Macromolecules* 60 (2013) 83– 92 .
- **Psomas S. K., Liakopoulou-Kyriakides M. Et Kyriakidis D. A., 2007** Optimization study of xanthan gum production using response surface methodology. *Biochemical engineering journal*, vol. 35: 273-280.

- **Prologeau V et Renaudin N. (2009).** Charte d'engagement volontaire de progrès nutritionnels : Jus et nectar de fruits. Version grand public, UNIJUS: Union Nationale Interprofessionnelle des Jus de Fruits. 47p

« R »

- **Ramberg J. E., Nelson E. D. And Sinnott R. A., 2010-** Immunomodulatory dietary polysaccharides: a systematic review of the literature. Nutrition Journal, 22p.
- **Roger O., 2002.-** Etude d'oligosaccharides bioactifs issus d'exopolysaccharides bactériens: obtention, caractérisation et relation structure/fonction. Thèse de Doctorat, université de Paris 13. 195p.
- **Rui Guo, Lianzhong Ai, Nannan Cao, Juan Maa, Yan Wua, Jinhong Wua Xiangjun Sun(2015) :** Physicochemical properties and structural characterization of agalactomannan from Sophora alopecuroides L. seeds, Carbohydrate Polymers 140 (2016) 451–460.

« S »

- **Sciarini, F.Maldonado, P.D.Ribotta, G.T.Pérez,A.E .Leon (2009) :**Chemical composition and functional properties of Gleditesia triacanthos gum, Food Hydrocolloids 23(2009) 306-313.
- **Souza, R. O. S., Madeira, J. C., Chagas, F. D. S., Parreiras, L. A., Santos, G. R. C., Assreuy, A. M. S., Mour~ Ao, P. A. S. And Pereira, M. G., 2015-** Purified polysaccharides of Geoffroea spinosa barks have anticoagulant and antithrombotic activities devoid of hemorrhagic risks. Carbohydrate Polymers, vol. 124: 208-215.

- **Singh R. D., Banerjee J., Arora A., 2015.-** Prebiotic potential of oligosaccharides: A focus on xylan derived oligosaccharides. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, vol.5: 19-30.

« T »

- **Tzianabos A. O., 2000-** Polysaccharide Immunomodulators as Therapeutic Agents: Structural Aspects and Biologic Function. *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 13: 523-533.

« V »

- **Vandamme Ej., S.De Bæts And A.Steinbüchel. 2002.** Imp.: WILEY-VCH. *Biopolymers –polysaccharides II*, 322-323.

« W »

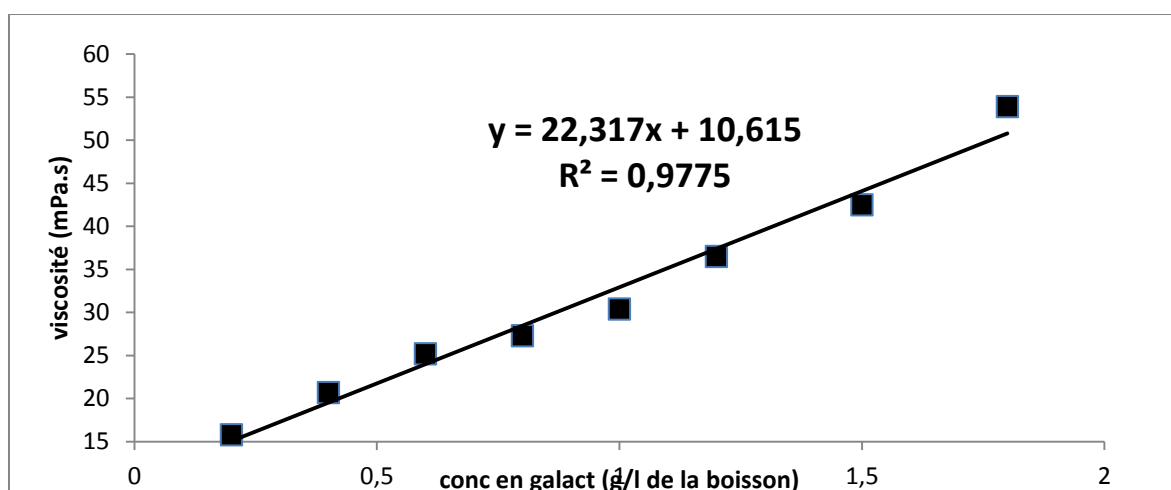
- **Warrand J., 2004.-** Etude structurale et propriétés en solution des polysaccharides constitutifs de mucilage de lin (*Linum usitatissimum*). Thèse de Doctorat, Université de Picardie jules verne, 238 p.

« Z »

- **Zhao B., Zhang J., Guo X. And Wang J., 2013-** Microwave-assisted extraction, chemical characterization of polysaccharides from *Lilium davidii* var. *unicolor* Salisb and its antioxidant activities evaluation. *Food Hydrocolloids*, vol. 31: 346-356.

Annexes

Annexe 1



X= concentration en galactomannanes

Y= Viscosité de la boisson

Figure I : Droite d'étalonnage de la concentration en galactomannanes (g/l) en fonction de la viscosité du témoin (mPa.s)

Annexe 2 :

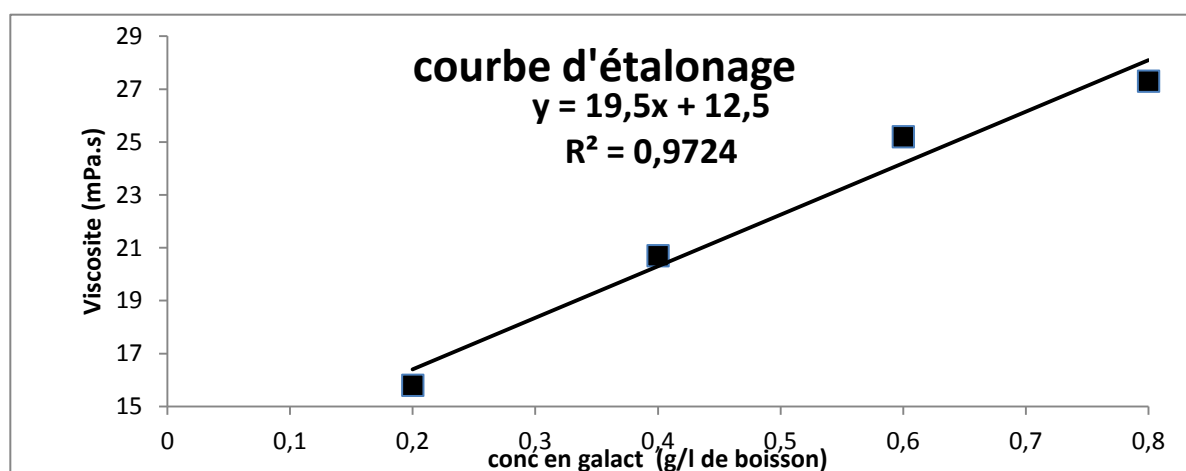


Figure II : Droite d'étalonnage de la concentration en galactomannanes (g/l) en fonction de la viscosité des témoin (mPa.s)

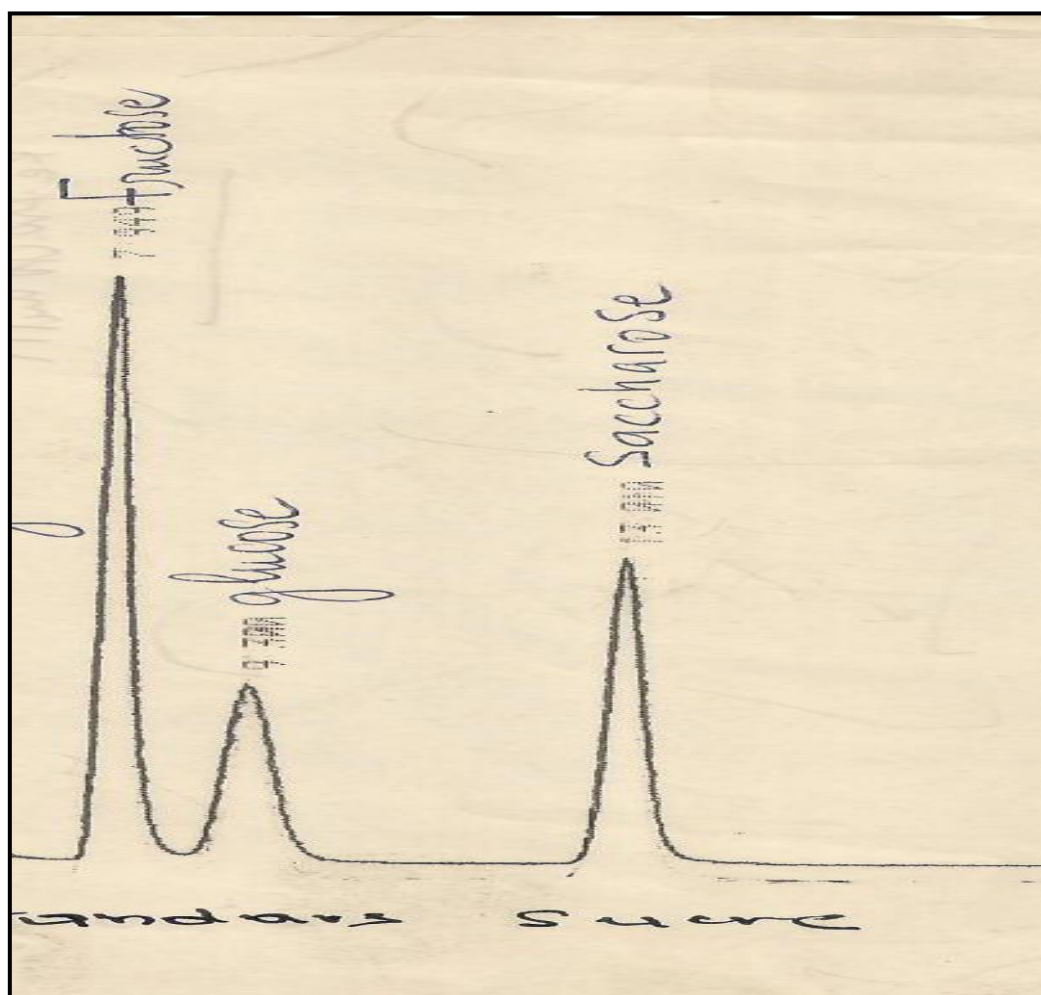
- 1^{ère} Equation de régression de la viscosité des galactomannanes : $Y=22,31x + 10,61$
- 2^{ème} équation de régression de la viscosité des galactomannanes : $Y=19,5x + 12,5$

Boisson	Viscosité du jus témoin industriel	Equivalent galactomannanes (g/l)	Viscosité du jus sans gélifiant	Equivalent galactomannanes (g/l)	Boisson finale avec équivalent galactomannanes
Orange	36.7	1.170	18.1	0.287	0.883
Orange pêche	44.4	1.514	19.5	0.358	1.156
Orange ananas	41.4	1.380	18.5	0.307	1.073
Orange mangue	42.8	1.442	22	0.487	0.955
Orange abricot	35.3	1.106	22.4	0.507	0.599
Mandarine	43.2	1.460	20	0.384	1.076
Cocktail agrumes	40.8	1.353	18.6	0.312	1.041
Pomme poire	41.3	1.375	17.3	0.246	1.129
Ananas	43.8	1.487	16.4	0.200	1.287
Cocktail mangue	38.7	1.259	20.8	0.425	0.834

Annexe 3 :

Tableau I : Tableau récapitulatif des résultats de la viscosité des échantillons de boissons

Annexes 4 :



FigureIII : Chromatogramme des sucres standards (Fructose, glucose, saccharose).
Conditions HPLC : colonne spécial « carbohydrate » 150x2,6mm, phase mobile : acétonitrile –eau (75/25), mode : isocratique, débit : 0,9ml, injection : 20 μ l

Annexe 5 :

Tableau II : Tableau récapitulatif du gout de la boisson finie :

Parfum Paneliste	Orange		Orange /Pêche		Orange/ Ananas		Orange/ Mangue		Orange/ Abricot		Mandarine		Cocktail Agrumes		Pomme/ Poire		Ananas		Cocktail Mangue	
	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R
1	3	1.5	1	7.5	1	7.5	2	3.5	1	7.5	1	7.5	2	3.5	1	7.5	1	7.5	3	1.5
2	3	3	3	3	1	8.5	2	5.5	2	5.5	1	8.5	1	8.5	1	8.5	4	1	3	3
3	2	7	3	4	1	9.5	3	4	4	1.5	2	7	1	9.5	3	4	4	1.5	2	7
4	2	6.5	4	2	1	9.5	2	6.5	2	6.5	2	6.5	1	9.5	3	4	4	2	4	2
5	4	1	2	7	1	9.5	1	9.5	3	3.5	3	3.5	2	7	2	7	3	3.5	3	3.5
6	2	6	2	6	2	6	3	1.5	3	1.5	2	6	2	6	1	10	2	6	2	6
7	2	4	2	4	2	4	1	8.5	2	4	3	1	1	8.5	1	8.5	1	8.5	2	4
8	3	3.5	3	3.5	2	8	3	3.5	4	1	2	8	2	8	2	8	3	3.5	2	8
Moyenne des scores	2.62		2.5		1.37		2.12		2.62		2		1.5		1.75		2.75		2.62	
Somme des rangs		32.5		37		62.5		42.5		31		48		60.5		57.5		33.5		35

Tableau II : Tableau récapitulatif de la texture de la boisson finie :

Parfum Paneliste	Orange		Orange /Pêche		Orange/ Ananas		Orange/ Mangue		Orange/ Abricot		Mandarine		Cocktail Agrumes		Pomme/ Poire		Ananas		Cocktail Mangue	
	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R
1	3	2.5	2	5	1	8	3	2.5	1	8	1	8	3	2.5	1	8	1	8	3	2.5
2	4	2.5	4	2.5	3	6	3	6	4	2.5	2	8.5	1	10	2	8.5	3	6	4	2.5
3	2	9	4	3.5	1	10	4	3.5	4	3.5	4	3.5	3	7.5	4	3.5	4	3.5	3	7.5
4	3	5.5	2	8.5	3	5.5	3	5.5	3	5.5	4	2	1	10	4	2	4	2	2	8.5
5	4	1.5	3	3	1	9.5	1	9.5	2	6	2	6	4	1.5	2	6	2	6	2	6
6	1	9	2	6.5	1	9	4	1	3	3.5	2	6.5	3	3.5	1	9	3	3.5	3	3.5
7	2	8.5	2	8.5	3	4	3	4	1	10	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4
8	3	4.5	3	4.5	3	4.5	2	9	4	1	3	4.5	2	9	2	9	3	4.5	3	4.5
Moyenne des scores	2.75		2.75		2		2.87		2.75		2.62		2.8		2.37		2.87		2.87	
Somme des rangs		43		42		56.5		41		40		43		48		50		37.5		39

Annexe 6 :

Table de Kramer (Kramer et al, 1960)

Somme des rangs au seuil de signification de 5%

Nombre de dégustateurs	Nombre d'échantillons dégustés										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3				3-9	3-11	3-13	4-14	4-16	4-18	5-19	5-21
4		4-8	4-11	5-13	6-15	6-18	7-20	8-22	8-25	9-27	10-29
5		5-11	6-14	7-17	8-20	9-23	10-26	11-29	13-31	14-34	15-37
6	6-9	7-13	8-17	10-20	11-24	13-27	14-31	15-35	17-38	18-42	20-45
7	7-11	9-15	11-19	12-24	14-28	16-32	18-36	20-40	21-45	23-49	25-53
8	8-13	10-18	13-22	15-27	17-32	19-37	22-41	24-46	26-51	28-56	30-61
9	10-14	12-20	15-25	17-31	20-36	23-41	25-47	28-52	31-57	33-63	36-68
10	11-16	14-22	17-28	20-34	23-44	26-46	29-52	32-58	35-64	38-70	41-76
11	12-18	16-24	19-31	23-37	26-44	30-50	34-56	37-63	40-70	44-76	47-83
12	14-19	18-26	21-34	25-41	29-48	33-55	37-62	41-69	45-76	49-83	53-90
13	15-21	19-29	24-36	28-44	32-52	37-59	41-67	45-75	50-82	54-90	58-98
14	17-22	21-31	26-39	31-47	35-56	40-64	45-72	50-80	54-89	59-97	64-105
15	18-24	23-35	28-42	33-51	38-60	44-68	49-77	54-86	59-95	65-103	70-112
16	19-26	25-35	30-45	36-54	42-63	47-73	53-82	56-91	64-101	70-110	75-120
17	21-27	27-37	33-47	39-57	45-67	51-77	57-87	62-98	69-107	75-117	81-127
18	22-29	28-40	35-50	41-61	48-71	54-82	61-92	67-103	74-113	81-123	87-134

RESUME

Le présent travail est basé sur des essais qui ont déjà fait l'objet de résultats d'étude sur les galactomannanes extraits des graines de *Gleditsia triacanthos* et se rapportant à la thématique développée au niveau du département et du laboratoire de technologie alimentaire. L'objectif étant de préparer des boissons fruitées type *Ramy food* à base de gélifiant naturel issu d'une légumineuse le févier d'Amérique ou *Gleditsia triacanthos* introduit en Algérie en 1949 comme arbre d'ornement, en remplacement total des agents gélifiants d'importation CMC et xanthane . Les résultats ont montré que ces deniers n'affectent pas d'une manière significative les propriétés de physicochimiques, rhéologiques et gustatives la boisson et peuvent un bon substitut des gommages couramment utilisées dans l'industrie alimentaire.

SUMMARY

The present work is based on tests that have already been the subject of study results on galactomannans extracted from seeds of *Gleditsia triacanthos* and related to the theme developed at the department and the food technology laboratory. The study focuses on obtaining polysaccharides to demonstrate their utility by an application by studying the physicochemical and rheological properties of these molecules in the beverage industry on the range of drinks manufactured by *Ramy food* based on natural gelling agent. a leguminous honey locust or *Gleditsia triacanthos* introduced in Algeria in 1949 as an ornamental tree, as a total replacement for CMC and xanthan gelling agents. The results showed that these deniers do not significantly affect the physicochemical, rheological and taste properties of the beverage and can be a good substitute for the gums commonly used in the food industry.

ملخص

يستند العمل الحالي إلى اختبارات كانت بالفعل موضوعاً لنتائج الدراسة على الجالاكتومانان المستخرج من بذور *Gleditsia triacanthos*. والهدف هو إعداد مشروبات الفواكه من نوع رامي فود على أساس عامل التبلور الطبيعي من جرثومة عسل البقوليات أو *Gleditsia triacanthos* التي تم إدخالها في الجزائر في عام 1949 كشجرة زينة ، كإحلال كامل لعوامل التجلد المستوردة من CMC. وغزانتان. وتتعلق بالموضوع الذي تم تطويره في القسم ومختبر تكنولوجيا الأغذية.

وأظهرت النتائج أن هؤلاء المدكورين لا يؤثران بشكل كبير على الخصائص الفيزيائية والبيولوجية للمشروبات، ويمكن أن يكون بديلاً جيداً عن المضافات الغذائية المستخدمة عادة في صناعة الأغذية.