

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Sciences Alimentaires
Option : Industrie Laitière



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

Enrichissement d'un yaourt DANONE à la nèfle

Présenté par :

BOUAZZA Mouloud Et AZEROU Salima

Soutenu le : **19 Juin 2017 à 13h**

Devant le jury composé de :

Mme BOUALI N.	MAA	President
Melle TOUATI N.	MAA	Examinatrice
Mme MERZOUK H.	MAA	Encadreur

Année universitaire : 2016 / 2017

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents qui m'ont soutenu durant toutes mes études, qui ont partagé mes joies et mes peines, qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui, je leurs saurai éternellement reconnaissant.

Ma future femme Mina qui a été toujours à mes côtés.

Mes adorables sœurs.

Mes frères Kamal et Massi

Tous mes proches et mes amis sans exception

Ma camarade Salima et toute sa famille

Ma promotrice Mme Merzouk Hafida

Toutes la promotion Sciences Alimentaires (IL, CG, BTA)

2016-2017

Et enfin tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire

Mouloud

Dédicaces

Je dédier ce travail à :

Mes chers parents qui m'ont soutenu durant toutes mes études.

Mes sœurs et mes frères.

Tous mes proches et mes amis sans exception.

Mon collègue mouloud et toute sa famille.

Ma promotrice Mme Merzouk Hafida.

Et en fin tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.



Remerciements

Avant tout je tiens à remercier Dieu le tout puissant qui m'a accordé santé et courage pour mener ce travail jusqu'au bout.

On tient à remercier notre promotrice Mme MERZOUK H. pour la qualité de son encadrement, sa constante disponibilité, ses conseils, ses compétences scientifiques, qui nous ont permis d'élargir nos connaissances.

Je remercie Mme BOUALI de nous avoir fait l'honneur de présider les membres de jury, et Mlle TOUATI N. d'avoir examiné notre travail.

On n'oublie pas de remercier l'équipe qualité de l'unité DANONE spécialement Mr ZEBOUDJ Mourad pour son encadrement durant notre stage au sein de l'unité et sans oublier l'équipe du laboratoire de Microbiologie Alimentaire pour leurs aides.

Toutes notre gratitude à tous mes enseignants qui nous ont formé

Table de matière

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction.....1

Synthèse Bibliographique

Chapitre I : Généralités sur la nêfle

I.1. Origine et histoire	3
I.2. Description et classification botanique du fruit de la nêfle du Japon	3
I.3. Variétés de nêfles.....	4
I.4. Production de la nêfle.....	5
I.4.1. Production nationale et régionale.....	5
I.4.2. Production mondiale.....	5
I.4.3. Principaux pays producteurs de la nêfle	5
I.5. Intérêts de la nêfle.....	6
I.5.1. Composition et valeur nutritive de la nêfle.....	6
I.5.2. Effets thérapeutiques.....	7

Chapitre II : Généralités sur le Yaourt

II.1. Définition du yaourt.....	9
II.2. Historique des yaourts.....	9
II.3. Processus de fabrication du yaourt.....	9
II.3.1. Matières utilisées pour la production du yaourt.....	10
II.3.1.1. Lait frais	10
II.3.1.2. Poudre de lait.....	10
II.3.2. Traitement thermique.....	10
II.3.3. Fermentation lactique.....	10
II.3.4. Conditionnement et stockage	11
II.4. Les bactéries caractéristiques du yaourt	11
II.4.1. Caractéristiques générales des bactéries du yaourt.....	11
II.4.2. Comportement associatif des deux souches.....	12
II.5. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques.....	13
II.5.1. Intérêt nutritionnels.....	13
II.5.2. Intérêts thérapeutiques.....	14

Etude expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

I.1. Matériel végétal..	15
I.1.1. Récolte de la nèfle.....	15
I.1.2. Caractéristique du Tanaka.....	15
I.1.3. Préparation du fruit au sirop	15
I.2. Composition physico-chimique de la nèfle.....	16
I.2.1- Détermination du pH	16
I.2.2- Détermination de l'acidité titrable	16
I.2.3 - Détermination du degré... de Brix	17
I.2.4 - Détermination de la teneur en Humidité	17
I.2.5 - Dosage des sucres.....	18
I.2.6 - Détermination de la teneur en Cendres	19
I.2.7- Dosage des antioxydants.....	19
I.2.7.1. Dosage de la vitamine C.....	19
I.2.7.2. Dosage des Caroténoïdes.....	20
I.2.7.3. poly phénols totaux.....	20
I.3. Analyse microbiologique de la préparation du fruit de nèfle	21
I.3.1. recherche des Entérobactéries et des Coliformes	21
I.3.2. recherche des Levures et Moisissures	21
I.4. Elaboration et caractérisation du yaourt brassé à la nèfle.....	23
I.4.1 - Elaboration du yaourt	23
I.4.2 - Caractérisation Physico-chimique et microbiologique et sensoriel du yaourt élaboré.....	24
I.4.2 .1. Caractérisation physico-chimique	24
I.4.2 .2. Caractérisation Microbiologique.....	25
I.4.2 .3. Caractérisation sensoriels.....	27

Chapitre II : Résultats et Discussions

II.1. Caractérisation de la nèfle.....	28
II.1.1. Analyses physico-chimiques de la nèfle.....	28
II.1.1.1. pH	28
II.1.1.2. Acidité	28
II.1.1.3. Humidité	29
II.1.1.4. Brix	29
II.1.1.5. Sucres totaux	29
II.1.1.7. Cendres	30
II.1.1.7. Dosage des antioxydants.....	30
II.1.1.7.1. Vitamine C.....	30
II.1.1.7.2. Caroténoïdes	30

II.1.1.7.3. Composés phénoliques.....	31
II.1.2. Analyses microbiologiques du fruit au sirop	31
II.2. Caractérisation du yaourt élaboré.....	32
II.2.1. Analyses physico-chimiques du yaourt élaboré	32
II.2.1.1. pH	32
II.2.1.2. Viscosité	32
II.2.1.3. Extrait sec total.....	32
II.2.2. Analyses microbiologiques du yaourt élaboré	33
II.2.2.1. Résultats microbiologique du yaourt.....	33
II.2.2.2. Stabilité u produit fini	33
II.2.2.3. Suivi de la viabilité des ferments lactiques jusqu'à la DLC.....	33
II.2.3. Analyse sensorielle du yaourt élaboré.....	36
II.2.3.1. Consistance en Bouche	36
II.2.3.2. Intensité du sucré	36
II.2.3.3. Intensité de l'acide.....	37
II.2.3.4. Appréciation du fruit.....	37
II.2.3.5. Note globale.....	38

Conclusion.....	39
------------------------	-----------

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des figures

figure	page
Figure n°1 : Coupe transversale d'une nêfle du Japon	03
Figure n°2 : Photographie de la nêfle du Japon (<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl).	04
Figure n°3 : Photo des deux bactéries du yaourt <i>Streptococcus Thermophilus</i> et <i>Lactobacillus Bulgaricus</i>	12
Figure n°4 : Diagramme de préparation de la nêfle au sirop	16
Figure n°5 : diagramme de fabrication d'un yaourt brassé à la nêfle	23
Figure n°6 : Suivi de la viabilité de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> jusqu'à la DLC	34
Figure n°7 : Suivi de la viabilité de <i>Streptococcus thermophilus</i> jusqu'à la DLC	35
Figure n°8 : Description de la consistance en bouche du yaourt élaboré	36
Figure n°9 : Description de l'intensité du sucre du yaourt élaboré	36
Figure n°10 : Description de l'intensité de l'acide du yaourt élaboré	37
Figure n°11 : Description de l'appréciation du fruit dans le yaourt élaboré	37
Figure n°12 : Note globale donnée par les dégustateurs	38

Figures en Annexe

Figure n°1 : Processus de fabrication des yaourts brassés	Annexe 3
Figure n°2 : Schéma illustrant les interactions de <i>Streptococcus thermophilus</i> et <i>Lactobacillus bulgaricus</i> en culture mixte dans le lait	Annexe 3

Liste des tableaux

Tableaux	page
Tableau I : Caractéristiques physico-chimiques de la nèfle étudiée	28
Tableau II : Résultats microbiologiques de la nèfle au sirop	31
Tableau III : Paramètres physico-chimiques du yaourt brassé à la nèfle et de la masse blanche	32
Tableau IV : Résultats microbiologiques du yaourt élaboré	33
Tableau V : Résultats de la stabilité du yaourt élaboré	33
Tableau VI : Résultats du dénombrement des deux bactéries lactiques	33

Tableaux en Annexe

Tableau I : Liste des variétés de néfliers cultivées en Algérie	<i>Annexe 2</i>
Tableau II : les cinq variétés autorisées à la production et à la commercialisation en Algérie	<i>Annexe 2</i>
Tableau III : Les statistiques de la production de la nèfle dans la wilaya de Bejaia	<i>Annexe 2</i>
Tableau IV : Secteurs, productions et exportations de la nèfle du Japon dans les pays principaux	<i>Annexe 2</i>
Tableau V : Composition du fruit de la nèfle du Japon	<i>Annexe 2</i>

Liste des abréviations

Ha: hectare

Q: Quintal

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

EST : Extrait Sec Total

TMB : Tank de Maturation Brassé

VRBG : Violet Red Bile Glucose Agar

VRBL : Violet Red Bile Lactose Agar

OGA : Oxytétracycline Glucose Agar

MRS : Gélose de Man, Rogosa, Sharpe

M17 : gélose utilisé pour le dénombrement des Streptocoques

DLC : Date Limite de Consommation

UFC : Unité Formant Colonie

DDA : Danone Djurdjura Algérie.

INTRODUCTION

Le lait et les produits laitiers occupent une place primordiale dans l'alimentation humaine par leur grande diversité, nature, présentation, gout et d'usage : leur qualité fondamentale réside le plus souvent dans leur composition nutritionnelle, en particulier leur richesse en calcium, protéines, vitamines, minéraux et oligo-éléments (**Tamine et Robinson, 1999**).

Le yaourt ou yoghourt est à la fois le lait fermenté le plus consommé et le mieux connu. Cette dénomination est réservée au produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de deux bactéries lactiques thermophiles spécifiques (*Lactobacillus delbrueckii ssp ; bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*), du lait pasteurisé avec ou sans addition (lait en poudre). Les bactéries dans le produit fini doivent être vivantes et présentes en abondance (**FAO ,1975**). La réglementation française fixe le nombre minimale a 10 millions de bactéries par gramme, c'est un produit consommé la plupart du temps comme dessert, très prisé de par le monde, car il convient à toutes les tranches d'âge et même chez les sujets intolérants au lactose (**Fizman et al ; 1999**).

Les fruits dans le yaourt sont apportés sous forme de préparation de fruits avec ou sans sucres ajoutés, et participe à l'amélioration de ce derniers.

Les fruits sont indispensables dans l'alimentation quotidienne, grâce à leur important apport en vitamines et en minéraux (magnésium, fer, potassium, sodium, calcium) et leurs apports en micronutriments (polyphénols et caroténoïdes), que le corps ne peut pas synthétiser. Les fruits nous protègent contre de nombreuses maladies notamment ; maladies cardiovasculaires et les cancers. (**Jean-paul, 1996**).

Parmi ces fruits, la nêfle du Japon (*Eriobotrya japonica* Lindl) est un fruit comestible de couleur jaune orangée qui appartient à la famille des Rosacées (**Badenes et al. 2000**). Populaire partout dans le monde. (**Pareek et al ., 2014**). Le fruit contient presque tous les éléments nutritifs essentiels, et particulièrement riche en minéraux et en caroténoïdes, (**Shaw, 1980**). C'est une bonne source de vitamine A, quelques fruits suffisent pour fournir jusqu'à la

moitié du besoin journalier recommandée, ainsi que des flavonoïdes et des acides phénoliques (**Ding et al., 2001**). En revanche, elle n'est pas une source de vitamine C.

Dans la médecine chinoise traditionnelle soutenue par la preuve scientifique courante concernant les composés pharmacologiques, la nêfle du Japon est considérée comme une pharmacie en elle-même (**Kim et al., 2009**).

L'incorporation de la nêfle dans le yaourt n'est pas très répandue, c'est en mettant l'accent sur ces faits qu'on a pensé qu'il serait intéressant d'enrichir le yaourt par ce fruit local très peu exploité. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre étude, au sein de la laiterie Danone.

Le principal objectif de cette étude est l'enrichissement du yaourt à la nêfle du japon (*Eriobotrya japonica*). De ce fait, une valorisation du fruit, ainsi qu'une caractérisation physico-chimique, microbiologique et sensorielle du yaourt élaboré ont été effectuées.

I.1. Origine et histoire

La nèfle du Japon a été cultivée au Japon depuis plus de 2000 années (**Lin et al., 2007**) ; là de nombreuses espèces de nèfles se trouvent à l'état sauvage (**Chen, 1954**). La nèfle cultivée au Japon était introduite depuis la Chine dans les temps anciens et la culture de la nèfle au Japon a été décrite dès 1180. Par ce que le Japon a été considéré comme la région originale de la nèfle par Thunberg (1784), l'espèce a été nommée *Mespilis japonica*, comme certains types primitifs d'*Eriobotrya japonica*. Certains auteurs japonais considèrent que l'origine étant à la fois la Chine et le Japon (**Ichinose, 1995**).

Le néflier a été réparti autour des pays de la Méditerranée, dont l'Algérie, Chypre (**Cyprus Agricultural Research Ins, 1987**), l'Egypte, la Grèce, Israël, l'Italie, l'Espagne, la Tunisie et la Turquie (**Morton, 1987**). En Algérie, le néflier du Japon était cultivé antérieurement à l'arrivée des français en 1830, mais il n'était représenté que par des formes de petits fruits, peu charnus et de qualité médiocre. Après les travaux de sélection de Trabut et de Péronne, les nouvelles variétés sont à pulpe charnue et sans trop de pépins (**INRA, 2006**).

I.2. Description et classification botanique de la nèfle du Japon

La nèfle du Japon (*Eriobotrya japonica* Lindl) est un fruit comestible de couleur jaune orangée qui appartient à la famille des Rosacées (**Badenes et al., 2000**) (**figure 1**). Le fruit a beaucoup de graines (**Cuevas et al., 2007**). Les fruits sont maintenues en grappes de 4 à 30, ovales à arrondies, en forme de poire, de 2 à 5 cm de long et pèse en moyenne 30 à 40 g, certains cultivars jusqu'à 70 g. Le pelage est lisse à légèrement léger, jaune clair à orange.

La pulpe est blanche à jaune clair à orange, 6,7 à 17 ° Brix, sucré à acidulé, et juteux. Il peut y avoir 1 à 10 graines brunes foncées. Les graines comportent environ 20% à 30% du poids de fruit entier (**Insero et al., 1990**).



Figure N°1 : Coupe transversale d'une nèfle du Japon

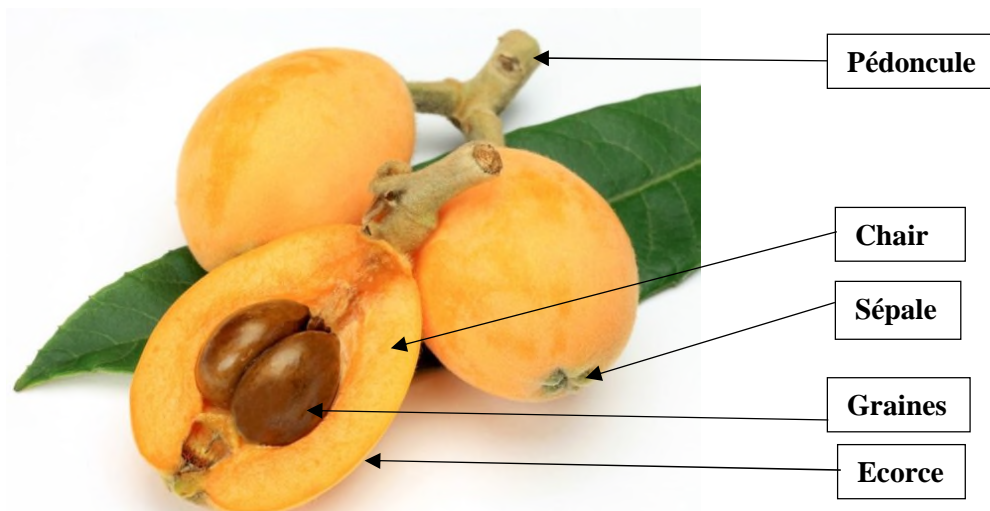


Figure N°2 : Photographie de la nêfle du Japon (*Eriobotrya japonica* Lindl).

❖ **Classification botanique** (Rosaceae of North America Update, 2011)

<u>Règne</u>	Plantae
<u>Sous Règne</u>	Tracheobionta
<u>Division</u>	Magnoliophyta
<u>Classe</u>	Magnoliopsida
<u>Sous Classe</u>	Rosidae
<u>Ordre</u>	Rosales
<u>Famille</u>	Rosaceae
<u>Genre</u>	<i>Eriobotrya</i> Lindl.
<u>Espèce</u>	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.

I.3. Variétés de la nêfle

La nêfle a été le sujet de beaucoup d'amélioration botanique, augmentant la taille et la qualité du fruit. Il y'aurait plus de 800 variétés dans l'Orient. Un certain nombre de cultivars largement plantés ont été classés comme « Chinois » ou « Japonais ». Dans le groupe chinois, les arbres ont les feuilles minces, le fruit est en forme de poire ou presque rond avec la peau épaisse et orange et la chair orange-foncé, moins acide et pas très juteux. Les graines sont petites et nombreuses (Morton, 1987).

En 1982, **Khellil**, a décrit certaines variétés, parmi les espèces cultivées à la station de l'INRA (Annexe 2). Selon le même auteur (1982), dans la pratique, seules les variétés : Dr

Trabut, Champagne, Tanaka, Vanille, Saint Michel sont répandues dans les vergers, mais le plus souvent en mélange avec d'autres variétés de moindre qualité (**Abdelguerfi, 2003**).

Il n'y a que cinq variétés qui sont autorisées à la production et à la commercialisation par l'Etat (**INRA, 2006**) (**Annexe 2**).

La nêfle est le produit qui s'écoule le mieux par le fait qu'il rencontre peu de concurrents au moment de son apparition sur le marché. Selon **Chaouia et al., (2003)**, les principales variétés existantes en Algérie, notamment à la station expérimentale de Boufarik sont :

- Variété précoce : *Taza, Saint Michel, Kauro et Clarin.*
- Variétés semi-tardives : *Première du Tipa, Tanaka, Vanille, Victor et Mme Perronne.*
- Variétés tardives : *Joffr, Dr Trabut, Tananka améliorée, Thales et Melle Maire.*

I.4. Production de la nêfle

I.4.1. Production nationale et régionale (Annexe 2)

Selon **Abdelguerfi, (2003)**, le néfler du Japon est répandu sur le littoral, dans les régions d'Annaba, Skikda, Jijel, Collo, Bejaia, Alger et Mostaganem. Il est également présent dans la Mitidja. A l'intérieur du pays, nous le trouvons à Tlemcen, Mascara, Sidi Bel-Abbés, Chlef, Tizi-Ouzou, Bouira, Sétif, Guelma et Batna.

I.4.2. Production mondiale

La production mondiale de la nêfle est de 549.220 tonnes, Chine (460.000 tonnes) et l'Espagne (43.300 tonnes) étant les producteurs principaux suivis par Inde, le Pakistan et le Japon (**Lin, 2007**)

I.4.3. Principaux pays producteurs de la nêfle (Annexe 2)

Avant la fondation de la Chine moderne, la nêfle était une espèce d'arbre sous-utilisée (**Zheng, 2007**). Mais maintenant, la Chine occupe le premier rang en termes de superficie (120 000 hectares) ainsi que la production (460 000 tonnes) (**Lin et al., 2007**).

L'Espagne est le deuxième plus grand producteur de nêfle japonaise au monde et le premier pays exportateur. Il représente 84% du commerce mondial de la nêfle, la destination principale étant les pays de l'Union européenne : l'Italie, la France et le Portugal, et exporte 36 à 47% de la production totale (**Caballero et Fernandez, 2003**). L'Espagne mène la production de la nêfle dans la région méditerranéenne avec environ 3 700 hectares de vergers, ce qui donne une production annuelle de 45 000 tonnes (**Canete et al., 2007**).

La Turquie est le troisième important pays producteur de nêfle avec une production de 12000 tonnes pour une superficie de 820 hectares (**Lin et al., 2007**). La superficie en néfliers en Turquie est moins par rapport au Japon (2.420 hectares) ou au Pakistan (1501 hectares). Une augmentation rapide a été observée après 1980. La production totale n'a été que de 3000 tonnes en 1980, qui est passée à 9000 tonnes en 1990 et 12000 tonnes en 2003 (**Polat et Caliskan, 2007**)

Avant la seconde guerre mondiale, le Japon était le plus grand pays producteur de nêfles. Maintenant, le Japon a une production de 10.240 tonnes sur une superficie de 2420 hectares (**Lin, 2007**).

I.5. Intérêt de la nêfle

La nêfle du Japon est populaire partout dans le monde. En plus des vitamines et des minéraux, ce fruit est riche en composés phénoliques et en caroténoïdes (**Pareek et al., 2014**).

Dans la médecine chinoise traditionnelle soutenue par la preuve scientifique courante concernant les composés pharmacologiques, la nêfle du Japon est considérée comme une pharmacie en elle-même (**Kim et al., 2009**).

I.5.1. Composition et valeur nutritionnelle de la nêfle

Le fruit contient presque tous les éléments nutritifs essentiels, étant particulièrement riche en minéraux et caroténoïdes et vitamine A (**Annexe 2**), tandis que le noyau est très riche en protéines (22,5%) et hydrates de carbone (71,2%) (**Shaw, 1980**).

La nêfle du Japon apporte 12 % de glucides, ce qui est supérieure à la quantité moyenne apportée par les fruits frais (7,77 %) (**Xu, 2011**). Le fructose, le glucose et le saccharose sont les principaux sucres des fruits de la nêfle, et leurs proportions relatives varient selon le cultivar. Le fructose est le sucre prédominant dans les fruits de la nêfle (**Shaw et Wilson, 1981**).

L'acide malique est l'acide organique principal dans le fruit, ce qui est une caractéristique de la famille des Rosacées (**Lin et al., 1999**).

En revanche, la nêfle apporte moins de fibres (1,83 g pour 100 g) et de protéines (0,41 g pour 100 g). La nêfle du Japon contient des protéines appartenant à la famille des déhydrines (**Xu, 2011**).

La nêfle du Japon est une bonne source de vitamine A ; quelques fruits suffisent pour fournir jusqu'à la moitié du besoin journalier recommandée, ainsi que des flavonoïdes et des composés phénoliques (**Ding et al., 2001**). En revanche, elle n'est pas une source riche de vitamine C.

I.5.2. Effets thérapeutiques

Toutes les parties de la nêfle comme les fruits, les feuilles et les peaux ont de nombreux avantages pour la santé. Ses feuilles ont une saveur astringente et ont été utilisée dans la médecine traditionnelle pendant une longue période pour traiter la bronchite chronique, la toux, fièvre et les troubles digestives (**Ito et al., 2000**). Une tisane des feuilles est connue pour être une boisson rafraîchissante empêchant les insulations et la soif, et a également été appliquée localement sur les blessures et les ulcères (**Perry, 1980**).

La nêfle fraîche a un effet anti-tumoral (**Young et al., 1994**), un effet anti-inflammatoire (**Kim et Shin, 2009**) et un effet antioxydant (**Koba et al., 2007**).

I.5.2.1. Prévention du risque de cancer

Il y a un certain nombre d'antioxydants présents au sein du fruit du néflier qui sont bénéfiques pour la santé humaine. Les antioxydants sont capables de neutraliser les radicaux libres dans le corps qui sont générés en tant que sous-produits naturels du métabolisme cellulaire. Ces molécules avec leurs électrons non appariés peuvent causer une mutation des cellules saines, menant à des maladies chroniques, y compris le cancer. Ce fruit comprend une grande quantité d'antioxydants comme la vitamine A qui protège le corps contre les radicaux libres et aussi le stress oxydatif. Il comprend aussi des flavonoïdes qui protègent le corps contre les dommages des radicaux libres. Par conséquent ce fruit a été spécifiquement associé à l'abaissement du risque de cancer du poumon et des cancers oraux (**Singh et al., 2010**). Le fruit de la nêfle contient des fibres alimentaires connues sous le nom de pectine, qui aident à lier et nettoyer les toxines du côlon. Ainsi, ils réduisent les effets de la toxine dans le côlon et de protègent contre le cancer du côlon (1).

I.5.2.2. Diminuer le taux de cholestérol

L'hypercholestérolémie est souvent associée à l'obésité, le diabète sucré et l'hypertension, chacune contribue à l'élévation de la mortalité cardio-vasculaire (**Who, 1994**). L'extrait du fruit de la nêfle (*Eriobotrya japonica*) a montré des propriétés anti hyper-cholestérolémiques et anti-oxydantes (**Singh et al., 2010**).

I.5.2.3. Améliorer la santé de la peau

Il contient de la vitamine A, qui permet la rétention de l'humidité et favorise ainsi la santé

de la peau. Il contient une bonne quantité d'antioxydants qui protège le vieillissement précoce (2).

I.5.2.4. Maintenir la tension artérielle

Le fruit de la nèfle contient une bonne quantité de potassium. Ce dernier est nécessaire pour maintenir le niveau de sodium. En outre, une teneur élevée en potassium est nécessaire pour maintenir le niveau de fluide, c'est-à-dire équilibrer l'électrolyte. Ainsi, il contribue à maintenir l'hypertension artérielle, et il réduit le risque d'accident vasculaire cérébral et de crise cardiaque.

En outre, il contient des minéraux comme le manganèse, le magnésium, le fer, le cuivre et la vitamine A qui maintiennent la pression artérielle (3).

I.5.2.5. Promouvoir la perte de poids

La nèfle est pauvre en calories. En outre, elle contient une bonne quantité de fibres alimentaires. Les régimes riches en fibres suppriment l'appétit et augmentent le métabolisme. Ainsi, elle favorise une perte de poids saine (4).

I.6.2.6. Améliorer la vision oculaire

Les fruits frais de la nèfle contiennent une bonne quantité de vitamine A. Comme la vitamine A est un antioxydant ; Il devient l'aliment hautement préféré à être consommé pour améliorer la santé oculaire (5).

II.1. Définition du yaourt

L'arrêté interministériel du 07 Octobre 1998, a apprécié les spécifications techniques des yaourts (**JORA, 1998**).

D'après l'article (02), « le yaourt est le produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce au développement des seules bactéries lactiques thermophiles, dites *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* à partir du lait ».

D'après l'article (04), l'incorporation en tant que produit de substitution, de matières grasses et/ou protéiques d'origine non laitière, est interdite.

D'après l'article (05), la teneur minimale en matière sèche laitière non grasse du yaourt doit être égale à 8,2%.

II.2. Historique des yaourts

Originnaire d'Asie, le mot yaourt (yoghourt ou yogourt) vient de yoghurmark, mot turc signifiant « épaissir » (**Tamime et Deeth, 1980**).

Dans le sillage des découvertes de Luis Pasteur sur la fermentation lactique, de nombreux chercheurs s'intéressent aux micro-organismes présents dans le lait. En 1902, Ris et Khoury, deux médecins isolent la bactérie spécifique du yaourt « le bacille bulgare », analysent l'action acidifiante du lait caillé et suggèrent une méthode de production sûre et régulière (**Rousseau, 2005**).

Les yaourts et les produits fermentés frais, identifiés comme aliments bénéfiques pour la santé, sont aujourd'hui des produits de grande consommation. Ainsi, selon une enquête du Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière, la production de yaourt et d'autres laits fermentés ne cesse de croître. La dynamique actuelle de ce marché oblige donc les industriels à formuler sans cesse de nombreux produits laitiers fermentés frais (**Enkeljda, 2004**).

II.3. Processus de fabrication du yaourt

La fabrication des yaourts, à partir du lait enrichi, se fait en trois étapes principales qui sont : le traitement thermique, la fermentation, le conditionnement et le stockage (**Annexe 3**).

II.3.1. Matières utilisées pour la production du yaourt

II.3.1.1. Lait frais

La principale matière première pour la fabrication des yaourts est le lait et essentiellement le lait de vache. Il est constitué d'environ 88% d'eau et de 12% de matière sèche contenant elle aussi

des glucides, protéines, des lipides et des minéraux. Après l'eau, les constituants les plus abondants sont les glucides particulièrement représentés par le lactose. Les principaux constituants protéiques sont les caséines (82%), la β -lactoglobuline est la protéine sérique la plus abondante (45%) (**Tamime et Robinson, 1985**).

II.3.1.2. Poudre de lait

Afin d'augmenter la viscosité apparente et la consistance des yaourts, la teneur en matière sèche du lait est augmentée au préalable jusqu'à 10-12% (**Schkoda et al., 2001 ; Van marle, 1998**). Après concentration (par évaporation ou par osmose inverse) ou, plus fréquemment, par addition de poudre de lait ou de protéine de lactosérum, le lait obtenu est dit alors fortifié ou enrichi (**Mahaut et al., 2000**).

II.3.2. Traitement thermique

Le lait enrichi, éventuellement sucré, subit un traitement thermique. Le barème de traitement thermique le plus couramment utilisé est 90-95°C pendant 3 à 5min (**Mahaut et al., 2000**). Ce traitement a de multiples effets sur la flore microbienne ainsi que sur les propriétés physico-chimiques et fonctionnelles du lait. Il crée des conditions favorables aux développements des bactéries lactiques, il détruit les germes pathogènes et indésirables (**Boudier, 1990**) et inactive les inhibiteurs de croissance tels que les lactopéroxydases (**Farkye et Imafidon, 1995**).

Le traitement thermique a également un effet sur la conformation tridimensionnelle des protéines, induisant la modification de leurs propriétés fonctionnelles. Il dénature la majorité des protéines du lactosérum (85%) qui se fixent ainsi sur les molécules de caséines (**Mahaut et al., 2000**).

II.3.3. Fermentation lactique

Le lait, enrichie et traité thermiquement, est refroidi à la température de fermentation, 40-45°C. Cette température correspond à l'optimum de développement symbiotique des bactéries lactiques (**Loones, 1994**). Leur inoculation se fait à un taux assez élevé, variant de 1 à 7% pour un ensemencement indirect à partir d'un levain avec un ratio *Streptococcus thermophilus*/*Lactobacillus bulgaricus* de 1,2 à 2 pour les yaourts naturels, et pouvant atteindre 10 pour les yaourts aux fruits (**Boudier, 1990 ; Mahaut et al., 2000**).

L'ensemencement direct à partir de bactéries lactiques concentrées congelées se fait à des taux de l'ordre de 0,03%. Une bonne agitation est nécessaire pour rendre parfaitement homogène le mélange lait/ferments.

Le laitensemencé est amené à une température généralement voisine de 45°C par un passage à travers des réchauffeurs à plaques. La température optimale de développement du streptocoque est de 42-45°C ; celle du lactobacille est de 47-50°C. Selon les régions, les consommateurs préfèrent des yaourts plus au moins acides et plus au moins aromatiques. Les caractères recherchés dépendent des souches utilisées et de la température d'incubation. L'abaissement de celle-ci de 1 à 3°C (42-44°C), favorise le développement du streptocoque et donc la production d'arômes. L'augmentation légère de température (45-46°C), favorise le lactobacille donc la production d'acides (**Enkeljda, 2004**).

II.3.4. Conditionnement et stockage

L'ajout éventuel des fruits intervient avant le conditionnement. Enfin, les yaourts conditionnés dans des pots en verre ou en plastique, sont stockés en chambre froide à 4°C en passant au préalable dans des tunnels de refroidissement. A ce stade, ils sont prêts à être consommés. La durée limite de leurs consommations est de 28 jours. Pendant le stockage, les bactéries lactiques maintiennent une activité réduite. Cette évolution, appelée post-acidification, se traduit par une légère baisse du pH, surtout pendant les 2 premiers jours de stockage (**Enkelejda, 2004**).

II.4. Les bactéries caractéristiques du yaourt

II.4.1. Caractéristiques générales des bactéries du yaourt

A/ *Streptococcus thermophilus*

Comme le montre la figure 3 *St. thermophilus* est un cocci à GRAM positif, anaérobie facultatif, non mobile. On le trouve dans les laits fermentés et les fromages (**Roussel et al., 1994**). C'est une bactérie thermorésistante, sensible au bleu de méthylène (0,1%) et aux antibiotiques. Elle est aussi résistante au chauffage à 60°C pendant 30 minutes (**Dellaglio et al., 1994**). Elle est isolée exclusivement du lait et des produits laitiers sous forme de coques disposées en chaînes de longueurs variables ou par paires. Sa température optimale de croissance varie entre 40 et 50°C. Son métabolisme est de type homo fermentaire (**Lamoureux, 2000**). Le rôle principal de *St. Thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique et en plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de la texture dans les laits fermentés. Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides (composés de galactose, glucose, ainsi que de petites quantités de rhamnose, arabinose et de mannose) (**Bergamaier, 2002**).

B/. *Lactobacillus bulgaricus*

Comme le montre la figure 3 *Lb. Bulgaricus* est un bacille GRAM positif, immobile, a-sporulé, micro-aérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chaînettes. Il possède un métabolisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide lactique comme principal produit final à partir des hexoses de sucres par voie d'Embden Meyerhof. Il est incapable de fermenter les pentoses. *Lb. bulgaricus* est une bactérie thermophile, très exigeante en calcium et en Magnésium et sa température optimale de croissance est d'environ 42 °C. Cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement des qualités organoleptiques et hygiéniques du yaourt (Marty-Teyssset *et al*, 2000). Ces deux bactéries lactiques tolèrent de petites quantités d'oxygène. Ceci peut être probablement relié au peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) qui est produit dans les cellules en présence d'air. Le système le plus efficace pour éliminer le peroxyde d'hydrogène est l'utilisation d'une enzyme, la catalase, dont les bactéries lactiques sont déficientes. Ces dernières possèdent plutôt une peroxydase (pseudo catalase) qui est moins efficace que la catalase. Comme les bactéries lactiques n'éliminent pas facilement le peroxyde, elles sont dites micro aérophiles (Doleyres, 2003).



Figure N°3 : photo des deux bactéries du yaourt *Streptococcus Thermophilus* et *Lactobacillus Bulgaricus*

II.4.2. Comportement associatif des deux souches

St. Thermophilus et *Lb. Bulgaricus* se développent en association (appelée proto-coopération) dans des cultures mixtes (Annexe 3) ayant un intérêt à la fois d'ordre technologique et nutritionnel. Ces bactéries, par leur activité acidifiante, ont un effet bénéfique du point de vue qualité hygiénique du produit. En parallèle, elles engendrent des produits secondaires qui contribuent à la qualité organoleptiques du yaourt. D'un point de vue nutritionnel, l'activité fermentaire de ces espèces

lactiques favorise une solubilisation des différents constituants du lait, améliorant ainsi leur biodisponibilité (Courtin *et al.*, 2002).

II.5. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques

En plus des avantages technologiques (amélioration du goût, de l'arôme, de la texture et de la stabilité du produit), de nombreux effets bénéfiques sont attribués aux bactéries lactiques notamment des effets nutritionnels et thérapeutiques :

II.5.1. Intérêts nutritionnels

Au cours de la fermentation, la composition du lait subit un certain nombre de modification. Certaines de ces modifications en font un produit de meilleure valeur nutritionnelle que le lait.

❖ Amélioration de la digestion du lactose

Selon des études réalisées par Luzzana *et al.*, (2003) il a été établi que la consommation du yaourt peut atténuer les symptômes de l'intolérance au lactose, ceci est dû en particulier aux ferments lactiques vivants qui transforment une partie du lactose en galactose et glucose.

❖ Amélioration de la digestibilité de la matière grasse

L'homogénéisation améliore la digestibilité en augmentant la dispersion des globules gras (Mahaut *et al.*, 2000). Cette opération s'effectue à l'aide d'un homogénéisateur à deux étages :

- Le premier étage à haute pression où se déroule l'homogénéisation proprement dite qui consiste en l'éclatement des globules de matière grasse.
- Le deuxième étage à pression plus basse où s'effectuent la décomposition et la dispersion des fines gouttelettes de matière grasse dans la phase protéique.

❖ Amélioration de la digestibilité des protéines

Les yaourts peuvent également améliorer la digestibilité des protéines par la présence des acides aminés, libérés lors : du traitement thermique, de fermentation ou de l'activité protéolytique des bactéries lactiques (Jeantet *et al.*, 2008).

❖ La biodisponibilité du calcium

L'absorption du calcium du yaourt dont le lactose est en partie hydrolysé, est aussi bonne que celle du calcium du lait (Gaucheron, 2004).

Chez les sujets ayant un déficit en lactase, le fait que le lactose ne soit pas ou incomplètement hydrolysé conduit, pour certains auteurs, à une malabsorption du calcium (**Cochet et al., 1983**).

II.5.2. Intérêts thérapeutiques

Outre les qualités nutritionnelles et organoleptiques, les yaourts peuvent avoir des effets bénéfiques sur la santé humaine (**Xanthopoulos et al., 2001**). Ces effets dépendent à la fois des souches utilisées et des métabolites produits.

❖ **Activité antimicrobienne**

Le yaourt joue un rôle important dans la prévention contre les infections gastro-intestinales, son intérêt dans le traitement contre les diarrhées infantiles, a été démontré par **Lucas et al., (2004)**. Les bactéries du yaourt produisent des substances antimicrobiennes et des probiotiques (**Jeanet et al., 2008**). Leur pouvoir antagoniste résulte aussi de la production du peroxyde d'hydrogène et de bactériocines, limitant la croissance de certains germes pathogènes (**Tabak et Bensoltane, 2011**).

❖ **Stimulation du système immunitaire**

L'effet immuno-régulateur du yaourt a pu être démontré. Son rôle dans l'augmentation de la production d'interférons, d'immunoglobulines et dans l'activation des lymphocytes B est attribuée à *Lactobacillus bulgaricus* (**Jeanet et al., 2008**).

Dans le cas de maladies inflammatoires de l'intestin telles que la maladie de Crohn ou les colites ulcéraives, l'administration de yaourt pendant la période de rémission prévient la récurrence de l'inflammation sans pour autant avoir des effets secondaires indésirables chez des souris (**Chaves et al., 2011**).

❖ **Action anticholestérolémiant**

La consommation du yaourt permet de prévenir les maladies coronariennes et serait plus efficace que le lait pour maintenir une cholestérolémie basse (**Mahaut et al., 2000**). Des tests *in vitro* ont démontré une réduction du taux de cholestérol dans un milieu de culture avec *Lactobacillus bulgaricus*. Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer ce fait, comme l'assimilation du cholestérol par les bactéries (**Izquierdo-Alegre, 2009**).

I.1. Matériel végétal

I.1.1. Récolte du fruit

Le fruit employé étant la nêfle du japon, récoltée le samedi 22 avril 2017 dans une ferme au niveau de la région d'Akbou wilaya de Bejaia et cette variété (*Tanaka*) a été identifiée par les agriculteurs et fermiers de la région.

I.1.2. Caractéristique du Tanaka

Chaque variété de nêfle présente des spécificités qui la distinguent des autres. Le Tanaka est un fruit très gros, et de pelure ferme orange intense, se détache difficilement de la chair. Elle est sous forme ovoïde, avec une peau très ferme, résistante, orange ; sa chair est ferme, jaune-abricotée, sucrée, juteuse, très bonne, elle possède de petits pépins, peu nombreux. Sa période de maturité est le mois de mai.

I.1.3. Préparation du fruit au sirop

Après avoir été triés afin de choisir les fruits murs, entiers, sans tache et intacts, les fruits ont été soigneusement lavés avec de l'eau de source et épluchés afin d'enlever la peau du fruit. Les fruits ont été dénoyautés puis coupés manuellement en petit morceaux sous forme de cubes d'environ 10 mm comme le montre la figure n°4. En parallèle un sirop est préparé et chauffé jusqu'à ébullition ; celui-ci est versé dans des bocaux précédemment stérilisés, dans lequel on a plongé les morceaux de fruits découpés dans les bocaux et ensuite fermés hermétiquement et stérilisés afin de conserver la préparation en fruits. On note que le sirop joue un rôle dans la conservation du fruit qui est facilement oxydable.

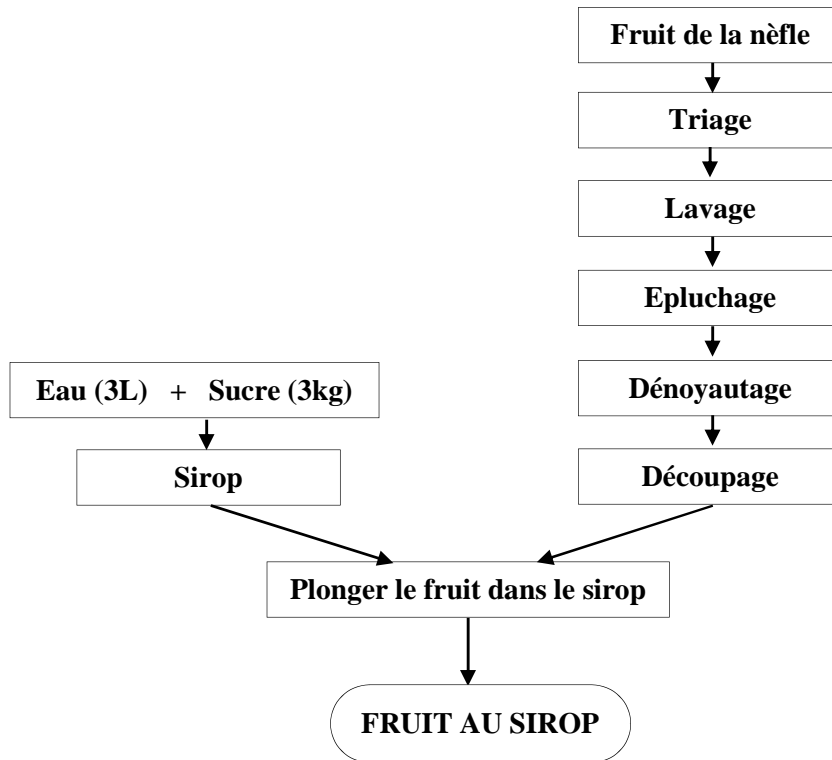


Figure N°4 : Diagramme de préparation de la nêfle au sirop

I.2. Composition physico-chimique de la nêfle

I.2.1. Détermination du pH (AFNOR : V 76-122,1970)

Principe

Le pH, exprimant l'acidité ou l'alcalinité d'un milieu, est égal au logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ions H⁺. La mesure du pH de l'échantillon est effectuée par pH-mètre.

Mode opératoire

- Prélever un volume de l'échantillon du jus de nêfle suffisamment important pour permettre l'immersion des électrodes du pH-mètre ;
- Effectuer un étalonnage du pH-mètre ;
- Mesurer le pH de la prise d'essai conformément à la température de 20 °C ± 2° C.

Expression des résultats

Exprimer le pH avec deux décimales.

I.2.2. Détermination de l'acidité titrable (AFNOR : V 05-101,1974)

Principe

L'acidité titrable représente la somme des acides minéraux et organiques présents dans le produit ; elle est exprimée en fonction de l'acide dominant. Titrer l'acide citrique avec une solution d'hydroxyde de sodium 0.1N en présence de la phénolphaléine comme indicateur coloré.

Mode opératoire

- Prélever V_0 (10 ml) de l'échantillon ;
- Ajouter 2 gouttes de phénophtaléine 1%, titrer avec la solution NaOH (0.1N) jusqu'à obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 s ;
- Noter la chute de la burette V_{NaOH} .

Expression des résultats

L'acidité titrable (A g/l) est exprimée en grammes d'acide citrique pour 100 ml de produit
(A g/l) acide citrique = $V_{\text{NaOH}} \times 0,64$

Où : V_{NaOH} volume de NaOH versé en ml.

0.64 : coefficient correspondant à l'acide citrique.

I.2.3. Détermination du degré de Brix (AFNOR : V05-109,1970)**Principe**

Le degré Brix, également appelé indice réfractométrique, et basé sur la réfraction de la lumière ; les réfractomètres donnent par simple lecture, l'extrait sec soluble d'un liquide sucré à une température déterminée.

Mode opératoire

- placer une goutte de l'échantillon sur la surface du prisme ;
- rabattre le deuxième prisme sur le premier en transformant ainsi la goutte du liquide en une couche de 1/10mm d'épaisseur ;
- diriger le réfractomètre vers une source lumineuse et regarder dans l'oculaire, ce qui permet de voir se dessiner deux zones sur l'échelle : une claire et une autre foncée. La limite entre les deux zones marque la grandeur de la réfraction.

Expression des résultats

On obtient les résultats par simple lecture sur l'échelle du réfractomètre.

I.2.4 - Détermination de la teneur en humidité (NF V 03-903)**Principe**

La teneur en humidité correspond à la différence de poids initial et de poids final après étuvage.

Mode opératoire

- Peser 2g de purée de la nêfle dans un creuset (P_0) ;
- Mettre l'échantillon dans une étuve à 105°C pendant 24 heures ;
- Laisser refroidir les creusets dans un dessiccateur et peser rapidement (P_1).

Expression des résultats

Le pourcentage d'humidité se calcule selon la formule suivante :

$$H(\%) = \frac{P_1 - P_0}{P_1 - P_2} \times 100$$

Où :
H : teneur en humidité en %.
*P*₀ : est le poids du creuset vide.
*P*₁ : est le poids du creuset + la prise d'essai.
*P*₂ : est le poids du creuset + la prise d'essai après étuvage.

I.2.5. Dosage des sucres totaux

Principe

Les oses totaux sont dosés suivant la méthode au phénol-sulfurique (**Dubois et al., 1956**). Les glucides en milieu acide sulfurique et à chaud sont déshydratés en dérivés du furfural, facilement combinable avec le phénol, et donnent une coloration rose-saumon (le glucose fournit de l'hydrox-furfural). L'absorbance est lue à la longueur d'onde de 487 nm par spectrophotométrie après réaction colorimétrique au phénol 5%. La coloration est permanente.

La quantification des sucres totaux se fait par destruction des liaisons glycosidiques des sucres complexes (polysaccharides), convertis alors en sucres simples (monosaccharides). Très sensible, cette méthode est capable de détecter d'infimes quantités de glucides n'excédant pas 1µg. Cette méthode permet la détermination de la teneur en glucides totaux (sucres simples, sucres complexes).

Mode opératoire

- Dans un tube vide insérer 1ml de l'échantillon à analyser ;
- Ajouter 1ml de solution de phénol (5%) ;
- Agiter au vortex ;
- Ajouter 5 ml de l'acide sulfurique concentré ;
- Chauffer 3 min au bain Marie à 150°C ;
- Mettre à l'obscurité 30min ;
- Lire l'absorbance à 487 nm ;
- Etablir une courbe d'étalonnage avec du glucose, pour déterminer la concentration équivalente en glucose de l'échantillon étudié (**Annexe 4**).

Expression des résultats

Le résultat est exprimé en mg de glucose/ml.

I.2.6. Détermination de la teneur en Cendres (NF V05-113,1972)

Principe

La teneur en cendres d'un échantillon s'obtient par incinération (ou combustion complète) dans un four à moufle, calcinée à 550°C jusqu'à obtention d'un résidu blanchâtre de poids constant.

Mode opératoire

- Dans des creusets, peser 1g de pulpe.
- Placer les creusets dans un four à moufle réglé à 550±10°C durant 5 heures jusqu'à obtention d'une couleur grise, claire ou blanchâtre ;

Expression des résultats

$$MO\% = \frac{(M_1 - M_2)}{P} \times 100$$

Soit : **MO** : matière organique.
M₁ : masse de la capsule + prise d'essai.
M₂ : masse de la capsule + cendres.
P : masse de la prise d'essai.

La teneur en cendres (Cd) est calculée comme suit : $Cd = 100 - MO\%$

I.2.7. Dosage des antioxydants

I.2.7.1. Dosage de la vitamine C

Principe

Le dosage est basé sur l'oxydation de l'acide ascorbique qui conduit à la réduction de 2,6-dichloroindophénol (DCPIP) de couleur initiale bleue (forme oxydée) vers la couleur rose (forme réduite).

Mode opératoire

Préparer une solution de DCPIP à 1% (1 g dans 100 ml d'eau) pour étalonner l'acide ascorbique (vit C). Dissoudre 1g de l'acide ascorbique dans 100 ml d'eau, c'est une solution à 10mg/ml de vit C. Le DCPIP est de couleur bleu ; Il se transformera en rose dans des conditions acides et sera réduit de manière évidente en un composé incolore par l'acide ascorbique rendant le DCPIP incolore.

Verser le DCPIP dans une burette et mesurer 1 ml de l'acide ascorbique dans un petit bécher. Titrer goutte à goutte l'acide ascorbique avec le DCPIP 1%. Agiter jusqu'à ce que la couleur bleue persiste. Enregistrer le volume de la chute de la burette.

Mesurer 10 ml de jus de nêfle dans un petit bécher, le mettre au réfrigérateur. Placer le jus refroidi sous la burette et ajoutez lentement le DCPIP (goutte à goutte) et agiter constamment jusqu'à ce qu'une couleur bleue persiste. Noter le volume.

Expression des résultats

Le volume de la chute de la burette permet de savoir combien de DCPIP est nécessaire pour neutraliser 1 ml d'acide ascorbique ou pour être plus précis 10 mg de vitamine C. Cela peut être utilisé pour calculer la quantité de Vit C dans les divers jus.

La quantité de la vitamine C a été déterminée en utilisant la formule suivante :

$$\text{mg de Vit C dans le jus} = \frac{\text{Volume moyen de DCPIP}}{\text{Volume pour neutraliser 10 mg}} \times 10$$

I.2.7.2. Dosage des caroténoïdes

Mode opératoire

La quantité de caroténoïdes à utiliser est déterminée par la méthode décrite par **Reyes et al., (2006)**. Les caroténoïdes sont extraits d'un échantillon de 1g homogénéisé avec 20 ml d'un mélange de solvants (acétone : éthanol : hexane) à raison de (1:1:2). Après agitation pendant 15 min, le mélange est centrifugé à 3000 rpm pendant 20min. L'absorbance de la phase hexanique est mesurée à 450 nm.

Expression des résultats

Une courbe d'étalonnage sert de référence pour déterminer la teneur en caroténoïdes, courbe réalisée avec le β -carotène (**Annexe 4**) dont les résultats sont exprimés en mg équivalents de β -carotène/100g de matière fraîche (E β C/100g MF).

I.2.7.3. Extraction et dosage des polyphénols totaux

➤ Extraction

L'extraction est réalisée selon le protocole de **Turkmen et al., (2006)**. L'acétone à une concentration 70 % est le solvant utilisé pour l'extraction des poly phénols de la pulpe de la nêfle.

- Mélanger 4g de pulpe avec 40 ml du solvant d'extraction ;
- Agiter pendant une heure à l'abri de la lumière ;
- Centrifuger à 4500 rpm pendant 20 minutes ;
- Récupérer le culot (résidu) ;
- Répéter la procédure d'extraction une fois, comme ci-dessus ;
- Les deux surnageants seront combinés et utilisés pour dosage.

➤ **Dosage**

Principe

La teneur en composés phénoliques des différentes variétés de nêfle a été déterminée par la méthode de **Folin-Ciocalteu** selon **Ribéreau-Gayon, (1968)** de **Li et al., (2007)**, teneur basée sur la réduction en milieu alcalin de la mixture phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) phosphomolibdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$) du réactif de Folin par les groupements oxydables des composés phénoliques conduisant à la formation de produits de réduction de couleur bleue (oxyde de tungstène et de molybdène). Ces derniers présentent un maximum d'absorption à 765 nm dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de phénol présente dans l'échantillon (**George et al., 2005**).

Mode opératoire

La teneur en composés phénoliques des échantillons est déterminée suivant la méthode de **Negi (2002)**

- Mélanger 200µl d'extrait de pulpe avec 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu (dilué dix fois) ;
- Ajouter 800µl de carbonate de sodium à 7.5% ;
- Incuber 30 min à l'obscurité
- Mesurer l'absorbance à 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

Expression des résultats

La concentration en composés phénoliques des extraits est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenu en utilisant l'acide gallique préparé dans les mêmes solvants (**Annexe4**). Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique/g d'extrait de jus.

I.3. Analyses microbiologiques de la préparation du fruit au sirop

Afin de vérifier la qualité microbiologique de la préparation du fruit et d'éviter la contamination du produit final, les analyses microbiologiques suivantes ont été réalisées :

I.3.1. Dénombrement des Entérobactéries et Coliformes totaux

- Prélever sous hotte 1 mL de la suspension contenant le fruit.
- Le déposer dans une boîte de Pétri.
- Couler la gélose VRBL pour coliformes et VRBG pour entérobactéries en double couche pour fixer les bactéries et favoriser l'anaérobiose et préparer en même temps un témoin gélose.

- Laisser la gélose se solidifier.
- Incuber dans une étuve à 30°C pour les coliformes et à 37°C pour entérobactéries pendant 24h.
- Le nombre de coliformes et des entérobactéries est calculé selon la formule suivante :

$$\frac{\Sigma C}{(n_1 + 0,1n_2)d} \dots\dots\dots(1)$$

Soit :

ΣC : la Somme des colonies comptées sur toutes les boites contenant entre 10 et 300 colonies

n_1 : est le nombre de boites comptées à la dilution la plus faible.

n_2 : est le nombre de boites comptées à la dilution la plus élevée.

d : est la valeur correspondant à la dilution des premiers dénombrements retenus.

I.3.2 Recherche des Levures et Moisissures

- prélever sous hotte 1 mL de la suspension contenant la pulpe du fruit.
- Le déposer dans une boite de Pétri.
- Couler la gélose OGA et préparer en même temps un témoin gélose.
- Laisser la gélose se solidifier.
- Incuber dans une étuve à 25°C pendant 5 jours.

Le nombre de Levures et Moisissures est calculé selon la formule (1).

I.4. Elaboration et caractérisation du yaourt brassé à la nèfle

I.4.1. Elaboration du yaourt

Le yaourt a été réalisé à l'échelle laboratoire au niveau de l'unité Danone Djurdjura Algérie en respectant le diagramme de fabrication de yaourt brassé aux fruits (**figure N°5**).



Figure N°5 : Diagramme de fabrication d'un yaourt brassé à la nèfle

I.4.2. Caractérisation physico-chimique et microbiologique et sensorielle du yaourt élaboré

I.4.2.1. Caractérisation physico-chimique

Le contrôle physico-chimique du yaourt a pour objectif de garantir une meilleure stabilité et une constance de ses caractéristiques organoleptiques. Les analyses sont réalisées à J+1 (24h après production).

A. Mesure du pH

La mesure du pH nous renseigne sur l'état de fraîcheur du lait, le pH d'un lait normal est neutre. Cependant, s'il y a prolifération des bactéries lactiques, une partie du lactose sera fermentée en acide lactique, entraîne ainsi une baisse du pH.

Principe

Le pH, exprimant l'acidité ou l'alcalinité d'un milieu, est égal au logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ions H⁺. La mesure du pH de l'échantillon est effectuée par pH-mètre.

Mode opératoire

introduire l'électrode du pH-mètre et la sonde de la température dans le pot contenant le yaourt à 10°C (**Manuel Danone**).

Lecture

Le résultat s'affiche sur l'écran de l'appareil.

B. Mesure de la viscosité

La transformation du lait en yaourt s'accompagne de la mise en place d'une structure complexe et d'un changement important des propriétés rhéologiques en passant d'un liquide newtonien à un gel viscoélastique à destruction non réversible (**Paci Kora, 2004**).

Mode opératoire

Le produit doit être à une température homogène de 10°C. On abaisse le module dans le produit jusqu'au repère situé au-dessus du disque puis on fait démarrer le programme de mesure. (**Manuel Danone**)

Lecture

La valeur est affichée sur l'écran du viscosimètre en g.

Mesure de l'extrait sec totale (EST)

Principe

La matière sèche est la fraction massique des substances restantes après dessiccation complète de l'échantillon. Elle est exprimée en pourcentage ou en g/L (Nongonierma *et al.*, 2006).

Mode opératoire

Placer la coupelle (capsule) sur la balance du dessiccateur, tarer, peser 3g de l'échantillon dans cette coupelle puis étaler bien le produit ensuite baisser le capot de l'appareil et la dessiccation commence automatiquement (Manuel Danone).

Lecture

Le taux de l'extrait sec est directement déterminé par l'appareil en %.

I.4.2.2. Caractérisation Microbiologique

Lorsqu'un produit est destiné à la consommation humaine ou animale, on doit réduire le plus possible le niveau de contamination de celui-ci par un choix judicieux de la matière première et une surveillance constante de la fabrication. Dans le contrôle industriel, on vise surtout l'efficacité avant qu'il n'arrive sur le marché et agir immédiatement en cas de défaillance.

L'objectif du contrôle microbiologique est de garantir une certaine sécurité hygiénique et un niveau de qualité organoleptique. Les analyses quantitatives et qualitatives sont réalisées à partir de la solution mère de l'échantillon ou de ses dilutions décimales le jour même de la fabrication du produit.

A. Dénombrement des Entérobactéries et des Coliformes totaux

Mode opératoire

Dans une zone stérile :

- préparer des boîtes de Petri stériles nécessaires pour la manipulation ;
- déposer 1mL de solution mère et des dilutions dans la boîte d'ensemencement.
- couler le milieu gélosé maintenu en surfusion ; en double couche, VRBL pour coliformes et VRBG pour entérobactéries.
- Incuber à 30°C les coliformes et à 37°C les entérobactéries pendant 24h.

Le nombre de Levures et Moisissures est calculé selon la formule (1).

B. Dénombrement des Levures et Moisissures

Principe

Il est basé sur le dénombrement en aérobie par comptage des colonies sur milieu solide OGA (l'Agar Glucosé à l'Oxytétracycline).

Technique

Dans une zone stérile :

- préparer des boîtes de Petri stériles nécessaires pour la manipulation ;
- Déposer 1mL de solution mère et des dilutions dans la boîte d'ensemencement.
- couler le milieu gélosé OGA maintenue en surfusion.
- Incuber à 25°C pendant 5 jours.

Le nombre de Levures et Moisissures est calculé selon la formule (1).

C. Stabilité du produit fini

Deux échantillons de produit fini sont mis dans de mauvaises conditions dites stressantes pour voir leurs stabilités. Un dans une chambre à 25°C pendant 10 jours et l'autre dans une autre chambre à 30°C pendant 3 jours ; après cette durée d'incubation, on vérifie le bombage du pot, l'odeur l'aspect et la présence ou non de colonies dans les échantillons.

D. Suivi de la viabilité des ferments lactiques jusqu'à la DLC

Principe

Ensemencement de dilutions décimales de l'échantillon à analyser, dans des milieux spécifiques et appropriés à la croissance des espèces recherchées.

Mode opératoire

Préparation des dilutions de 10^{-1} à 10^{-8} à partir d'un pot de yaourt dans de l'eau peptonée. Introduire 1ml de chacune des dilutions dans une boîte de Pétri, puis verser la gélose correspondante pour chaque germe, les boîtes sont ensemencées en double couche. Incuber en anaérobiose et à 44°C pendant 48 h pour les Lactobacilles et en aérobie à 37°C pendant 72 h pour les Streptocoques.

Lecture

Après comptage des colonies sur les différentes boîtes, appliquer la loi suivante :

$$\frac{\sum c}{(n1+0,1n2)d}$$

Soit:

ΣC : la Somme des colonies comptées sur toutes les boîtes contenant entre 10 et 300 colonies

n_1 : est le nombre de boîtes comptées à la dilution la plus faible.

n_2 : est le nombre de boîtes comptées à la dilution la plus élevée.

d : est la valeur correspondant à la dilution des premiers dénombrements retenus.

I.4.2.3. Caractérisation sensorielle

Une analyse sensorielle a été réalisée au niveau de l'unité DANONE Djurdjura Algérie sur le personnel du laboratoire assurance qualité et sécurité alimentaire ainsi que le laboratoire de recherche et développement. Le panel dégustateurs est composé de 10 sujets dont l'âge varie entre 28 et 50 ans.

Un échantillon de yaourt brassé aux nèfles est présenté pour chacun, il leur a demandé d'évaluer l'intensité de chaque descripteur sur une échelle de 0 à 5.

Les descripteurs recherchés sont :

- Consistance en bouche
- Intensité du sucré
- Intensité de l'acide
- Appréciation du fruit

Et on leur a demandé de donner une note générale de 1 à 10 concernant le yaourt élaboré.

II.1. Caractérisation de la nêfle

II.1.1. Caractérisation physico-chimiques de la nêfle

Le tableau I résume les résultats des analyses physico-chimiques de la variété étudiée :

Tableau I : Caractéristiques physico-chimiques de la nêfle étudiée

	Variété étudiée « Tanaka »
pH	3.59 ± 0.005
Acidité (g/100ml)	0.96
Brix (%)	14.5
Humidité (%)	86.41 ± 1.23
Cendres (%)	0.5
Poly phénols (mg/100ml)	118 ± 2.5
Caroténoïdes (mg/100g)	4.8 ± 0.008
Sucres (mg/ml)	63.95
Vitamine C (mg/100g)	16.5

II.1.1.1. pH

Le pH est un paramètre déterminant l'aptitude des aliments à la conservation, il constitue l'un des principaux obstacles, que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération. Ainsi, un pH de l'ordre de 3 à 6 est très favorable au développement des levures et moisissures (Brissonnet *et al.*, 1994).

C'est un paramètre caractérisant l'acidité et la basicité d'un milieu. Le pH confère aux fruits une protection contre les microorganismes sensibles aux pH acides.

Le pH du fruit est de 3.59 ce qui correspond aux valeurs obtenues par Durgac et Kamiloglu (2006) qui citent un pH qui varie entre 3.45 et 3.60. Il correspond aussi aux travaux réalisés par Vela *et al.*, (2002) sur les variétés d'*Eriobotrya japonica*, où ils ont trouvé que le pH est de 3.58±0.10. Certains facteurs auraient influencé sur le résultat obtenu dans cette étude, tel l'état de maturation du fruit. En effet, lors de la maturation, le taux de sucre augmente alors que celui des acides diminue, donc le pH augmente.

II.1.1.2. Acidité

L'acidité titrable nous renseigne sur la quantité en acides organiques présente dans l'échantillon (Ferhoum, 2010). Les acides organiques sont, en général des intermédiaires des processus métaboliques, ils influencent la croissance des micro-organismes et affectent la qualité de conservation des produits. Ils sont directement impliqués dans la croissance, la maturation et la sénescence du fruit. Ces acides influent aussi sur les propriétés sensorielles de ce dernier (Siebert, 1999).

L'acidité de la variété étudiée est de 0.96 g/100 ml et ce résultat concorde avec les résultats de **Durgac et Kamiloglu (2006)** qui ont montré que l'acidité de certaines variétés de nèfles varie de 0.73-0.88 g/100 ml de jus. **Calabrese, et al., (2003)**, pour leur part, dans leurs travaux sur des variétés de nèfles italiennes, ont confirmé que l'acidité se situe entre 0.53-1.73 g / 100ml de jus.

Comme le pH, l'acidité varie essentiellement en fonction de la teneur en acides organiques, ils peuvent varier selon les cultivars et du stade de maturation du fruit ; l'acidité diminue au fur et à mesure que la maturation touche à son terme (**Hasegawa et al., 2010**). Ce qui est le cas de la variété étudiée qui a été récoltée avant maturation totale.

L'acide organique majoritaire détecté dans les nèfles mures est l'acide malique, et en moindre concentration, l'acide citrique et succinique (**Hasegawa et al., 2010**).

II.1.1.3. Brix

Le degré Brix est la mesure de la matière sèche soluble qui est exprimée en pourcentage. Dans le secteur de l'agroalimentaire le réfractomètre est couramment utilisé pour déterminer la teneur en sucre d'un produit alimentaire tels que les jus de fruits, confiture, ...etc. La mesure du degré Brix est fortement liée à la température car elle a une influence sur l'indice de réfraction.

Le degré Brix diffère selon les variétés du même fruit. Concernant notre fruit son degré Brix est de 14,5 °Brix, ce qui correspond à l'étude menée par **Calabrese et al., (2003)** sur seize variétés, où ils ont trouvé que le degré Brix varie entre 9,5 et 14,6. Ainsi les travaux de **Insero et al., (2003)** qui ont également montrés que l'extrait sec soluble de quelques variétés de nèfle est de 11 à 13,5°Brix.

II.1.1.4. Humidité

La nèfle est un fruit très riche en eau 86,5 – 88,2 g / 100g (**Annexe 2**). Le pourcentage d'humidité obtenu pour la pulpe de la variété étudiée est de $86.41 \pm 1,23\%$, et ce résultat est similaire aux résultats obtenus par **El-Safy (2004)** pour les nèfles commercialisées en Egypte qui est de $86,71 \pm 0,4486 \%$.

II.1.1.5. Sucres totaux

Le contenu en sucres est une caractéristique importante de qualité des fruits frais.

Il existe quatre types de sucres dans les fruits de la nèfle : le glucose, le fructose, le saccharose et le sorbitol. Les sucres totaux varient entre 7.8 et 11.4% du poids total de la pulpe du fruit. Les sucres présents dans ces fruits sont principalement le fructose (39-53% des sucres totaux) et le glucose (38-50%), renfermant des traces de sorbitol et de saccharose (**Xu et Chen, 2011**).

La teneur en sucres de la variété étudiée est de 63.95mg/ml et ce résultat est proche des résultats obtenus par **Xu et Chen (2011)** qui varie entre 80 et 117.9mg/ml de jus.

II.1.1.6. Cendres

Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents dans un échantillon. La détermination de la teneur en matière minérale nous renseigne sur la qualité nutritionnelle de l'échantillon analysé. En effet, la teneur en cendres des aliments doit avoir un seuil à ne pas dépasser pour la consommation humaine et animale (**Gaouar, 2011**)

Le taux de cendres de la nèfle étudiée est de 0.5%, ce résultat est similaire à ceux obtenus par **Aytekin (2007)**, qui a rapporté des valeurs entre 0.15% et 0.59%.

II.1.1.7. Dosage des antioxydants

II.1.1.7.1 Vitamine C

L'acide ascorbique est un paramètre important de qualité nutritionnelle et est très sensible à la dégradation due à son oxydation par rapport à d'autres éléments nutritifs pendant la transformation et le stockage des aliments (**Veltman et al., 2000**). Selon la bibliographie, la teneur en vitamine C de la nèfle varie de 10.3 à 19.2 mg / 100g de fruit frais (**Xu et Chen, 2011**). La teneur en vitamine C de la nèfle étudiée est de l'ordre de 16.5 mg/100g, ce résultat est similaire à celles obtenues par ces auteurs. Certaines études ont prouvé que la teneur en vitamine C diminue au cours du stockage, ce qui s'expliquerait par l'interférence des paramètres extérieurs tels que : la température, l'oxygène et la lumière (**Klimczak et al., 2007**).

II.1.1.7.2 Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont une classe de pigments naturels abondamment répartis dans la nature, diversifiés par leur structure et présentent plusieurs fonctions importantes pour la santé. La teneur en caroténoïdes du jus a été déterminée à partir de la courbe d'étalonnage du β - carotène (**Annexe4**). La teneur en caroténoïdes de la variété étudiée est de 4.8 ± 0.008 mg/100g, c'est-à-dire similaire à celle trouvée par **Xu et Chen (2011)**, dans leurs travaux sur la teneur en caroténoïdes de quelques variétés de nèfles qui varie entre 2,34 et 32.86 mg /100g.

Une similarité est à noter entre ces résultats et ceux trouvés par **Pareek et Benkeblia (2014)**, dans leur étude sur quelques variétés de nèfles.

Meléndez-Martínez et al., (2007), de leur côté, ont rapporté que la teneur en caroténoïdes s'altérerait du fait de l'implication de nombreux facteurs, particulièrement le climat, la variété et enfin le stade de maturation des fruits.

II.1.1.7.1 Polyphénols

Plusieurs chercheurs se sont penchés sur les polyphénols contenus dans l'alimentation, en raison de leur fonction antioxydante et leur impact sur la santé (**Lawrence *et al.*, 2006**).

La teneur en composés phénoliques totaux de l'échantillon de nèfle a été déterminée à partir d'une courbe d'étalonnage de l'acide gallique (**Annexe 4**).

La teneur en polyphénols totaux de la variété étudiée est très importante, elle est de l'ordre de 118 ± 2.5 mg/100g, un résultat qui est similaire aux études réalisées par **Ding *et al.*, (2001)** sur cinq variétés qui varie de 81,8 à 113,8mg/100g. Contrairement aux teneurs obtenues par **El-Safy (2014)**, sur la nèfle égyptienne (49.78 ± 2.802 mg/g).

II.1.2. Analyses microbiologiques du fruit au sirop

Les résultats obtenus des analyses microbiologiques de la préparation du fruit au sirop sont illustrés dans le tableau II :

Tableau II : Résultats microbiologiques de la nèfle au sirop

Germes recherchés	Préparation de nèfle
Entérobactéries	Absence
Coliformes totaux	Absence
Levures	Absence
Moisissures	Absence

On constate que les résultats microbiologiques concernant la préparation du fruit sont satisfaisants, ils montrent l'absence de germes d'altération dans la préparation du fruit, suite aux bonnes pratiques d'hygiène adoptées lors du découpage du fruit, préparation du sirop au niveau du laboratoire (manipulation devant le bec benzène, stérilisation efficace du fruit dans le sirop et conditionnement hermétique dans des bocaux en verre).

II.2. Caractérisation du yaourt élaboré

II.2.1. Caractérisation physico-chimiques du yaourt élaboré

Les résultats obtenus des analyses physico-chimiques du produit fini sont illustrés dans le tableau III :

Tableau III : Paramètres physico-chimiques du yaourt brassé à la nêfle et de la masse blanche

Paramètres physico-chimiques	Masse blanche	Yaourt brassé à la nêfle
pH	4,56	4,34±0.01
Viscosité (g)	22,05	28,6
Extrait Sec Total (%)	21,4	24,25

II.2.1.1. pH

Le pH joue un rôle non négligeable dans la qualité organoleptique du yaourt. La valeur obtenue pour le yaourt est de 4.34 ± 0.01 . Cette valeur concorde également avec celle rapportée par **Jimoh et Kolapo (2007)** qui sont entre 3.39 et 5.68. On peut dire qu'il a eu un temps d'incubation convenable et un taux de ferments lactiques satisfaisant pour atteindre cette valeur. On a remarqué une différence entre le pH de la masse blanche avant incorporation du fruit qui est évalué à (4.56) et celui du yaourt élaboré (4.34), donc le fruit a baissé le pH du produit fini puisque ce dernier est un fruit acide.

II.2.1.2. Viscosité

La transformation du lait en yaourt s'accompagne de la mise en place d'une structure complexe et d'un changement important des propriétés rhéologiques en passant d'un liquide newtonien à un gel viscoélastique à destruction non réversible (**Paci Kora, 2004**).

La viscosité du yaourt brassé aux nêfles est de 28,6 g une valeur qui est comprise dans l'intervalle de conformité de l'entreprise Danone Djurdjura.

II.2.1.3. Extrait sec total

La matière sèche est la fraction massique des substances restantes après dessiccation complète de l'échantillon. Elle est exprimée en pourcentage ou en g/l (**Nongonierma et al., 2006**). Selon le tableau IV, on trouve que l'extrait sec total du yaourt brassé aux nêfles (24,25%) est supérieur à celui de la masse blanche (21,4%), ce qui explique l'influence du fruit ajouté sur l'extrait sec total du yaourt.

II.2.2. Caractérisation microbiologiques du yaourt élaboré

II.2.2.1. Résultats microbiologiques du yaourt

Les résultats obtenus des analyses microbiologiques sont illustrés dans le tableau IV :

Tableau IV : Résultats microbiologiques du yaourt élaboré

Germes recherchés	Yaourt brassé à la nèfle
Entérobactéries	Absence
Coliformes totaux	Absence
Levures	Absence
Moisissures	Absence

D'après le tableau V, on remarque que les résultats obtenus pour l'analyse microbiologique du produit fini sont conformes aux normes exigés par le groupe Danone et ceux du Journal Officielle Algérien. Ce qui indique le respect des bonnes pratiques d'hygiène que ce soit au niveau de la ligne de fabrication ou bien au niveau du laboratoire recherche et développement.

II.2.2.2. Stabilité du produit fini

Les résultats obtenus pour le stress sont illustrés dans le tableau V :

Tableau V : Résultats de la stabilité du yaourt élaboré

Chambre de stress	Yaourt brassé aux nêfles
Chambre de stress 3 jours à 30°C	Rien à signaler *
Chambre de stress 10 jours à 25°C	Rien à signaler *

* pas de gonflement du pot ni de mauvaise odeur du produit.

Le produit s'est bien comporté face aux conditions extrêmes et défavorables dans lesquels il est soumis, et les résultats obtenus montrent que le produit est conforme et sain, ce qui veut dire absence de germes contaminants. Cela confirme le respect des bonnes pratiques d'hygiène que ce soit au niveau de la ligne de fabrication de la masse blanche qu'au niveau du laboratoire lors de l'incorporation du fruit et son homogénéisation et son conditionnement avec une thermo-scelleuse.

II.2.2.3. Suivi de la viabilité des ferments lactiques jusqu'à la DLC

- **Dénombrement de la flore lactique**

Tableau VI : Résultats du dénombrement des deux bactéries lactiques

Souche	Jour			
	J+1	J+10	J+21	J+28
<i>Streptococcus thermophilus</i> (UFC/ml)	$1,9 \times 10^8$	$3,53 \times 10^7$	$3,4 \times 10^6$	/
<i>Lactobacillus bulgaricus</i> (UFC/ml)	3×10^6	$2,22 \times 10^6$	0,00	0,00

Les bactéries lactiques thermophiles spécifiques doivent êtreensemencées simultanément et se trouvées vivantes dans le produit fini lors de la commercialisation à raison d'au moins 10 millions

de bactéries par gramme rapportées à la partie lactée (JORA, 1998). Ce qui est le cas du yaourt élaboré où le nombre de bactéries est estimé à $1,93 \times 10^8$ UFC/ml. La viabilité des ferments dans le produit fini est nécessaire pour exercer leurs effets probiotiques (Izquierdo, 2009). Ces chiffres élevés ont été proposés pour compenser les pertes possibles des ferments lactiques probiotiques pendant la durée de conservation du yaourt, lors du transit dans les conditions acides de l'estomac, et de résister aux sels biliaires dans l'intestin grêle (Tamime, 2005). Ainsi, les levains du yaourt remplissent clairement le concept actuel des pro-biotiques au moins pour ses effets bénéfiques sur la fermentation du lactose. De plus, ces souches devraient être viables sans se multiplier pour ne pas provoquer d'effet indésirable sur le goût ou l'arôme du produit ni augmenter l'acidité (Mattila-Sandholm *et al.*, 2002).

A j+1, on remarque que le nombre de Lactobacilles est de 3×10^6 UFC/ml puis une diminution de cette charge est observée à j+10 jusqu'à $2,22 \times 10^6$ UFC/ml. Au 21^{ème} jour, on note une disparition des lactobacilles. Ce résultat correspond à ceux obtenus par Meribai *et al.*, (2015) sur la viabilité des ferments dans des yaourts commercialisés au Nord-Est de l'Algérie.

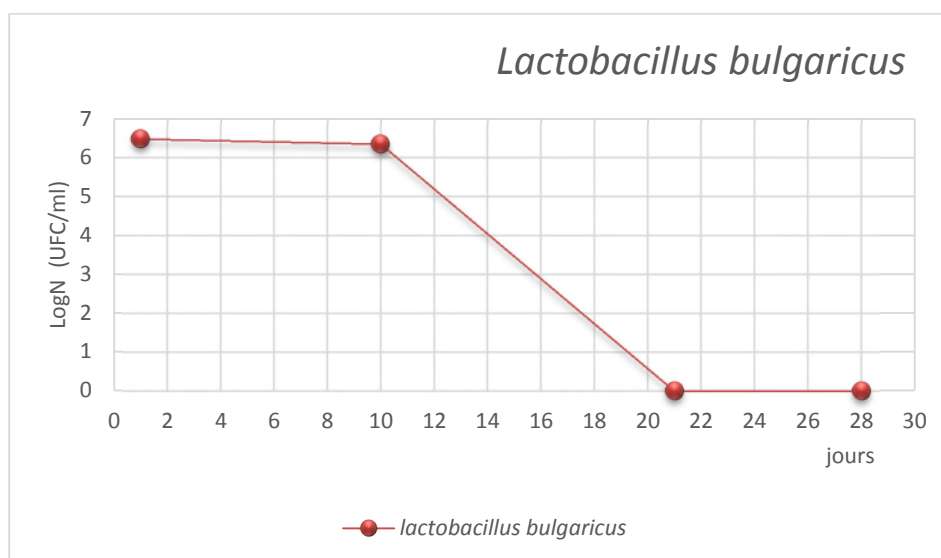


Figure N°6 : Suivi de la viabilité de *Lactobacillus Bulgaricus* jusqu'à la DLC

En ce qui concerne *Streptococcus thermophilus*, on remarque qu'elle prédomine les dénombrements. Leur nombre au premier jour après fabrication du yaourt est élevé ($1,9 \times 10^8$ UFC/ml) puis on note une diminution de ce ferment à partir du 10^{ème} jour de conservation allant de $3,53 \times 10^7$ UFC/ml jusqu'à $3,4 \times 10^6$ UFC/ml au 21^{ème} jour. Le suivi de la charge bactérienne n'a malheureusement pas pu être effectué jusqu'au 28^{ème} jour à cause d'une contamination de la gélose M17.

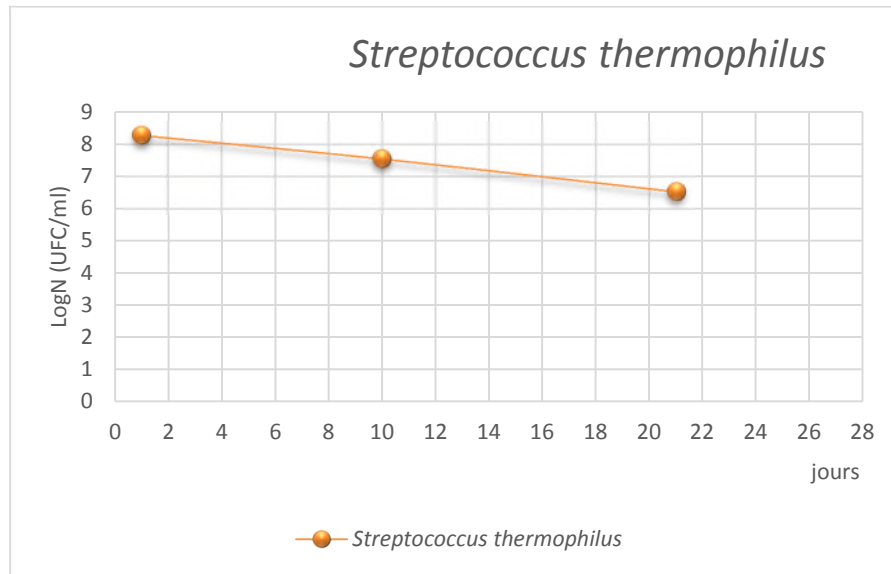


Figure N°7 : Suivi de la viabilité de *Streptococcus Thermophilus* jusqu'à la DLC

En conclusion, ces espèces lactiques starters sont en nette atténuation au cours de la conservation du produit, et cela peut être due à :

- L'auto-inhibition : il a été démontré que de nombreuses souches de bactéries lactiques peuvent libérer du peroxyde d'hydrogène à des concentrations suffisantes pour provoquer leur auto-inhibition ou inhiber d'autres contaminants de leur environnement (**Beliard et Thuault, 1989**).
- L'acidité qui augmente au cours de la conservation (**Adhikari et al., 2000**), sachant que les lactobacilles sont sensibles à l'acidité (**Modler et al., 1990**). Les conséquences de l'acidité sur le fonctionnement cellulaire : il est admis que les acides organiques pénètrent passivement dans la cellule, et se dissocient à l'intérieur du cytoplasme donnant des protons, et leur accumulation intracellulaire entraîne une diminution du pH intracellulaire, et peut par conséquent, affecter la force protonotrice nécessaire à de nombreux systèmes de transport membranaire (**Benachour et al., 2009**).
- L'antagonisme : les bactéries lactiques produisent plusieurs agents antimicrobiens comme les bactériocines (**Vigniola, 2002**).

La diminution de la flore lactique affecte cependant l'effet pro-biotique escompté pour le consommateur.

II.2.3. Caractérisation sensorielle du yaourt élaboré

II.2.3.1. Consistance en Bouche

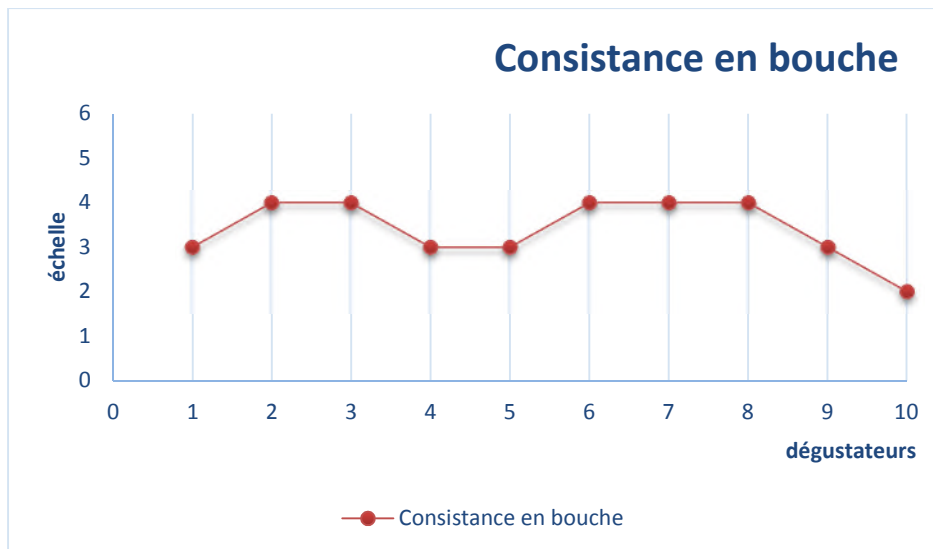


Figure n°8 : Description de la consistance en bouche du yaourt élaboré

Selon la figure n°8, la plupart des sujets pensent que le produit présente une bonne consistance en bouche (3,4 en moyenne sur une échelle de 0 à 5). La consistance du yaourt est due à sa texture qui est étroitement liée à la composition en solides totaux, à la présence de stabilisateurs et des fruits (Shaker *et al.*, 2000). Ce qui explique l'apport qu'a donné le fruit ajouté sur la texture du yaourt.

II.2.3.2. Intensité du sucré

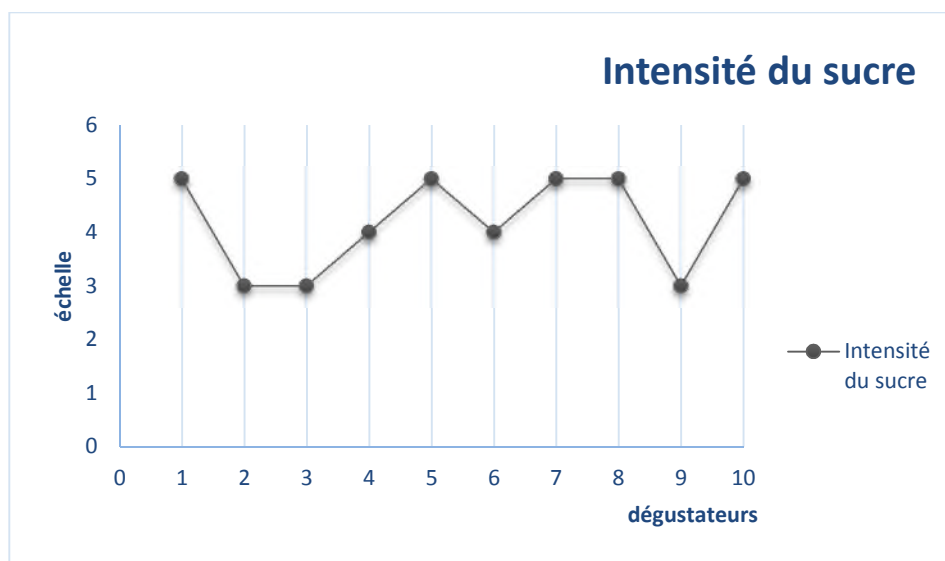


Figure n°9 : Description de l'intensité du sucre du yaourt élaboré

Selon la figure n°9, la majorité du panel dégustateur a trouvé que le goût sucré du yaourt élaboré est trop fort (4,2 en moyenne), cela est certainement dû au fruit imprégnée de sirop et du taux de sucre ajouté lors de la fabrication de ce yaourt qui est estimé à 10%.

II.2.3.3. Intensité de l'acide

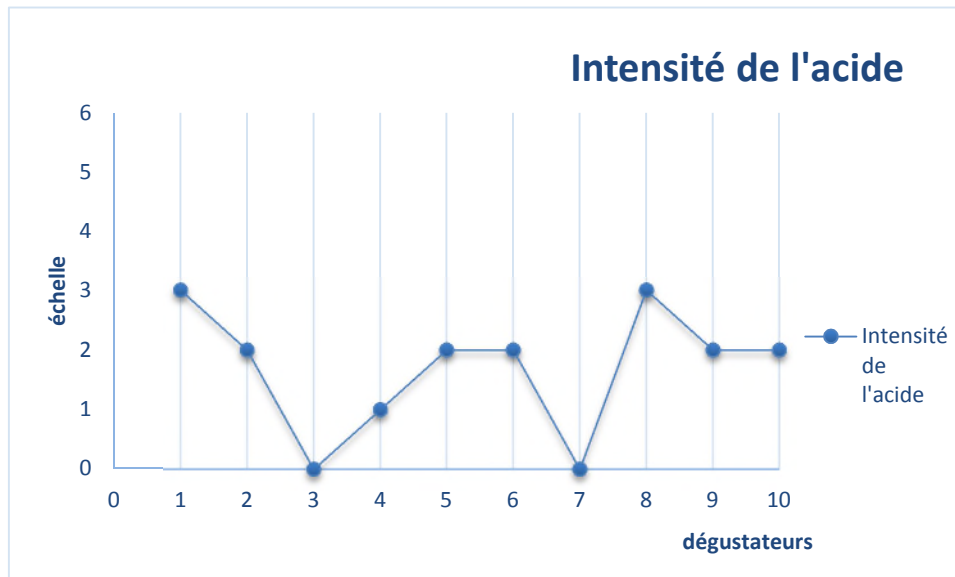


Figure n°10 : Description de l'intensité de l'acide du yaourt élaboré

A la commercialisation, la quantité d'acide lactique libre contenue dans le yaourt ne doit pas être inférieure à 0,8 gramme pour 100 grammes de produit (JORA, 1998). Avec une moyenne de 1,7 (figure n°10) des notes données par les dégustateurs, on dit que le yaourt élaboré n'est pas vraiment acide.

II.2.3.4. Appréciation du fruit

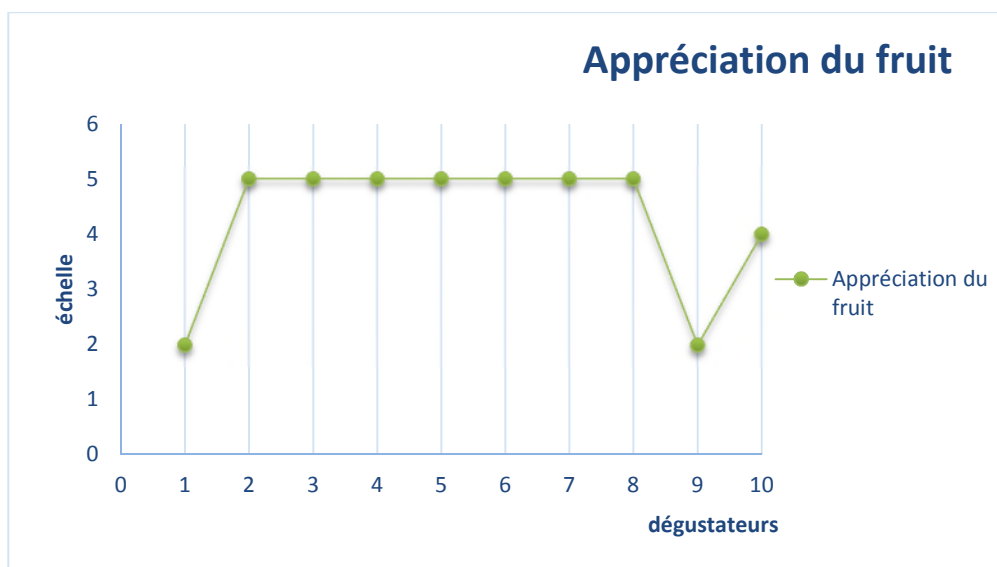
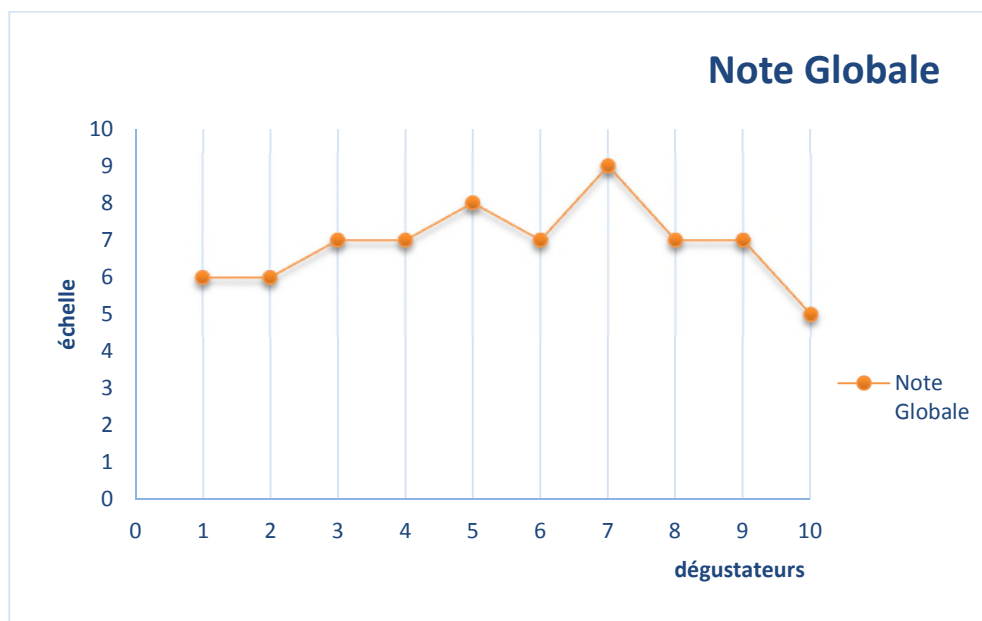


Figure n°11 : Description de l'appréciation du fruit dans le yaourt élaboré

Selon une étude menée par l'association de consommateurs belge sur des yaourts commercialisés, la teneur en fruits est considérablement plus faible que ne le laisse entendre l'emballage. Une présence de 6% de fraises par 100 g de yaourt signifie que votre portion de yaourt (100 à 125 g) contient environ une demi-fraise. Une faible quantité qui pousse à l'ajout d'arômes et d'autres exhausteurs de goût, pour intensifier le goût du produit (6). Dans notre cas on a opté pour 12% du fruit dans un pot de 100 g, et selon la figure n°11, la majorité des dégustateurs ont apprécié le fruit, et ils ont aimé son goût.

II.2.3.5. Note globale

**Figure n°12** : Note globale donnée par les dégustateurs

Comme le montre la figure n°12, la majorité du panel trouve que le produit est acceptable avec une note moyenne de 6,9 sur 10. Parmi les remarques soulevées par les dégustateurs, le nombre de morceaux de fruit qui varie d'un pot à un autre, cela est due à l'homogénéisation manuelle qui ne permet pas une bonne répartition du fruit dans la masse du yaourt, en plus de la taille des morceaux du fruit qui ne sont pas homogènes (découpage manuelle), par contre le goût du fruit est très bien apprécié et on note la préservation de l'intégrité du fruit dans le yaourt sachant que c'est un fruit fragile et facilement oxydable.

Conclusion

Le travail effectué au sein de l'entreprise « DANONE » nous a permis d'enrichir nos connaissances dans le domaine du contrôle de qualité et d'analyse des yaourts. Il nous a aussi permis de mieux saisir les connaissances acquises durant notre cursus universitaire grâce à la pratique .

Sans même prendre en considération ses effets plus au moins discutés sur la flore intestinale ou la cholestérolémie, le yaourt apparait comme un aliment extrêmement intéressant. C'est dans cette optique que nous avons formulé un yaourt possédant une saveur et une texture appréciée avec un avantage nutritif du fruit : moins de sucre, riche en fibres, vitamines, minéraux, polyphénols, caroténoïdes...

- Le yaourt élaboré, caractérisé par un pH légèrement acide (4.34), extrait sec total de 24.25%, une viscosité de 28.6g, une teneur en sucres réduite (10%) est conforme aux normes internes d'entreprise Danone.
- Le résultat obtenu après l'analyse microbiologique de la nêfle au sirop et le produit fini montre l'absence totale de coliformes totaux, fécaux, levures et moisissures.
- Une régression atténuée de la flore lactique dans le produit fini.
- L'incorporation de la nêfle dans le yaourt formulé est enrichi en macro et micronutriments (teneur en cendres : 0.5 %), en antioxydants (acide ascorbique, caroténoïdes et polyphénols).
- Au cours de l'analyse sensorielle, le yaourt à la nêfle a été apprécié par le panel dégustateur.

En perspectives, de nombreuses analyses seraient nécessaires pour mieux connaître la valeur nutritionnelle de ce yaourt : valeur énergétique, matière sèche, protéines, lipides, glucides, minéraux.

Références Bibliographiques

A

Abdelguerfi A. (2003). Rapport de Synthèse sur « La Biodiversité Importante pour l'Agriculture en Algérie » MATE-GEF/PNUD : Projet ALG/97/G31 1 Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture.

Adhikari, K., Mustapha, A., Grün, I. U., & Fernando, L. (2000). Viability of Microencapsulated Bifidobacteria in Set Yogurt During Refrigerated Storage1. *Journal of Dairy Science*, 83(9), 1946-1951.

AFNOR (1996). *Jus de fruits et de légumes : spécification et méthodes d'analyse*, 2^e édition. Tour Europe- 92049 Paris, La Défense, Cedex : 155 p. ISBN 2-12-197621-3.

AFNOR : (1984), *Produits dérivés des fruits et légumes- jus de fruits*, 2^e édition, 13, rue Saint-George 75009, Paris, 344 p. ISBN 2-12-190521-9.

Aytekin .A, (2007). Loquat production in Turkey: problems and solutions, the European journal of plants science and biotechnology. global science book.

B

Badenes M.L., Martínez- Clavo J., Yacer G. (2000). Analysis of a germplasm collection of loquat (*Eriobotrya japonica*Lindl.) Euphytica. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands. pp. 187-194.

Barreto GPM, Benassi MT and Mercadante AZ. (2009). Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. *J BrazChemSoc*20:1856–1861 .

Beliaderis C.G. Khan M.M et Blank G. (1992). Rheological and sensory properties of gnotobiotiques from skim milk and ultrafilteredretentates. *International Dairy Journal*, 2:311-323.

Beliard E. et Thuault D. (1989). Propriétés antimicrobiennes des bactéries lactiques « microbiologie alimentaire : les fermentations alimentaires ». tome2 . edition technique & documentation. Paris. Pp. 282-160.

Benachour. A, Sauvageot N., Picherau V. et Gilard J.C. (2009). Les réponses adaptives. In : « Bactéries lactiques : métabolisme générale des bactéries lactiques ». edition ECONOMICA. Paris. Pp . 128-160.

BoudierJ.F. (1990).Produits frais, In laits et produits laitiers. Vache-brebis-chèvre. Luquet, F, M. (Ed), technique et documentation, Lavoisier, Paris, 35-66.

Brissonnet F., M. Bouix, G. Loiseau , A . Russel,, et Y. Leveauj (1994). Le stress bactérien et ses conséquences en génie de l'hygiène.IAA .3 106-114.

C

Caballero P., Fernandez M.A. (2003).Loquat, production and market. In: First International Symposium on Loquat, CIHEAM-IAMZ, Zaragoza, pp. 11–20.

Calabrese F., Barone F., Castello C., Peri G. (2003). Loquat under conversion and biological culture. In : Llácer G. (ed.), Badenes M.L. (ed.). First international symposium on loquat. Zaragoza : CIHEAM, p. 61-66 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 58)

Canete, M.L., V. Pinillos, J. Cuevas and J.J. Hueso. (2007). Sensory evaluation of the main loquat cultivars in Spain. 2nd Int. sympo on loquat *Acta Hort.*, 750: 159-163.

Chaouia A. (2003). Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture. Cas des plantations arboricoles. Projet ALG/97/G31 PNUD, Alger, Hôtel Hilton, 22-23/01/2003, 60 P.

Chaves S., Perdigon G. et de Moreno de Leblanc A.(2011). Yoghurt Consumption Regulates the Immune Cells Implicated in Acute Intestinal Inflammation and Prevents the Recurrence of the Inflammatory Process in a Mouse Model. *Journal of Food Protection* 174 (74): 801-811.

Chen, W. X. (1954). The loquats in Pullan, Fujian. *ActaAgr.* 5:199-214

Cochet B., Jung A., Griessen M., Bartholdi P., Schaller P. et Donath A. (1983). Effects of lactose on intestinal calcium absorption in normal and lactase-deficient subjects. *Gastroenterology*, 84: 935-940.

Cuevas J., I.M. Romero M.D. Fernandez and J.J. Hueso.(2007). Deficit irrigation schedules to promote early flowering in 'Algerie' loquat. 2nd Int. sympo on loquat. *Acta Hort.*, 750: 281-286.

Cyprus Agricultural Research Institute (eds.). 1987. Ministry of Agriculture and Natural Resources. Nicosia, Cyprus.

D

Ding, C. K., Chachin, K., Ueda, Y., Imahori, Y., & Wang, C. Y. (2001). Metabolism of phenolic compounds during loquat fruit development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(6), 2883-2888.

Dubois et al. (1956). Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances.

Durgac C., A. Polat et O. Kamiloglu (2006). Determining performances of some loquat (*Eriobotrya japonica*) cultivars under Mediterranean coastal conditions in Hatay, Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 34(3):225-230

E

El-Safy, (2014). Drying Characteristics of Loquat Slices Using Different Dehydration Methods by Comparative Evaluation, *World Journal of Dairy & Food Sciences* 9 (2): 272-284.

Enkelejda P. (2004). Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur, thèse de doctorat en science des aliments. INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE PARIS-GRIGNON.

F

FAO (1975). Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Les besoins en eau des cultures. J. Doorenbos, & W.O.Pruitt (Eds.). FAO.

Farkye N. Y et Imafidon G. I (1995). Thermal denaturation of indigenous milk enzymes. In Heat-induced changes in milk. Deuxième édition. Fox, P. H. (Ed), International Dairy Federation, Brussels, 331-345.

Ferhoum F.. (2010). Analyses physico chimiques de la propolis locale selon les étages bioclimatiques et les deux races d'abeille locales (*Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*). Thèse de magister en Technologie Alimentaire. Université M'hamed Bougara. Boumerdès.. 122 p.

Fernando Reyes L., J. Emilio Villarreal, Luis Cisneros-Zevallos, (2006), The increase in antioxidant capacity after wounding depends on the type of fruit or vegetable tissue, Department of Horticultural Sciences, Texas A&M University, Food Chemistry

Fizman, S.M., Liuch,M.A. & Salvador,A.(1999).Effect of addition of gelatin on microstructure of acid milk gels and yoghurt and their rheological properties.International dairy journal,9(12),895-901.

G

Gaouar,N. (2011).. Etude de la valeur nutritive de la caroube de différentes variétés Algériennes. Thèse de magistère en Nutrition. Université Abou Bakr Belkaid. Tlemcen.. 95p.

Garima Pande , Akoh, Casimir C. (2010). Organic acids, antioxidant capacity, phenolic content and lipid characterisation of Georgia-grown underutilized fruit crops. Food chemistry v.120 no.4 pp. 1067-1075

Gaucheron F. (2004). Minéraux et produits laitiers. Ed Techniques et documentations. Lavoisier –Paris, 22 , pp 720-722.

Georgé, S., Brat, P., Alter, P., & Amiot, M. J. (2005). Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(5), 1370-1373.

Godoy HT, Amaya DB. (1995) Carotenoid composition and vitamin A value of Brazilian loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) . *Arch Latinoam Nutr.*

H

Hasegawa P.N. et al., (2010) Chemical Composition of Five Loquat Cultivars Planted in Brazil, Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.30 no.2 Campinas Apr./June 2010

I

Ichinose, I. (1995). The origin and development of loquat (in Japanese). Series of Agr. Tech. 4 (Suppl.):1-5.

Imhof R., Glattli H. et Bosset J.O. (1994). Volatile organic aroma compounds produced by thermophilic and mesophilic mixed strain dairy starter cultures. *LebensmittelWissenschaft and Technologie*, 27: 442-449.

INRA. (2006). Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques 35-36.

Insero, O., F. Monastra, and G. Paesano. (1990). Nespolo del Giappone. *L'Italia Agricola* (7-9):149-152.

Insero, O., P. Rega and A. De Luca. (2003). Comparison among ten loquat cultivars in Campania area. First International Symposium on Loquat, 11-13 April 2002, Valencia, Spain,

Ito, H., Kobayashi, E., Takamatsu, Y., Li, S.H., Hatano, T. et al. (2000). Polyphenols from *Eriobotrya japonica* and their cytotoxicity against human oral tumor cell lines. *ChemPharm Bull*, 48, 687-693.

Izquierdo-Alegre E. (2009). Les protéines bactériennes en tant que bio-marqueurs de l'activité probiotique. Thèse de Doctorat en chimie analytique. L'Université de Strasbourg, France, p 215.

J

J.O.R.A N°86 du 18 Novembre 1998 (Article 2 page 22) .Arrêté interministériel du 16 jourmada ethani 1419 correspondant au 7 Octobre 1998 relatif aux spécifications techniques des yaourts et aux modalités de leurs mises à la consommation.

Jean-paul, (1996) Adapté de biochemical society Transaction 24 :790-794.

Jeantet et R., Thomas C., Michel M., Pierre S. et Gerard B. (2008). Les produits laitiers. Ed Techniques et Documentations. Lavoisier-Paris : pp 3-57.

Jimoh K.O., Kolapo A.L, (2007), Effect of different stabilizers on acceptability and shelf-stability of soy-yoghurt African Journal of Biotechnology, 6 (8), pp. 1000–1003

K

Khelil A.(1982) . Le Néflier du Japon. Edit. Office des publications universitaires. Algérie. 95p.

Kim MS., You MK., Rhuy DY., Kim YJ, , Beak HY. and Akim H.(2009). Loquat (*Eriobotrya japonica*) extracts suppress the adhesion, migration and invasion of human breast cancer cell line-Nutrition Research and Practice, 3(4): 259-264.

Kim SH, & Shin TY. (2009). Anti-inflammatory effect of leaves of *Eriobotrya japonica* correlating with attenuation of p38 MAPK, ERK, and NF-κB activation in mast cells. *J Toxicol In Vitro*, 23, 1215-1219.

Klimczak I., Malecka M., Szlachta M., & GliszczynskaSwiglo A. (2007). Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. Journal of Food Composition and Analysis. 20: 313– 322.

Koba, K., Asao, M., Osada, K., & Huang, Y.S. (2007). Effect of loquat (*Eriobotrya japonica*) extracts on LDL oxidation. *Food Chemistry*, 104, 308-316.

L

Lawles H.T, Antinone M.J., Ledford R.A etohnston M. (1994). Olfactory responsiveness to diacetyl. *Journal of Sensory Studies*, 9, pp47-56.

Lawrence, J. M., Standiford, D. A., Loots, B., Klingensmith, G. J., Williams, D. E., Ruggiero, A., ... & McKeown, R. E. (2006). Prevalence and correlates of depressed mood among youth with diabetes: the SEARCH for Diabetes in Youth study. *Pediatrics*, 117(4), 1348-1358.

Li Y., Guo C., Yang J., Wei J., Xu J., et Cheng S. (2005). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*. 96 (2):254-260.

Lin, S. (2007). World loquat production and research with special reference to China. 2ndInt. sympon on loquat. *Acta Hort.*, 750: 37-43.

Lin, S., X. Huang, J. Cuevas and J. Janick. (2007). Loquat: An ancient fruit crop with a promising future. *Chronica Hort.*, 47 (2): 12-15.

Lin, S.Q., Sharpe, R.H., Janick, J., (1999). Loquat: botany and horticulture. *Horticultural Reviews* 23, 233–276.

Loones A. (1994). Lait fermentés par les bactéries lactiques. In Bactéries Lactiques : aspects fondamentaux et technologiques. Vol 2, De Roissart, H and Luquet F. M. (Eds), Lorica, Uriage, 135-154.

Lucas A., Sodini I., Monnet C., Joplivet P. et Corrien G. (2004). Probiotic cell count and acidification in fermented milks supplemented with milk protein hydrolysates. *International Dairy Journal*, 14, pp 47-53.

Luzzana L., Agnellini D., Cremonisi P., Caramenti G. et Devita S. (2003). Milk lactose and lactulose determination by the differential pH technique. *Le lait*, 83, pp 409-416.

M

Fla-Sandholm, T., Myllärinen, P., Crittenden, R., Mogensen, G., Fondén, R., & Saarela, M. (2002). Technological challenges for future probiotic foods. *International Dairy Journal*, 12(2), 173-182.

Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G et Schuck , P. (2000). Les produits industriels laitiers Tech&Doc, Lavoisier, Paris.

Manuel de la laiterie Danone Djurdjura Algérie, modes opératoires.

Marshal V.M. (1987). Lactic acid bacteria : starters for flavour. *FEMS Microbiology Reviews*, 46, pp 327-336.

Marty-Teyssset C, de la torre F et Garel, J-R. (2000). Increased production of hydrogen peroxide by *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* upon aeration : involvement. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(1), 262-267.

Meléndez-Martínez, A. J.; Vicario, I. M.; Heredia, F. J , (2007). Carotenoids, color, and ascorbic acid content of a novel frozen-marketed orange juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 55, p. 1347-1355

Meribai, A, Diafet, A, Bahloul, A, Ouarkoub, M, Naami, S, Mekhoukh, N, Bensoltane, A (2015). Stabilité acide et viables starters après conservation des yaourts industriels, commercialisés aux Nord -Est d'Algérie. *Journal of New Science*. Volume 23(2). Published novembre, 01, 2015

Modler, H., McKellar, R. C., & Yaguchi, M. (1990). Bifidobacteria and bifidogenic factors. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 23(1), 29-41.

Morton, J. F. (1987). Loquat. p. 103-108. In: Fruits of warm climates. Creative Resource Systems, Winterville, FL.

N

Negi P.S., Jayaprakasha G.K. et Jena B.S. (2002), *Antioxidant and Antimutagenic Activities of Pomegranate Peel Extract. Food Chemistry*. 80 : 393-397.

Nongonierma A.B., Springett M., Le Quéré J.L, Cayot P. et Voilley A. (2006). Flavour release at gas/matrix interfases of stirred yoghurt models. *International Dairy Journal*, 16, 102-110.

O

Ozer B.H., Robinson R.K., Grandison A. Set Bell A.E. (1998). Gelation properties of milk concentrated by different techniques *International Dairy Journal*, 8, 793-799.

P

Paci Kora E. (2004). Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur. Thèse de doctorat de l'Institut national agronomique Paris-Grignon. p 258.

Pareek S., Benkeblia N., Janick J., Cao S., Yahia E.M. (2014). Postharvest physiology phenolic compounds during loquat fruit development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 2883–2888.

Perry, L.M. (1980). Medicinal plants of east and south-east Asia. *MIT presss, Cambride*, 342-343.

Polat, A. A. and O. Caliskan. (2007). Loquat production in Turkey. 2nd Int. Sympto on loquat. *Acta Hort.*, 750: 49-53.

Porter L., Hrstich J & Chan B G. (1986). *The Conversion of Procyanidins and Prodelphinidins to Cyanidin and Delphinidin Phytochemistry*, 25, 223–230.

R

Rousseau .M (2005). La fabrication du yaourt, les connaissances. **INRA. p9.**

Rosaceae of North America Update. (2011), database (version 2011)

S

Schkoda P., Hechler A. et Hinrich J. (2001). Influence of the protein content on structural characteristics of stirred fermented milks. *Milchwissenschaft*, 56, 19-22.

Shaker, R., Jumah, Y. Abu-Jdayil, B. (2000). Rhéological properties of plain yoghurt during coagulation process: impact of fat content and preheat treatment of milk. *Journal of food engineering*, 44,175-180.

Shaw PE (1980), Loquat, in *Tropical and Subtropical Fruits*, ed. by Nagy S and Shaw PE. AVI, Westport, CT, pp. 480–481.

Shaw, P.E., Wilson, C.W., (1981). Determination of organic acids and sugars in loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl) by high-pressure liquid chromatography. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 32,1242–1246.

Siebert K.J.. (1999) . Modeling the flavor thresholds of organic acids in beer as function of their molecular properties. *Food Quality and Performance*.10 129-137.

Singh B, Gairola S, Kumar D, Gupta V and Bansal P. (2010). Pharmacological potential of *Eriobotrya japonica* – an overview. *Int Res J Pharm*1:95–99.

T

Tabak S. et Bensoltane A. (2011). L'activité antagoniste des bactéries lactiques (*Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium bifidum* et *Lactobacillus bulgaricus*) vis-à-vis de la souche *Helicobacter pylori* responsable des maladies gastroduodénales. Ed Nature et Technologie. Pp 71-79.

Tamime A. Y et Robinson R. K. (1985). Backroud to manufacturing practice. In *Yoghurt. Science and technology*. (Eds), Pergamon press, Paris, 7-90.

Tamime A., (2005). Probiotic Dairy Products. *Dairy Science and Technology Consultant. Blackwell publishing* 56-62.

Tamime A.Y et Deeth H.C (1980). Yoghurt: technology and biochemistry. Journal of Food protection, 43, 12 939-977.

Turkmen, N., Sari, F. and Velioglu, Y.S. (2006). Effect of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate ADVANCES IN BIOMEDICAL RESEARCH ISSN: 1790-5125 364 ISBN: 978-960-474-164-9 polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. Food Chemistry 99:838- 841.

V

Van marle M. (1998). Structure and rheological properties of yoghurt gels and stirred yoghurts, These, University of Twente, Enschede, Pays Bas.

Vela, J. C., Marchart, S. S., Lucas, I. G., & Martínez, R. B. (2002, April). A Correlation Study of Loquat (*Eriobotrya japonica* cv. Algeria) Fruit Quality Parameter: Flesh Firmness and Purple Spotting. In *First Int. Symp. on Loquat* (pp. 187-190).

Veltman, R.H., R.M. Kho, A.C.R.van Schaik, M.G. Sanders and J. Oosterhaven. (2000). Ascorbic acid and tissue browning in pears (*Pyrus communis* L. cvs Rocha and Conference) under controlled atmosphere conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 19(2): 129-137.

Vignola-Lapointe, C. (2002). *Science et technologie du lait: transformation du lait*. Presses inter Polytechnique

W

Weber F. (1994). Altérations des produits laitiers par les bactéries lactiques. In *Bactéries lactiques*. De Roissart H. et Luquet F.M. Ed Lorica, Uriage. Pp 567-572.

Who M. (1994). Myocardial infraction and coronary death organization .*Circulation* :90:583-612.

X

Xanthopoulos V., Petiadis D. et Tzanetakis N. (2001). Characterization and classification of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbreuckiissp bulgaricus* strains isolated from traditional Greek yogurts. *Journal of Food Science*, 66 (5), pp 247-253.

Xu HX, Chen JW (2011). Commercial quality, major bioactive compound content and antioxidant capacity of 12 cultivars of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruits. *J Sci Food Agric. Apr* ; 91(6):1057-63

Y

Young, H-S., Lee, C-K., Park, S-W., Park, K-Y., Kim, K-W. et al. (1994). Antitumor effects of ursolic acid isolated from the leaves of *Eriobotrya japonica*. *Nat Med*, 49, 190-192.

Z

Zheng, S. Q. (2007). Achievement and prospect of loquat breeding in China. 2nd Int. sympo on Loquat. *Acta Hort.*, 750: 85-91.

Références numériques

(1). 8 Health Benefits of Loquat Fruit and Nutrition Facts (<http://wiki-fitness.com/loquat-fruit-health-benefits>) consulté le 30/03/2017

(2). 8 Health Benefits of Loquat Fruit and Nutrition Facts (<http://wiki-fitness.com/loquat-fruit-health-benefits>) consulté le 30/03/2017

(3). 8 Health Benefits of Loquat Fruit and Nutrition Facts (<http://wiki-fitness.com/loquat-fruit-health-benefits>) consulté le 30/03/2017

(4). 8 Health Benefits of Loquat Fruit and Nutrition Facts (<http://wiki-fitness.com/loquat-fruit-health-benefits>) consulté le 30/03/2017

(5). 8 Health Benefits of Loquat Fruit and Nutrition Facts (<http://wiki-fitness.com/loquat-fruit-health-benefits>) consulté le 30/03/2017

(6). Ce que révèle notre haine des yaourts à la cerise (<http://tempsreel.nouvelobs.com/rue89/rue89-planete/20150730.RUE0048/ce-que-revele-notre-haine-des-yaourts-a-la-cerise.html>) consulté le 13/06/2017

Fiche de dégustation d'un yaourt brassé à base de nêfle

Nom :

Sexe : Masculin

Féminin

Date :/...../2017

Age :

Un échantillon de yaourt brassé aux nêfles vous est présentés, il vous est demandé d'évaluer l'intensité de chaque descripteurs sur une échelle de 0 à 5.

0	1	2	3	4	5
Absence	Très faible	Faible	Moyen	Fort	Très fort

Aspect / Texture	Saveur			Appréciation
	Intensité du sucré	Intensité de l'acide	Appréciation du fruit	
Consistance en bouche				0 à 10

Merci pour votre participation 😊

Tableau I : Liste des variétés de néfliers cultivées décrites par **Khelil (1982)**

Variété	Origine	Observation
1. Taza	Algérienne	Sucrée, peu acide, maturité mi-mars
2. Saint Michel	Algérienne	Très juteuse
3. Kanro	Algérienne	Juteuse, moyennement sucrée, maturité fin mars
4. Clarin	Algérienne	Juteuse, moyennement sucrée, maturité début mars
5. Mme Peronne	Algérienne	Très sucrée, maturité début à mi-avril
6. Joffre	Algérienne	Juteuse, sucrée, maturité début à fin avril
7. Dr.Trabut	Algérienne	Juteuse, maturité mi-avril à début mai
8. Tanaka améliorée	Algérienne	Juteuse, parfumée, maturité mi-avril
9. Melle Maire	Algérienne	Juteuse, parfumée, sucrée, maturité fin avril
10. Mme Maire	Algérienne	Très juteuse, sucrée, maturité mi-avril
11. Léon Ducillier	Algérienne	Juteuse, très sucrée, maturité mi-mars
12. Serda	Algérienne	Juteuse, sucrée, parfumée, maturité début avril
13. Sanguin	Algérienne	Très juteuse, sucrée, maturité fin mars
14. Mme de Saint Laurent	Algérienne	Juteuse, très sucrée, maturité mi-mars début avril
15. Première du Tipa	Américaine	Peu sucrée, maturité fin mars
16. Victor	Américaine	Juteuse, sucrée, maturité fin mars
17. Thalles	Américaine	Juteuse, sucrée, maturité fin avril
18. Champagne	Américaine	Juteuse, très sucrée, maturité fin avril
19. Advance	Américaine	Juteuse, très sucrée, maturité début avril
20. Tanaka	Japonaise	Juteuse, sucrée, maturité mi-avril
21. Vanille	Italienne	Juteuse, très sucrée, maturité fin mars début avril

Tableau II : les cinq variétés autorisées à la production et à la commercialisation en Algérie

variétés autorisées à la production et à la commercialisation en Algérie
• Champagne
• Royale
• Tanaka
• Taza
• Dr Trabut

Tableau III : Les statistiques de la production de la nêfle dans la wilaya de Bejaia

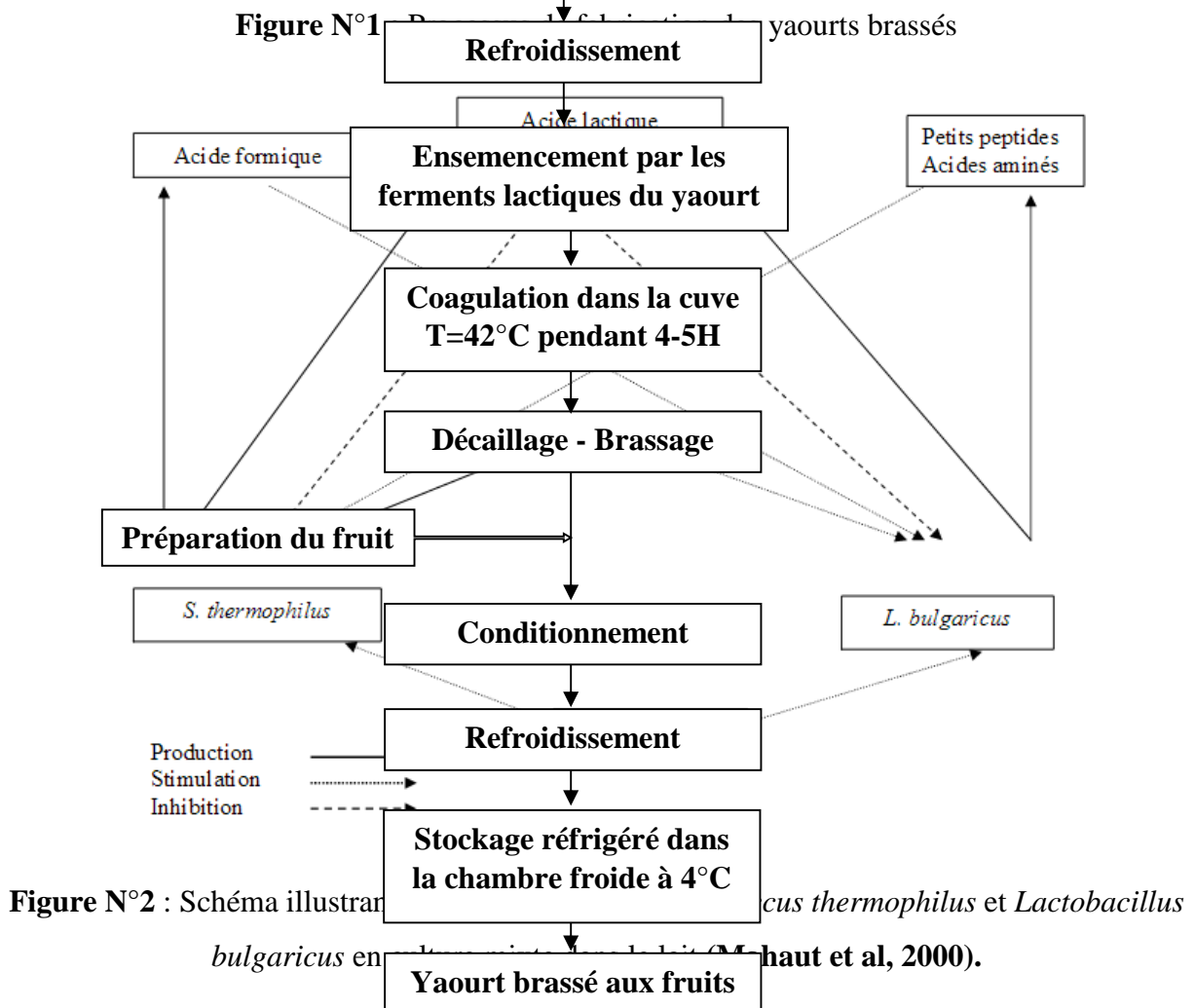
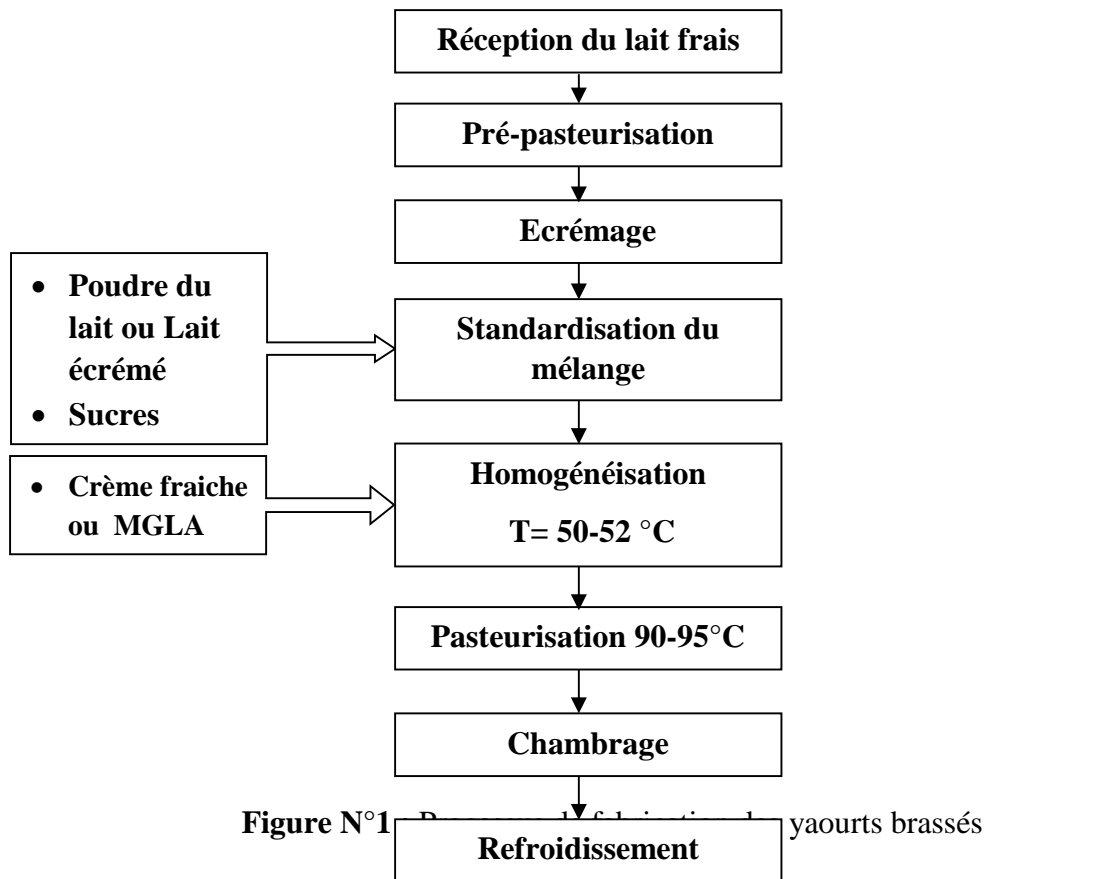
Année	Superficies (Ha)	Productions (Q)	Les régions les plus productifs
2005 / 2006	228.86	11 900	Amizour, Tazmalt
2006 / 2007	225.90	10 097	Tazmalt, Akbou
2007 / 2008	220	12 247	Akbou, Tazmalt
2008 / 2009	218	12 247	Akbou, Tazmalt
2009 / 2010	211	14 123	Akbou, Tazmalt, Amizour
2010 / 2011	211.25	11 941	Tazmalt, Sidiaich
2011 / 2012	211.50	13 255	Tazmalt, Akbou
2012 / 2013	214.50	19 748	Tazmalt, Seddouk
2013 / 2014	211	13 829	Tazmalt, Akbou, Sidi aich
2014 / 2015	205.5	2388	Akbou, Seddouk, Tazmalt
2015 / 2016	106.25	1235	Akbou, Seddouk, Tazmalt

Tableau IV : Secteurs, productions et exportations de la nêfle du Japon dans les pays principaux (Caballero et Fernandez, 2003).

Pays	Superficies (ha)	Production (t)	Exportations (t)
Chine	42000	200000	2,000
Japon	2420	10245	-
Pakistan	1000	16000	1,600
Israel	330	3000	-
Egypte	33	440	-
Grèce	300	2750	-
Maroc	385	6400	-
Portugal	243	950	-
Italie	663	4412	-
Turquie	1470	13500	147
Chili	138	37	-
Brésil	300	2,400	-
Espagne	2914	41487	19,400

Tableau V : Composition du fruit de la nêfle du Japon (Barretoetal., 2009).

Constituant	Contenu (par fruit de 100 g)
Eau (g)	86.5-88.2
Calories (kcal)	47-168
Glucides (g)	9.6-43.3
Protéine diététique totale(g)	0.8-1.7
Lipides totaux (g)	0.2-0.7
Cendres (g)	0.4-0.5
Calcium (mg)	16-17
Fer (mg)	0.28-1.4
Magnésium (mg)	13
Phosphore (mg)	20-126
Potassium (mg)	266-1216
Sodium (mg)	1
Vitamine C (mg)	1.0-3.0
Vitamine A (unité internationale)	1528-2340
Caroténoïdes totaux	196-3020
Carotènes (g)	559
Composés phénoliques totaux (mg)	33.6
Flavonoïdes totaux (mg)	24.3



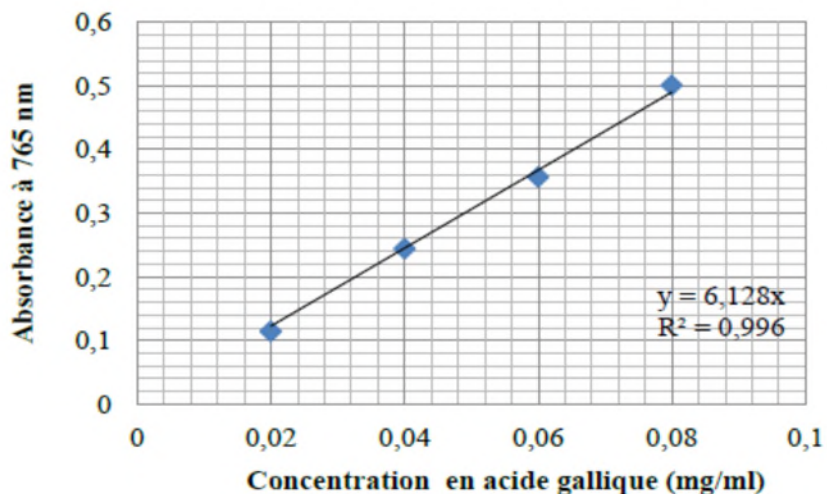


Figure N°1 : Courbe d'étalonnage des poly phénols totaux

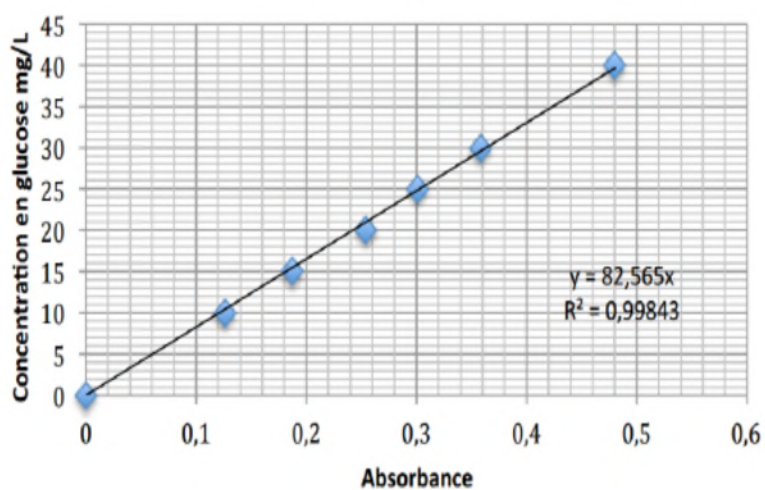


Figure N°2 : Courbe d'étalonnage au glucose

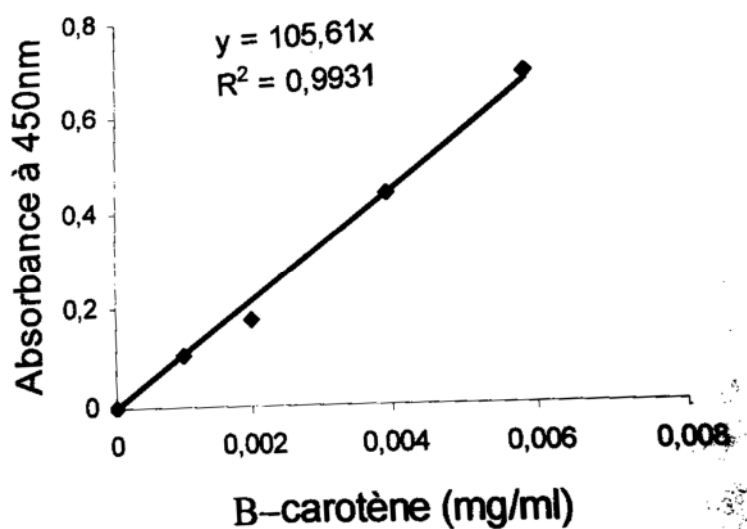


Figure N°3 : Courbe d'étalonnage des caroténoïdes.

Résumé

Notre travail porte sur l'enrichissement d'un yaourt brassé Danone avec la nêfle du japon (*Eriobotrya Japonica*). Afin de valoriser le fruit, des analyses microbiologiques, ont été réalisées sur la préparation du fruit au sirop, ainsi qu'une caractérisation physico-chimique du fruit lui-même.

Les propriétés physico-chimiques (pH, viscosité, Extrait Sec Total), les propriétés microbiologiques (dénombrement des Entérobactéries, Coliformes, des levures et moisissures) et les propriétés sensorielles (la consistance, le gout et appréciation du fruit dans le yaourt) ont révélé l'intérêt de l'ajout du fruit au yaourt brassé DANONE.

En effet, l'addition de la nêfle dans le yaourt a permis d'obtenir un yaourt enrichi non seulement en glucides, en minéraux et en vitamines mais aussi riche en composées phénoliques et en caroténoïdes.

Mot clés : yaourt, nêfle du japon (*Eriobotrya japonica* L), analyses physico-chimiques, analyses microbiologiques.

Abstract

Our work focuses on the enrichment of DANONE stirred yoghurt with Loquat (*Eriobotrya Japonica* L.). In order to value the fruit, microbiological analyses were carried out on the fruit in syrup, as well as physicochemical characterization of the fruit itself. The physicochemical properties (pH, viscosity, and total dry extract), microbiological characteristics (Enterobacteria, Coliforms, yeast and mold quantification) and sensory properties (consistency, taste and appreciation of the fruit in yogurt) revealed the added value of the fruit to DANONE stirred yoghurt.

Indeed, the addition of loquat in yoghurt enriched this one not only in carbohydrates, minerals and vitamins but also in phenolic compounds and carotenoids.

Key words: yoghurt, loquat (*Eriobotrya japonica* L), physicochemical analyses, microbiological analyses.