

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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

Université Saad DAHLAB Blida
Département des sciences agronomiques
Domaine des sciences de la nature et de la vie
Filière des sciences alimentaires
Option : Science Alimentaire

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Science Alimentaire

THEME

Formulation d'une boisson au fruits enrichie en
lactosérum

Présenté par : M^{elle} Idiri Sarah

Soutenu devant le jury :

President: M^r. HADJ SADOUK.A

MCA (USDB)

Promoteur: M^{me}. BOUTEKRAPT.L

MAA (USDB)

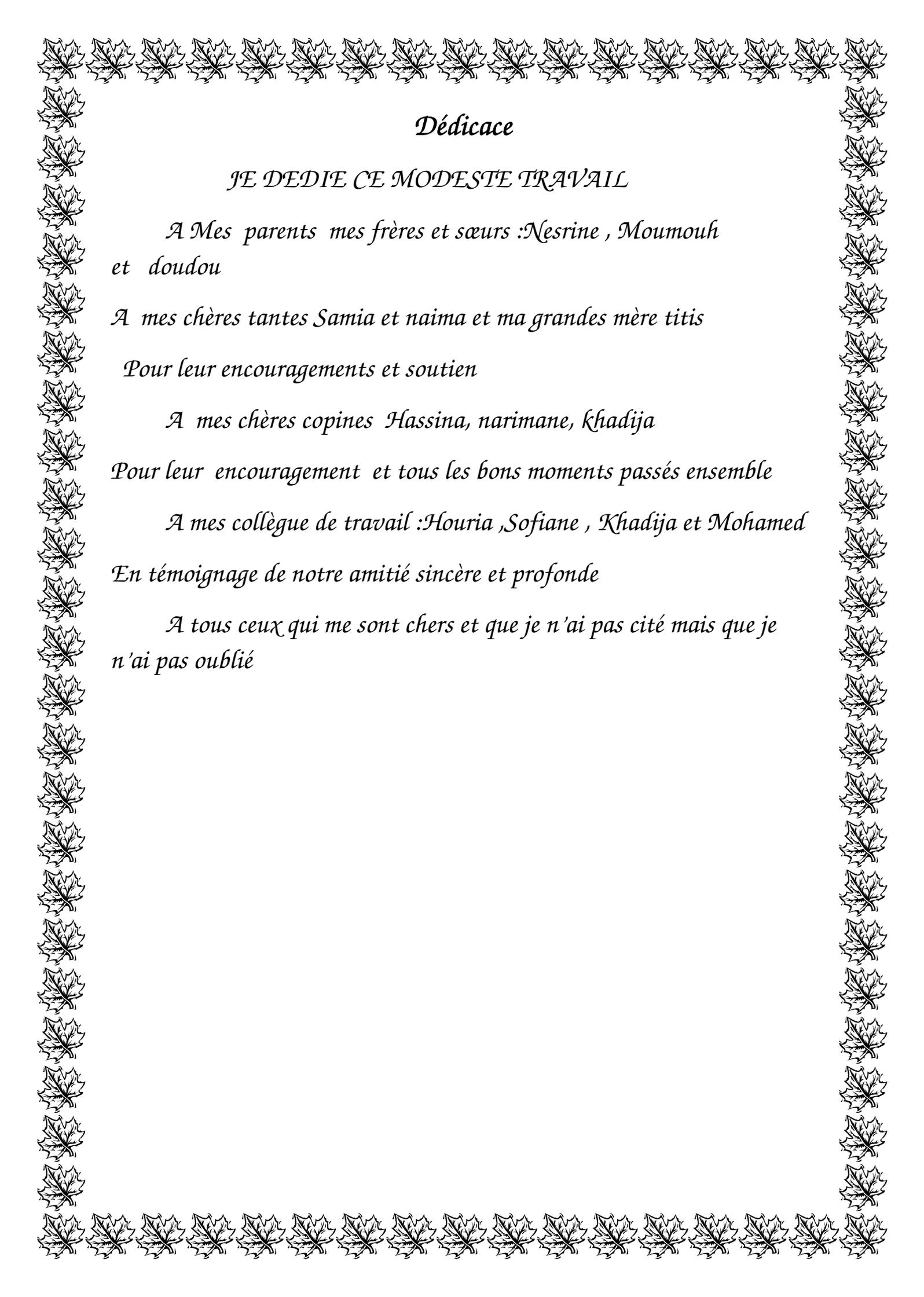
Examineurs : M^r. KOUIDRIA

MCA (USDB)

M^r. KADRI.B

MAA (USDB)

Année 2013- 2014



Dédicace

JE D'EDIE CE MODESTE TRAVAIL

*A Mes parents mes frères et sœurs :Nesrine , Moumouh
et doudou*

A mes chères tantes Samia et naima et ma grandes mère titis

Pour leur encouragements et soutien

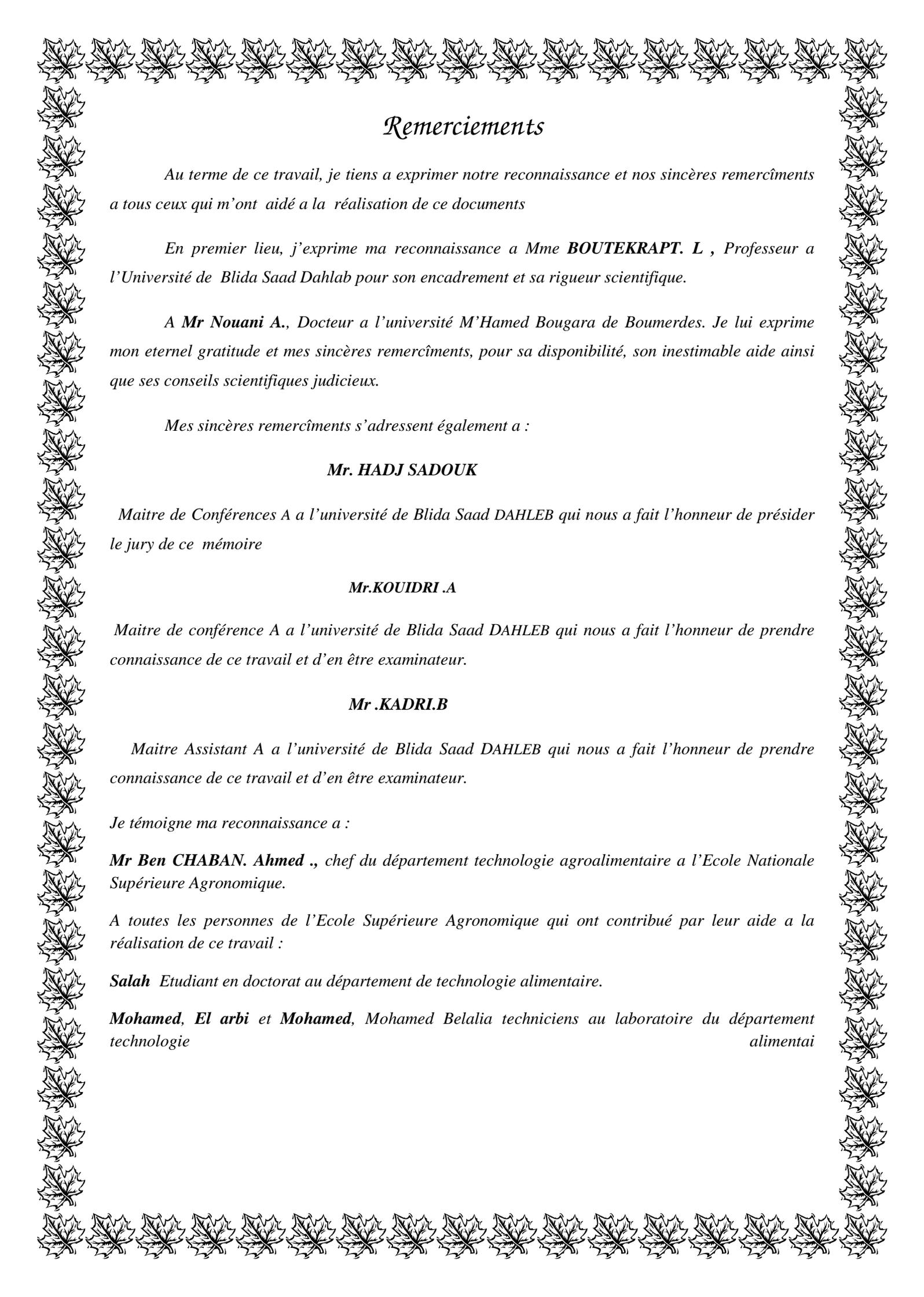
A mes chères copines Hassina, narimane, khadija

Pour leur encouragement et tous les bons moments passés ensemble

A mes collègue de travail :Houria ,Sofiane , Khadija et Mohamed

En témoignage de notre amitié sincère et profonde

*A tous ceux qui me sont chers et que je n'ai pas cité mais que je
n'ai pas oublié*



Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer notre reconnaissance et nos sincères remerciements à tous ceux qui m'ont aidé à la réalisation de ce documents

*En premier lieu, j'exprime ma reconnaissance à Mme **BOUTEKRAPT. L**, Professeur à l'Université de Blida Saad Dahlab pour son encadrement et sa rigueur scientifique.*

*A **Mr Nouani A.**, Docteur à l'université M'Hamed Bougara de Boumerdes. Je lui exprime mon éternel gratitude et mes sincères remerciements, pour sa disponibilité, son inestimable aide ainsi que ses conseils scientifiques judicieux.*

Mes sincères remerciements s'adressent également à :

Mr. HADJ SADOUK

Maitre de Conférences A à l'université de Blida Saad DAHLEB qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire

Mr.KOUIDRI .A

Maitre de conférence A à l'université de Blida Saad DAHLEB qui nous a fait l'honneur de prendre connaissance de ce travail et d'en être examinateur.

Mr .KADRI.B

Maitre Assistant A à l'université de Blida Saad DAHLEB qui nous a fait l'honneur de prendre connaissance de ce travail et d'en être examinateur.

Je témoigne ma reconnaissance à :

Mr Ben CHABAN. Ahmed ., chef du département technologie agroalimentaire à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique.

A toutes les personnes de l'Ecole Supérieure Agronomique qui ont contribué par leur aide à la réalisation de ce travail :

Salah Etudiant en doctorat au département de technologie alimentaire.

Mohamed, El arbi et Mohamed, Mohamed Belalia techniciens au laboratoire du département alimentaire

Remerciements

Il ya des chemins dans la vie qui restent inoubliables. Il ya des lieux qui demeurent dans la tête et dans le cœur, surtout quand des êtres se mêlent a ce tableau et le rendent encor plus parfait, plus noble, plus généreux.

*C'est avec tous ses sentiments de respect, de reconnaissance et de gratitude avec les quels se mêlent des espoirs d'une Algérie verte et productive que je remercie **Mr Ghemari Reda** pour sa présence a mes cotés et son aide si généreuse et si protectrice et je rappel avec beaucoup de gratitude que sans ce lieu ni ces personne, ce travail ne serait pas né.*

Je remercie également le personnel du laboratoire de recherche et développement de l'unité Fruital Coca Cola pour leur coopération.

Merci a tous, je ne vous oublierais pas

Résumé

La boisson formulée est une source de calcium avec une teneur de 390 mg/l et en protéines avec une teneur 2g/l elle couvre largement les apports nutritionnels conseillés. De plus, la teneur en vitamine C et en provitamine A ainsi que les sels minéraux sont appréciable avec des taux de 189.2 mg/l ,970 µg, 2.92g/l en vit C, Vit A et minéraux respectivement.

La boisson formulé a subit plusieurs tests physico-chimiques et microbiologiques. Les résultats relevés assurent sa conformité et son innocuité, comparée aux normes réglementaires.

Les résultats du test de dégustation on révélé que la boisson avait autant de gout que la boisson *Minute Maid Pulpy* mais avec une meilleure qualité nutritive.

De plus, cette boisson conditionnée dans des bouteilles en verre, a subit un test de stabilité dont les résultats étaient positifs.

Le stockage de la boisson dans différentes conditions a révélé qu'un meilleur stockage se fait à des températures de réfrigération.

Mots clés : Formulation, boisson, fraise, pomme, carotte, caractérisation, physicochimiques, microbiologiques, stabilité, stockage.

Summary

At the end of our work, we could formulate a drink, we could make an orange drink Minute Maid Pulpy whey enriched, with a good nutritional quality

The formulated drink is a significant source of Calcium with a content of 390 mg/l and proteins 2g/l ; it largely covers the advised nutritional contributions. Moreover, the content of vitamin C and rock salt is appreciable.

The drink formulated has undergoes several physicochemical and microbiological tests. The raised results ensure its conformity and its harmlessness, compared with the lawful standards.

Moreover, this drink conditioned in bottles out of glass, has undergoes a test of stability whose results were positive.

The storage of drink under various conditions revealed that a better storage is done at temperatures of refrigeration.

Key words: Formulation, drink,whey, strawberry, characterization, physico-chemical, microbiological, stability, storage.

ملخص

بفضل هذا العمل، استطعنا تركيب مشروب بالبرتقال مع،ظافة.. دو قيمة غذائية جيدة و تكلفة معقولة. الشراب مصدر مهم للبروفيتامين أ بتركيز 32 مليغرام / لتر ؛ ويغطي بحد كبير الاحتياجات الغذائية. وعلاوة على ذلك، فانه يحتوي فيتامين ج والأملاح المعدنية ملحوظة.

المشروب المركب خضع لعدة اختبارات فيزيوكيميائية وميكروبيولوجيه. و بينت النتائج ضمان توافقها ومسالمتها ، وذلك بالمقارنة مع المعايير القانونية.

بالإضافة، المشروب المعبأ في قارورات من الزجاج تعرض إلى استقراريته الذي أفادنا بنتائج إيجابية. تخزين المشروب في مختلف الشروط كشف أن أفضل تخزين يتم في درجات حرارة منخفضة.

كلمات أساسية : تركيب، مشروب، اختبارات فيزيوكيميائية

Sommaire

Introduction

Partie 1 – Etude bibliographique

Chapitre I – de l’orange au jus d’orange

1	Généralité sur l’orange	1
1.1	Taxonomie :	1
1.2	Structure du fruit.....	1
1.3	Principales espèces et variétés :	1
1.4	Composition chimique d’une orange.....	3
2	Généralité sur le jus d’orange.....	3
2.1	Les différentes appellations du jus d’orange	3
2.1.1	Pur jus de fruits	3
2.1.2	Jus de fruits à base de concentré	3
2.1.3	Nectar de fruits	3
2.1.4	Jus de fruits déshydraté/en poudre	4
2.1.5	Jus de fruit concentré.....	4
2.2	Processus technologique de fabrication du pur jus d’orange :	4
2.2.1	Extraction du jus.....	5
2.2.2	Raffinage et centrifugation.....	5
2.2.3	Désaération.....	5
2.2.4	Pasteurisation	5
2.2.5	Conditionnement du pur jus d’orange	6
2.3	Procédé de fabrication du jus concentré	6
2.3.1	Pasteurisation après extraction et raffinage.....	6
2.3.2	Concentration et congélation.....	6
2.3.3	Conditionnement	7
2.3.4	Composition chimique du jus d’orange	8
2.3.5	Altération chimique du jus d’orange	8

Chapitre II : Le lactosérum

1	Définition :	10
2	Composition et type de lactosérum :	11
2.1	Le lactose :	14
2.2	Protéines Sériques :	14
2.2.1	Les différentes protéines sériques :	14
2.2.2	Propriété des protéines sériques :	16
2.3	Les Minéraux :	19
2.4	Les vitamines :	20
3	Valorisation et différentes utilisation du lactosérum.....	21
3.1	Généralités	21
3.2	Les traitements du lactosérum	21
3.3	Principaux traitements :	21
3.3.1	Concentration	22
3.3.2	Séchage.....	22
3.3.3	Extraction des éléments constitutifs :	22
3.3.4	Déminéralisation :	23

4	Différentes formes d'utilisation du lactosérum :	23
5	Boisson a base de lactosérum	24
5.1	Généralité.....	24
5.2	Différentes boissons à base de lactosérum	24
5.3	Boissons à base de lactosérum nature(brut) :	24
5.4	Boissons à base de lactosérum fermenté	25
5.5	Boisson à base de perméat de lactosérum :	25
5.6	Boisson à base de perméat hydrolysé :.....	25
5.7	Boisson à base de lactosérum ultra filtré	25
5.8	Boissons à base de concentré de lactosérum (poudre de lactosérum) :	26
6	Association jus de fruits- lactosérum	26
6.1	Contraintes technologiques, biochimiques et microbiologiques :	27
6.2	Contraintes technologiques :	27
6.2.1	Dénaturation thermique des protéines de lactosérum :	27
6.3	Contraintes biochimiques :	28
6.4	Contrainte microbiologiques :	29

Chapitre III: Situation de la filière boisson en Algérie

1	Introduction	30
2	Exigences et habitudes du consommateur Algérien :	30
3	Evolution de la consommation moyenne :	31
4	Production nationale moyenne des boissons :	31

Partie 2- Etude expérimentale

Chapitre I- Matériels et méthode

1	Présentation de l'unité Fruitale	32
1.1	Historique	32
2	Technologie de fabrication du jus d'orange	33
A l'unité Fruitale, la fabrication de la boisson <i>pulpy</i> est faite par la reconstitution du jus concentré, elle passe par les étapes suivante :		33
2.1	Traitement des eaux :	33
2.2	La préparation du sirop simple	34
2.3	Préparation de pectine	34
2.4	Incorporation des concentrés :	34
2.5	Préparation de la pulpe	34
2.6	Préparation de la boisson jus pulpy orange	34
2.7	Pasteurisation.....	35
2.8	Conditionnement	35
3	Essai de formulation d'une boisson orange enrichie en lactosérum :	37
3.1	Incorporation du lactosérum dans le jus	38
3.2	Utilisation des stabilisant.....	39
3.3	Préparation de la boisson	39
3.3.1	<i>Matières Premières</i> :	39
3.3.2	Préparation de la boisson :	40
3.3.3	Préparation de la solution de stabilisant :	40
3.3.4	Formulation de la boisson :	40
4	Analyse sensorielle.....	42
4.1	Principe du test	42
4.2	Mode opératoire.....	42

4.3	Condition de réalisation de test	42
4.4	L'échantillon.....	42
4.5	Jury de dégustation	42
5	Analyse physico-chimique	43
5.1	Détermination de l'extrait sec soluble ou degré Brix :.....	43
5.2	Mesure du pH (AFNOR ; NF 05-108,1986) :	43
5.3	La détermination de l'acidité titrable (KORE Coca Cola 2010) :	43
5.4	Détermination de la densité relative à 20° C :.....	44
5.5	La détermination de la teneur en pulpe (pulposité) : (KORE Coca Cola 2010).....	44
5.6	Détermination de l'indice de formol (FIPJF, 1984).(NFV76-102) :	45
5.7	Dosage du β -carotène :.....	46
5.8	Détermination des cendres :	47
5.9	Dosage des sucres réducteurs par la liqueur de FEHLING :.....	48
5.10	Détermination de la teneur en lactose :.....	48
5.11	Dosage de la matières azotée totale (METHODE DE KJELDAHL) (AFNOR 1996, NORME NF V04-211) :.....	49
5.12	Dosage des minéraux : (AFNOR, 1996).....	50
5.13	Dosage de l'acide ascorbique :.....	51
5.14	Dosage des sucres totaux par la méthode Dubois	51
6	Analyse microbiologique	53
6.1	Recherche microbiologique par méthode de filtration :	53
6.2	Techniques de recherche et dénombrement des différents germes :	54
6.2.1	La recherche microflores aérobies mésophiles totales :	54
6.2.2	Recherche des levures et moisissures :.....	54
6.2.3	Dénombrement des germes Acidophile et Thermophile TAB :.....	55
6.2.4	Dénombrement des coliformes totaux :	55
6.2.5	Recherche et dénombrement des Leuconostoc :	56
6.3	Etude de la stabilité de la boisson au cours de stockage :	56
7	Analyse statistique :	57

Chapitre III- Résultats et discussion

1	Essai de formulation de la boisson lactée :	59
1.1	Mélange lactosérum- jus de fruits :	59
1.2	Utilisation des stabilisants :	60
2	Caractéristiques physico-chimiques :.....	62
2.1	pH	62
2.2	Acidité	63
2.3	Le degré Brix	63
2.4	Protéines	63
2.5	Vitamine C.....	63
2.6	β -Carotène	64
2.7	Indice de formol.....	64
2.8	Sucres.....	64
2.9	Minéraux.....	64
3	Caractéristiques microbiologiques :	65
4	Résultat de la stabilité des boissons :	66
4.1	Evolution des caractéristiques organoleptiques :.....	66
4.2	Evolution des caractéristiques physico-chimiques de la boisson formulée au cours de test de stabilité :.....	67

4.3	Evolution des caractéristiques microbiologiques des boissons :	68
5	Analyse sensorielle :	68
5.1	La couleur	69
5.2	Gout	70
5.3	La viscosité	71
5.4	L'odeur :	71

Conclusion

Références

Annexes

Liste des figures

Figure 1 Coupe équatoriale d'une orange (Huet,1991).....	1
Figure 2 Procédé de fabrication du pur jus d'orange et du concentré d'orange(Berlinet,2006)5	5
Figure 3 :Evolution des quantité de lactosérum brut produite dans le monde (FAO ,2009). 10	10
Figure 4 Répartition des matières sèche du lait de vache pour 1l	12
Figure 5 : Evolution de l'acidité du lactosérum en fonction de la nature du fromage produit . 13	13
Figure 6 : Evolution du niveau de consommation sur le marché national (Bouadr,2007).....	31
Figure 7 : Diagramme résumant les étapes du procès de fabrication de la boisson <i>Minute Maid Pulpy</i>	36
Figure 8 : incorporation des solution a différentes concentration de lactosérum dans le jus... 38	38
Figure 9 : étapes de la préparation de la boisson.....	41
Figure 10 : Les etapes de la recherche microbiologique par la méthode de filtration	54
Figure 11 : Comportement du lactosérum a différents pH (Aissiou, 2011).....	59
Figure 12 : Pourcentage de précipitation du lactosérum en fonction du ph (Aissiou,2011)	Erreur ! Signet non défini.
Figure 16 : Histogramme d'analyse statistique du paramètre sensoriel la couleur	69
Figure 17 : Histogramme d'analyse statistique du paramètre sensoriel le gout	70
Figure 18 : Histogramme d'analyse statistique du paramètre sensoriel la viscosité	71
Figure 19 : Histogramme d'analyse statistique du paramètre sensoriel l'odeur.....	71

Abréviations

BE : Brunissement Enzymatique

PPO: Poly Phénol Oxydase

pH : Potentiel Hydrogène

MS: Matière sèche

MG: Matière Grasse

MAT: Matière Azotée Totale

MM: Les cendres Matière minerale

PM: Poids Moléculaire

IMG: Immunoglobuline

ADN : Acide Desoxy ribo nucleique

DCO : Demande chimique en oxygène

DBO : Demande biologique en oxygène

DO : Densité optique

TAB : *Les Thermophiles*, acidophile bactéries ,

JORA : Dans le journal officiel de la République Algérienne

DMA : Density Meter A

SMSDA: System Management de sécurité des denrées alimentaire

Liste des Tableaux

Tableau 1: la composition moyenne de l'orange pour 100g (Mazarine, 2009).....	3
Tableau 2: composition chimique d'un jus d'orange	8
Tableau 3: Situation du secteur laitier au Maghreb en 2010	11
Tableau 4: La composition moyenne du lactoseum acide et doux pour 100g de produits	13
Tableau 5: Les différentes protéines présentes dans le lactosérum	15
Tableau 6: Les différentes utilisations des protéines sérique dans l'industrie alimentaire	17
Tableau 7: valeur biologique de quelque protéines alimentaire	18
Tableau 8: composition moyenne en minereaux et vitamines dans un litre de lactoserum	20
Tableau 9: Production nationale moyenne des boissons en Algerie.....	31
Tableau 10 : Les caractéristiques des differentes zones du tunel de pasteurisation de l'unité Fruital (Kore Coca Cola ,2013).....	35
Tableau 11 : Recherche et dénombrement des Leuconostoc	56
Tableau 13: Caractéristiques physicochimiques des boissons formulées comparées avec la boisson Minut Maid Pulpy	62
Tableau 13 : Caractéristiques microbiologiques de la boisson formulée.....	65
Tableau 14: Aspect de la boisson formulée à la cour du test de stabilité.....	66
Tableau 15: les caractéristiques physico-chimiques de la boisson formulé au cour du test de stabilité	67
Tableau 16: Les caractéristiques microbiologiques des boissons étuvées	68

Introduction

L'évolution et la modernisation du niveau de vie de l'homme s'appuient sur la mise en place de nouvelles techniques qui permettent de réaliser efficacement ses objectifs ; cette progression concerne entre autre son alimentation. Grâce aux défis relevés par les sciences et la technologie alimentaire, de nouveaux aliments sont conçus par un agencement de divers nutriments provenant de multiples origines pour obtenir des produits de qualité qui répondent aux normes de la législation et qui procurent les éléments nutritifs nécessaires au bon fonctionnement du corps humain et au maintien de son état physiologique.

Cette notion d'aliments fonctionnels qui envahit les médias des pays développés, et même l'Algérie, oblige les consommateurs à être soucieux de leur santé et semblent de plus en plus exigeants pour prendre leur alimentation en main tout en sachant que les industries alimentaires sont à l'affût de cette tendance en mettant l'accent sur la recherche développement et sur les coûts de production de sorte qu'une majorité de consommateurs puisse y accéder.

L'Algérie à l'instar des autres pays a entrepris depuis son indépendance un développement de différentes filières agro-alimentaires. Celle des boissons occupe une place très importante d'un point vue économique et social, elle connaît une progression considérable grâce à l'implantation d'un secteur privé à travers tout le territoire national accentué par une forte demande estimée à 49 l /hab. /an et suivi d'une production estimée en 2007 à 314 millions de litres. (Boudra, 2007)

Par ailleurs, pour l'industrie laitière autre filière importante, la fortification protéique de boissons non alcoolisées peut s'avérer intéressante pour la valorisation du lactosérum de fromagerie. En effet, le lactosérum est riche en minéraux et protéines de bonne qualité et la présence de ces éléments dans le lactosérum en font un ingrédient hautement nutritif. En plus d'être facilement digestibles, les protéines de lactosérum sont une excellente source d'acides aminés essentiels (Ziajka et al., 1994; Blomsrna, 1997). En outre, certaines études ont démontré que le consommateur accepte les caractéristiques organoleptiques des jus d'agrumes additionnés de lactosérum ou de ses protéines (Sienkiewicz et Riedel, 1990).

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail ou nous tenterons d'élaborer une boisson à partir de jus de fruits et de lactosérum avec un double objectif : d'une part contribuer à diminuer les rejets de lactosérum dans la nature avec tous les inconvénients de pollution connus et de proposer aux consommateurs une nouvelle boisson nutritive grâce à la présence d'éléments nutritifs comme les protéines et le calcium.

Chapitre I : De l'orange au jus d'orange

1 Généralité sur l'orange

1.1 Taxonomie :

L'oranger appartient à :

Famille : Rutacées

Sous famille : *Aurantioideae*

Genre : *Citrus*

Espèce : *sinensis*

1.2 Structure du fruit

Le fruit, de forme sensiblement sphérique ou ovoïde, est revêtu d'une peau composée d'une fine pellicule coloré ou « flavédo » riche en huile essentielle et caroténoïdes, et d'une partie interne blanche ou « albedo » riche en pectine. La partie interne du fruit est divisée en tranches revêtues de fine membrane et contenant généralement les pépins. (Espiard, 2002). La figure N°2 montre les différents constituants morphologiques de l'orange.

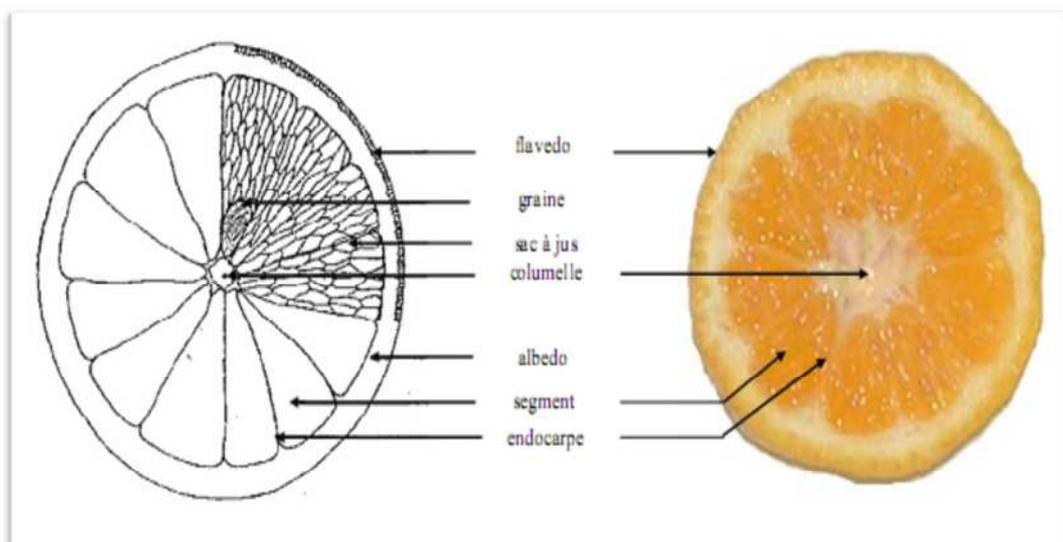


Figure 1 Coupe équatoriale d'une orange (Huet, 1991)

1.3 Principales espèces et variétés :

Le genre *Citrus* contient deux espèces d'orange. La première, *Citrus sinensis* correspond aux oranges douces, la deuxième, *Citrus aurantium*, aux oranges amères. Ces dernières sont également appelées bigarades, elles sont peu comestibles et leur utilisation est

principalement réservées à la production de marmelades ou d'huiles essentielles (**Kimball, 1999**).

Les oranges douces *Citrus sinensis* sont les plus consommées. Certaines variétés servent à l'élaboration des jus (**Saunt, 1990**). Parmi cette espèce, trois catégories principales sont dénombrées

Les oranges navels

Elles sont caractérisées par une excroissance « ombilic » ou « navel » en anglais dans leur partie inférieure et une quasi absence de pépins. Ces oranges sont les plus consommées en fruits de bouche. D'après **Saunt (1990)**, elles sont moins juteuses que la plupart des autres variétés et elles développent une certaine amertume lors du pressage ce qui peut les rendre impropres à une production de jus.

Les oranges blondes

Cette catégorie contient la principale variété appelée *Valencia*, première variété commerciale de tous les types d'agrumes. Celle-ci peut être rencontrée dans toutes les zones principales de production d'oranges (**Kimball, 1999**).

Les oranges blondes développent beaucoup moins d'amertume que les oranges navels lors de leur pressage. Elles sont donc principalement transformées en jus

Les oranges sanguines

Elles sont caractérisées par leur chair colorée due aux anthocyanes. Ceux-ci sont sensibles aux techniques d'extraction des jus et au stockage du jus, leur dégradation peut donner une couleur brune indésirable au produit.

Fellers (1985), a classé les diverses variétés d'oranges en ordre décroissant selon des critères sensoriels. Les oranges Valencia sont classées premières (donc présentées comme produisant le meilleur jus), suivies des oranges brésiliennes *Pera* puis des oranges *Pineapple* et *Hamlin*. Néanmoins la qualité du jus d'orange dépendra également d'un grand nombre d'autres facteurs comme le climat, les conditions de culture, le processus de maturation des fruits et le procédé de fabrication du jus.

1.4 Composition chimique d'une orange

La composition chimique moyenne pour 100g d'orange est donnée dans le tableau (1).

Tableau 1: la composition moyenne de l'orange pour 100g (Mazarine, 2009)

Éléments	Teneur	Éléments	Teneur
Énergie (kcal)	36	Vitamine B2	0,04
Eau (g)	86,3	Niacine (mg)	0,28
Protéines (g)	1,0	Vitamine B5 (mg)	0,3
Glucides (g)	9,0	Vitamine B6 (mg)	0,06
Lipides (g)	0,2	Biotine (mg)	0.002
Acides organiques (g)	1,2	Vitamine B9 (mg)	0,03
Fibres (g)	1,8	Vitamine E (mg)	0,24
Vitamine C (mg)	53,0	Calcium (mg)	40
β -carotène (mg)	0,12	Sodium (mg)	1,0
Thiamine (mg)	0,09	Magnésium (mg)	10

2 Généralité sur le jus d'orange

2.1 Les différentes appellations du jus d'orange

2.1.1 Pur jus de fruits

Une boisson qui porte cette dénomination ne peut comporter, selon la législation, aucun additif. Il est obtenu par pression puis pasteurisé avant d'être conditionné. (Cohen *et al.*, 2011).

2.1.2 Jus de fruits à base de concentré

Produit obtenu, à partir de jus de fruits concentré, après restitution de la proportion d'eau extraite du jus lors de la concentration, l'eau ajoutée présentant des caractéristiques appropriées, notamment du point de vue chimique, microbiologique et organoleptique, de façon à garantir les qualités essentielles du jus. (Vierling, 2008).

2.1.3 Nectar de fruits

Ils sont obtenus, en ajoutant de l'eau avec ou sans addition de sucre à des jus de fruits. (Amiot-Carlin *et al.*, 2008). Les nectars sont semblables aux jus de fruits mais sont constitués avec de la purée ou de la pulpe de fruits. Ils « contiennent souvent au moins 50%

de pulpe de fruits diluée dans 50 à 70 % d'eau, selon la quantité de pulpe présente ». (**Wu and Pilar Cano, 2012**). Contrairement à jus 100% pur jus, nectar peut contenir des édulcorants, colorants et conservateurs. (**Neves et Trombin, 2011**).

2.1.4 Jus de fruits déshydraté/en poudre

Le produit obtenu à partir de jus de fruits d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique de la quasi-totalité de l'eau de constitution. (**Mer et al., 2003**).

2.1.5 Jus de fruit concentré

Ils sont obtenus par élimination physique d'une partie déterminée de l'eau de constitution. Leur concentration est d'au moins 50% lorsqu'ils sont destinés à la consommation directe. Les boissons à base de fruit contiennent de 10 à 49% de jus de fruits. (**Branger et al., 2009**).

2.2 Processus technologique de fabrication du pur jus d'orange :

L'industrie du jus d'orange comporte un grand nombre d'opérations. La figure (3) présente les différentes étapes de fabrication d'un pur jus d'orange et d'un concentré à partir de l'étape d'extraction du jus.

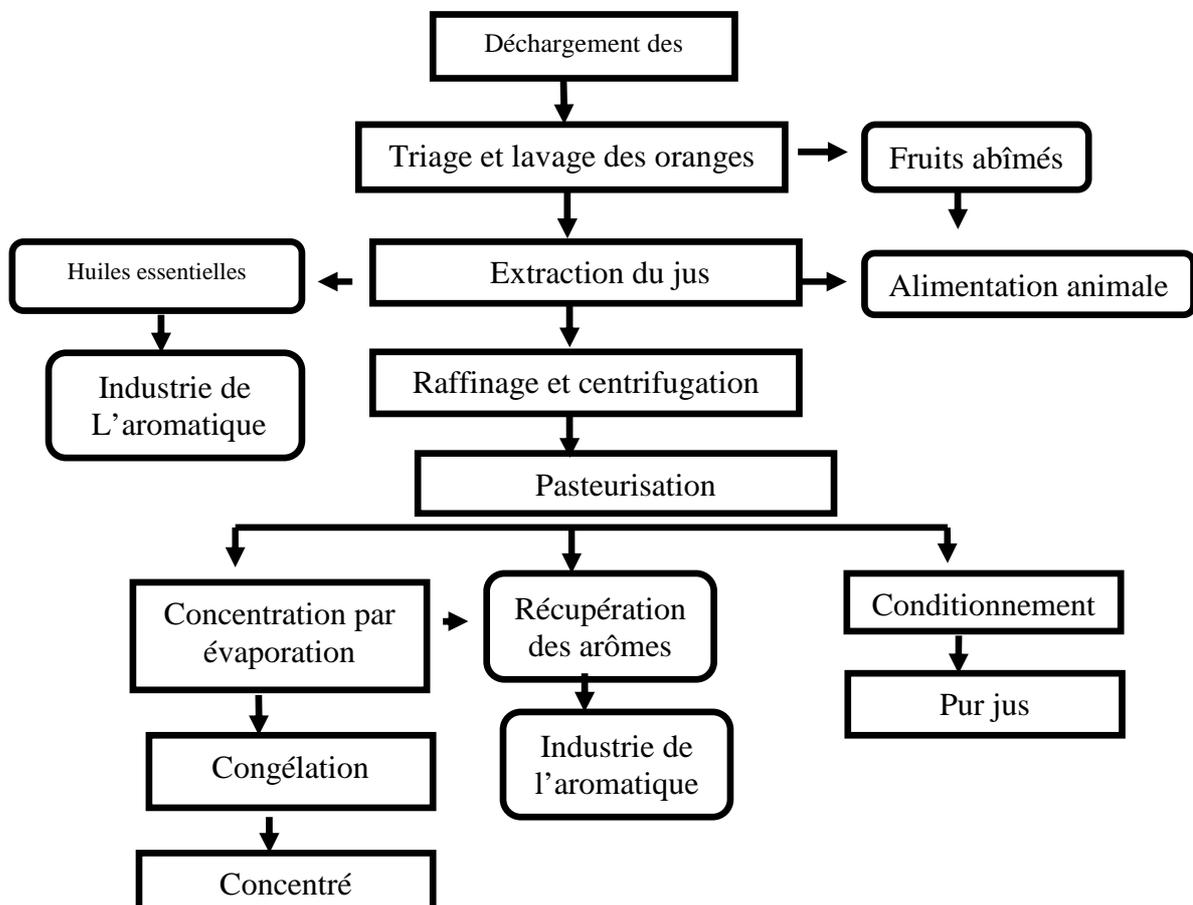


Figure 2 Procédé de fabrication du pur jus d'orange et du concentré d'orange (Berline, 2006)

2.2.1 Extraction du jus

Les oranges arrivent dans les usines de transformation dans des camions bennes ou caisses, elles sont soit utilisées immédiatement, soit déchargées dans des silos et stockées. Au moment de leur utilisation, après un passage sous des rampes d'aspersion d'eau, les oranges sont triées, le plus souvent manuellement, et les fruits abîmés sont écartés.

Deux technologies d'extraction de jus adaptées sont le plus souvent utilisées : l'extracteur Brown (Automatic Machinery and Electronics Co) et le procédé FMC (Food Machinery Corporation).

2.2.2 Raffinage et centrifugation

Le jus d'orange, après extraction, est très pulpeux et contient des morceaux de pépins et autres impuretés. Il passe alors par une étape de raffinage, appelée en anglais « finishing », ce terme désigne la séparation physique d'une partie de la pulpe et d'autres matériels fibreux du jus.

Les « finishers » ou modules de finitions vont tamiser ce jus pulpeux et séparer les pulpes grossières des éléments non désirables. **Fellers et al., (1975)** ont montré que l'élimination de ces pulpes grossières contrairement à l'étape d'extraction n'avait pas d'influence sur la saveur des jus d'orange. Le jus peut alors ensuite être centrifugé pour affiner une teneur en pulpes fines entre 6 et 12 %, ce qui permet d'obtenir un jus dont la viscosité répond aux attentes des consommateurs (**Braddock, 1999**).

2.2.3 Désaération

Avant le traitement thermique, le jus est chauffé à 50 °C dans des échangeurs de chaleur tubulaires puis soumis à un procédé de désaération dans des tanks sous vide. Cette opération présente l'intérêt pour l'industriel d'éviter la formation de mousse et d'éviter l'oxydation du produit. Le jus une fois dégazé ne doit pas être stocké plus d'une heure avant l'étape suivante de pasteurisation (**Berlinet, 2006**).

2.2.4 Pasteurisation

Une étape indispensable de stabilisation microbiologique a lieu sur le lieu de production, celle-ci doit se faire très rapidement après l'extraction. Excepté pour une petite quantité de jus consommé frais, la pasteurisation est le traitement thermique qui est le plus utilisé pour la conservation des jus de fruits. Cette pasteurisation vise à inhiber les micro-organismes, et à inactiver les enzymes pouvant altérer le produit ou le rendre impropre à la

consommation humaine (**Bourgeois, 2003**). Elle est effectuée selon un barème temps-température qui peut varier, mais qui généralement dure de 30 à 60 secondes.

2.2.5 Conditionnement du pur jus d'orange

Du fait des nombreuses étapes de transport, les usines de conditionnement effectuent une nouvelle étape de pasteurisation du jus avant le conditionnement. Deux types de pur jus peuvent donc être distingués, les jus ayant été conditionnés sur place et qui n'ont subi qu'une étape de pasteurisation et les jus conditionnés sur un autre site qui subissent deux traitements de pasteurisation.

Les deux procédés de conditionnement aujourd'hui utilisés chez le conditionneur après la flash-pasteurisation sont :

- le remplissage à chaud.
- le remplissage aseptique à froid.

Lors du remplissage à chaud, après la flash-pasteurisation le jus est refroidi jusqu'à 82-85 °C.

Il est introduit immédiatement à cette température dans les récipients, ceux-ci sont aussitôt fermés, retournés ou agités de sorte que le liquide chaud vienne au contact de toute la surface intérieure du récipient et l'aseptise.

Le remplissage aseptique à froid est une autre technique de remplissage qui consiste à refroidir le jus jusqu'à température ambiante (17-22 °C) après la flash-pasteurisation et à remplir et fermer les récipients en conditions aseptiques. L'opération dure entre 20 et 30 minutes entre le remplissage et le refroidissement (**Berlinet, 2006**).

2.3 Procédé de fabrication du jus concentré

2.3.1 Pasteurisation après extraction et raffinage

Pour la fabrication du concentré, le jus est extrait comme décrit précédemment pour le pur jus. La pasteurisation est ensuite également le plus souvent une flash-pasteurisation (environ 95 °C pendant une trentaine de secondes) puis la descente de température est plus longue que pour le pur jus, de l'ordre de 10 C° et le jus n'est pas complètement refroidi, il reste chaud jusqu'à l'étape suivante de concentration (**Berlinet, 2006**).

2.3.2 Concentration et congélation

La concentration et la congélation du concentré ont lieu sur les sites de production après l'étape de pasteurisation. L'opération de concentration consiste à éliminer environ 80 %

de l'eau contenue dans le jus, en altérant le moins possible les pulpes ainsi que les composés d'arôme (Fox, 2000).

Les arômes étant très volatils, ils sont rapidement entraînés avec l'eau d'évaporation. Cet effet d'entraînement à la vapeur provoque un appauvrissement très net de la solution concentrée en composés d'arôme. Pour pallier ce problème, les concentrateurs sont équipés de récupérateurs d'arômes.

Les concentrés de jus d'orange obtenus sont d'abord refroidis rapidement jusqu'à 0°C, puis la masse pâteuse obtenue est refroidie à -40°C, puis entreposée à une température ne dépassant pas -18°C.

La plupart des concentrés congelés de jus d'orange ainsi obtenus ont des degrés Brix de 65 à 66,5°, le jus de départ ayant un Brix d'environ 11-12° (Berlinet, 2006).

2.3.3 Conditionnement

Le concentré est transporté vers un autre site avec des camions non aseptiques. Chez le conditionneur, une nouvelle pasteurisation est donc indispensable pour éliminer tout risque microbiologique. Cette pasteurisation a lieu après ré-aromatation avec une phase huileuse et une phase aqueuse. La phase huileuse est réincorporée dans le concentré qui est ensuite dilué avec de l'eau pour revenir à un degré Brix de 11-12. Une phase aqueuse est alors ajoutée, le jus est dégazé puis pasteurisé pendant environ 30 s vers 95 °C dans le cas d'un flash pasteurisation.

Les deux procédés de conditionnement aujourd'hui utilisés chez le conditionneur après la flash pasteurisation sont, comme pour le pur jus, soit le remplissage à chaud soit le remplissage aseptique à froid.

2.3.4 Composition chimique du jus d'orange

Tableau 2: composition chimique d'un jus d'orange

Constituant (unité)	Quantité pour 100 g de jus	Référence
Eau (g)	87-92	
Glucides (g)	9.2-9.5	Farnworth <i>et al.</i> , 2001
Protéines (g)	0,109	Brat <i>et al.</i> 2003
Lipides (g)		Brat <i>et al.</i> 2003
Flavonoïdes (mg)		
Acide ascorbique (mg)	44,5-68,8	Park <i>et al.</i> , 1983
Acides organiques		Farnworth <i>et al.</i> , 2001
Acide malique (mg)	937-966	Farnworth <i>et al.</i> , 2001
Acide citrique (mg)	160-164	Farnworth <i>et al.</i> , 2001

Le jus d'orange est une source importante de composés caractérisés par une activité antioxydant et reconnus comme bénéfiques pour la santé humaine. Il contient des teneurs élevées en caroténoïdes comme le β -carotène (précurseur de la vitamine A), en acide

2.3.5 Altération chimique du jus d'orange

2.3.5.1 Brunissement non enzymatique

Le brunissement non enzymatique regroupe un ensemble de réactions chimiques intervenant lors de la préparation ou le stockage des denrées alimentaires. Il est responsable de la formation de composés colorés bruns, de substance volatil et sapide qui conditionne la qualité sensorielle des aliments. (Brulé *et al.* 2006)

2.3.5.1.1 La vitamine C, réactivité dans le jus d'orange et lien avec le brunissement non enzymatique

La vitamine C, ou acide ascorbique, est une vitamine hydrosoluble dont seule la forme Lévogyre ou acide L-ascorbique est active. La vitamine C naturelle est d'ailleurs sous la forme Lévogyre alors que la vitamine C artificielle est constituée de 50 % de L-ascorbate (lévogyre) Et 50 % de D-ascorbate (dextrogyre). La dégradation de la vitamine C dans le jus d'orange Provoque une perte de qualité nutritionnelle mais aussi l'apparition de composés

volatils Odorants à impact négatif et la formation de composés bruns responsables d'une modification de couleur

La température et la durée du stockage semblent être les facteurs les plus critiques favorisant la dégradation de la vitamine C (**Sizer *et al.*, 1988**). Les jus d'orange flash-pasteurisés et proposés en rayon réfrigéré puis conservés au réfrigérateur domestique pendant des temps courts permettent donc de limiter considérablement les pertes en vitamine C et l'apparition du brunissement non-enzymatique. Le brunissement des jus d'orange est l'une des réactions qui influe le plus sur les changements de qualité pendant le stockage prolongé des jus d'agrumes (**Rodriguez *et al.*, 1991**). Cette modification de couleur, tout comme la modification du goût, constitue un frein incontestable à sa consommation

2.3.5.1.2 Prévention du BNE :

De nombreux moyens peuvent être utilisés pour prévenir et empêcher le BE, cependant, pour des raisons économiques, toxicologiques et réglementaires, la plupart d'entre eux ne sont pas utilisés :

- sélection de variétés.
- Destruction et inhibition des PPO.
- modification des substrats.
- addition de composés réducteurs.
- action sur le pH du produit.
- élimination de l'oxygène des tissus.
- emploi de SO₂ et de bisulfites.

Chapitre II : Le lactosérum

1 Définition :

Produit dérivé de l'industrie fromagère et caséinière, le lactosérum, petit-lait ou plus simplement sérum, est un liquide translucide, jaune verdâtre obtenu après séparation par précipitation des caséines du lait, durant la fabrication du fromage. **(Moundounga, 1992)**.

De grandes quantités sont produites à travers le monde. La fabrication d'une tonne de fromage génère 25 tonnes de lactosérum, **(Ounouna, 1992)**. Plus simplement la fabrication d'un kg de fromage nécessite 10 litres de lait générant ainsi 9 litres de lactosérum qui une fois séchés donnent 600 gr de poudre de lactosérum.

Les quantités de lactosérum disponibles dans le monde sont considérables puisqu'elles représentent au moins 90% du lait transformé en fromage. **(FAO, 1998)**. Les quantités de lactosérum brut produites dans le monde sont représentées dans la figure03.

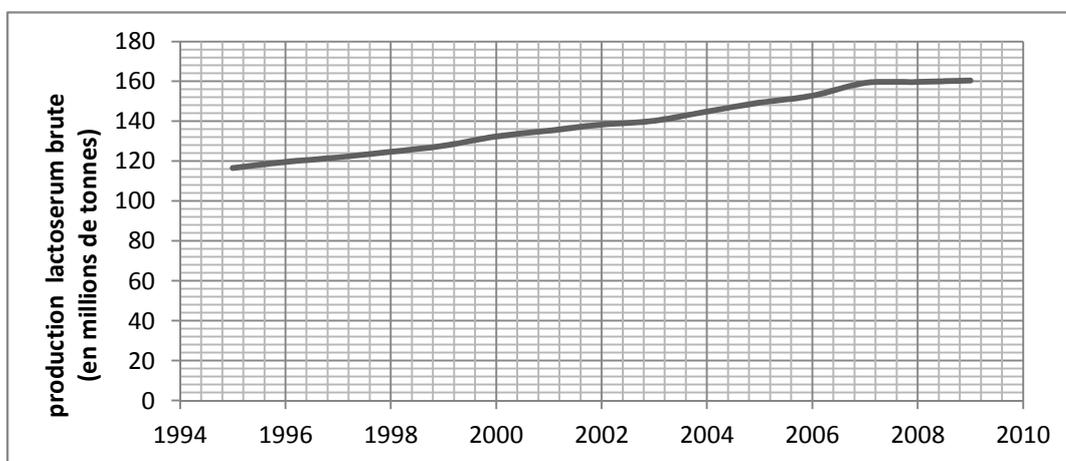


Figure 3 : Evolution des quantité de lactoserum brut produite dans le monde (FAO ,2009)

En 2009, la quantité de lactosérum produite dans le monde a dépassé 160 millions de tonnes avec une large prédominance des pays européens avec 50,47 % de la production, suivie de l'Amérique du nord avec 26,57%.

En Algérie la quantité de lait total produite est passée de 340 millions de litres en 1980 , à plus de 2 milliard de litres en 2010 cette situation a permis un bon développement du secteur

fromager passant ainsi de 880 tonnes de fromages (1980), à plus de 30 000 en 2010 générant plus de 244000 tonnes de lactosérum. (Madaoui, 1989., Bremerhaven, 2010).

Le tableau 03, montre la situation du secteur laitier algérien en comparaison avec ceux de la Tunisie et du Maroc.

Tableau 3 Situation du secteur laitier au Maghreb en 2010

		Unité	Algérie	Tunisie	Maroc	Maghreb
Secteur laitier	Production du lait	L/a	2.244.000.000	1.043.900.000	120.000.000	4.487.900.000
	Production moyenne de fromage (toutes catégories)	t/a	30.526	14.200	16.324	54.269
	Production moyenne de lactosérum	t/a	244.212	113.606	130.595	488.431

Source : Bremerhaven, 2010

On constate que la production de petit-lait en Algérie en 2010 dépasse l'ensemble des productions tunisiennes et marocaines réunies ; d'où l'intérêt de sa valorisation, étant donné son caractère très polluant ainsi que sa composition riche en nutriments

2 Composition et type de lactosérum

Le lactosérum est constitué de la phase aqueuse du lait qui contient l'ensemble des éléments solubles de celui-ci. De ce fait, il renferme des petites molécules telles que le lactose, les vitamines hydrosolubles, des acides aminés libres et des sels minéraux ...c'est dans cette phase hydrique qu'on trouve les protéines solubles appelées aussi séroprotéines. (Jouan, 2002).

Le lactosérum représente environ 50 % de la matière sèche du lait. La figure 04 montre la teneur en lactosérum par rapport à la matière sèche d'un litre de lait de vache entier.

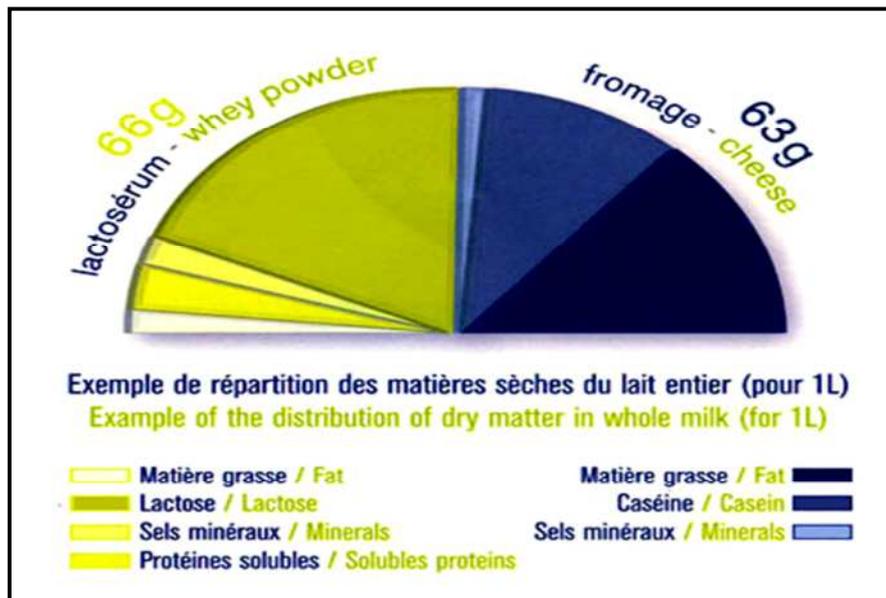


Figure 4 Répartition des matières sèche du lait de vache pour 1l

Source : euroserum.com

Selon les fromages, on distingue généralement deux catégories de sérum, suivant son acidité, (FAO, 1998). (Figure 05)

- **le lactosérum doux** : l'acidité est inférieure à 1,8 g d'acide lactique par litre, issu de la fabrication de fromage à pâte pressée cuite (gruyère, comté, cantal, ...) ou non cuite (emmental, saint-paulin, etc.), ces lactosérums présentent un pH compris entre 5 et 6.
- **le lactosérum acide** : l'acidité est supérieure à 1,8 g d'acide lactique par litre issu des autres fromages obtenus par coagulation mixte ou lactique (pâtes molles, pâtes fraîches). ou de l'extraction des caséines, ces lactosérums présentent un pH de l'ordre de 4,2.

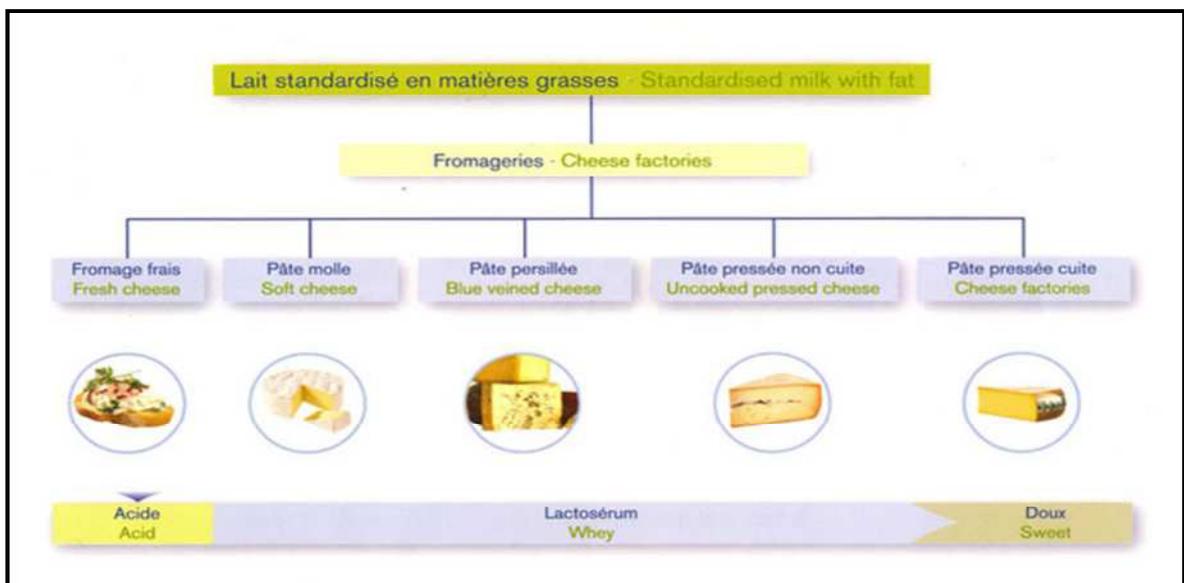


Figure 5: Evolution de l'acidité du lactosérum en fonction de la nature du fromage produit**Source : euroserum.com**

La composition du petit-lait varie selon le coagulant utilisé. (Alves d'Oliveira, 2003).

- **L'acide lactique** Lorsque des bactéries lactiques sont incorporées dans le lait, elles transforment le lactose en acide lactique, entraînant une chute de pH .le calcium est éliminé de la caséine, et le lactate de calcium est formé conjointement avec le lait. La caséine a tendance à précipiter lorsque le calcium est éliminé, le lactosérum sera donc plus riche en calcium.
- **La chymosine (présure)** La présure est une solution qui contient un mélange de 2 enzymes protéolytiques : la chymosine (80%) et la pepsine (20%) qui ont la propriété de faire coaguler le lait. La présure est extraite de la paroi de la caillette des veaux. La chymosine peut être synthétisée par des bactéries génétiquement modifiées. La coagulation enzymatique entraîne le fractionnement des protéines du lait entraînant la formation de para-caséinate de calcium. Ainsi le calcium reste lié à la protéine coagulée. Les protéines sériques ne précipitent pas, elles restent en solution dans le sérum, le lactosérum sera donc plus riche en protéine et moins riche en calcium.

Tableau 4: La composition moyenne du lactoseum acide et doux pour 100g de produits

Sérum	Doux	Acide
Pates	Molles – pressées	Fraiche
Matière sèche (MS)	6,35	6,5
lactose	5	4,6
Lipides (MG)	0,5	0,1
Matières azotées totales (MAT)	0,9	0,7
Cendres (MM)	0,6	0,7
Acide lactique	0,05	0,4

Source : Alais, (1981)

2.1 Le lactose

C'est un diholoside réducteur constitué d'une molécule de D-galactose unie à une molécule de D- glucose, une liaison osidique α (1-4). Il présente l'élément le plus abondant du lactosérum puisque sa concentration est d'environ, 50 g par Litre

L'hydrolyse du lactose est effectuée, dans l'intestin, par une β -galactosidase qui libère le galactose et le glucose. Après son absorption, le galactose peut être transformé en glucose par le processus de l'épimérisation. Il rejoint ainsi, le métabolisme général du glucose. Le galactose issu du lactose entre aussi dans la composition des sphingoglycolipides du tissu nerveux. (Jouan, 2002).

Le lactose contribue également à stabiliser le pH intestinal d'où une meilleure utilisation digestive du calcium et du phosphore, il est supposé être un stimulant direct de l'ossification. (Alais, 1981).

2.2 Protéines Sériques

2.2.1 Les différentes protéines sériques

1 litre de lait bovin contient environ 35 g de protéines, la caséine représente environ 80% de ces protéines, les 20% qui restent soit environ 7 g/l constituent la fraction des protéines sériques. (Krissansen, 2006). Cette fraction (7g/l), qu'on retrouve dans le petit lait contient un très grand nombre de composants. Les principaux, dans le lait bovin, sont la β -Lactoglobuline, α -Lactalbumine, la sérum-albumine et les Immunoglobulines.

Les autres protéines dites mineures en raison de leur faible contenu sont l'objet d'un intérêt croissant du fait de leurs propriétés bioactives. Certaines comme la Lactoferrine et la Lactoperoxydase font l'objet d'une production industrielle. . (Maubois, 1988).

Tableau 5: Les différentes protéines présentes dans le lactosérum

Protéines sériques	%	Teneur (g/L)	PM	Résidus d'acides aminés	Propriétés
β-Lactoglobuline	40	2,7 (3)	18400	162	<ul style="list-style-type: none"> - A l'état naturel elle se trouve sous forme dimérique. - Non présente dans le lait de femme
α-Lactalbumine	17,7	1,2	14200	123	<ul style="list-style-type: none"> - Très riche en tryptophane. point isoélectrique (pHi 4,1- 4,3)
Sérum-albumine	3,7	0,25	69000	609	<ul style="list-style-type: none"> - Identique au sérum albumine du plasma sanguin, grâce à sa faculté de liaison réversible elle joue le rôle de transporteur de molécules et ions divers : colorants, médicaments, acides gras, métaux divers... - Phi=4,7
Lactoferrine	1,47	0,10	88000	689	<ul style="list-style-type: none"> - Métalloprotéine qui a une grande affinité avec le fer (fixe 2 atomes de fer).
Lactoperoxydase	1,03	0,07	78000	612	<ul style="list-style-type: none"> - Métalloprotéine qui fixe le fer et appartenant au groupe des glycoprotéines. - Phi=8,1.
Immunoglobuline	9,6	0,65	160000- 960000		<ul style="list-style-type: none"> - C'est une glycoprotéine (IgA PM=160000 , IgG PM=960000).
Caséine macropeptides	17,7	1,20(1,5)	8000	64	<ul style="list-style-type: none"> - Riche en acides aminés alcools, sérine et thréonine.
Protéase - peptone	8,86	0,6	14300 9900 4000	105 79 28	<ul style="list-style-type: none"> - Ce sont des peptides libérés par une hydrolyse de type trypsine de la β-caséine

Source : Maubois, 1988

La β -Lactoglobuline est la protéine la plus abondante du lactosérum, elle représente environ 50% des protéines totales. (Maubois, 1988).

La composition protéique du lactosérum n'est pas limitée aux protéines mentionnées dans le tableau 5, Celui-ci contient des enzymes solubles tels que : peroxydase, lactosynthétase, ribonucléase, amylase, lysozyme. (Jouan, 2002).

2.2.2 Propriété des protéines sériques :

Bien qu'en faible quantité dans le sérum, où elles ne représentent qu'environ 13 % de la matière sèche, elles ont un intérêt évident en raison de leur grande valeur nutritionnelle et notamment de leur utilisation possible dans les domaines diététiques et thérapeutiques. De plus, grâce à leurs remarquables propriétés fonctionnelles, elles ont un grand nombre de rôles spécifiques dans la texture de préparations alimentaires. (FAO, 1998).

2.2.2.1 Propriétés fonctionnelles

Les propriétés fonctionnelles sont définies comme étant des propriétés qui déterminent le comportement global des protéines dans les aliments pendant la production, la transformation, le stockage et la consommation. (FAO, 1998).

D'après (Morgan, 2001), si on classe les propriétés fonctionnelles des protéines du lactosérum en fonction de la nature des liaisons entretenues, on obtient principalement les trois catégories suivantes :

- Propriétés d'hydratation : solubilité, rétention d'eau.
- Interactions protéine/protéine : gélification, texturation.
- Propriétés inter faciales (interactions avec une phase grasse ou gazeuse) : formation et stabilisation de mousses et d'émulsions.

2.2.2.1.1 Solubilité et propriétés d'hydratation :

De nombreuses propriétés fonctionnelles des protéines du lactosérum sont liées à leur propriété d'hydratation. Les protéines du lactosérum sont solubles sur une large gamme de pH, ce qui permet de modifier la viscosité et la texture des produits acides.

Les propriétés de rétention d'eau sont utilisées notamment dans les produits laitiers frais et ultra-frais (fromages frais, fondus, yaourts...) La dénaturation des protéines sériques diminue en général leur solubilité mais augmente leur capacité de rétention d'eau et la viscosité du milieu, à condition que le chauffage ne soit pas conduit à un pH proche de 5,5 (point isoélectrique).

2.2.2.1.2 Propriétés gélifiantes :

Les protéines sériques peuvent former des gels thermo tropiques et des gels à froid, après une pré-dénaturation.

- Les gels thermiques (gélification à partir de 70 °C).
- Les gels à froid (37 °C) après ajout de sels ou acidification

2.2.2.1.3 Propriétés inter faciales

Les protéines sériques sont capables de former et de stabiliser des émulsions (interfaces eau/huile) et des mousses (interfaces eau/air).

Pour la formation des émulsions et des mousses, c'est la solubilité et la flexibilité moléculaire des protéines qui permettent leur adsorption à l'interface.

La cohésion viscoélastique du film protéique inter facial va s'opposer à la déstabilisation des mousses et des émulsions. Une dénaturation ménagée – sans perte de solubilité – qui favorise les interactions protéiques, peut être bénéfique à la stabilité de ces systèmes.

Tableau 6: Les différentes utilisations des protéines sérique dans l'industrie alimentaire

Produits	Objectif fonctionnel
Produits laitiers (notamment les boissons lactées)	- Rétention d'eau- Viscosité- - Gélification- Emulsification- Foisonnement
Desserts	- Emulsification- Foisonnement- Gélification
Boulangerie/Pâtisserie	- Tenue après cuisson - Gélification-Foisonnement
Confiseries	- Rétention d'eau- Foisonnement- Coloration
Charcuterie	- Rétention d'eau et de matières grasses - Gélification
Sauces	- Rétention d'eau- Viscosité
Boissons et alcools	Stabilisation de la crème dans l'alcool

Source : Morgan, 2001

2.2.2.2 Propriétés nutritionnelles et thérapeutiques

En ce qui concerne les attributs nutritionnels, les protéines de lactosérum contiennent tous les acides aminés essentiels à savoir le tryptophane, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la thréonine, la valine, la leucine et l'isoleucine.

Les protéines du sérum présentent des compositions en acides aminés assez différentes de celles de la caséine. Elles sont riches en acides aminés essentiels comme le tryptophane, lysine et thréonine, cependant la teneur en méthionine est plus basse par rapport à la caséine.

Le petit lait est particulièrement riche en acides aminés soufrés : Leucine, Isoleucine, Valine. (Agin et al, 2000).

2.2.2.2.1 Valeur biologique (VB)

Selon Dangin (2003), les protéines du lactosérum ont une valeur biologique élevée par rapport aux autres protéines alimentaires car elles sont rapidement assimilées par l'organisme.

Tableau 7: valeur biologique de quelque protéines alimentaire

Nature des protéines	Valeur biologique
Protéines de lactosérum	102
Protéines de l'œuf entier	100
Protéines de viande bovine	78
Caséine	73
Protéines de la Pomme de terre	69

Source : Dangin, 2003.

La valeur biologique de la caséine est relativement plus faible par rapport aux protéines lactosériques du fait de la répartition des acides aminés essentiels

Les protéines sériques jouent un rôle clé dans la promotion de la synthèse des protéines musculaires et de la croissance des muscles, à cause leur richesse en acides aminés du type Valine, isoleucine et leucine. (Agin et al, 2000).

Elles contiennent des composants bioactifs qui aident à stimuler la libération de deux hormones coupe-faim: la cholécystokinine (CCK) et le glucagon-like peptide-1 (GLP-1). (Groziak et Miller, 2000).

De nombreuses études ont montré que les protéines du lactosérum, riches en cystéine, ont un impact sur le système immunitaire en augmentant les niveaux de glutathion. Cela peut aider à réduire le risque d'infection et d'améliorer la réactivité du système immunitaire. (Bounous, 2000).

La lactoferrine, est sans doute la protéine sérique la plus précieuse du point de vue biomédical, en raison de ses nombreuses propriétés thérapeutiques. Elle peut réguler l'absorption du fer dans l'intestin, favorise la croissance des cellules intestinales, protège contre l'infection microbienne, régleme la myélopoïèse et les réponses immunitaires systémiques. (Krissansen, 2006).

D'autres études concluent sur la capacité du lactosérum à modifier l'expression des gènes du tissu adipeux et de moduler le profil métabolique du foie. Des liens ont aussi été établis entre des bactéries intestinales (microbiote) et l'obésité. (Kekkonen, 2008).

2.3 Les Minéraux :

La teneur moyenne en sels minéraux du lactosérum acide et doux est respectivement 11,8 et 7,3gr pour 100 g de matière sèche. Cette différence s'explique par le mode de coagulation de la caséine. (Kosikowski, 1977).

Le lactosérum contient un vaste éventail de sels minéraux du lait.

- **Calcium** : Important pour la santé des os et des dents, et pour la coagulation du sang.
- **Magnésium** : Bon pour les nerfs et la motricité musculaire, et participe à de nombreux processus métaboliques.
- **Phosphore** : Pour la production d'énergie dans l'organisme, favorise la construction osseuse et de nombreux processus métaboliques.
- **Potassium** : Bon pour l'activité cardiaque et musculaire, et pour réguler les échanges d'eau dans l'organisme.
- **Sodium et chlorures** : Important pour la régulation des échanges d'eau, l'équilibre acides-bases et les fonctions nerveuses.

2.4 Les vitamines :

Le lactosérum constitue une source intéressante en vitamines, notamment en vitamines du groupe B. (Kosikowski, 1977). Ce sont essentiellement des coenzymes qui jouent un rôle important dans l'organisme, allant de la libération d'énergie (thiamine) à l'assimilation des nutriments (riboflavine et la pyridoxine), jusqu'au métabolisme des lipides et glucides (biotine), et la constitution des globules rouges, l'ADN et les cellules musculaire pour l'acide folique, ainsi qu'aux propriétés antiallergiques et antidépressives de la cobalamine. (Dupin. H et Cuq. J-L., 1992)

Tableau 8: composition moyenne en minereaux et vitamines dans un litre de lactoserum

Composants	Unités	Lactosérum/L
Matières sèches	g	61
Minéraux	g	4,5-7,2
Calcium	g	0,5-1,0
Phosphore	g	0,5
Potassium	g	1,4
Sodium	g	0,45
Chlore	g	1,0
Magnésium	g	0,04-0,08
Zinc	mg	0,3-2,3
Fer	mg	0,9
Cuivre	mg	0,2
Manganèse	µg	6-26
Thiamine	mg	0,4
Riboflavine	mg	1,4
Pyridoxine	mg	0,5
Cobalamine	µg	1,5
Acide nicotinique	mg	2
Acide folique	µg	50
Acide pantothénique	mg	3,4
Acide ascorbique	mg	9

Source : FAO, 1998

Note: Lorsque deux chiffres sont donnés, le chiffre de gauche correspond au lactosérum doux et celui de droite au lactosérum acide.

3 Valorisation et différentes utilisation du lactosérum

3.1 Généralités

De nombreux débouchés sont identifiés en ce qui concerne la valorisation du lactosérum

→ Soit en utilisant le produit lui-même en l'état ou, après séchage ou concentration.

→ Soit en utilisant ses différents composés.

L'évolution des études au sujet du lactosérum et l'élaboration de nombreux dérivés, dont les propriétés fonctionnelles et nutritionnelles intéressent l'alimentation humaine, connaît une évolution des plus significatives.

Malgré les avantages qu'offre le lactosérum brut du point de vue économique il présente néanmoins un inconvénient majeur ; c'est son caractère hautement périssable, (riche en lactose et en matières azotées), s'ajoute à cela sa grande instabilité (principalement le pH) et sa faible teneur en matières solides. (Corbiere, 1978).

Il semblerait que la teneur élevée en sels minéraux du lactosérum constitue un obstacle à son utilisation dans l'alimentation humaine et infantile. (Mereo, 1971 in Kaidali A, 1990).

Dans le même contexte, selon la FAO, il existe de nombreuses utilisations possibles du sérum dans l'alimentation humaine et animale, mais sa forte teneur en eau (94 pour cent), sa salinité élevée et son altérabilité, rendent souvent difficiles sa valorisation. Avant toute utilisation, le sérum est généralement filtré et centrifugé afin de récupérer les particules de caillé et la matière grasse.

Selon la qualité du sérum mis en œuvre, il existe différentes variétés de concentrés ou de poudres: produits de sérum doux, de sérum acide, de sérum déminéralisé et de sérum délactosé, et concentré de protéines. D'une façon générale, les sérums doux sont plus faciles à sécher, de meilleure qualité et offrent plus de débouchés. (Nasrallah, 2005).

3.2 Les traitements du lactosérum

3.3 Principaux traitements

Ce sont des traitements physiques ou physico-chimiques.

3.3.1 Concentration

Elle peut être obtenue par un traitement à la chaleur, par un concentrateur classique, ou par osmose inverse. La concentration en évaporateurs est le procédé le plus employé. Son prix de revient d'évaporation semble très intéressant. L'osmose inverse est une technique plus poussée de la filtration. Elle est basée sur la séparation des molécules suivant leur taille. (Corbiere, 1978).

3.3.2 Séchage

Les techniques de séchage du lactosérum sont :

- Le séchage sur cylindre
- Le séchage en spray classique

La mise en évidence de l'importance du séchage du lactosérum vient du fait qu'il permet un plus large éventail d'utilisations. C'est pourquoi, au moment où les volumes de lactosérum en Algérie sont devenus inquiétants, ce mode de valorisation paraît tout à fait indiqué et mérite une attention particulière.

- Le séchage permet de traiter des volumes considérables de sérum aussi bien doux qu'acide ; en comparaison à d'autres procédés limités à de faibles quantités et à un seul type de sérum.
- La poudre de lactosérum présente l'avantage d'être plus fiable microbiologiquement et donc de se conserver beaucoup plus longtemps. Le transport d'un produit ainsi obtenu est plus facile et moins coûteux que ne le serait le lactosérum liquide.
- De plus le séchage permet une utilisation de la totalité du lactosérum, ce qui serait la solution au problème de la pollution. (Kaouadji L., 1989).

3.3.3 Extraction des éléments constitutifs

Les protéines et le lactose font le plus souvent l'objet d'une extraction en vue de leur utilisation séparément. La séparation des protéines est réalisée par :

- Insolubilisation des protéines par la chaleur
- Procédé Centri-Whey
- Précipitation par divers agents
- Ultrafiltration et gel filtration

3.3.4 Déminéralisation :

Les sels minéraux constituent un obstacle à l'utilisation optimale du lactosérum, d'où la nécessité de la déminéralisation. En effet, la charge minérale peut être trop importante pour son emploi en alimentation et son utilisation technologique. (Voilleau J., 1999). La déminéralisation peut se faire par :

- Echange d'ions
- Electrodialys

4 Différentes formes d'utilisation du lactosérum :

La poudre de lactosérum douce

Elle est fabriquée en faisant sécher le lactosérum frais sans la matière grasse du lait pendant la préparation du cheddar, de la mozzarella, ou des autres fromages fabriqués principalement avec des enzymes de présure.

La poudre de lactosérum acide

Elle est fabriquée en faisant sécher le lactosérum frais obtenu à partir du cottage, de la ricotta ou des autres fromages frais fabriqués principalement par la coagulation acide. Elle a donc un goût plus acide que la poudre douce.

La poudre de lactosérum déminéralisé

Elle est faite à partir de lactosérum dont on a enlevé de façon sélective la plupart des minéraux (30 à 90 %).

La poudre de lactosérum sans lactose

Elle est faite à partir de lactosérum dont la majorité du lactose a été retiré par cristallisation, en laissant la matière première

Concentré de protéines sériques

Elle est la partie sèche du petit-lait obtenu par l'élimination des constituants non protéiques suffisants à partir de lactosérum de sorte que le produit sec ne contient pas moins de 25% de protéines. (Nasrallah, 2005).

Selon le même auteur, on utilise principalement la poudre de lactosérum dans les produits de boulangerie, les aliments et les pâtes de fromage fondu, les desserts congelés, les sauces, les viandes émulsifiées, les vinaigrettes, les confiseries, les sauces au jus de rôti, les grignotines et les boissons, moins coûteuse que la poudre de lait, elle tend à la remplacer au moins en partie

5 Boisson a base de lactosérum

5.1 Généralité

Dans le domaine des boissons, l'utilisation du lactosérum a été largement exploitée. Par Exemple, le lactosérum a été ajouté à des boissons a base d'alcool, comme la bière ou le vin, Mais aussi à des boissons sans alcool (gazeuses ou non) comme les jus aromatisés ou les Boissons aux fruits. Bien que le lactosérum soit reconnu pour son pouvoir désaltérant, son Addition à des boissons vise généralement un objectif nutritionnel. En effet, le lactosérum Contient des protéines d'excellente qualité nutritive et il est riche en certains minéraux et vitamines. La présence de ces éléments dans le lactosérum en fait donc un produit hautement nutritif (**Jelen et al., 1987**)

Dans les boissons, le lactosérum est additionné sous différentes formes selon les traitements appliqués au produit: lactosérum brut, en poudre, dé protéiné ou déminéralisé, concentrés de protéines ou ingrédients hydrolysé. (**Swartz, 1995**).

5.2 Différentes boissons à base de lactosérum

D'après **Rolland(1999)**, la consommation de boissons à base de lactosérum est en forte croissance dans certains pays d'Europe, notamment en Suisse, en Allemagne, aux Pays-Bas et en Autriche. De façon générale, ces boissons contiennent des proportions de lactosérum brut variant de 33% à 80%.

5.3 Boissons à base de lactosérum nature (brut) :

La façon la plus économique d'utiliser le lactosérum dans les boissons est sous sa forme brute. Toutefois, la délipidation du lactosérum est nécessaire pour éviter d'altérer la qualité organoleptique des boissons. (**Sienkiewicz et Riedel, 1990**).

Selon les mêmes auteurs, à partir d'un lactosérum délipidé, seule une étape de pasteurisation et d'aromatisation sont nécessaires pour produire une boisson à base de lactosérum. Le produit final est une boisson contenant une certaine quantité de protéines et

une teneur élevée en glucides. Selon **Jelen (1992)**, le contenu en glucides de ce type de boisson est souvent supérieur à celui des boissons gazeuses et des jus de fruits. Toutefois, la saveur sucrée du produit demeure acceptable étant *donné* faible pouvoir sucrant du lactose.

5.4 Boissons à base de lactosérum fermenté

Des travaux ont montré que le lactosérum constitue un milieu favorable pour la culture des différentes combinaisons de bactérie lactiques en raison de sa teneur élevée en lactose et d'autres nutriments importants pour la croissance des microorganismes. C'est pourquoi une technique basée sur la fermentation du lactosérum a fait son apparition dans la fabrication de boissons. (**Madaoui, 1989**).

5.5 Boisson à base de perméat de lactosérum :

Habituellement, ces boissons de lactosérum clarifié donnent une apparence claire et transparente, elles sont caractérisées par un goût rafraichissant.

En ex URSS, la technologie des boissons à base de perméat de lactosérum est très développée. Les boissons telles que « Victoria » et « Olympia » sont toutes deux fabriquées à base de concentrât de lactosérum déprotéinisé. (**Kaidali A., 1990**).

5.6 Boisson à base de perméat hydrolysé :

L'utilisation d'ingrédients hydrolysés est surtout réservée aux boissons nutritionnelles du type formules entérales, formules hypoallergènes pour nourrissons, ou encore à la préparation de produits destinés aux individus souffrant d'intolérance au lactose; pour ce dernier type de produit, c'est évidemment la fraction glucidique (lactose) qui subit L'hydrolyse enzymatique (**Swartz, 1995**).

5.7 Boisson à base de lactosérum ultra filtré

Les concentrés de protéines de lactosérum obtenus par ultrafiltration, de même que la fraction résiduelle générée par ce procédé (perméat), sont utilisés dans la fabrication de boissons. (**Sienkiewicz et Riedel, 1990; Jelen, 1992**).

Dans le cas des concentrés protéiques (30-70%), ils sont généralement utilisés pour augmenter la valeur nutritionnelle des boissons. **Jelen (1992)** a même proposé l'ajout des protéines de lactosérum aux boissons gazeuses dans le but de rehausser l'image de ces boissons peu énergétiques. Une boisson gazeuse peut facilement être fortifiée à plus de 1% de

protéines de lactosérum. Cependant, à plus fortes concentrations (>3%) en protéines, la saveur typique de la boisson est affaiblie en raison de la fixation des protéines aux composantes aromatiques de la boisson.

5.8 Boissons à base de concentré de lactosérum (poudre de lactosérum) :

Une dizaine de concentrés de lactosérum ou de dérivés produits industriellement, ont été favorablement accueillis sur le plan commercial. Le produit le plus populaire et le plus économique est la poudre de lactosérum doux, suivi probablement par la poudre de lactosérum acide. (Kaidali, 1990).

Le plus grand succès commercial qu'il est important de noter a été celui de la boisson « Rivella » vendue dans toute l'Europe de l'Ouest. Cette boisson Suisse non alcoolique claire, à base de lactosérum déprotéinée et fermentée possède des propriétés diététiques.

La technologie de cette boisson est la suivante : le lactosérum est standardisé, déprotéiné, fermenté, et enfin concentré. Un mélange d'herbes aromatiques et de fruits est utilisé comme aromatisant dans la boisson. (Kekkonen R., 2010). La boisson contient environ 35% de lactosérum déprotéiné, seconde boisson du marché en suisse, rivella existe depuis 1950, et elle est vendue avec trois parfums : rivella Original, rivella Light, et rivella aux extraits de thé vert

Remarque

Dans le cas des boissons aux fruits, le lactosérum présente l'avantage d'être compatible avec les jus à base d'agrumes comme les oranges, Le pamplemousse et le citron. Dans ces jus, le lactosérum est facile à mélanger et sa saveur est bien masquée. le lactosérum est aussi utilisé dans les jus de pommes et de tomates, dans les laits au chocolat. (Rolland, 1999).

La déminéralisation du lactosérum, quant à elle, aurait comme objectif le retrait des ions monovalents pour diminuer son goût salé. (Sienkiewicz et Riedei, 1990).

6 Association jus de fruits- lactosérum

En raison de leur qualité nutritive et leurs nombreuses propriétés biologiques, les protéines de lactosérum constituent un ingrédient de choix pour la formulation de produits nutraceutiques. Actuellement, les protéines de lactosérum sont avantageusement utilisées dans les boissons nutritionnelles, incluant les formules lactées, les préparations gériatriques, les

produits à haute valeur protéique (produits minceurs, nutrition sportive, etc.) et les produits «santé». (Rolland, 1999)

6.1 Contraintes technologiques, biochimiques et microbiologiques :

Les caractéristiques physico-chimique et microbiologique des boissons sont souvent menacées par des altérations liées surtout à leur technologie. C'est pourquoi, trois aspects doivent retenir l'attention des industries alimentaires. Ils concernent les conditions dans lesquelles la fabrication de la boisson a été effectuée et qui peuvent avoir des incidences sanitaires, biochimiques et technologiques. (Kaidali A., 1990).

6.2 Contraintes technologiques :

Les protéines du lactosérum ont un fort impact sur l'appétence et les propriétés organoleptiques des aliments qui renferment (Cheftel et Lorient, 1982). Une modification de leur structure peut avoir un effet considérable sur les propriétés des produits finis.

Parmi les protéines de lactosérum, la β -lactoglobuline (B-Ig) et l' α -lactalbumine (a-la) constituent les fractions protéiques dominantes, elles sont les protéines qui influencent le plus le comportement du lactosérum lors des traitements industriels. Les caractéristiques de ces protéines seront donc importantes à connaître. (Rolland, 1999).

6.2.1 Dénaturation thermique des protéines de lactosérum :

Il existe effectivement une contrainte empêchant l'application alimentaire du lactosérum à grande échelle. Il s'agit principalement de la grande sensibilité des séroprotéines aux traitements thermiques. En effet, au cours des traitements tels que la pasteurisation et la stérilisation, qui s'appliquent le plus souvent au produit pendant ou après sa préparation, les caractéristiques fonctionnelles utiles des séroprotéines sont modifiées. (Kaidali A., 1990).

D'autres contraintes s'ajoutent concernant les boissons à base de lactosérum en plus des problèmes de chaleur, y a le problème de l'acidité du milieu qui accrue la précipitation des protéines sériques. (Rolland, 1999).

De structure globulaire, les protéines du lactosérum une fois chauffées subissent un déplissement de leur structure secondaire et tertiaire, plus ou moins marqué selon la température et le pH. Suite à un tel déplissement, il se produit des phénomènes d'agrégation conduisant à l'obtention d'un précipité, d'un coagulum ou d'un gel qui dépend de plusieurs facteurs. (Moundounga, 1992).

De façon générale, les facteurs environnementaux comme la température, le pH, la présence de sels et d'autres solutés affectent les propriétés fonctionnelles des protéines. Parmi ces propriétés, notons la solubilité, la capacité d'absorption d'eau, les propriétés gélifiantes, émulsifiantes et moussantes, etc. (de Wit, 1989).

Lorsqu'elles sont chauffées en solution diluée, à une concentration en protéines inférieure à 5% et dans une zone de pH comprise entre 4 et 6, les protéines du lactosérum dépliées sont immédiatement soumises à des réactions d'agrégation et de précipitation, survenant à 65°C pour les immunoglobulines, vers 70 - 80°C pour la β -Lactoglobuline et la SAB (sérum albumine bovine) et vers 95°C pour α -Lactalbumine. En solution à une concentration protéique plus élevée, supérieure à 5 ou 7%, celles-ci forment un coagulum ou un gel à partir de 70-85°C. (Cheftel et Lorient, 1982).

Par ailleurs, Sadouki H (1978) a montré que la pasteurisation basse (63°C pendant 30mn) est une méthode lente et discontinue, mais qui présente l'avantage de ne pas modifier les propriétés des séroprotéines. En particulier l'albumine et la globuline ne sont pas coagulées et l'état physique des globules gras reste inchangé. Alors que la pasteurisation haute (72°C pendant 15 mn) provoque la coagulation partielle de l'albumine et de la globuline.

De façon générale, la solubilité des protéines de lactosérum diminue lors des traitements thermiques à des températures supérieures à 70°C et à des valeurs de pH situées entre 4.0 et 6.5. Cette perte de solubilité a des conséquences majeures sur les propriétés moussantes et émulsifiantes des protéines. La solubilité gagne en importance lorsque la clarté du produit, comme dans les boissons, est capitale. (de Wit, 1989).

6.3 Contraintes biochimiques :

Il n'existe pratiquement pas d'industries agro-alimentaires qui ne soient, d'une manière ou d'une autre, concernées par la réaction de Maillard et ses conséquences nutritionnelles et organoleptiques.

Avant d'aborder la question ainsi posée, il serait utile de rappeler brièvement la nature de cette réaction et les conséquences qu'elle présente dans le domaine alimentaire. (Kaidali A., 1990).

Il s'agit d'une réaction survenant habituellement lorsque les sucres réducteurs sont au contact d'acides aminés, sous forme libre ou protidique. Elle se traduit immédiatement par un préjudice nutritionnel, étant donné que l'acide aminé engagé par une liaison d'addition avec un sucre est aussitôt rendu indisponible sur le plan nutritionnel, faute de pouvoir être libéré au

cours de la digestion. C'est pourquoi la réaction de Maillard est redoutée pour tous les produits alimentaires ayant initialement une qualité protidique élevée et dont la raison d'être est de couvrir le besoin azoté.(Adrian et coll., 1982).

Particulièrement concernée, la boisson à base de lactosérum et de jus de fruit se prête, de façon prévisible, à une réaction de Maillard ; En effet, lors de sa confection, une réaction risque d'apparaître, aussi bien dans les phases industrielles (chauffage) qu'au long de la période de commercialisation. (Kaidali A., 1990).

D'après Adrian et coll.,(1982) les protéines du lactosérum sont les plus réactives qui soient connues. C'est pourquoi le sérum est exposé au risque d'une réaction intense.

Il convient de noter également que certain constituant du lactosérum figure parmi les éléments les plus sensibles à la réaction de Maillard. Il s'agit du lactose qui offre une réactivité supérieure à celle des autres disaccharides, comparable à celle du galactose

Cette réaction se traduira avant tout par un blocage de la lysine, préjudice nutritionnel d'autant plus grand que ces produits sont destinés à des organismes en croissance.

6.4 Contrainte microbiologiques :

Les boissons à base de jus de fruits et de lait se distinguent par leur grande richesse en acide aminés et vitamines, notamment du groupe B, qui permettent la croissance, des levures, et de diverses bactéries acido-tolérantes, notamment de bactéries lactiques. Les levures les plus couramment rencontrées appartiennent aux genres *candida* et *saccharomyces*.

A une température supérieure à 35°C, elles peuvent provoquer une fermentation alcoolique, avec un intense dégagement gazeux qui rend la boisson pétillante et peut aller jusqu'à l'éclatement même du récipient.

Dans certains cas, la fermentation alcoolique peut s'accompagner d'une production importante de composés volatiles, ainsi que l'apparition d'odeurs et de goût anormaux. (Bourgeois et Larpens, 1988).

Donc les contraintes microbiologiques se résument en un risque de contamination accidentelle lors de la fabrication de la boisson, soit le jus de fruit soit le lactosérum ou les deux. Il est important de signaler que même si on fait subir à la boisson un traitement thermique, les contaminants sont pourvus d'une thermo sensibilité variable. En effet, les levures par exemple les plus thermo résistantes, parmi celles susceptibles d'être rencontrées dans les boissons appartiennent au genre *Saccaromyces* et *Kluyveromyces bulgaricus*.(Kaidali A., 1990).

Chapitre III : Situation de la filière boisson en Algérie

1 Introduction

En Algérie, la boisson non alcoolisée possède de vieilles traditions, qui la singularisent par rapport aux pays maghrébins. Les premiers limonadiers Algériens, faisait déjà preuve de savoir faire pour l'époque ; Le secteur n'a jamais connu de rupture ou de crise susceptible d'altérer cet héritage jusqu'à nos jours. Au contraire, depuis cette période, il connaît une évolution qui fait de lui un secteur des plus dynamiques, ce phénomène s'explique par : le nombre important d'opérateur qui est de l'ordre de 1700 (CNRS, 2009) , la volonté des grandes marques d'imposer de nouvelles règles (qualité, innovation, compétitivité, rentabilité et respect des normes et de qualité) et par le développement rapide de l'investissement étranger et des opérations de partenariat entre les grands groupes de l'agro-alimentaires et des fabricants nationaux. (Meziane Z., 2011).

Le marché algérien des boissons non alcoolisées est approvisionné presque exclusivement par la production locale (le taux de couverture dépasse les 99 %). Les importations sont marginales (moins de 1 %) et concerne les jus et les boissons énergétiques essentiellement. (Boudra, 2007).

2 Exigences et habitudes du consommateur Algérien :

Longtemps les boissons non alcoolisées ont constitué un substitut au dessert, la notion de boisson du terroir est très présente : des marques prestigieuses telles que Hamoud Boualem et Rami profitent toujours de cette image. En conséquence, il existe des référentiels du goût créés par ces marques, les consommateurs comparent systématiquement les nouvelles marques aux anciennes.

La consommation des boissons non alcoolisée en Algérie a connu ces dernières années une progression, même si elle varie dans le temps suivant un certain nombre de paramètres

3 Evolution de la consommation moyenne :

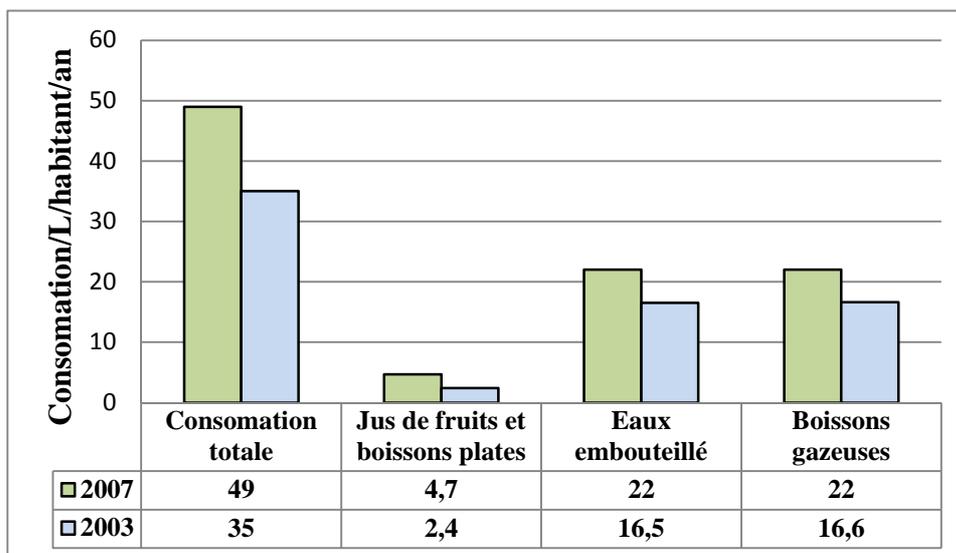


Figure 6 Evolution du niveau de consommation sur le marché national (Bouadr,2007)

La consommation moyenne des boissons sans alcool en Algérie est passée de 35 l/habitant en 2003 à 49 l/habitant en 2007. La marge de progression des jus de fruits et des boissons plates est la plus importante, en effet la consommation moyenne a doublée au bout de 4 ans. Ce phénomène est classique dans les modèles de consommation des boissons dans le monde (recherche de produits plus sains, moins caloriques et aux bénéfices additionnels).

Selon le même auteur, il y a une progression des boissons à base de jus de fruit et de lait de 10% durant la même période.

4 Production nationale moyenne des boissons

Tableau 9 Production nationale moyenne des boissons en Algérie

	Eaux embouteillées	Boissons rafraichissantes	Jus de fruits
Unités	Litre/an	Litre/an	Litre/an
Capacités théoriques	1043 914 500	1204 446 764	305 362 800
Production effective	161 800 380	228 946 647	85 177 200

Sources : Boudra, 2007

Chapitre I : Matériels et méthodes

Ce travail consiste en une formulation d'une nouvelle boisson aux fruits, enrichis en poudre de lactosérum déminéralisée à 40% pour un apport supplémentaire en minéraux et en protéines.

L'étude a été réalisée au sein du laboratoire physico-chimie et micro-biologie de l'unité Fruitale Coca Cola.

I Présentation de l'unité Fruitale

1.1 Historique

FRUITAL SPA (Société par action) a vu le jour en 1993. Elle disposait alors d'une usine (FRUITAL 1) à khemis El Khechna spécialisée dans la production de cannettes et de bouteilles pet, dotée alors d'une capacité de production prodigieuse et de moyens à la pointe de technologie, ceci lui a valu d'être placée au rang de l'unité de fabrication la plus importante d'Afrique du nord.

C'est alors que le géant du secteur de l'agroalimentaire, the Coca Cola Compagnie, fabricant de boisson gazeuses, lui octroi une licence pour la production et la commercialisation de sa gammes de produit en Algérie.

Avec ce succès grandissant, une deuxième usine démarre son activité en juin 1997, FRUITAL2 qui est aujourd'hui l'usine que tout le monde connaît FRUITAL Coca Cola. Elle est située seulement à 35 km de la capital Alger dans la zone industrielle de RoUIBA. Le 15 mars 2006, le groupe espagnol ECCBC (équatorial) coca cola Betting Company) entre dans l'actionnariat de la société FRUITAL Coca Cola. L'objectif principal étant de développer l'activité de FRUITAL.

Cette usine s'étale sur une superficie de 51000 m et emploie préee de 13000 employés. Elle est aujourd'hui l'une des usines les plus importantes de la région. Fruitale investi exclusivement dans l'exploitation et la production du produit coca cola conditionné sous forme de différents emballages :

Bouteilles en pet : 50 CL, 1L, 1.5L ,2L

Bouteille en verre : 25cl, 30CL ,100CL

Cannettes : 25cl, 33CL

2 Technologie de fabrication du jus d'orange

A l'unité Fruitale, la fabrication de la boisson Minut Maid *Pulpy* passe par les étapes suivantes :

2.1 Traitement des eaux

L'eau utilisée provient d'un forage, Il est donc nécessaire de procéder à plusieurs filtrations afin d'éliminer les particules de matières minérales et organiques. Ces filtrations n'éliminent pas les microorganismes, il faut les détruire par stérilisation thermique ou par addition d'agents chimiques à effet bactéricide (chlore) et compléter cette opération par la désinfection aux rayonnements ultraviolets qui induisent des lésions au niveau de l'ADN des microorganismes provoquant leur destruction. (Jeantet, 2006).

Le digramme suivant englobe les étapes de traitement de l'eau effectuée à la station de traitement des eaux:

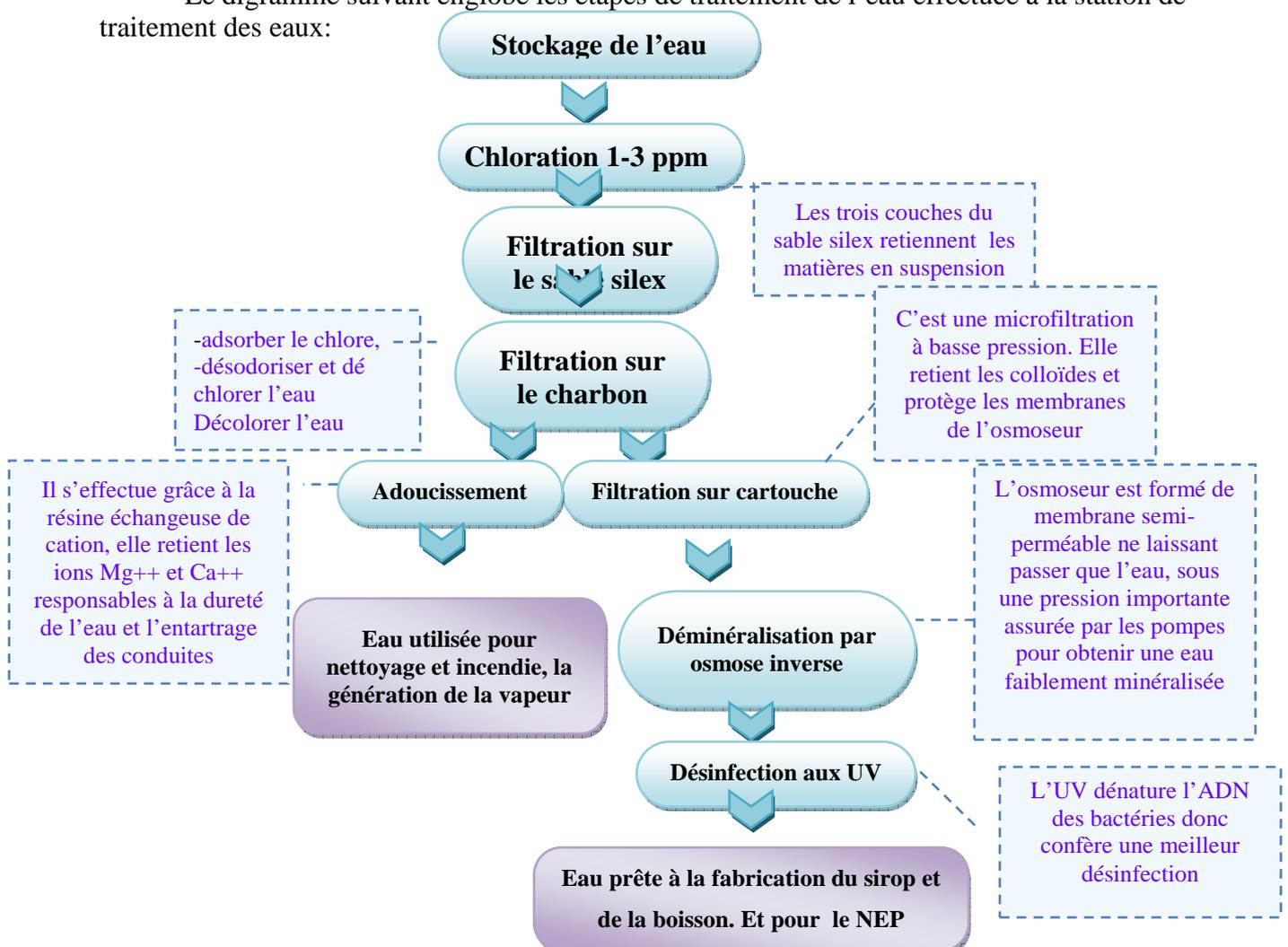


Figure 7 Diagramme de traitement des eaux a la station Fruitale Kore (Coca Cola, 2013)

2.2 La préparation du sirop simple

Dans un dissolvant, le sucre est mélangé avec de l'eau grâce à un agitateur de 600 tour/min. En parallèle, le mélange est chauffé et pasteurisé par un système de chauffage à une température de 80°C, durant 15min. Le sirop ainsi obtenu est dit « sirop simple », est filtré par un filtre à pré couche pour retenir tous les débris solides qui peuvent se présenter. Ensuite, il sera refroidit jusqu'à 14°C puis filtré une seconde fois par un filtre de sécurité. (KORE Coca-Cola, 2013).

2.3 Préparation de pectine

Le sucre est incorporé dans une trémie, et mélangé avec de la pectine préalablement pesée et une quantité d'acide citrique ceci a pour but de faciliter sa solubilisation, en suite le mélange est filtré dans un entonnoir et incorporé à de l'eau chaude, chauffé entre 55°C à 60°C et mélangé pendant 25 à 30 min, pour obtenir à la fin une solution stabilisante homogène, visqueuse et concentrée. (KORE Coca-Cola, 2013).

2.4 Incorporation des concentrés

Une fois le sirop simple préparé il est acheminé vers la cuve de préparation de sirop fini où il sera additionné d'une quantité de concentré de jus *Pulpy* orange, et de l'arôme orange suivie par le sirop de pectine le tout sera ajusté avec de l'eau traité jusqu'à l'obtention du Brix voulu. Cette préparation sera malaxée durant 30 min à température ambiante. (KORE Coca-Cola, 2013).

2.5 Préparation de la pulpe

La pulpe est pompée vers le mixeur, puis additionnée d'une quantité d'eau pour faciliter le transfert vers la pulpe doseuse menu d'un système volumétrique. (KORE Coca-Cola, 2013).

2.6 Préparation de la boisson jus *Minute Maid pulpy orange*

Dès l'arrivée du sirop fini à la ligne de production, il sera mélangé à de l'eau préalablement désaérée sous pression par l'incorporation de l'azote. Le remplissage se fait après le dosage de la pulpe dans les bouteilles à raison de 3% \pm 0.5% pour le jus d'orange. Une fois les bouteilles seront remplies grâce à un sou-tireuse et fermé à l'aide de la bouchonneuse avec un couple de serrage compris entre 05 et 17 IN LBS, elles seront envoyées vers le tunnel de Pasteurisation. (KORE Coca-Cola, 2013).

2.7 Pasteurisation

C'est une étape indispensable de stabilisation microbiologique, elle correspond au passage des bouteilles verre remplies et fermées à travers un tunnel de Pasteurisation. Ce dernier est constitué de 8 compartiments à différentes et chaque compartiment est caractérisé par un temps et une température spécifique, le temps de passage de chaque bouteilles dans le tunnel est estimé à une heure et demi (1h29mn) (KORE Coca-Cola, 2010).

Tableau 10 : Les caractéristiques des différentes zones du tunnel de pasteurisation de l'unité Fruitale (Kore Coca Cola, 2013)

Les zones	Type d'action	Le temps	Température
1, 2,3,4	Pré chauffage	50 min	37°C, 55.9°C, 78°C
4	Pasteurisation	Min 10 mn	76.5°C, 79.5°C
6, 7,8	Refroidissement	29 min	63°C, 48°C, 35°C

la température de pasteurisation est contrôlée. Chaque heure dans les différentes zones de Pasteurisation et toutes les 4 heures un baladeur (enregistreur de températures et le temps de passage) est envoyé dans le tunnel pasteurisateur avec les bouteilles, et les résultats seront représentés par un graphique.

2.8 Conditionnement

Après la sortie des bouteilles du tunnel de Pasteurisation, elles passent à l'étiquetage et au codage, puis à l'encaissage et au stockage. (KORE Coca-Cola, 2013).

Le produit fini sera commercialisé après 5 jours, le temps correspondant à l'obtention des résultats microbiologiques de la boisson et leur validation. (KORE Coca-Cola, 2013).

Les étapes de fabrication du jus *Minute Maid Pulpy* orange sont résumées dans le diagramme suivant :

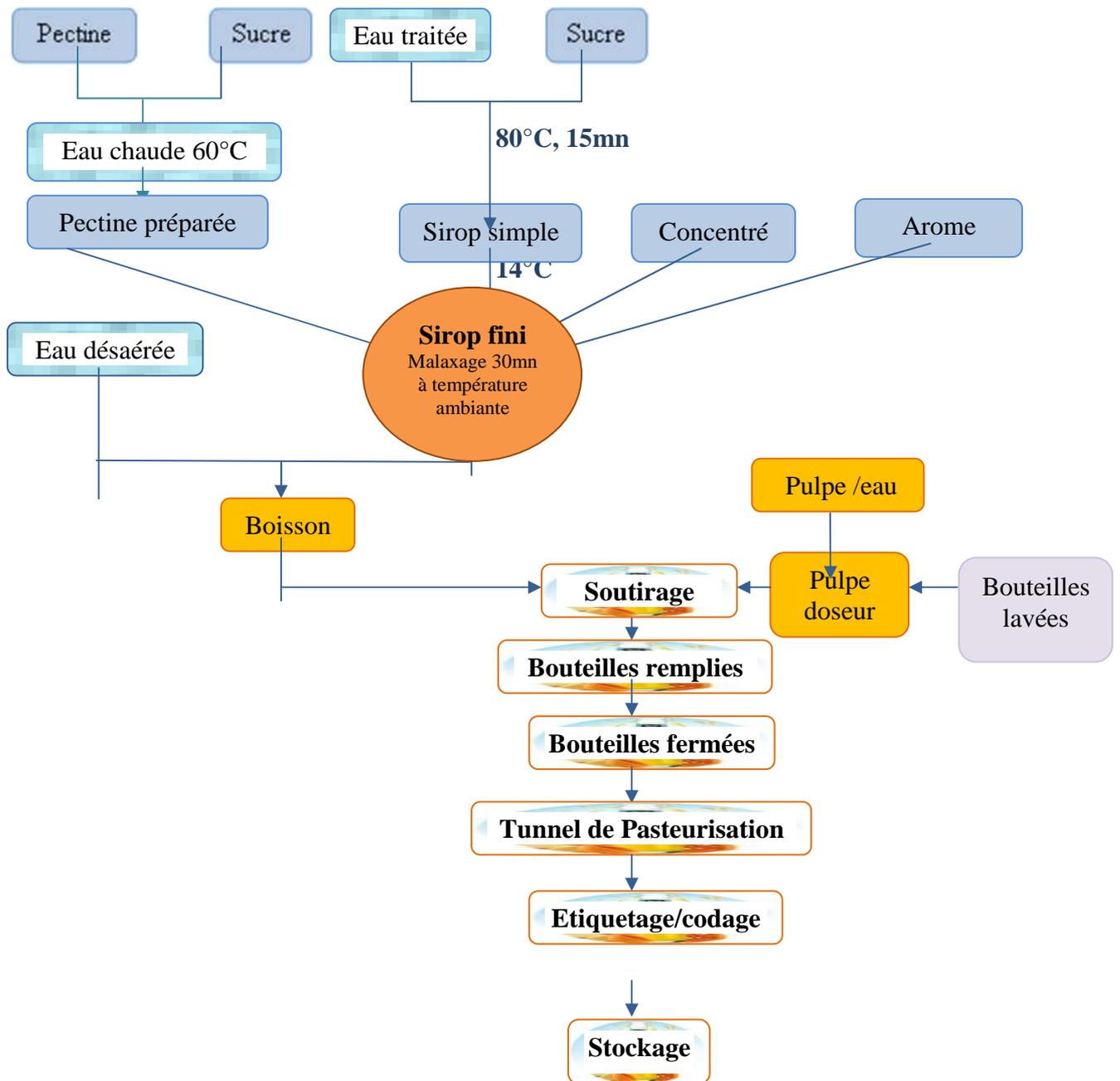


Figure 8: Diagramme résumant les étapes du procès de fabrication de la boisson *Minute Maid Pulpy*

3 Essai de formulation d'une boisson orange enrichie en lactosérum :

Dans une première partie l'objectif est d'étudier le comportement du lactosérum vis-à-vis des jus d'agrumes, cette partie comprend trois étapes :

- Préparation du jus de fruits.
- Incorporation du lactosérum dans le jus.
- Etude du comportement du lactosérum.

Matériel végétal utilisé

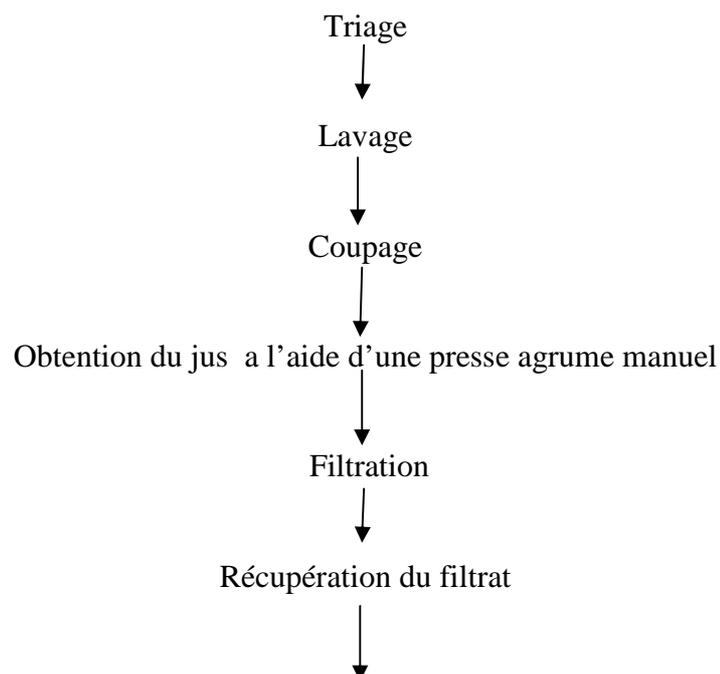
- Les fruits utilisés sont : l'orange de variété *Valencia late*, l'orange sanguine, et le citron

Lors de nos essais préliminaires nous avons retenus les variétés d'agrumes suivantes : orange *Valencia late*, orange sanguine, et le citron. le jus d'agrumes s'associe très bien avec le lactosérum et masque bien son arrière goût lactée, en outre l'acidité du jus participe à réduire le problème des précipitations des protéines. (Rolland, 1999)

- Le lactosérum en poudre provient d'une entreprise agro-alimentaire privée (voir Annexe).

Préparation du jus

La préparation comprend les étapes suivantes



Mise en bouteille du filtrat puis conservation à une température entre 4C° et 6C°

3.1 Incorporation du lactosérum dans le jus

La poudre de lactosérum a été reconstituée et mélangée avec les jus de fruits obtenus de deux variétés : l'orange valencienne et l'orange sanguine.

Nous avons également réalisé des essais à titre de comparaison au cours desquels nous avons procédé à une reconstitution du lactosérum sans utiliser les jus mais uniquement avec de l'eau.

Au cours de notre expérimentation nous avons observé deux aspects: l'effet de la concentration du lactosérum sur le jus obtenu et l'effet de la teneur en jus sur la précipitation du lactosérum.

Pour cela nous avons réalisé des solutions de concentration différente de lactosérum (5, 10, 15 et 20g/l) et chaque solution a été incorporée dans différentes teneurs en jus dilués (60, 40, et 20%). (Figure 9)

Solutions à concentrations différentes en lactosérum

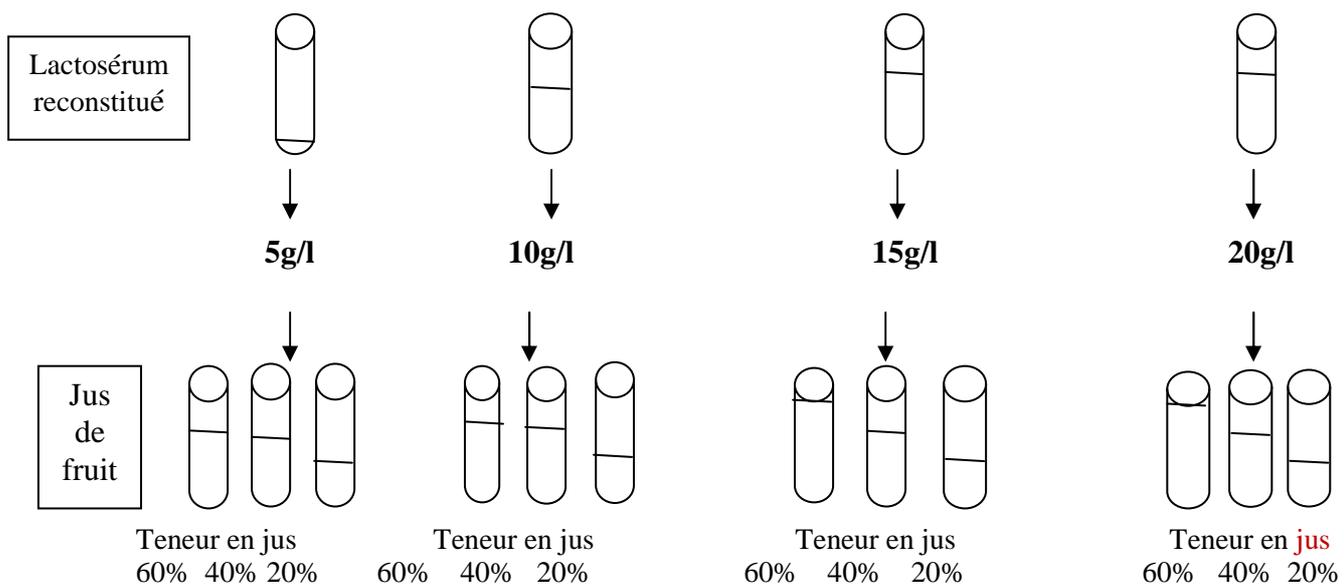


Figure 9 incorporation des solution a différentes concentration de lactosérum dans le jus

Nous avons également élaboré une boisson dont le pH est proche de 3, par l'utilisation d'un mélange citron orange sanguine (teneur en jus de 20%)

Elle comprend :

2/3 Citron et 2 /3 Orange Valencienne

Afin de mieux cerner le phénomène de précipitation, nous avons réalisé plusieurs tests qui en une reconstitution à 5g/l de lactosérum, avec de l'eau et à des pH différents allant de 2,5 à 6,5.

3.2 Utilisation des stabilisant

Nous avons également réalisé des tests en utilisant des stabilisants qui sont : la pectine et l'amidon modifié. Les essais ont été effectués et réalisés dans des bouteilles en verre de 250 ml, dans lesquelles 5g de lactosérum ont été additionnés de 2g acide citrique et 1,5 g de stabilisant (pectine ou amidon modifié), avec un mélange en jus de 20 et 40% (2/3 citron et 1/3 orange sanguine).

3.3 Préparation de la boisson

Puis dans une deuxième nous avons procédé à la fabrication de la boisson au niveau du laboratoire recherche et développement de l'unité **FRUITAL Coca Cola**.

3.3.1 Matières Premières :

Les boissons vont être fabriquées à partir des matières premières suivantes :

Concentré d'orange

Eau traité

Stabilisant : il s'agit de l'amidon modifié (E 1442) (voir annexe)

Lactosérum : Le lactosérum utilisé est une poudre douce déminéralisé (40%), contrairement au lactosérum brut le lactosérum en poudre est très stable du point de vue microbiologique, technologique, et organoleptique, en effet la poudre peut se conserver beaucoup plus longtemps jusqu'à 2 ans voir plus et elle est facile à transporter, très maniable et ne nécessite pas d'installations particulières pour son stockage.

Par ailleurs le choix du lactosérum doux au lieu du lactosérum acide se justifie par le fait que ce dernier présente des teneurs plus faibles en protéine et en lactose et son prix de revient est élevé. (**Kosikowski, 1977**). En outre, et connaissant la richesse de ce produit en minéraux nous avons opté pour le lactosérum partiellement déminéralisé à

40%. Ce choix permet de disposer d'une quantité appréciable en calcium et phosphore tout en diminuant la charge en chlore et sodium et par conséquent diminué le gout salé

3.3.2 Préparation de la boisson

La préparation de la boisson s'effectue en plusieurs étapes :

3.3.2.1 Préparation de la solution de stabilisant

La solution de stabilisant a 1% est préparée en pesant 10g du stabilisant a laquelle on ajoute le triple de ce poids en sucre 30g et cela pour augmenter la solubilité du stabilisant.

960 g d'eau traitée et chauffée a 80°C sont additionnés au mélange (stabilisant+sucre) une agitation est nécessaire pour obtenir une solution homogène transparente, qu'il faut refroidir a une température de 4 - 6°C

3.3.2.2 Formulation de la boisson

En générale les boissons à base de fruits ont une teneur qui varie entre 10 et 49%. (Vierling, 1999). Au cours de nos essais nous avons opté pour des teneurs en jus de fruit de 15% minimum. Ces teneurs satisfont à la fois la Législation Algérienne, le consommateur en lui offrant une boisson de bonne qualité d'un point de vu organoleptique et nutritionnel avec un cout de production raisonnable.

Nous avons procédé à la formulation d'une boisson lactée : (figure 10)

-Boisson orange *Minute Maid Pulpy*+ le lactosérum.

- la concentration du lactosérum est de 15g /l en effet des essais préliminaires ont montré qu'a des teneurs plus importante la boisson est plus visqueuse et que le gout des agrumes est masquée par le gout du lactoserum.

- la teneur en sucre et en acide citrique varie selon le concentré

La préparation de la boisson s'effectue selon les étapes suivantes : (Figure 10)

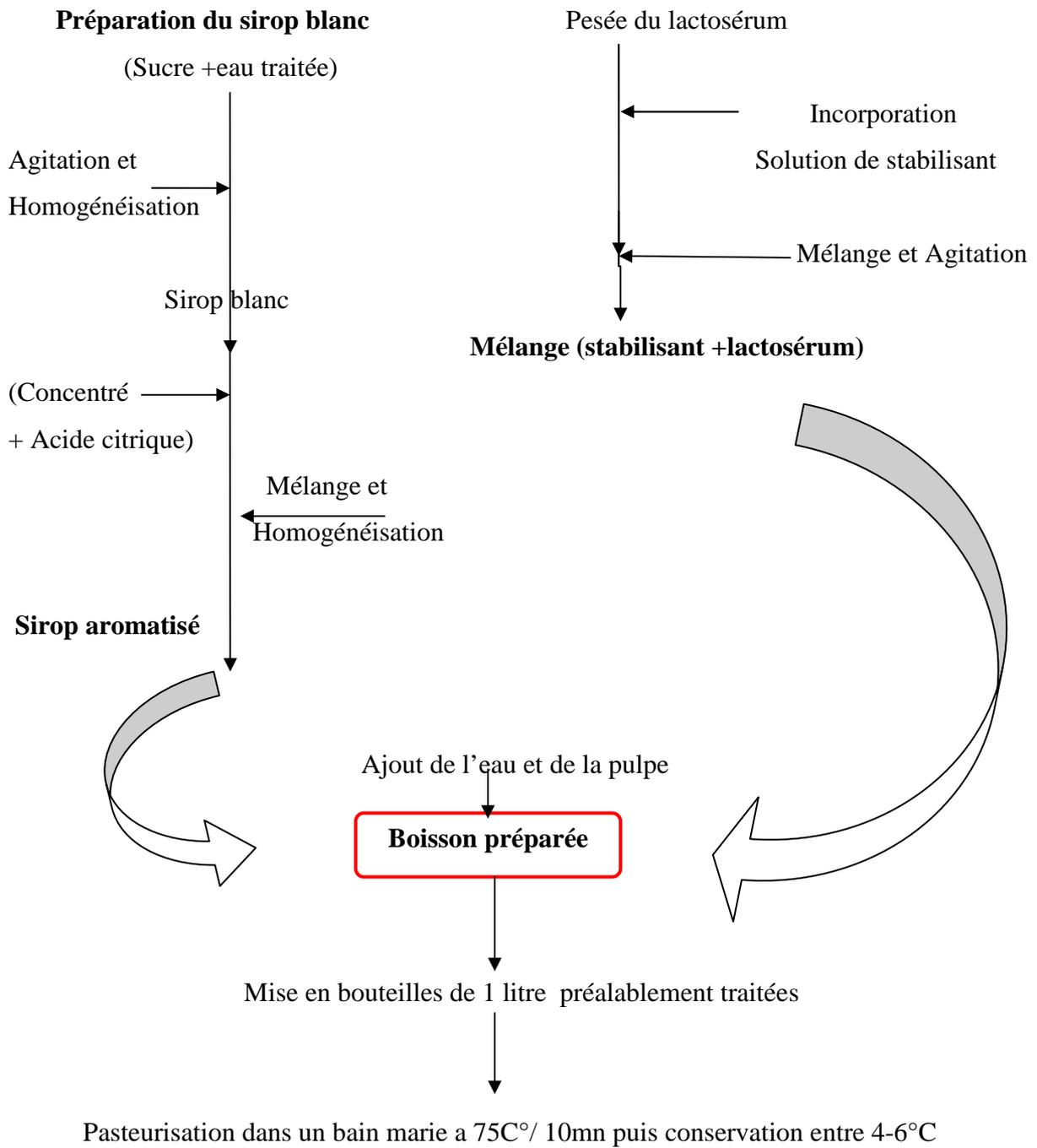


Figure 10: étapes de la préparation de la boisson

4 Analyse sensorielle

Le test de dégustation a été réalisé au niveau de l'organisme d'accueil l'unité Fruitall Coca Cola, qui dispose d'un panel d'expert de dégustation composé de l'équipe du laboratoire ; soient un avis importants pour le choix d'une boisson qui sera la mieux adaptée aux exigences du consommateur.

4.1 Principe du test

Le dégustateur est invité à écrire ces impressions sensorielles des boissons, en répondant à un questionnaire préalablement établi (Robert, 1985). (Annexe 02)

4.2 Mode opératoire

Pour le bon déroulement de la dégustation, nous avons appliqué les recommandations de Sauvageot (1982), sachant que la valeur des résultats obtenus est directement liée à la méthode suivie pour la dégustation. Certaines précautions s'avèrent nécessaires avant d'entamer le test de qualité organoleptique.

4.3 Condition de réalisation de test

La salle de dégustation doit avoir un accès facile, éloignée du bruit, un éclairage suffisant et une température convenable.

4.4 L'échantillon

La température, l'aspect et la couleur des différents échantillons doivent être identiques, leur présentation est faite dans des gobelets transparents propres. Les quantités servies sont suffisantes pour leur permettre de déguster autant de fois qu'ils le désirent avec la possibilité de se rincer la bouche avec de l'eau à chaque dégustation.

4.5 Jury de dégustation

Le choix des dégustateurs répond à des critères que nous avons tentés de respecter. Celui ci ne doit pas avoir faim, ni soif, ni être malade. Il ne doit pas consommer des aliments à parfum fort (café) ; ne doit pas fumer avant et pendant la dégustation.

5 Analyse physico-chimique

La boisson retenue après le test de dégustation a été soumise à différents tests physicochimiques et microbiologiques.

5.1 Détermination de l'extrait sec soluble ou degré Brix

On entend par résidu sec soluble la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé, dans des conditions déterminées de préparation et de température. Cette concentration est exprimée en pourcentage de masse ou en degré Brix.

Principe

Mesure, à une température de 20 °C, de l'indice de réfraction de l'échantillon préparé, et la conversion de cet indice en résidu sec soluble.

Mode opératoire

Le brix est déterminé à l'aide d'un densitomètre électronique de type DMA (ANTAN PAAR model : 500).

L'échantillon analysé est préalablement désaéré à l'aide d'une pompe à vide, ensuite injecté dans le tube en U de l'appareil le résultat est obtenu par lecture directe sur l'écran.

5.2 Mesure du pH (AFNOR ; NF 05-108,1986) :

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre.

5.3 La détermination de l'acidité titrable (KORE Coca Cola 2010)

L'acidité titrable représente la somme des acides minéraux et organiques libres présents dans le produit analysé.

Principe

Le titrage potentiométrique s'effectue à l'aide d'une solution de NaOH (0,1N)

Mode opératoire

Peser 20g du jus+ 20ml d'eau distillée. A l'aide d'une burette, verser la solution de NaOH à 0,1N, en opérant rapidement jusqu'à un pH de 7 environ, puis lentement jusqu'à un pH de 8,1.

Expression des résultats

L'acidité titrable exprimée en pourcentage est exprimé par la formule suivante :

$$\text{Acidité totale} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times 0.1 \times 0.06404 \times 100}{20}$$

V_{NaOH} = le volume titré

0.1 = concentration de NaOH (N)

0.06404 = le coefficient D'acidité correspondant a l'acide citrique

20 = la prise d'essai (g)

5.4 Détermination de la densité relative à 20° C :

La densité d'un corps correspond au rapport de sa masse spécifique à celle de l'eau pure mesurée dans les mêmes conditions et à température égale à 20° C, elle est équivalente au poids en kg d'un litre de l'échantillon à analyser.

La densité est déterminé a l'aide d'un density meter électronique de type DMA (PAAR model : 500).

Mode opératoire :

A l'aide d'une seringue une quantité de l'échantillon préalablement désaérée par une pompe à vide est injecté dans le tube en U de l'appareil.

Le résultat est obtenu par lecture directe dans l'écran de l'appareil.

5.5 La détermination de la teneur en pulpe (pulposité) (KORE Coca Cola 2010)**Mode opératoire**

-séparer la pulpe de la boisson a l'aide d'un tamis préalablement pesé et taré puis procéder a une agitation pendant 2 mn afin d'éliminer tout le jus.

-peser le poids de la pulpe et prélever le volume de la boisson dans une burette graduée.

Expression des résultats

La teneur en pulpe exprimé en pourcentage est obtenue par la formule suivante :

$$\% \text{ en pulpe} = P/V * 100$$

5.6 Détermination de l'indice de formol (FIPJF, 1984).(NFV76-102)

Principe

L'addition de formaldéhyde libère un ion H⁺ par molécule d'acide aminé. Le titrage s'effectue potentiométriquement à l'aide de la solution d'hydroxyde de sodium.

Appareillage et réactifs

- . pH-mètre électrique
- . Solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, 0,25 N
- . Solution de formaldéhyde : solution aqueuse de formaldéhyde pur (minimum 35%) dont le PH est porté exactement à pH 8,1
- . Eau oxygénée

Mode opératoire

A/ Remarques préliminaires :

- . N'utiliser qu'une solution d'hydroxyde de sodium 0,25 N,
- . Contrôler l'étalonnage pH-mètre ;
- . Contrôler le pH de la solution de formaldéhyde (pH8,1) ;
- . Contrôler le titre de la solution d'hydroxyde de sodium 0,25 N.

B/Titrage :

Introduire 25 ml d'échantillon dans un bêcher, neutraliser à pH 8,1 avec la solution d'hydroxyde de sodium 0,25 N et à l'aide du pH-mètre. Ajouter ensuite 10 ml de solution de formaldéhyde préparée comme indiquée ci-dessus et mélanger. Après avoir laissé reposer pendant une minute environ, titrer la solution à pH 8,1 avec la solution d'hydroxyde de sodium 0,25 N, répéter l'opération en utilisant 15 ml au lieu de 10 ml de la

solution de formaldéhyde. Si l'échantillon contient de l'acide sulfureux, ajouter quelques gouttes d'eau oxygénée avec de le neutraliser.

C /Calculs :

La quantité d'hydroxyde de sodium utilisé lors du titrage, exprimée en ml de solution d'hydroxyde de sodium 0,1 N , est égale à l'indice de formol de l'échantillon analysé.

L'indice de formol (IF) est égal à :

$$IF = V \times \frac{100}{V_0} \times 2.5$$

5.7 Dosage du β -carotène :

Le dosage du B-carotène est réalisé par la méthode décrite par **Food Chemical Codex (1996)**.

Mode opératoire

Solution A :

50 ml de la boisson sont versés dans une fiole de 100 ml, dissoudre avec 10 ml de chloroforme sans acide, diluer immédiatement jusqu'au trait de jauge avec du cyclohexane et mélanger. 5 ml de la solution ainsi préparée sont versés dans une seconde fiole de 100 ml et dilués jusqu'au traits de jauge avec du cyclohexane et homogénéiser.

Solution B :

Dans une fiole de 50 ml, introduire 5 ml de la solution A, diluer jusqu'au traits de jauge avec du cyclohexane.

Déterminer l'absorbance de la solution B à l'aide d'un spectrophotomètre, à une longueur d'onde de 455 nm, e, utilisant le cyclohexane comme référence.

Expression des résultats

La teneur en B-carotène est donnée par la formule suivante :

$$T = 200.000 \times A / 250$$

Avec :

- . T : Teneur en B-carotène (C40 H56). (Mg)
- . A : Absorbance de la solution.
- 250 : Potentiel d'absorbance de B-carotène pur

5.8 Détermination des cendres :

Les Cendres d'un jus de fruit ou d'un jus de légume : conventionnellement produit obtenu après incinération de la matière sèche dans les conditions.

Principe

Evaporation à sec d'une quantité connue du produit par incinération à $525\text{ C}^\circ = 25^\circ\text{ C}$ en présence d'huile végétale pour éviter la formation de mousse

Mode opératoire

- . Rendre l'échantillon bien homogène
- . Peser à 1 mg près environ 25g d'échantillon pour essai ou prélever à l'aide de la pipette 25 ml d'échantillon et les introduit en capsule, puis passage au four à moufle $525\text{ C}^\circ = 25^\circ$ et refroidissement dans le dessiccateur
- . Pré incinération : ajouter quelques gouttes d'huiles végétales et chauffer lentement de façon à brûler la majeure partie du résidu sec.
- . Incinération : placer alors la capsule du four. La laisser refroidir à l'air, humidifier les cendres à maintenir 1 h, sortir la capsule du four. La laisser refroidir à l'air, humidifier les cendres à l'aide d'eau distillée et remettre dans le four.
- . Répéter plusieurs fois l'opération jusqu'à l'obtention d'un résidu blanc ou grisâtre Exempte de particules de charbon.
- . Sortir la capsule et la laisser refroidir jusqu'à T° ambiante dans le dessiccateur puis peser à 0.1mg près.

Expression des résultats

Les cendres exprimés en gramme par litre et sont calculées par :

$$\frac{1000}{V_0} \times (m_2 - m_1)$$

V_0 : Le volume, en millilitre, de la prise d'essai

m_1 : la masse en grammes de la capsule vide

m_2 : la masse, en grammes, de la capsule après incinération

5.9 Dosage des sucres réducteurs par la liqueur de FEHLING

Principe

Il s'agit d'utiliser la réaction des sucres réducteurs avec la liqueur de Fehling pour évaluer la concentration en sucre d'une solution.

Les ions Cu^{2+} contenus dans la liqueur de Fehling, responsables de la couleur bleue, sont transformés en ion Cu^+ par le sucre réducteur. Ces ions s'associent avec l'oxygène pour former de l'oxyde de cuivre (Cu_2O) qui donne un précipité rouge brique. la liqueur de Fehling se décolore progressivement. Le dosage est terminé dès la disparition de la couleur bleue.

Mode opératoire

- prendre 200 ml de jus, ajouter 3g de carbonate de sodium.
- dans une fiole de 500 ml, additionner au jus des petites quantités d'acétate de plomb 10% tout en agitant jusqu'à l'apparition d'un précipité qui se dépose au fond de la fiole.
- ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
- procéder à la filtration.
- additionner au filtrat une petite quantité d'oxalate de potassium.
- filtrer la solution.

5.10 Détermination de la teneur en lactose

La méthode utilisée est celle de **Bulgolt** (Anonyme, in Kaidali A., 1990).

La préparation de l'échantillon consiste à verser dans une éprouvette de 250 ml, 100 ml de lactosérum qu'on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de Jauge (c'est-à-dire 150 ml d'eau).

La préparation du filtrat consiste à verser 25 ml d'échantillon dans une fiole de capacité de 500 ml puis on ajoute Fehling « A » et 4 ml de soude N on mélange et on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de Jauge. On laisse au repos pendant 30 mn et finalement on procède au filtrage dans une fiole à capacité de 250 ml

Essai à blanc :

Dans une fiole (250 ml), on verse 25 ml de solution d'iode N/10. On ajoute lentement 37,7 ml de solution de soude N/10 en agitant la fiole, puis on ferme la fiole avec un bouchon, et on laisse au repos à l'ombre pendant 20 mn.

Par la suite, on ajoute 8ml d'acide chlorhydrique (solution à 0,5N) et nous procédons au titrage avec la solution de thiosulfate de sodium $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (N/10) en présence de l'indicateur d'amidon (1ml). Nous arrêtons le titrage au moment du changement de la couleur bleue en rose pâle.

En ce qui concerne le dosage du lactose, nous procédons de la même manière que pour l'essai à blanc mais en ajoutant 25 ml du filtrat préparé précédemment.

La teneur en lactose est calculée par la formule suivante :

$$(a - b) \times 3,602 = \% \text{ (p. cent)}$$

Où

a : quantité en ml de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour la neutralisation de l'essai à blanc

b : même quantité pour l'échantillon à doser

5.11 Dosage de la matière azotée totale (METHODE DE KJELDAHL) (AFNOR 1996, NORME NF V04-211) :**Minéralisation**

Elle consiste à transformer toutes les structures organiques contenant de l'azote en azote minéral par voie humide. Le mode opératoire consiste à ajouter à 5ml de lactosérum dans un matras 15 à 20ml d'acide sulfurique et 5 à 6g de catalyseur. Agiter. Chauffer légèrement le matras. Lorsque l'eau s'est évaporée, augmenter le chauffage jusqu'à douce ébullition du mélange acide. Agiter de temps en temps, en ramenant dans le fond du matras les parcelles de substances qui adhèrent aux parois. Lorsque le liquide est devenu limpide, poursuivre le chauffage durant 30 minutes et laisser refroidir.

Distillation et dosage de l'ammoniac

Après refroidissement, le minéralisât est récupéré avec précaution dans une fiole de 100ml avec l'eau distillée. Transvaser 20ml du minéralisât dilué dans un matras additionné de 20ml de lessive de soude à 33% plus 80ml d'eau distillée.

Placer le matras dans le dispositif de distillation ; Placer l'allonge qui termine le dispositif dans un bêcher de 200ml contenant 20ml d'acide borique à 4%.

5.12 Dosage des minéraux : (AFNOR, 1996)

a/ Préparation des solutions étalons

Solution étalon de chlorure de sodium à 1 g de Na⁺/l

- . 2,542 g de NaCl
- . Eau bi distillée : 1000 ml.

Solution étalon de chlorure de potassium à 1 g de K⁺/l

- . 1,907g de KCl
- . Eau bi-distillée : 1000 ml

Solution étalon de carbonate de calcium (CaCO₃) à 1 g de Ca⁺⁺/l

- . 2,4972 g de carbonate de calcium ;
- . 15 ml d'acide chlorhydrique ;
- . Eau bi-distillée qsp 1000 ml

b/Méthode de dosage (AFNOR V 76-112, 1996) :

Principe : Pulvérisation de la solution à doser par un dispositif convenable au sein d'une flamme homogène et constante, et lecture des déviations aux longueurs d'ondes des raies d'émission :

- . À 589.0nm dans le cas de sodium
- . À 766.5nm dans le cas du potassium
- . À 426nm dans le cas de calcium

Mode opératoire

- . Rendre l'échantillon bien homogène et filtrer.
- . Prélever un volume v du filtrat de l'échantillon pour essai, de telle manière que la concentration escomptée de l'échantillon se situe dans le domaine de linéarité de la réponse de l'appareil utilisé.

Expression des résultats sont déterminés à partir des courbes d'étalonnages

5.13 Dosage de l'acide ascorbique :

Le dosage de la vitamine C'est déterminé par méthode iodométrique décrite par (Cachau D., 2005).

Principe

Il est basé sur l'oxydation de l'acide ascorbique par l'iode en milieu acide

Mode opératoire

A 50 ml d'échantillon sont ajoutés 3 ml de H_2SO_4 0 (1/10) (v/v) et quelques gouttes d'empois d'amidon 0,5% utilisé comme indicateur coloré.

Le mélange ainsi obtenu est mis dans un erlenmeyer puis titré par une solution d'iode N/20.

Expression des résultats

La teneur en acide ascorbique contenue dans un litre de produit est donnée par la formule suivante :

$$N \times 20 \times 4.4 \text{ mg d'acide ascorbique / l}$$

V : volume d'iode (ml) utilisé pour le titrage

Coefficient de l'acide ascorbique

5.14 Dosage des sucres totaux par la méthode Dubois**Principe**

La méthode de **Dubois et al., (1956)** permet de doser les oses et les hexoses en utilisant le phénol et l'acide sulfurique concentré.

En présence de ces deux réactifs, les oses donnent une couleur jaune-orange dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des glucides. La densité optique (DO) est déterminée à une longueur d'onde de 490 nm.

Mode opératoire

- peser 10 g de l'échantillon dans un bêcher de 500ml et additionner 400 ml d'eau distillée et 3 g de carbonate de sodium pour neutraliser l'acidité.
- porter à l'ébullition tout en agitant pendant 30 minutes, après ébullition, transvaser la solution dans une fiole de 1L.
- additionner à l'extrait des petites quantités d'acétate de plomb à 10% tout en agitant jusqu'à l'apparition d'un précipité qui se dépose au fond de la fiole, ajouter ensuite l'eau distillée dans la fiole jusqu'au trait de jauge.
- procéder à la filtration.
- additionner au filtrat une petite quantité d'oxalate de potassium pour précipiter l'acétate de plomb de la solution.
- filtrer la solution pour éliminer le plomb précipité.
- préparer une solution de 10% de cet échantillon à doser en ajoutant 50ml d'eau distillée dans 5ml de filtrat.
- à partir de la solution de 10%, prendre 1ml et faire introduire dans un tube à essai ,ajouter ensuite 1ml de solution de phénol à 5% et agiter soigneusement, puis ajouter rapidement 5ml d'acide sulfurique concentré.
- après agitation rapide à l'aide du vortex, laisser refroidir à obscurité pendant 30 minutes, puis lire la DO à une longueur d'onde de 490nm.

Préparation de la gamme étalon

- dissoudre 100 mg de glucose dans 100ml d'eau distillée.
- prendre de la solution précédente 4ml et compléter à 50 ml.
- préparer une série de tubes à essai dans lesquels on verse 0,1 ml,.....0,9ml à partir de la solution fille (4 /50).
- compléter les volumes à 1ml avec de l'eau distillée.
- ajouter 1ml de phénol à 5% à tous les tubes à essai, et agiter soigneusement.
- verser rapidement 5ml de l'acide sulfurique dans chaque tube, puis agiter rapidement avec le vortex.
- laisser refroidir à la température de la salle pendant 30minutes puis lire la DO à 490 nm.

6 Analyse microbiologique

6.1 Recherche microbiologique par méthode de filtration

Principe :

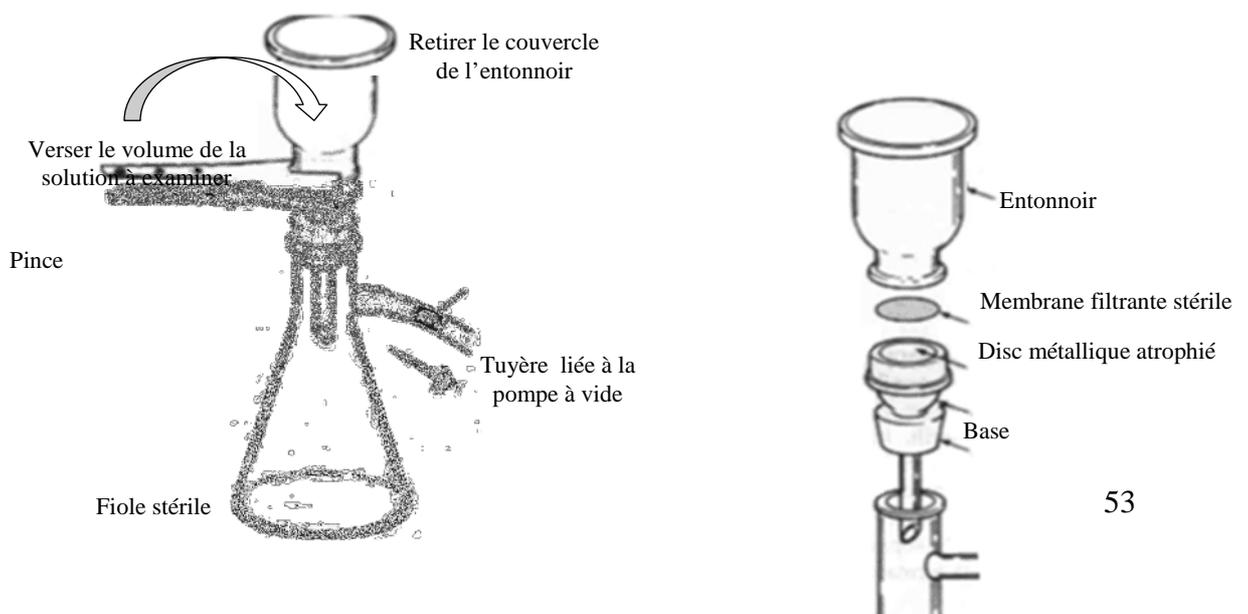
Tous les tests ont été effectués selon le guide Manuel KORE Coca Cola juin 2010. Cette méthode consiste à filtrer la boisson orange à travers une membrane filtrante de 1.2µm, à l'aide d'une rampe liée à une pompe à vide. Les microorganismes présents sont retenus sur la surface de la membrane, cette dernière est retirée avec une pince préalablement flambée puis déposée sur le milieu de culture spécifique à chaque germe préalablement coulé dans des boîtes de pétri puis les incubées dans des étuves (BINDER ; 07-28821 à 35°C pour les germes totaux et coliformes) et (MEMMERT ; NA à 25°C pour levures et moisissures). BINDER 78 821,00 à 45°C pour les TAB Cette manipulation est réalisée sous une hotte microbiologique.

Mode Opérateur

Pour toutes les analyses microbiologiques effectuées au laboratoire de Fruitall Coca-Cola, on réalise l'ensemencement d'après les étapes suivantes :

- Stériliser le matériel de la rampe puis le placer à l'intérieur de la hotte microbiologique.
- Placer aseptiquement les membranes filtrantes 1.2 µm millipore dans la rampe de filtration.
- Filtrer le volume approprié de l'échantillon sur la membrane stérile 1.2µm à l'aide de la rampe liée à une pompe à vide.
- Retirer la membrane avec une pince préalablement flambée et la déposer sur le milieu de culture coulé dans les boîtes pétri.

Coulé dans les boîtes pétri.



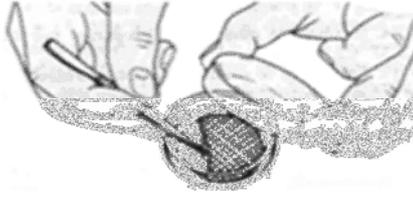


Figure 11: Les étapes de la recherche microbiologique par la méthode de filtration

6.2 Techniques de recherche et dénombrement des différents germes

6.3 La recherche microflore aérobie mésophile totale :

Ce sont les microorganismes aptes à donner naissance à des colonies visibles après trois jours à $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. (Anonyme, 1980)

Principe

Le dénombrement de la flore mésophile totale se fait par méthode de filtration sur le milieu TRYPTONE GLUCOEXRAKT – AGAR de culture incubé pendant 72 heures à $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

6.3.1 Recherche des levures et moisissure :

6.3.1.1 Les levures :

Ce sont les microorganismes aptes à donner naissance à des colonies visibles après trois jours à 30°C sur gélose pour dénombrement. (Anonyme, 1980).

Les levures et moisissures sont généralement la cause principale des altérations des boissons non alcoolisées.

Cette flore est capable de se développer dans un milieu acide et au froid, leur croissance est moins rapide que celle des bactéries mais très peu exigeante en éléments nutritifs, ce sont des agents de dégradation des matières premières et des produits alimentaires provoquant ainsi des changements indésirables de leurs goûts, leurs textures et de leurs couleurs.

Principe :

Le dénombrement des levures et moisissure se fait par méthode de filtration sur le milieu de culture **M-green L&M schaufus-pottinger** incubé pendant 120 heures à $25\text{C}^{\circ}\pm 2$

6.3.2 Dénombrement des germes Acidophile et Thermophile TAB :

Les Thermophiles, acidophile bactéries (TAB), appartenant au genre *Alicyclobacillus*, sont de plus en plus préoccupante pour les producteurs de produits intermédiaires d'aliments et de boissons telles que des sirops, des arômes et des colorants. Il a été démontré que ces microorganismes résistent à des conditions de pasteurisation de 95C° pendant 2 minutes dans le jus de pomme (Komitopoulou et al., 1999), ces bactéries peuvent aussi survivre dans une gamme de Ph entre 2.5 et 6 (Yamazaki et al., 1996 ; Jensen, 1999 ; Silvia et al., 1999) et à des températures entre 20 et 60C° (Yamazaki et al., 1996 ; Jensen, 1999) Leur présence peut aussi conduire à des saveurs désagréables, ou d'odeurs désagréables, notamment en convertissant la vanilline à guaiacol, qui se traduit par un goût fumé ou phénolique.

Principe :

Le dénombrement des TAB se fait par méthode de filtration sur milieu **TAB Agar..** Incubé pendant 120 heures à une température de $45\text{C}^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$.

6.3.3 Dénombrement des coliformes totaux :

Généralement considéré comme Indice de salubrité et de la qualité générale d'un produit alimentaire, ils regroupent l'ensemble de microorganismes capable de se développer à température variant entre $25-40^{\circ}\text{C}$.

Principe :

Le dénombrement des coliformes totaux se fait par méthode de filtration sur milieu M-Endou (milieu gélosé).

6.3.4 Recherche et dénombrement des Leuconostoc :

Tableau 11 : Recherche et dénombrement des Leuconostoc

Principe	
Mode opératoire	Hyper Saccharose
	<p>1ml de la solution mère et de chaque dilution décimale : 10⁻¹, 10⁻² et 10⁻³ est introduit aseptiquement dans une boîte de Petri</p> <p>-Nous complétons ensuite avec 19 ml de gélose hyper saccharosé préalablement fondue puis refroidie à 45°C</p> <p>-Nous homogénéisons l'inoculum par des mouvements circulaires en forme de huit et de va et vient.</p>
Incubation	L'incubation se fait à 30°C pendant 48 heures
Expression du résultat	<p>-Le dénombrement se fera pour les boîtes contenant plus de 30 colonies et moins de 300.</p> <p>-Le nombre N des leuconostoc par ml du lactosérum est évalué par la formule suivante :</p> $N = \frac{\sum C}{1,1 \times d}$ <p>$\sum C$: somme des colonies comptées dans deux boîtes de dilution successives</p> <p>D : le taux de dilution correspondant à la première dilution.</p>

6.4 Etude de la stabilité de la boisson au cours de stockage :

Le test de stabilité sert à définir le comportement physicochimique et microbiologique et à confirmer la stabilité de la boisson dans des conditions climatiques différentes dont le facteur le plus important est la température. Pour garantir au consommateur une meilleure qualité hygiénique, selon la législation en vigueur, tout nouveau produit sur le marché doit être soumis, au préalable à un test de stabilité dont les différentes épreuves sont détaillées dans le journal officiel de la République Algérienne (JORA) n°38 de l'année 1998.

Epreuve de stabilité :

Les boissons obtenues subissent trois tests :

- Etuvage des boissons à 45°C durant 3 jours.
- Etuvage des boissons à 21°C pendant 7 jours.
- Boisson exposées à la lumière, à température ambiante pendant 2 mois.

Après la fin de l'incubation procéder comme suit :

- **Test de stabilité physicochimique** : dans lequel sont mesurés le pH, et le degré Brix
- **Test de stabilité microbiologique** : Les germes totaux, coliformes fécaux, TAB
- **Test de stabilité sensorielle** : la stabilité des paramètres organoleptiques de la boisson est l'un des critères de la bonne qualité technologique, elle dépend de la couleur, du goût et de l'odeur de la boisson.

Interprétation du test de stabilité et conclusion :

Le produit est considéré stable si :

- les résultats d'analyse microbiologiques sont satisfaisants selon l'arrêté du 24/01/98 paru dans le JORA n°35.
- Absence de défaut apparent notamment le bombage
- La variation du pH, entre les unités d'échantillonnages étuvées et les unités D'échantillonnages témoins mis à la température ambiante pendant les périodes Retenues, ne devra pas dépasser 0,5 unités.
- Absence de la variation de la flore microbienne du point de vue qualitatif et du point de vue quantitatif, le facteur R est inférieur à 100 ($R < 100$), par rapport aux témoins.

Le facteur $R = n/n_0$ où n_0 ; est le nombre moyen de germes pour l'unité témoin.

n : est le nombre moyen de germes pour l'unité incubé.

7 Analyse statistique

Décider si certains produits sont adaptés à d'autres, implique l'usage de tests statistiques adaptés. Une procédure classique consiste à faire déguster un produit par des juges et à demander aux juges de classer par ordre de préférence les produits. On effectue alors pour chaque produit, la somme de rangs que lui ont attribués les juges. Le test de Kramer et basé

sur ces sommes de rangs. On utilise ce test pour les analyses statistique de nos résultats de dégustations obtenu

Chapitre III : Résultats et discussions

1 Essai de formulation de la boisson lactée :

1.1 Mélange lactosérum- jus de fruits

Rappelons que les concentrations utilisées lors des mélanges de lactosérum et de jus d'agrumes sont les suivantes : 5, 10, 15, 20 g/l pour le lactosérum et 20, 40 et 60% de teneur en jus de fruits. Ces premières tentatives ont permis de constater des précipitations pour toutes les concentrations réalisées. Par contre le fait de reconstituer les mêmes quantités de lactosérum avec de l'eau a aboutit à une solution limpide.

Nous avons donc suivi les précipitations du lactosérum en fonction du pH. Les résultats sont rapportés dans la représentation graphique suivante :

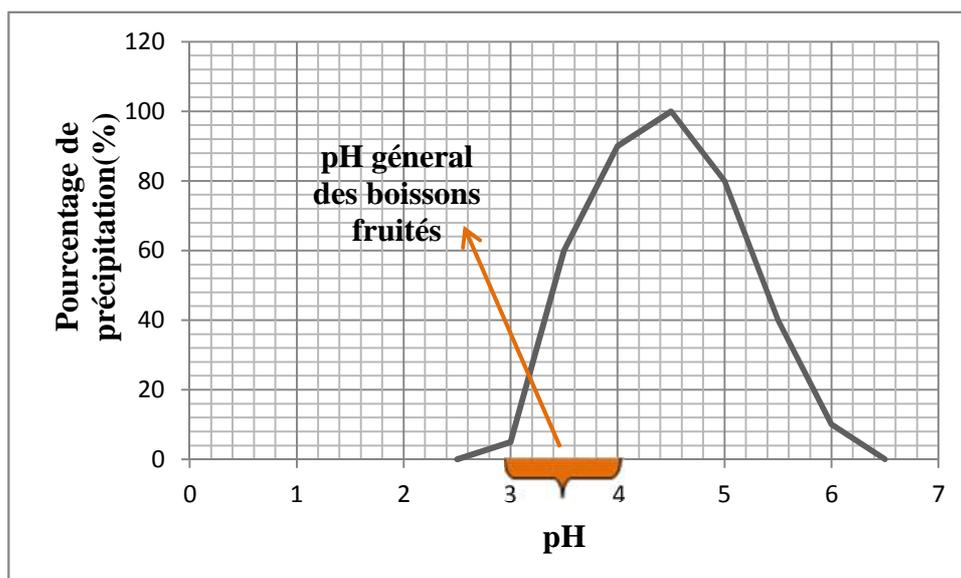


Figure 12: Comportement du lactosérum a différents pH (Aissiou, 2011)

Ces résultats montrent que l'acidité et par conséquent le pH, joue un rôle au niveau des précipitations observées. Dans le but de confirmer ce phénomène, nous avons tenté de déterminer les intervalles de pH pour lesquels nous observons ces précipitations ; celles-ci sont observées pour des pH allant de 3 à 5 sachant que les valeurs du pH des jus de fruits utilisés sont comprises entre 3,8 pour l'orange *Valencia* et 3,6 pour l'orange sanguine, valeurs pour lesquelles nous observons près de 70 % de précipité.

Nous avons également constaté que la précipitation est importante dans la zone de pH allant de 3,5 à 5, car cette zone s'approche de la zone de pHi des protéines sériques qui est de 3,8 à 4,5. Ces dernières changent de structure en fonction du pH et de la température.

En effet **Mulvihill** et **Donovan(1987)** montrent que les protéines sérique (la plus grande partie a savoir β -Lactoglobuline) se présentent sous la forme d'octamères dans la zone de son point isoélectrique (3.5-5.2), ce qui explique probablement la précipitation observé , par contre au delà du pH 5 et au dessous de pH 3,5 on pas constaté de précipitations ce ci est peut être du au fait que les protéines sériques sont sous forme de dimère dans cette zone de pH. Selon les mêmes auteurs les protéines sériques se présentent sous forme de dimères au pH du lait (pH 5.5-7.9)

Dés lors nous avons incorporé dans le mélange du jus de citron dans le but de diminuer le pH. Ce mélange comprend en volume 2/3 de jus de citron et 1/3 de jus d'orange sanguine (la teneur en jus dans le mélange est de 20%) Le pH final obtenu est de 3,09 : valeur pour laquelle nous n'observons pas de précipitation. Cependant elle réapparaît après pasteurisation à 75°C/10mn. Selon **Cheftel** et **Lorient (1982)** les protéines sériques, précipitent sous l'effet de la chaleur, à partir de 65°C les majeures parties de ces protéines se dénaturent.

Vignola, (2002) rapporte que La dénaturation thermique provoque l'agrégation et la précipitation dans la région des pH isoélectrique (4.4 à 5.3) zone ou nous avons observé le plus de précipitations

1.2 Utilisation des stabilisants

Nous avons également utilisés deux stabilisants lors de nos essais. Le premier est une pectine classique qui n'a eu aucun effet sur la précipitation de lactosérum. En effet dans les industries des boissons lactées on utilise généralement une pectine hautement méthylée (pectine HM) dont le taux de méthylation avoisine les 70%, et qui agit en protégeant les protéines du lait lors du chauffage en bas pH. Le second est un stabilisant dénommé le E1442 qui est un phosphate de diamidon hydroxypropylé ; il appartient à la famille des amidons modifiés. Il s'agit d'un amidon réticulé au trimétaphosphate de sodium ou à l'oxychlorure de phosphore et étherifié à l'oxyde de propylène (**DIRECTIVE 2008/84/CE DE LA COMMISSIO EUR LEX**). C'est un stabilisant fonctionnel unique développé spécifiquement pour la protection

des protéines lactières en pH acide, pour la fabrication de yaourts brassés et des boissons acidifiées à base de lait, et de jus lactés. Il prévient la précipitation des protéines et réduit leur tendance à l'agrégation lors du chauffage à bas pH. Il possède les mêmes caractéristiques que les pectines HM avec un prix de revient plus avantageux. Les résultats obtenus avec ce stabilisant sont très concluants puisque les boissons obtenues ne présentent aucun problème de précipitation, elles sont homogènes et limpides même après pasteurisation.

Le taux du stabilisant utilisé est de 1,5 g/l, selon (**Codex Alimentarius, 2010**) la teneur maximale est de 10g/l). Par ailleurs et pour des raisons pratiques nous avons procédé au mélange du lactosérum avec la solution de stabilisant pour permettre à cette dernière d'envelopper les protéines du lactosérum les protégeant ainsi de l'acidité de la boisson et du traitement thermique lors de la pasteurisation ; de plus nous avons opté pour une teneur de lactosérum en poudre de 15 g/l, car à des teneurs plus importantes le goût du fruit sera masqué et la boisson est trop visqueuse.

Le choix de la quantité du concentré de jus d'orange a été conforme à la formule pratiquée pour la préparation de la boisson *Minute Maid Pulpy* mais aussi en tenant compte des critères suivants :

- Le degré Brix doit être compris entre 11.80 et 12.05
- La teneur en fruit doit être assez importante pour masquer l'arrière goût du lactosérum.
- Le critère le plus important reste le coût du concentré, en effet la quantité utilisée doit être économiquement acceptable.

Compte tenu des critères précédents la teneur en jus de fruits de la boisson formulée est, de 15% minimum :

En générale les boissons à base de fruits ont une teneur en fruits allant de 10 et 49%. (**Vierling, 1999**). La teneur en jus de fruit de notre boisson varie entre 15 et 20%. Ces teneurs satisfont à la fois la Législation Algérienne et le consommateur en lui offrant une boisson de bonne qualité d'un point de vue organoleptique et nutritionnel avec un coût de production raisonnable.

2 Caractéristiques physico-chimiques

La boisson formulée a subi des analyses physico-chimiques, les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau 13.

Tableau 12: Caractéristiques physicochimiques des boissons formulées comparées avec la boisson Minut Maid Pulpy

Paramètre	Boisson orange	Boisson minute Maid Pulpy	Norme Kore Coca	Norme MSDA
Densité à 20°C	1.04806	1.04473	-	-
D° Brix	11.74	11.87	11.80 ± 0.5	-
pH	3.65	3.14	3 a 3.5	
Acidité titrable (g/100ml)	0.326	0.336	0.336 ± 0.5	
Acide ascorbique (mg/L)	189.2	246.6	20-400	20-400
B-carotène (µg/L)	970	90	-	
Sucre totaux (g/l)	109	107	-	
Sucres réducteurs (g/l)	22.8	20.72	-	
Pulposité (%)	2.89	2.95	3 ± 0.5	
Indice de formol	54	28	-	20
Cendre (g/l)	2.92	2.05		2.82-5.46
Phosphore (mg/l)	0.00125	0.0026	-	
Sodium (mg/l)	150.72	32		< 40
Calcium (mg/l)	390.76	320.8	-	
Potassium (mg/l)	242.58	190.5	-	1100-2200
Lactose (g/L)	11,88	0	-	-
Protéines (g/l)	2.7	0.1	-	-

2.1 pH

La valeurs moyennes des pH mesurées pour la boissons formulé est a 3.65 valeur qui dépasse la norme interne de l'unité Fruitall Coca Cola pour les boisson orange *Minute Maid Pulpy* comprise entre 3 et 3.50 ceci est probablement du a la présence du lactosérum dont le ph varie entre 6 et 6.6 , Cependant ce pH acide permet de préserver le produit contre d'éventuelles altérations microbiologiques .**Tuohy et al., 1988; Jelen, 1992)** montre qu'a des

pH inférieur à 3.8, les protéines de lactosérum seraient résistantes à la coagulation lors du traitement de pasteurisation .

2.2 Acidité

L'acidité correspond à la teneur en acides organiques et minérales contenus dans le jus. L'acidité de notre boisson est de 3.26g/l valeur qui se situe dans la norme interne de la compagnie qui est de 3.36 g/l +/-0.2%. L'acide citrique permet de renforcer le goût acide et influe sur les propriétés organoleptiques (flaveur, couleur et arôme), sur la stabilité et au niveau microbiologique. (Mato et al, 2005).

2.3 Le degré Brix

La propriété d'un jus sucré de dévier la lumière (réfraction) est utilisé pour estimer le pourcentage de matières sèches dans la boisson (Obal, 1996). Le pourcentage obtenu pour notre boisson 11.74 satisfait la norme interne par la compagnie Coca Cola qui varie entre 11.65 et 11.95.

2.4 Protéines

La teneur en protéines obtenu pour notre boisson est de 2.7g/l, elle est supérieure à celle contenu dans la boisson de référence *Minute Maid Pulpy* 0.1 g/l ceci est probablement dû à la présence du lactosérum.

En générale le taux de protéine des boissons aux fruits ne dépasse guère les 0,1 g/l (Brat et al., 2003). L'ajout de lactosérum dans notre boissons a permis d'augmenter ce taux d'au moins 20 fois. Cette teneur est relativement faible par rapport aux besoins journalier (environ 56g/j pour un adulte de 70 kg exerçant une activité moyenne (Apfelbaum M et al, 2005) mais elle reste comme même intéressante car ces protéines présentent une grande valeur biologique.

2.5 Vitamine C

Les teneurs moyennes en acide ascorbique de notre boisson sont assez importante 189.2 mg/l contre 246.6 dans la boisson *Minute Maid Pulpy* ceci est peut-être dû au traitement thermique ce pendant ces teneurs satisfont à la fois la norme MSDA (40-200 mg/l) et elles permettent aussi de satisfaire la totalité des besoins journaliers d'un adulte (100 mg/j).

2.6 β -Carotène

La teneur en β -carotène de la boisson élaboré est de 970 μg une valeur très intéressante et elle permet de satisfaire tous les besoins journaliers en cette vitamine qui sont de 600 à 800 μg .

2.7 Indice de formol

Le Nombre de Formol, obtenu par titra, est un indice de la concentration d'acides aminés libres dans un échantillon de jus de fruits (**Fry et al., 1995 ; Park et al., 1983**). Dans le cas du jus d'orange, cet indice oscille entre 17.9 et 30.1 avec une valeur moyenne de 24.0 (**Cohen al., 1984**).

L'indice de formol calculé pour la boissons formulé est de 54 contre 28 pour la boisson de référence *Minute Maid Pulpy*, ceci peut être du a la présence des protéines du lactosérum

l'indice obtenu est également au-dessus des normes MSDA (en général 20), ce qui indique que la boissons est riche en acides aminées libres.

2.8 Sucres

La teneur en sucres totaux de notre boisson est de 109 g/l. Cette valeur est assez proche de celle contenu dans la boisson de référence *Minute Maid Pulpy* 107.6 g/l mais reste assez importante ceci est dû à l'augmentation de la quantité du sirop simple dans notre boisson afin d'obtenir un Brix conforme à la norme. Cependant cette teneur est satisfaisante par rapport aux normes des jus de fruits qui présentent un apport de 50 à 150 g/l de sucre (**Lecerf, 2003**).

Les glucides apportés par les boissons à base de fruits sont dominés par le fructose et le saccharose, ils donnent une saveur douce aux boissons avec un pouvoir sucrant élevé.

Quand au lactosérum il apporte 11,88 g de lactose un sucre réducteur au pourvoir sucrant 7 fois plus faible que le saccharose (**Maubois, 1988**), ainsi les boissons formulées présentent une teneur intéressante et variée en glucides.

2.9 Minéraux

La boisson formulé est riche en éléments minéraux indispensable pour l'organisme notamment le calcium le potassium et le sodium les teneurs en ces minéraux sont respectivement 390.76, 242.58, 150.72 mg/l.

Ces valeurs sont importante par rapport a la boisson de référence *Minute Maid Pulpy* qui contient 320.8, 150.9 et 32 mg/l de calcium, potassium et sodium respectivement.

Les besoins journaliers en certains minéraux comme le calcium, phosphore et potassium sont de 900,750, 600 mg respectivement, un tel apport permet de couvrir près de 50 % des besoins pour le calcium et le potassium. (Apfelbaum M et al, 2005).

La majorité des minéraux présents dans notre boisson est apportée par le lactosérum. Notons que la déminéralisation partielle de la poudre de lactosérum permet de diminuer la teneur en sodium (31mg) et en chlore (72 mg).

Les valeurs obtenues sont intéressantes par rapport à la boisson de référence *Minute Maid pulpy* qui contient d'où l'intérêt du lactosérum qui permet de satisfaire une bonne partie des besoins en nutriment indispensable tel que le calcium et le phosphore.

La boisson formulée présente aussi un rapport phosphore/ calcium de 0.64 intéressant par rapport à la boisson de référence ceci est attribué à la présence du lactosérum.

Le rapport calcium/phosphore fourni par l'alimentation joue un rôle important il doit être compris entre 0.5 et 2 pour que l'absorption des 2 sels minéraux soit optimale. Le lait et les produits fermentés constituent les principales sources alimentaires de phosphate et répondent à ses exigences.

3 Caractéristiques microbiologiques :

Les résultats de l'analyse microbiologique des boissons formulées sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Caractéristiques microbiologiques de la boisson formulée

Micro-organisme	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Normes KORE Coca Cola2010
Germe totaux	4 UFC	Abs	Abs	<25 UFC/1ml
E-COLI	Abs	Abs	Abs	0 UFC/100ml
Levure Moisissure	Abs	Abs	Abs	0 UFC/20ml
Coliformes	Abs	Abs	Abs	0 UFC/100ml
TAB	Abs	Abs	Abs	0 UFC/20ml
Leuconostoc	Abs	Abs	Abs	Abs

Les résultats obtenus de l'analyse microbiologiques des boissons formulées, indiquent une absence totale de germes mésophiles, et notamment les germes d'indice de contamination (coliformes totaux), ainsi que les autres micro-organismes tels que les levures, moisissures, *Leuconostoc* ...etc. Ce qui suggère que les boissons sont parfaitement saines, et conforme aux normes. En effet le barème de pasteurisation utilisé 75°C/10mn ainsi que les conditions d'asepsie avant la préparation semble efficace et permet la destruction de la totalité des germes d'altération.

4 Résultat de la stabilité des boissons :

L'évolution des caractéristiques organoleptiques, physiologique et microbiologique est déterminée pour les boissons étuvées à 45°C pendant 3 jours, à température ambiante pendant 7jours

4.1 Evolution des caractéristiques organoleptiques :

Les résultats obtenus sans indiqués dans le tableau suivant :

Tableau 14: Aspect de la boisson formulée à la cour du test de stabilité

Boissons	Caractéristique organoleptiques	
	Boissons étuvées (45°C/3j)	Aspect
Couleur		Légèrement Foncée
Odeur		Non altéré
Gout		Légère altération
Boissons étuvées (T° ambiante C/7j)	Aspect	Homogène
	Couleur	Normale
	Odeur	Non altéré

Les résultats des tests des caractéristiques organoleptiques montrent clairement, que les boissons étuvées à température ambiante pendant 7 jours a une temperature de 21C° gardent toutes leurs qualités sensorielles ; ce n'est pas le cas des boissons étuvées à 45°C pendant 3jours , ou nous avons observé un léger changements au niveau de la couleur et du gout ce qui n'influe pas complètement sur la qualité de la boisson. Rappelons que l'étuvage à 45°C/3 jours est l'équivalent d'une conservation d'une boisson à température ambiante pendant 6 mois.

4.2 Evolution des caractéristiques physico-chimiques de la boisson formulée au cours de test de stabilité :

Tableau 15: les caractéristiques physico-chimiques de la boisson formulé au cour du test de stabilité

Caractéristique		Boisson Témoin	Boissons étuvées (21°C/7j)	Boissons étuvées (45°C/3j)
	Brix	12.05	12,09	12.29
	pH	3.37	3,76	3,40

- Les résultats obtenus montre que La variation du pH entre les unités d'échantillonnages étuvées et les unités d'échantillonnages témoins mis à la température ambiante pendant les périodes retenues ne dépasse pas 0,5 unité (0,24 unité) ;
- Les résultats montre aussi une légère augmentation du Brix au cour du stockage Cette augmentation peut être dû à l'hydrolyse du saccharose (PM=342,99) car l'une de ses propriétés fondamentale est sa grande solubilité dans l'eau.

L'hydrolyse de saccharose en présence d'un acide appelé inversion de sucre provoque la transformation du saccharose en un mélange équimoléculaire de glucose et fructose selon la réaction suivante :



Le sucre inverti (glucose+fructose) a un pouvoir sucrant supérieur à celui du saccharose qui provoque une augmentation du °Brix.

4.3 Evolution des caractéristiques microbiologiques des boissons :

Les caractéristiques microbiologiques des boissons étudiées sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 16: Les caractéristiques microbiologiques des boissons étudiées

Désignation	Echantillons témoins	Echantillons étudiés	
	Boisson témoins a température ambiante	Boisson étudiée a 21C°/7 Jours	Boisson étudiée a 45 C° /3 Jours
Germes mésophiles totaux à 35 °C	Abs	Abs	Abs
Coliformes	Abs	Abs	Abs
Levures	Abs	Abs	Abs
Moisissures	Abs	Abs	Abs
TAB	Abs	Abs	Abs

L'absence de la flore microbienne dans les échantillons étudiés n'est qu'une affirmation des résultats de l'examen physico-chimique en particulier l'aspect et la légère variation du pH ne dépassant pas 0,5 unité.

Ceci peut être attribué à l'efficacité du traitement thermique appliqué aux échantillons avant étuvage.

5 Analyse sensorielle :

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 10 panélistes pour chaque échantillon de boisson), et la somme des rangs (classement selon le score obtenu pour chaque échantillon de jus). La différence entre les boissons est jugée non significative dans l'intervalle de rang total compris entre 11 et 16 , avec un seuil de probabilité de 5%.

L'analyse sensorielle portait sur les critères suivants :

- la couleur
- le parfum

→ le gout

→ la viscosité

NB : Boisson A : boisson élaboré avec le lactosérum

Boisson B : Boisson des références *Minute Maid Pulpy*

5.1 La couleur

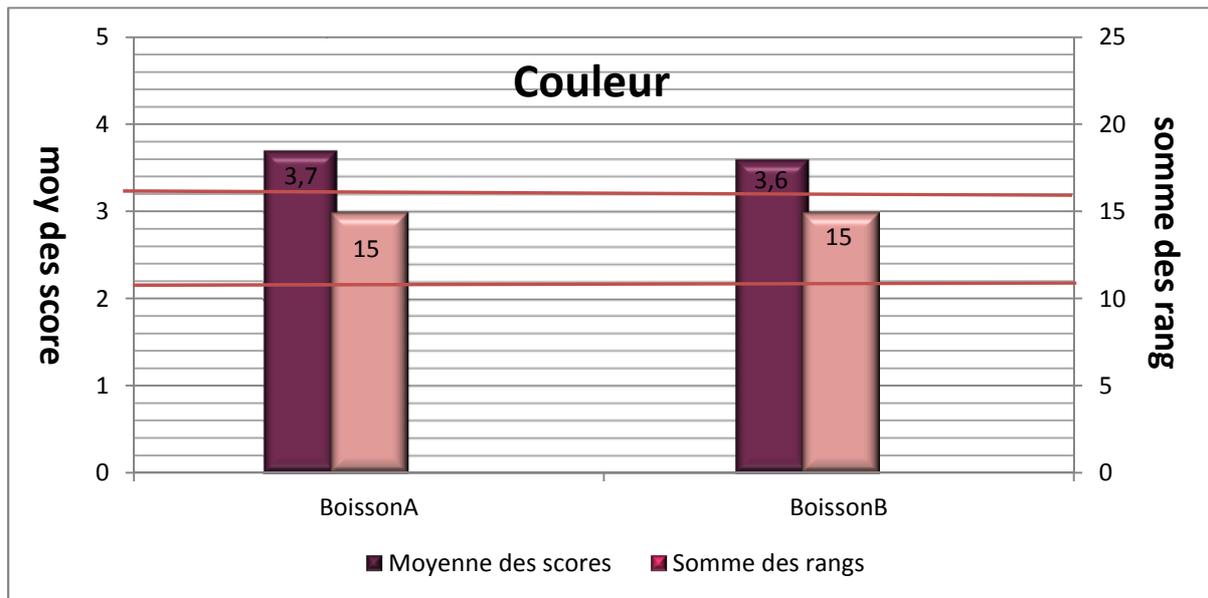


Figure 13: Histogramme d'analyse statistique du paramètre sensoriel la couleur

Selon la somme des rangs (SR), les deux boissons se situent dans l'intervalle de signification cela montre qu'il ya pas de différence significative au niveau de la couleur.

Cependant la moyenne des scores attribués par les panelistes montre que la couleur de la boisson A est légèrement meilleure que celle de la boisson B.

5.2 Gout

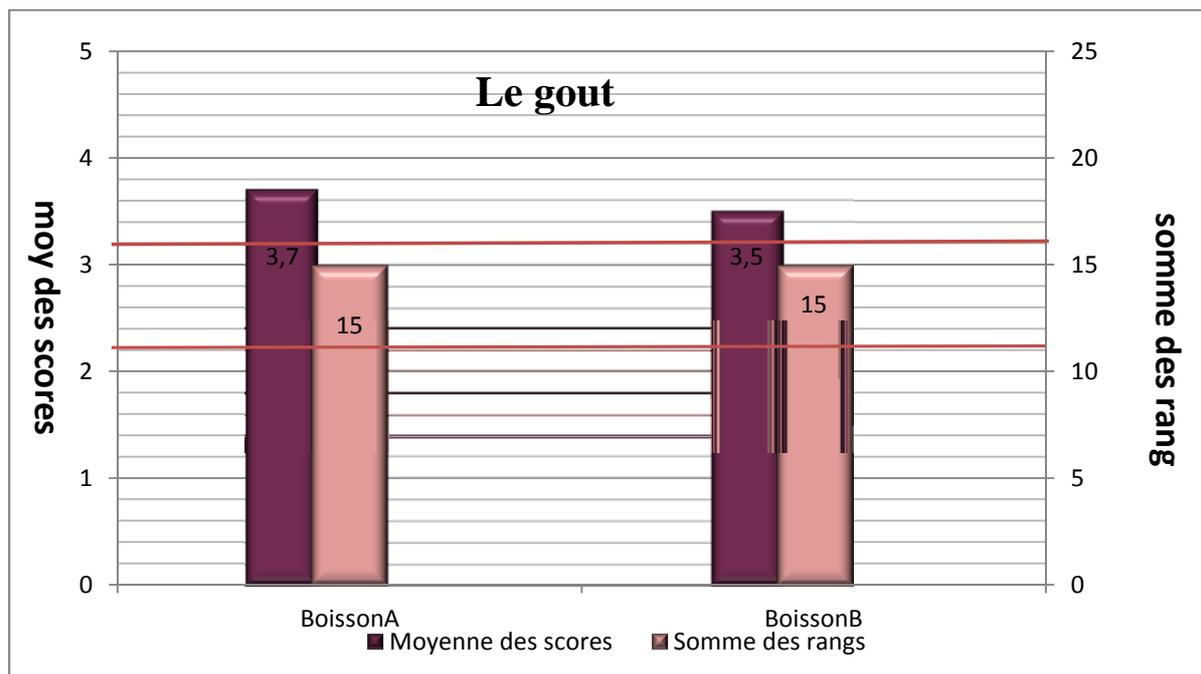


Figure 14: Histogramme d'analyse statistique du paramètre sensoriel le goût

Sur le plan gustatif l'observation de la somme des rangs (SR) n'a montré aucune différence significative entre la boisson préparée A et la boisson de référence B au seuil de probabilité de 5%.

Aucun des panelistes n'avait détecté un arrière goût lacté dans la boisson formulé.

L'arrière goût lacté du lactosérum été masqué par le goût des agrumes le lactosérum présente l'avantage d'être compatible avec les jus a base d'agrumes comme les oranges, Le pamplemousse et le citron. Dans ces jus, le lactosérum est facile à mélanger et sa saveur de petit lait est bien masquée (**Rolland ,1999**).

Selon la moyenne des score la boisson A avait un meilleur gout que la boisson B.

Les appréciations du jury révèlent également un gout moins acide dans la boisson A par rapport a la boisson B.

5.3 La viscosité

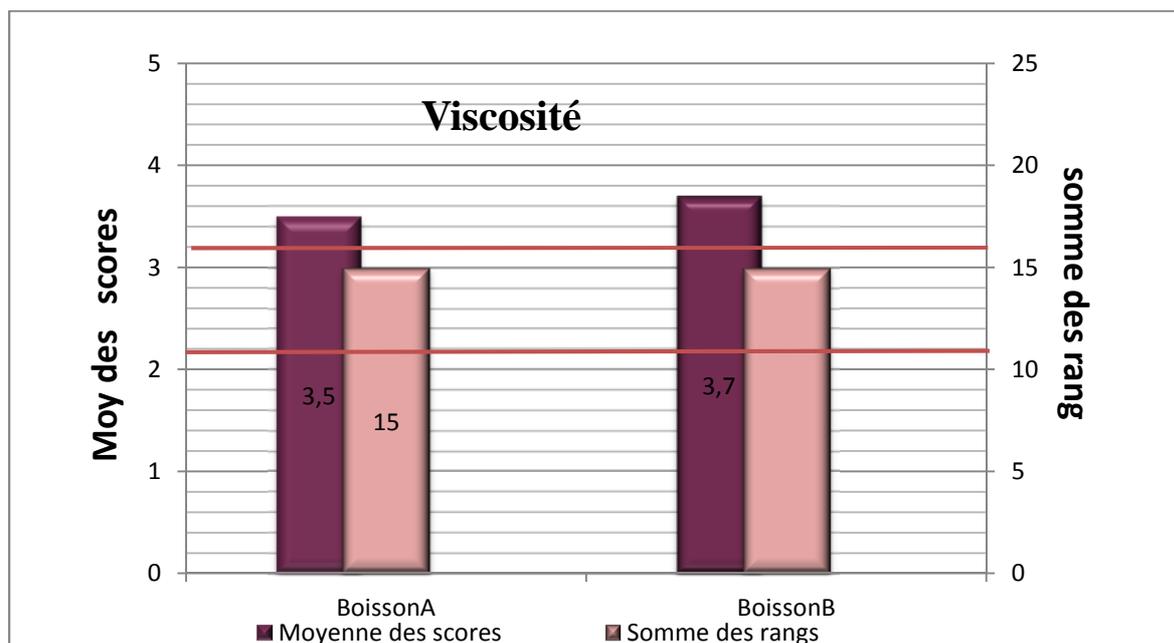


Figure 15: Histogramme d'analyse statistique du paramètre sensoriel la viscosité

La somme des rangs n'a montré aucune différence significative entre les boissons A et B (SR=15) au seuil de probabilité de 5%.

Cependant la moyenne des scores attribués par les panelistes la viscosité de la boisson B est légèrement meilleure que celle de la boisson A.

5.4 L'odeur :

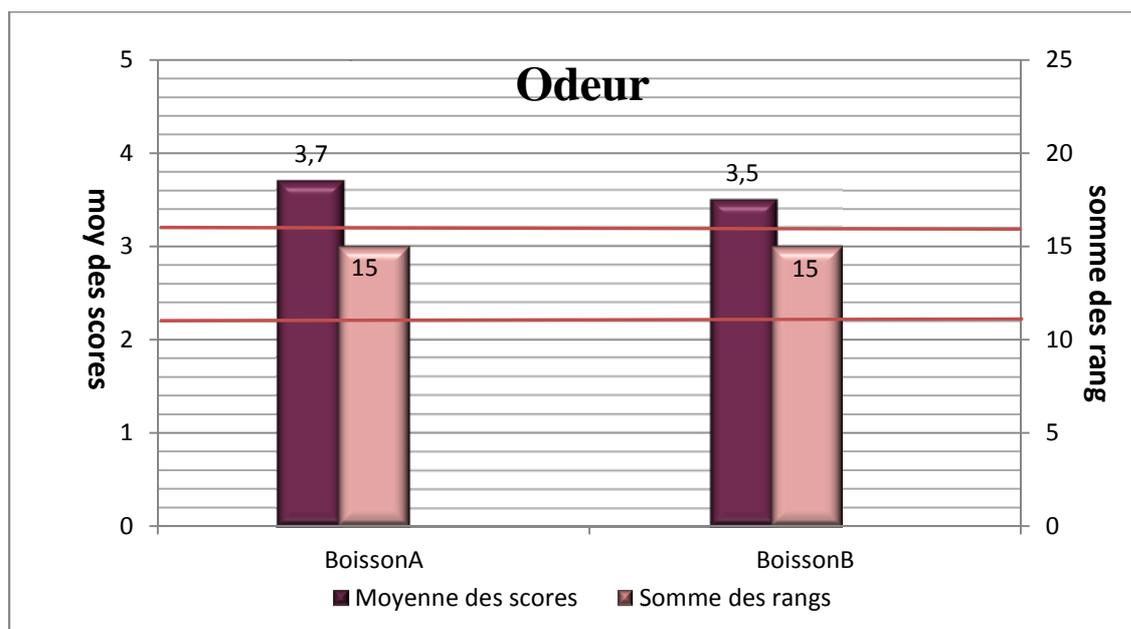


Figure 16: Histogramme d'analyse statistique du paramètre sensoriel l'odeur

Concernant le parfum de la boisson la somme des rangs montre que le parfum de la boisson A est significativement meilleur que celui de la boisson B.

Conclusion

Dans la première partie de notre travail, nous avons élaboré une boisson orange Minute Maid Pulpy enrichies avec du lactosérum en poudre :

Les résultats du jury de dégustation montrent que la boisson élaborée est autant appréciée que la boisson de référence. Les tests statistiques indiquent clairement que les caractéristiques organoleptiques de la boisson sont bonnes, avec toutefois une préférence pour la boisson de référence concernant l'odeur .

Lors de nos essais, nous avons été toutefois confrontés à un problème de précipitation des protéines du lactosérum après les traitements thermiques. En effet les protéines sériques précipitent lors de la pasteurisation ce qui déprécie la qualité de nos produits, la présence d'un coagulum est mal perçue par le consommateur.

Pour y remédier nous avons entrepris plusieurs tentatives pour tenter de supprimer ou du moins réduire cette précipitation. Pour cela nous avons procédé à un abaissement du pH des jus en jouant sur la nature des jus de fruits ; La deuxième tentative a été concluante, en effet l'utilisation d'un stabilisateur en l'occurrence le E1442, spécialement adapté aux boissons lactées à permit de régler cet aspect.

Les résultats obtenus au cours des analyses physico-chimiques, révèlent que la nouvelle boisson est intéressante du point de vue nutritionnel. En plus des nutriments apportés par les fruits comme les glucides (fructose et glucose), les vitamines (vitamine C, β -carotène, vitamine E, les folates.etc.), les minéraux (principalement le potassium et le sodium) et d'autres composés à l'instar des antioxydants protecteurs comme les polyphénols. Le lactosérum ajouté renforce et diversifie cette valeur nutritive par un apport de protéines sériques à haute valeur biologique, de vitamines hydrosolubles du groupe B, et une autre source en glucide à savoir le galactose et enfin des minéraux comme le calcium et phosphore

Dans le même contexte les boissons contribuent en plus de l'apport hydrique à un apport calorique modéré il varie de 41,5 pour 100 ml permettant ainsi de satisfaire une partie des besoins journaliers.

L'analyse microbiologique montre une absence totale de germes pathogènes qui s'expliquerait par l'efficacité du traitement thermique utilisé, et une bonne maîtrise de l'hygiène pendant l'élaboration des boissons, ainsi que la bonne qualité microbiologique des matières premières.

Par ailleurs, les tests de stabilité effectués sur les boissons formulées nous ont permis de déterminer leur DLC moyenne qui est de 3 mois, au-delà de cette durée les caractéristiques organoleptiques et technologiques se détériorent.

Enfin il serait judicieux de prévoir des unités de récupération et de déshydratation du lactosérum brut, pour permettre une valorisation par la production de la poudre de lactosérum et éviter ainsi le recours à l'importation, mais aussi de régler le problème de pollution causé par le rejet du lactosérum.

Références bibliographiques

A

- 1) **Adrian J et Coll., 1982.** L'éventualité d'une réaction de Maillard dans les boissons. Science des aliments 2, pp.3-11.
- 2) **AFNOR, 1996.** jus de fruits et de légumes : spécification et méthodes d'analyse. 2éd, Tour Europe, Paris, 155p.
- 3) **Agin D., 2000.** Effects of whey protein and resistance exercise on body composition and muscle strength in women with HIV infection. Ann NY Academy Science, n.904, pp.67-609.
- 4) **Alais C., 1981.** La valorisation du lactosérum : Les bases et les problèmes. La technique laitière, n.952.
- 5) **Albrigo L.G., Carter R.D., 1970.** Citrus science and technology. NAGY, 180p.
- 6) **Alves de Oliveira L., 2003.** Le lait et ses dérivés (lactosérum). Lyon (France), Ecole Nationale Vétérinaire, 30p.
- 7) **Anonyme, 1980.** Technique d'analyse et de contrôle dans l'industrie agroalimentaires. CRNS, paris, 551p.
- 8) **Anonyme, 1986.** le livre produit dérivés fruit et légumes jus de fruit. Afnor, Paris, 343p.
- 9) **Apfelbaum M., Romon M., Dubus M., 2009.** Diététique et nutrition. Masson, Paris, éd3, 509p.

- 10) **Azzaz S., Khadmallah M., 2008.** Essai de valorisation de lactosérum acide en vue de la fabrication d'une boisson lactée au jus de raisins-mûres.

B

- 11) **Bacatov J., Elissev H., 1979.** Guide de travaux pratique du contrôle technico chimique de la production des conserves, cité par **Bekkouche M.S., Idjakrienne N., 1997.** Formulation d'une boisson à base d'agrumes et d'abricot et essai de stockage dans des bouteilles en polyéthylène d'éthyle-glycol P.E.T. à température ambiante. Mémoire d'ingénieur agronome, INA (El Harrach), 93p.
- 12) **Bekouche z., Mazi D., 2006.** Essai de fabrication d'une boisson à base de lactosérm et de la pulpe de tomate. Mémoire ingénieur Agronome, Université Mouloud Mammer Tizi Ouzou, 115p.
- 13) **Blomsma C., 1997.** The clear taste of innovation. Int. Food Ingredients, 6: 49.
- 14) **Boudra A., 2007.** Industrie des boissons et des jus de fruits. EDPme, 36p.
- 15) **Bounous G., 2000.** Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment. Anticancer Research, n.20, pp.4785-4792.
- 16) **Bourgeois C.M., Larpens J.P., 1988.** Microbiologie laitière. Technique et documentation, Lavoisier, APRIA, Tome 1 et 2, 503p.
- 17) **Brat P., Rega B., Alter P., Reynes M., Brillouet J.M. (2003).** Distribution of volatile compounds in the pulp, cloud, and serum of freshly squeezed orange juice. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51 (11), 3442-3447
- 18) **Bremerhaven, 2010.** Etude de faisabilité de nouvelles technologies pour la valorisation des déchets dans le secteur agroalimentaire au Maghreb Arabe. Allemagne, Draft Finale, 33p.

C

- 19) **Cachau D., 2005.** Des expériences de la famille acide-base : Réussir, exploiter et commenter 50 manipulations de chimie. Boeck Université, Bruxelles, 1^{éd}, 332p.
- 20) **Casalis J., 1975.** Considérations sur l'utilisation du lactosérum dans l'industrie alimentaire. Revue laitière française, n.332, pp.403-419.
- 21) **Cheftel, J.C., Lorient D., 1982.** Les propriétés fonctionnelles des protéines laitières et leur amélioration. Le Lait, Vol.62, p435.
- 22) **CNRC, 2009.** Guide répertoire du Secteur Agro-alimentaire en Algérie. Mission Economique d'Alger. Disponible au niveau de la chambre Nationale du Commerce Extérieure.
- 23) **Codex alimentarius, 2010.** Food import and export inspection and certification systems, FAO, Rome, 88p.
- 24) **COHEN, E.; SHARON, R.; VOLMAN, L.; HOENING, R.; SAGUY, I. 1984.** Characteristics of Israeli Citrus Peel and Citrus Juice. *Journal of Food Science.* 49 (2): 987-990.
- 25) **Corbiere A., 1978.** Possibilités d'utilisation des lactosérums de fromagerie. Lait et productions laitières, n.260.177p

D

- 26) **Dangin M., 2003.** The rate of protein digestion affects protein gain differently during aging in humans. Journal of Physiology, Vol.549, n.2, pp.635-644.
- 27) **de Wit J.N.,1989.** Fonctionnal properties of whey proteins. London, Elsevier Sci, pp.285-317.
- 28) **Directive 2008/84/CE de la commission.** additifs divers, journal officiel de l'union européenne, 175p.

- 29) **Djouidi F., Zitouni S., 2010.** Formulation d'une boisson à base de purée de tomate, de fraise et de raisin rouge.
- 30) **Douat R., 2004.** Orange et citrons : pour tout savoir sur les variétés, la taille, la greffe, la récolte et la conservation des citrons et des oranges. VECHI. Paris, p.p.5-95
- 31) **Donadieu H.L., 1979.** 12 fruits et légumes fondamentaux : thérapeutiques naturelles. Paris, Libraire-Maloine, 210p.
- 32) **Donovan, M. et MulvW, DM. (1987).** Thermal denaturation and aggregation of whey proteins. Irish J. Food Sci. Technol., p.p. 87-100.
- 33) **Dupin H., Cuq J.L., Malewiak M.I., Leynaud-Rouaud C., Berthier A.M., 1992.** Alimentation et nutrition humaine. ESF Paris, 1515p.

F

- 34) **FAO, 1998.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Rome, Alimentation et nutrition humaine, n.28, 263p.
- 35) **Farnworth E.R., Lagacé M., Couture R., Yaylayan V., Stewart B. (2001).** Thermal processing, storage conditions, and the composition and physical properties of orange juice. Food Research International, 34 (1), 25-30.
- 36) **Favier J.C., Ireland J., Ripert., Toque C., Feinberg M., 1995.** Répartition général des aliments : Table de composition. Paris, INRA, 2 éd, 897p
- 37) **Fellers P.J. (1985).** Citrus : sensory quality as related to rootstock, cultivar, maturity and season. In Evaluation of quality of fruits and vegetables. Pattee, HE, Ed. AVI Publishing, Co,83-128.
- 38) **Fitzerald A., Coll., 1988.** Utilization of whey as a beverage. Irlande, 15p.
- 39) **Folli S., 1950.** Nutrition et performance sportive. Phorma Futura SA, 83p.

- 40) **FRY, J.; MARTIN, G. G.; LEES, M. 1995.** Authentication of Orange Juice. *In: Ashurst, P. R. (Ed.) 1995. Production and Packaging of Non-Carbonated Juices and Fruit Beverages. Blackie Academic & Professional, p: 1-51.*

G

- 41) **Gachot H., 1955.** Manuel du jus de fruits. Edition Heitz P-H, Strasbourg, 234p.
- 42) **Gavrilovic M., Maginot m.J., Schwartz C., Wallach j., 1996.** Manipulation d'analyse biochimique. Doin, Paris, 3éd, 449p.
- 43) **Groziak S., Miller G., 2000.** Natural bioactive substances in milk and colostrums : effects on the arterial blood pressure system. *British Journal of Nutrition, Vol.84, n.1, pp.119-125.*
- 44) **Guiraud D.J., 1982.** Manipulations d'analyses biochimiques. Edition Lavoisier, Paris.
- 45) **Guyleyrat ., Vierling E., 2007.** Microbiologie et toxicologie des aliments : Hygiène et sécurité alimentaires. CRDP d'Aquitaine, éd 4, 287p.

H

- 46) **Haerlé T., 2000.** Les protéines laitières : incidences des traitements thermiques sur les propriétés fonctionnelles des pl. *Creal, pp.33-41.*
- 47) **Hambling, S. McAlpine, AS. et Sawyer, L. (1 992).** / β 4actoglobulin *dans* *Advanced Dairy Chernistry. P.F. Fox (ed), Elsevier Appl. Sci., London & NY, Vol. 1, chap. 4, pp.141-179.*
- 48) **Harper W.J., 2007.** Functional Dairy Foods : Whey products such as functional foods. Department of Food Science and Technology, The University of Ohio (U.S.A), 19p.
- 49) **Huet R., 1991.** Les huiles essentielles d'agrumes : D-Technologie d'extraction. *Fruits, vol.46, p.p.551-56*

J

- 50) **Jelen P., 1983.** Reprocessing of whey and other dairy wastes for use as food ingredients. Food Technology, pp.81-84.
- 51) **Jelen, P., 1992.** Whey cheeses and beverages. London, Elsevier Applied Science, pp.171-193.
- 52) **Jouan P., 2002.** Lactoprotéines et lactopeptides. Paris, INRA, 125p.

K

- 53) **Kaidali A., 1990.** Fabrication d'une boisson à base de lactosérum. Mémoire ingénieur Agronome, El Harrach (Alger). Institut National d'Agronomie, 112p.
- 54) **Kaouadji L., 1989.** Valorisation du lactosérum de fromagerie : Etude d'un projet de séchage dans la région centre. Mémoire d'ingénieur Agronome, El Harrach (Alger), Institut National d'Agronomie, 91p.
- 55) **Kekkonen R., Valio, 2008.** Composants et produits laitiers pour le contrôle du poids et le traitement du syndrome métabolique. Québec, Semaine de science et technologie laitières, 2p.
- 56) **Kimball D.A., 1999.** Cité par **Berlinet C., 2006.** Etude de l'influence de l'emballage et de la matrice sur la qualité du jus d'orange. These de doctorat, 268p.

- 57) **Kosikowski F.V., 1979.** Utilisation du lactosérum et produits à base de lactosérum. Revue laitière française, n.372, pp.11-29.
- 58) **Krissansen G.W., 2007.** Propriétés sanitaires émergentes des protéines de lactosérum et leurs implications clinique. Floride (U.S.A), Institute of Food Technologists, 10p.

L

- 59) **Lecerf J.M., 2000.** Santé des enfants et jus de fruits. Lille(France), UNPJJF, 20p.

60) **Loussert R., 1989.** Les agrumes. Edition Technique et documentation, Lavoisier, Paris , Vol.1, 250 P.

M

61) **Madaoui S., 1989.** La valorization du lactosérum en Algérie : Etude de la situation actuelle, Mémoire d'ingénieur agronome, El Harrach (Alger), Institut National d'Agronomie, 89p.

62) **Mann E., 1972.** Whey beverages. Dairy Industries.

63) **Martin C., 2010.** The elixir of life ? Chem. Brit, Vol. 32, n.8, pp.34-36.

64) **Maubois J.L., 1988.** Protéines du lait, protéines de toujours, protéines d'avenir. INRA, 6p.

65) **Maydav et al, 1977.** Browning determination in citrus products. Journal of agriculture and food chemistry, Vol.25, n.23, pp.602-604.

66) **Mazarine E., 2009.** Fiches nutritionnelle et tableaux de composition moyenne des fruits et légumes. Agence fruits et légumes frais. Aprifel.www.aprifel.com

67) **MADR/DSASI, 2008.** Statistique Agricole : Superficies et Productions. Alger, 64p

68) **Mereo M., 1971.** Les utilisations industrielles du sérum de fromagerie. Industrie Agro-alimentaires, PP.817-824.

69) **Meziane Z., 2011.** Evolution de la situation de la filière des boissons non alcoolisées en Algérie. Thèse magister, El Harrach (Alger), Ecole Nationale Supérieur d'Agronomie, 180P.

- 70) **Morgan F., 2001.** Les protéines du lactosérum : Propriétés fonctionnelles. L'égide, n.23, 2p.
- 71) **Moundounga E.K., 1992.** Dénaturation thermique et gélification des protéines de lactosérum en solution modèle et dans un aliment complexe, le fromage fondu à tartiner : Effets du NaCl, du lactose et du glycérol. Thèse de philosophie doctor (Ph.D.), Québec, Université Laval, 138p.
- 72) **Mouly P.P., Gaydou E.M., Lapierre L., Corsetti J. (1999).** Differentiation of several geographical origins in single-strength Valencia orange juices using quantitative comparison of carotenoid profiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (10), 4038-4045.
- 73) **MSDA, 2002.** Jus de fruits et de légumes, nectars de fruits, sirops de fruits, concentrés et poudres. Suisse, 25p.
- 74) **Mulvihill, D.M. et Fox, P.F. (1989).** Physico-chemical and functional properties of milk, proteins dans *Developments in Dairy Chemistry* Py. F. Fox (ed), Elsevier Sci. publishers, London & NY, chap. 4, pp. 131-165.

N

- 75) **Nasrallah D., 2005.** Poudre de lactosérum. Ottawa (Canada), Commission canadienne du lait, p6.
- 76) **Park G.L., Byers J.L., Pritz C.M., Nelson D.B., Navarro J.L., Smolensky D.C., Vandercook C.E. (1983).** Characteristics of California navel orange juice and pulp wash. *Journal of Food Science*, 48 (2), 627-632, 651.
- 77) **Praloran J.C., 1971.** Les agrumes. Collection "Techniques agricoles et productions tropicales", Illus, France, 565p.

R

- 78) **Roberfroid M.B., 1998.** Functional food science. *World Ingred*, Mar-Apr, pp.34-38.

- 79) **Robert P., 1985.** European Marketing Reseach : Tetra-Pack concept-questionnaire.
- 80) **Robin, O., Turgeon, S. et PaqWn, P. (1993).** Functional properties of milk proteins
dam Dairy Science and Technology Handbook . Y.H. Hui (ed), VCH Publishers
hc., Vol. 1, chap. 4,pp.289-329
- 81) **Roger V., 1979.** Technologie du lait. 3éd, p.p 649-650.
- 82) **Rolland M., 1999.** Mise au point d'un hydrolysate enzymatique de protéines de
lactosérum pour la fortification protéique d'un jus d'orange. Mémoire grade de maitre
és science (M.Sc.), Université Laval (Canada), 103p.
-
- S**
- 83) **Sadouki H., 1987.** Traitement thermique du lactosérum : Répercussion sur ses qualité
bactériologiques et nutritives. Mémoire d'ingénieur Agronome, El Harrach (Alger),
Institut National d'Agronomie, 54p.
- 84) **Sadouki M., 1987.** Essai de fabrication d'une boisson à partir du lactosérum.
Mémoire d'ingénieur Agronome, El Harrach (Alger), Institut National d'Agronomie,
49p.
- 85) **Saunt, 1990.** Cité par **Berlinet C., 2006.** Etude de l'influence de l'emballage et de la
matrice sur la qualité du jus d'orange. Thèse de doctorat, 268p.
- 86) **Sauvageot F, 1982.** Technique d'analyse et de contrôle dans les industries
agroalimentaires. Edition Technique et documentation, Lavoisier, Paris, 280p.
- 87) **Sienkiewicz T., Riedel C.L., 1990.** Whey and whey utilization. Verlag Th.Mm,
Germany, pp.164-188.
- 88) **Sloan A.E., Stiedmann M.K., 1996.** Food fortification: From public-health solution
to contemporary demand. Food Technol, Vol. 50, n.6, pp.100-108.

89) **Sosa-Luna C.A., Sánchez-González D.J., González-López G.M., Trejo-Bahena N.I., Núñez-Sánchez M., 2009.** Lactoserum : propriétés nutritionnelles en la práctica médica. México, Sanid Milit Mex, Vol.63, n.1, pp.28-42.

90) **Suter P.M., 1998.** Revue Nutrition, Vol.56, pp.151-154.

91) **Swartz M.L., 1995.** Milk proteins and hydrolysates in nutritional foods. Food Marketing Technol, Vol. 9, n.2, pp.9-12.

T

92) **Tentori A., Turetta., 1991.** Dictionnaire des compositions alimentaires. Paris, de Vecchi, 232p.

93) **Tucker K.L., 1999.** Am. J. Clin. Nutr, Vol.69, pp. 692-727.

94) **Tuohy, I.J., Fitzgerald, A. et Nash, P. (1988).** Utilkation of whey as a beverage. New wheybased fhit juice drinks to be launched in Ireland. Farm Food Res., 19(4): 8-10

V

95) **Vierlinge E., 2008.** Aliments et boissons : Technologie et aspects réglementaires. Bordeaux, Biosciences et Techniques, éd.3, 202p.

96) **Violleau V.J., 1999.** Demineralisation par électrodialyse en présence d'un complexant : Application au lactosérum. Thèse doctorat, Toulouse (France), Institut National polytechnique, 130p.

W

97) **Watts B.M., Ylimaki G.L., Jeffery L.E., Elias L.G., 1991.** Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments. Ottawa (Canada), CRDI, 143p.

98) **Weinong Z., 2010.** Microemulsions as nanoreactors to produce whey proteins nanoparticles with enhanced heat stability by thermal pretreatment. VITAnews, n.30, pp.8-9.

Z

99) **Ziajka S., Dzwolak W. et Zubel, 1. 1994.** The effect of processing variables on some properties of whey protein hydrolysates. Milchwissenschaft, Vol.49, n.7, pp. 382-384.

Webographie

www.avogel.com.

www.dairyforall.com.

www.euroserum.com.

www.FAO.org .

Annexe I

Matières premières utilisées

I. Lactosérum en poudre (doux) partiellement déminéralisé (40%) :

I.1 Caractéristiques physiques et organoleptiques :

- Absence de points noirs
- Couleur : blanche, sans particules brûlées ou étranges
- Odeur et goût : franc et pur, pas de goût de cuit, de brûlé, de vieux, de caramélisé ni d'autres défauts.

I.2 Caractéristiques physico-chimiques

Tableau : Caractéristiques physico-chimiques de la poudre de lactosérum utilisée en comparaison avec les norme du codex pour la poudre de lactosérum. CODEX STAN 289-1995

	Le lactosérum doux (utilisé)	CODEX STAN 289-1995 Poudre de lactosérum (doux)
Humidité(%)	1,8	5 Max
Matière grasse(%)	0,2	2 Max
Acidité(%)	0,1	-
pH	6-6,6	> 6,0
Protéine(%)	12,39	11 Min
Lactose(%)	80	65 Min
cendre(%)	5	8,5 Max

Origine : Provenant d'un lait frais de vaches laitières ; Importé de Pologne par SARL PHOBOS (Alger)

Annexe III

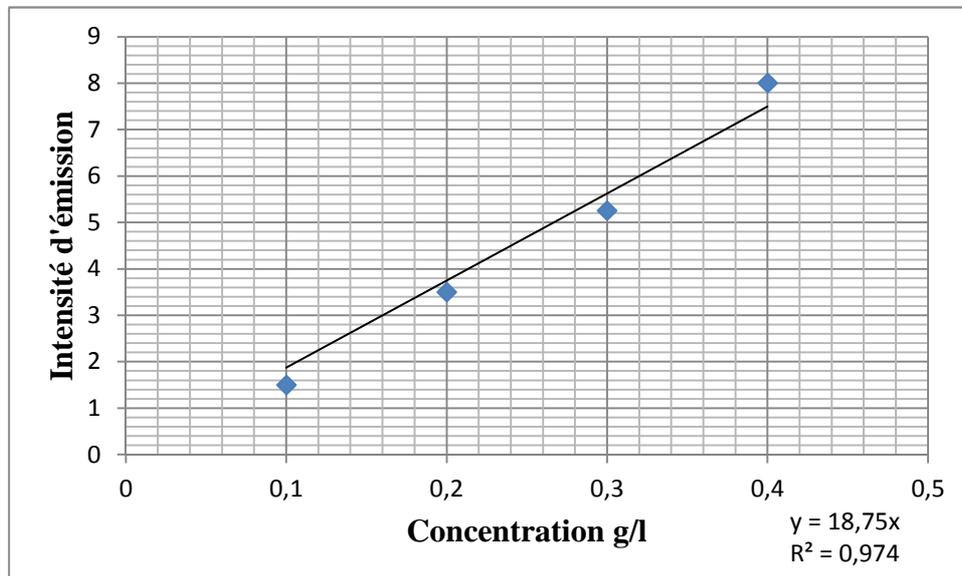


Figure 39 : Courbe d'étalonnage du calcium

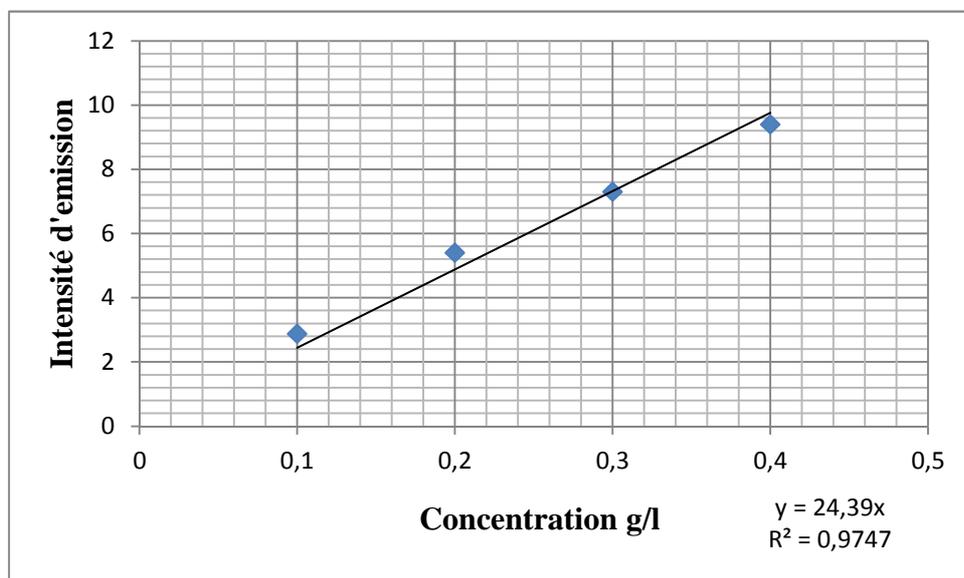


Figure 40 : courbe d'étalonnage du sodium

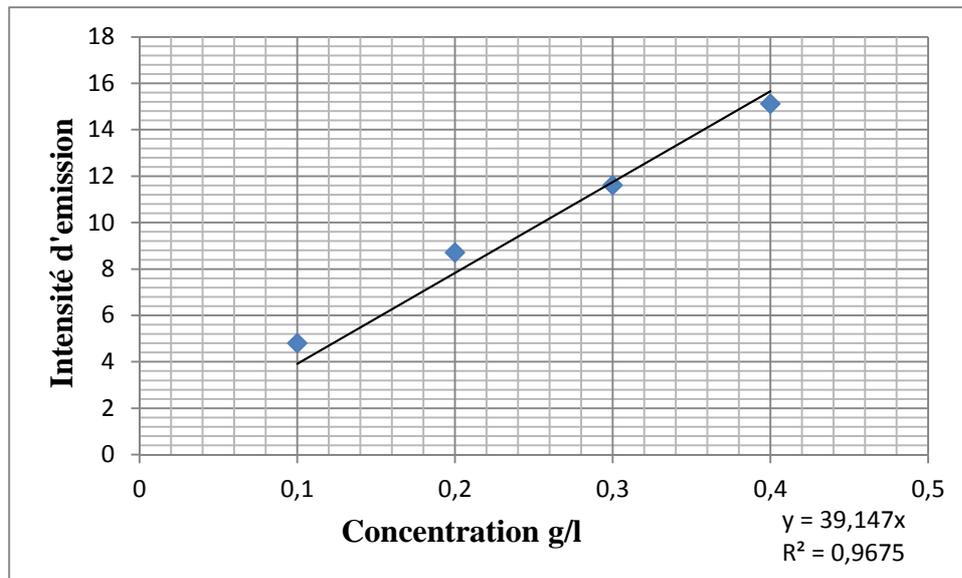


Figure 41 : courbe d'étalonnage du potassium

Annexe Iv

Fiche de dégustation

Date : _____

BOISSON AU LACTOSERUM

Age : _____

Code du produit : _____

Sexe : _____
_____Note : **/20**

Spécialité :

OBSERVATIONS VISUELLES**La qualité de la couleur**Très belle Belle Acceptable Mauvaise Très mauvaise **L'intensité de la couleur**Intense Foncée Soutenue Claire Faible **OBSERVATIONS OLFACTIVES****La qualité de l'odeur**Complexe Authentique à..... Fruitée Etrangère Désagréable **L'intensité de l'odeur**Très intense Intense Moyenne Faible Très faible **Goût**Excellent Bon Pas très bon Mauvais Très mauvais **Acidité**Très acide Assez acide Juste comme il faut Peu acide Pas du tout acide **Sucre**Beaucoup trop sucrée Un peu trop sucrée Juste comme il faut Peu sucrée Très peu sucrée

OBSERVATIONS GUSTATIVES

Viscosité

- Beaucoup trop visqueuse
- Just comme il faut
- Un peu trop liquide
- Un peu trop visqueuse
- Trop liquide

Arrière goût lacté

- Arrière goût très intense
- Arrière goût intense
- Arrière goût moyen
- Arrière goût faible
- Absence d'arrière goût

QUALITE D'ENSEMBLE

- Harmonieux
- Equilibré
- Peu équilibré
- Déséquilibré

Que pensez-vous de cette boisson ?