

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences alimentaires

Spécialité/Option : Qualité des produits et Sécurité Alimentaire

Thème

La perception des critères de qualités retenues par le client à l'achat et à la
consommation du yaourt

Présenté par : BOUYEDDA Amira

HARIDI Imen

MERZOUGUI Razika

Devant le jury composé de :

Présidente : BENEREBIHA RS M.A.A Université de Guelma

Encadreur : CHEMMAM M Pr Université de Guelma

Examineur : MEZROUA ME. M.C.B Université de Guelma

Remerciements



Avant tout, nous remercions ALLAH tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté de mener à bien ce modeste travail.

En tout premier lieu nous tenons à remercier Monsieur Chemmam Mabrouk pour l'honneur qu'elle nous a fait en nous encadrant, pour l'aide précieuse qu'il nous a donné, pour ses remarques et ses conseils qui nous ont permis de mener à bien ce travail.

Nous tenons particulièrement à remercier nos parents pour leur soutien permanent et le réconfort qu'ils nous ont prodigé tout au long de notre cursus universitaire

Nous tenons à remercier les membres de madame BERBIHA et monsieur MEZROUA M.E,

pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger le travail.

Nous remercions toutes personnes ayant participé de près ou de loin à notre formation et à tous ceux qui nous ont apporté leurs soutiens et encouragements durant la réalisation de ce travail.

Merci à tout



Sommaire

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

Chapitre 1 : Revue bibliographique

1. Généralité sur le lait

1.1 Définition du lait 2

1.2. La composition chimique du lait de vache 2

1.3. La qualité du lait 3

1.3.1. La qualité organoleptique 3

1.3.2. La qualité microbiologique 4

2. Le yaourt 4

2.1. Historique 4

2.2. Définition 4

2.3. Les Bactéries spécifiques du yaourt 5

2.3.1. L'espèce *Lactobacillus bulgaricus* 5

2.3.2. L'espèce *Streptococcus thermophilus* 6

2.3.3. La proto-coopération entre *St. thermophilus* et *Lb. Bulgaricus* 6

2.3.4. Aptitudes technologiques des bactéries lactiques du yaourt 8

2.3.4.1. Aptitude acidifiante 8

2.3.4.2. Aptitude protéolytique 9

2.3.4.3. Aptitude texturant 9

2.3.4.4. Aptitude aromatisante 10

2.3.4.5. Aptitude lipolytique 10

2.3.4.6. Aptitude antagonistique 10

2.4. Matières utilisées pour la production du yaourt 11

2.4.1. Ingrédients laitiers 11

2.4.2. Ingrédients non laitiers 11

2.4.3. pH	12
2.4.4. Taux de matière grasse	12
2.4.5. Teneur en protéines	12
2.4.6. La quantité de ferment contenue dans le produit fini	12
2.5. Les micro-organismes retrouvés dans le yaourt	12
2.6. Les différents types de yaourt	13
2.6.1. Classement du yaourt selon la technologie de production	13
2.6.2. Classement de yaourt selon sa teneur en matière grasse	13
2.6.3. Classement de yaourt selon les ingrédients additionnés (additifs)	13
2.7. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques du yaourt	14
2.7.1. Amélioration de l'absorption du lactose	14
2.7.2. Activité antimicrobienne	14
2.7.3. Stimulation du système immunitaire	14
2.7.4. Action préventive contre les cancers de la sphère digestive	14
2.7.5. Action anticholesterolemiante	14
2.7.6. Amélioration de la digestibilité des protéines	15
2.7.7. Amélioration de la digestibilité des matières grasses	15
2.8. Apports nutritionnels du yaourt	15
2.9. Technologie du yaourt	16
2.9.1. Réception et stockage du lait	16
2.9.2. Standardisation du mélange	17
2.9.3. Homogénéisation	19
2.9.4. Traitement thermique	20
2.9.5. Refroidissement	21
2.9.6. Développement de la fermentation	22
2.9.7. Conditionnement et stockage	22
2.9.7.1. Yaourt ferme	22
2.9.7.2. Yaourt brassé	23
2.9.8. Stockage	23
2.9.9. Qualité du yaourt au cours de la conservation	24
2.9.9.1. Qualité physico-chimique	24
2.9.10. Aspects hygiéniques	25
2.9.11. Qualités organoleptiques	26

2.10. Accidents de fabrication du yaourt	26
3. La qualité	28
3.1. Quelques définitions	28
3.2. Les attributs de la qualité	28
3.3. Perception de la qualité alimentaire	29
3.3.1. La perception	29

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

2.1. Enquête	32
2.2. Analyses physico-chimiques	32
2.2.1. Détermination de pH	33
2.2.2. Détermination de l'acidité titrable (Degré)	33
2.2.3. Détermination de la teneur en matière sèche	34
2.2.4. Détermination des cendres	35
2.3. Analyse sensorielles	35

Chapitre3 : Résultats et discussion

3.1. Résultats	36
3.1.1. Description de la population	36
3.1.2. Fréquence d'achat et de consommation du yaourt	36
3.1.3. Les critères de perception de la qualité	37
3.1.4. L'emballage	38
3.1.5. Préférence dans la marque et le goût	39
3.2. Analyses physico-chimiques	40
3.2.1. pH	40
3.2.2. L'acidité Dornic	40
3.2.3. Extraits secs et cendres	41
3.3. Choix au moment de la consommation	42
3.3.1. Choix visuel	42
3.3.2. Appréciation des critères de qualité	43
3.3.2.1. Flaveur	43
3.3.2.2. Onctuosité	43
3.3.2.3. Goût	44

3.3.2.4. Synérèse	45
Conclusion	46
Références bibliographiques	47
Annexe.	

Résumé

L'évaluation de la qualité est variable et peut être acquise dans le temps. Le consommateur classe et donne un rang à la qualité d'une marque.

Un questionnaire à été établi afin d cerner un certain nombre de paramètres comme la consommation, les critères de choix des yaourts en fonction du prix, de la valeur nutritionnelle, du goût de la marque et du type. D'après les résultats de l'enquête le yaourt est largement consommé et acheté avec des fréquences de plusieurs fois par semaine et les consommateurs préfèrent le yaourt surtout en fonction de la marque et du goût. Les marques les plus demandés sont <<Soummam>> et <<Danone>> avec une préférence pour le goût << fraise>> et indépendamment de la marque. Devant une gamme de trois types de yaourt le <<fruité>> et le <<brassé>> sont les plus demandé par rapport au <<nature>> et indépendamment de la marque.

Mots clés : yaourt, qualité, marque, choix.

Abstract :

The Quality évaluation is variable and can be acquired over time. The consumer classifies and gives a rank to the quality of a mark.

A questionnaire was developed to identify some parameters such as consumption, yogurt selection criteria based on price, nutritional value, taste, mark and type. Yogurt is widely consumed and bought with frequencies of several times a week. consumers prefer yogurt mainly depending on the mark and taste. The most popular mark are <<Soummam>> and <<Danone>> with a preference for the taste << strawberry>> taste and regardless of the mark . In front of a range of three types of yogurt the <<fruity>> and <<brewed>> are the most in demanded compared to the <<nature>> and regardless of the mark .

Keywords : yogurt, quality, brand, choice.

ملخص

الجودة متغير ويمكن الحصول عليه بمرور الوقت. قمنا بوضع استبيان لتحديد عدد معين من المتغيرات مثل الاستهلاك ومعايير اختيار الياغورت حسب السعر والقيمة الغذائية وطعم العلامة التجارية ونوعها. وفقًا لنتائج الإستبيان ، يتم استهلاك الياغورت وشرائه على نطاق واسع عدة مرات في الأسبوع ويفضله المستهلكون بشكل أساسي على أساس العلامة التجارية والمذاق.

العلامات التجارية الأكثر شهرة هي "صومام" و "دانون" حيث يفضل معظم المستهلكين طعم "الفرولة" بغض النظر عن العلامات التجارية الأخرى.

أمام مجموعة من ثلاثة أنواع من الياغورت ، يعتبر النوع "الفاكهي" و "الممزوج" الأكثر طلبًا مقارنةً "بالطبيعي" و بشكل مستقل عن العلامة التجارية.

الكلمات المفتاحية: ياغورت، الجودة، العلامة التجارية و الاختيار.

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
Tableau 1	la composition chimique moyenne du lait de vache (Amoit, 2002).	2
Tableau 2	Réglementation concernant la quantité d'acide lactique ou le pH dans le yoghurt (Luquet et Carrieu, 2005).	12
Tableau 3	Nombre de microorganisme retrouvé dans un yaourt répondent à la norme de qualité (Tamime, 1999).	13
Tableau 4	Différents types de yaourt selon la teneur en matière grasse (Gosta, 1995).	13
Tableau 5	Composition physicochimique du yaourt (Laurence et al., 2004).	15
Tableau 6	les différentes façons de standardiser ou d'enrichir le lait (vingola, 2002)	18
Tableau 7	Causes possibles de standardisation inadéquate d'un mélange et l'incidence sur la qualité du yogourt (Lamontagne, 2002).	18
Tableau 8	Causes possibles d'homogénéisation inadéquate d'un mélange et incidences sur la qualité du yogourt (Lamontagne, 2002).	20
Tableau 9	Causes possibles de traitement thermique inadéquat et incidences sur la qualité du yogourt (Lamontagne, 2002).	21
Tableau 10	Principaux défauts de goût, de texture et d'apparence rencontrés dans la fabrication des yaourts (Luquet, 1985)	27
Tableau 11	Indicateurs et attributs de qualité (Sirieix, 1999)	29

Listes des figures

Numéro	Titre	Page
Figure 1	Aspect des cellules de <i>Lb. Bulgaricus</i> sous le microscope électronique WWW.raw-milk-facts.com	6
Figure 2	Aspect des cellules de <i>St. thermophilus</i> sous le microscope électronique WWW.musee-afrappier.qc.ca	6
Figure 3	Proto-coopération entre <i>St. thermophilus</i> et <i>Lb. Bulgaricus</i> (Mahaut et al., 2000).	7
Figure 4	Diagramme de fabrication du yaourt (SEYDI M., 2000).	17
Figure 5	Schéma des différents mécanismes de formation des agrégats solubles et micellaires dans le lait au cours du traitement thermique (Donato et Guyomarc'h, 2009 ; Famelart et al., 2011)	25
Figure 6	Situation des centres commerciaux	32
Figure 7	PH-mètre	33
Figure 8	Titration	34
Figure 9	Le dessiccateur infrarouge	35
Figure 10	Répartition des personnes interrogées selon l'âge et le sexe	36
Figure 11	Répartition de la fréquence de consommation du yaourt	37
Figure 12	Répartition de la fréquence d'achat du yaourt	37
Figure 13	Répartition des sujets interrogés selon les critères de choix du yaourt.	38
Figure 14	Répartition selon le type d'emballage du yaourt	38
Figure 15	Préférence selon la marque	39
Figure 16	Préférence selon le gout	39
Figure 17	Variations du pH	40
Figure 18	Variations de l'acidité titrable	41
Figure 19	Variation du taux de matière sèche et de cendre.	42

Figure 20	Classement préférentiel par marque et type de yaourt	42
Figure 21	Flaveur	43
Figure 22	Onctuosité	44
Figure 23	Gout	44
Figure 24	Synérèse	45

Liste des abréviations

Kcal	Kilocalorie
°C	Degré Celsius
EMP	Embden Meyerhoff Parnas
FAO	Food and agriculture organisation
EPS	polysaccharides extracellulaires
°D	Degré dornic
<i>St</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>LB</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>
MSNG	Matière sèche non grasse
CMC	carboxy-méthyle cellulose
FIL	Fédération internationale du lait
Ufc	Unité formant colonie
UHT	Ultra haut température
DLC	Date limite de consommation
ISO	International organisation for standardisation

Introduction :

Les produits laitiers préparés par fermentation lactique (comme le yaourt, par exemple) ou par une association de la fermentation lactique et de la fermentation alcoolique, par des levures surtout, sont dénommés laits fermentés ou laits de culture. Le lait de culture ou encore le lait fermenté, sont des termes généralement utilisés pour désigner des produits tels que le yaourt, le kéfir, le babeurre de culture, le filmjölkk (lait acide scandinave), le koumis (un produit à base de lait de jument) et le raïb.

Le nom générique de lait de culture vient du fait que le lait destiné à la production de yaourt estensemencé avec un levain qui transforme le lactose en acide lactique ? Et différentes autres substances, tels que le dioxyde de carbone, l'acide acétique, le diacétyl, l'acétaldéhyde. Toutes ces substances donnent aux produits leurs goûts et leurs arômes caractéristiques.

Le lait de culture, originaire du Proche Orient, est devenu populaire en Europe orientale et en Europe centrale par la suite. Le premier exemple de lait de culture a sans doute été produit accidentellement par des nomades. Le lait "est devenu aigre" et a coagulé sous l'effet de certains micro-organismes. Le hasard a voulu que les bactéries soient inoffensives, d'un type acidifiant et qu'il ne s'agisse pas d'organismes producteurs de toxines.

Le yaourt est l'un des laits fermentés le plus consommés au monde, il a connu un développement spectaculaire au cours des dernières années. Il occupe une place très importante au sein d'une alimentation saine et équilibrée non seulement à cause de leur grande valeur nutritive (en particulier leur richesse en calcium, protéines, vitamines, minéraux, oligo-éléments), mais également grâce au plaisir qu'il procure au consommateur. Il est obtenu par la fermentation lactique, dû à l'activité de deux espèces de bactéries lactiques : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* (**Desmazeaud, 1989**).

Les bactéries lactiques sont des bactéries d'intérêt technologique, elles sont utilisées dans de nombreux produits laitiers, dont les laits fermentés et les fromages. Elles contribuent à la texture, à la saveur des aliments ainsi qu'à la production de composés aromatiques.

Elles inhibent la prolifération des microorganismes pathogènes, en abaissant le pH du milieu par la production d'acide lactique.

1. Généralité sur le lait

1.1 Définition du lait

Le lait est un aliment biologique qui a un intérêt nutritionnel important, et dont la production organisée remonte à plus de dix mille ans. Depuis le 19^{ème} siècle, la production ne cesse d'augmenter en raison des progrès réalisés en médecine vétérinaire, et au niveau de la sélection de races performantes, ainsi que des pratiques d'élevage (**Faye et Loiseau, 2002**). Le lait est un liquide alimentaire opaque, blanc mat légèrement jaunâtre, à odeur peu marquée et au goût douceâtre, sécrété, après parturition, par la glande mammaire des animaux mammifères femelles comme la vache, la chèvre et la brebis, destiné à l'alimentation du jeune animal naissant (**Mazoyer, 2002**).

Toutes les dénominations du lait en poudre, à savoir le lait déshydraté ou sec, désignent un lait dont la quasi-totalité de l'eau a été éliminée (**Brunellière et al., 2006**), cette élimination ce fait après pasteurisation et concentration à température modérée (71-75°C pendant 15-40 secondes), ainsi le lait est finement pulvérisé dans une tour de séchage chauffée par un courant d'air sec et chaud (environ 150°C). L'eau s'évapore et la poudre ainsi obtenue est soumis au processus de granulation (**Arie, 2012**).

1.2. La composition chimique du lait de vache

Le lait de vache cru contient tous les éléments nutritifs (**Tableau 1**) nécessaires à la croissance du jeune mammifère. Le potentiel énergétique d'un litre de lait entier, demi-écrémé ou écrémé est respectivement de 649.66Kcal, 499.19 Kcal et 348.72 Kcal (**Jeantet, 2008**). Le lait représente une excellente source de calcium, de phosphore mais également de vitamines telles que la riboflavine, thiamine, cobalamine et vitamine A. Il contient peu de fer et de cuivre, peu d'acide ascorbique, de niacine et relativement peu de vitamine D .Il contient des protéines riches en résidus d'acides aminés essentiels et des minéraux d'intérêt nutritionnel (calcium et phosphore), sous forme notamment de phosphates, de citrates et de chlorures de calcium, magnésium, potassium et sodium (**Jeantet, 2008**).

Tableau 1 : la composition chimique moyenne du lait de vache (**Amoit, 2002**).

Constituent majeure	Variation limites (%)	Valeur moyenne (%)
Eau	85,5 – 89,5	87.5
Matière grasse	2,5 – 5,5	3.7
Protéine	2,9 – 5,0	3.2
Glucides	3,6 – 5,5	4.6

Minéraux	0,7 – 0,9	0.8
Dérivés azotés	3.44	
Enzymes, vitamines, pigments	Carotènes, xanthophylles, riboflavine	
Cellules diverses	Cellules épithéliales, leucocytes, bactéries, levures, moisissures	

1.3. La qualité du lait

Pour identifier la qualité de lait, plusieurs critères sont généralement utilisés : les paramètres organoleptiques (couleur, goût, viscosités), les critères physico-chimiques (densité, acidité, pH) et les critères hygiéniques (microbiologiques) (**Hassainya et al., 2006**).

1.3.1. La qualité organoleptique

La qualité organoleptique englobe la caractérisation de couleur, de l'odeur, de saveur et de flaveur du lait, qu'est de couleur blanc mat due en grande partie à sa composition en matière grasse (**Fredot, 2005**). L'odeur du lait est caractéristique de l'animal, elle est liée à l'ambiance de la traite, au type de l'alimentation de l'animal ; ainsi que des conditions de conservation du lait. La saveur de lait est légèrement sucrée, due à la présence de lactose. La flaveur résulte d'un équilibre subtil entre des composés acides, alcools, ester, amines, et des composés carbonyles et soufrés, en interaction avec la composition lipidique et protéique (**Vierling, 2003**).

1.3.2. La qualité microbiologique

Le lait est un produit alimentaire très riche en nutriments, pouvant ainsi favoriser la croissance de plusieurs microorganismes. Les microorganismes du lait, selon leur importance, sont répartis en deux grandes classes (**Fredot, 2005**) qui sont la flore originale du lait et la flore de contamination.

Flore originelle

Le lait contient peu de Microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 10³ germes /ml). Il s'agit essentiellement des germes saprophytes de pis et des canaux galactophores : *microcoques*, *streptocoques lactiques*, *lactobacilles*. Des germes pathogènes et dangereux du point de vue sanitaire peuvent être présents lorsque le lait est issu d'un animal malade (*Streptocoque pyogène*, *carynebactéries pyogènes*, des *Staphylocoques*) qui sont des agents des mammites et peut s'agir aussi de germes d'infection générale *Salmonella*, *Brucella*, et exceptionnellement *listeria monocytogene*, *mycobactérie*, *Bacillus anthracis* et quelque virus (**Guiraud, 2003**).

Flore de contamination

Le lait peut se contaminer par des apports microbiens divers : Fèces et téguments de l'animal : *Coliformes*, *Entérocoques* *Clostridium*, *Salmonella*. Par le Sol : *Streptomyces*, *Listeria*, *bactéries sporulées*, *spores fongiques*. Par l'air et l'eau : Flores diverses, bactéries sporulées. (Guiraud, 2003).

2. Le yaourt

2.1. Historique

En cherchant à conserver le lait, le plus longtemps possible, les premiers éleveurs ont tâtonnés d'innombrables expérimentations en passant par le lait caillé jusqu'à la compréhension de la fermentation lactique, qui constitue un atout de développement technologique et industriel actuel (Treillon, 2000).

Le mot yaourt est originaire d'Asie (yoghourt ou yogourt) qui vient de « yoghurmark », mot turc signifiant « épaissir » (Tamime et Deeth, 1980).

Traditionnellement, c'est le yaourt dit « nature » et ferme qui constituait l'essentiel des productions de laits fermentés. Dans les années 1960-1970, sont apparus les produits sucrés puis aromatisés et aux fruits. Actuellement, ils sont majoritaires sur le marché.

L'apparition du yaourt brassé a constitué une autre étape importante de la commercialisation des laits fermentés. Le développement commercial des produits probiotiques est important et correspond à une demande du consommateur (Mahaut *et al.*, 2003).

2.2. Définition

Le yaourt est un lait coagulé obtenu par la fermentation lactique due à deux ferments spécifiquesensemencés simultanément :

Streptococcus thermophilus et *Lactobacillus bulgaricus* qui sont contenus naturellement dans le lait, à l'exclusion de tout autre bactérie. Ces bactéries doivent se retrouver vivantes à la concentration de 10^7 /g de produit. Elles sont aussi thermophiles et dégradent le lactose en acide lactique à partir de 45°C dont la teneur doit être au moins 0,7 % lors de sa vente (Fredot, 2005).

Le Codex Alimentarius, norme n° A- 11 (1975) définit ainsi le yaourt : « Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (Ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (lait en poudre, poudre de lait écrémé, etc.). Les micro-organismes du produit final doivent être viables et abondants.

La législation de nombreux pays exige que les bactéries du yaourt soient vivantes dans le produit mis en vente. D'autres pays admettent qu'à la suite d'un traitement thermique destiné à améliorer la durée de conservation, le produit ne contient plus de bactéries vivantes. Cette pratique n'est pas recommandable, car elle modifie les propriétés du yaourt (FAO, 1995).

2.3. Les Bactéries spécifiques du yaourt

Les deux bactéries (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) associées dans la préparation du yaourt ont pour rôle principal d'abaisser le PH du lait au point isoélectrique de la caséine (pH 4,6) de façon à former un gel (ou Coagulum). Outre le goût acidulé qu'elles donnent au gel, elles lui assurent une saveur caractéristique due à la production de composés aromatiques (acétaldéhyde principalement, cétone, acétoïne, diacétyle). Enfin, par la production de polysaccharides (glucanes), certaines souches ont une action dans la consistance du gel (FAO, 1995)

2.3.1. L'espèce *Lactobacillus bulgaricus*

Caractéristiques : *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* est un bacille gram⁺, immobile, asporulé, micro aérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chainettes (Figure 1), il possède un métabolisme strictement homofermentaire et produit l'acide D-lactique à partir des hexoses par l'intermédiaire de la voie d'Embden Meyerhoff Parnas (EMP) et il est incapable de fermenter les pentoses (Axelsson, 1998). Il se développe bien à la température de 45 à 50°C en acidifiant fortement le lait jusqu'à 1,8 % (pH voisin de 4,5), voire 2,7 % d'acide lactique (pH 3,8 à 3,6) (FAO, 1995). *Lactobacillus Bulgaricus* est une bactérie thermophile, très exigeante en calcium et en magnésium et sa température optimale de croissance est d'environ 42°C, elle est responsable de la production d'acétaldéhyde (Marty-Teyesset *et al.*, 2000).



Figure 1 : Aspect des cellules de *Lb. Bulgaricus* sous le microscope électronique

2.3.2. L'espèce *Streptococcus thermophilus*

Caractéristiques : Cocci, Gram+, anaérobie facultative, non mobile, disposé en chaînes en longueurs variables ou par paires (Figure 2), anaérobie facultatif, on le trouve dans les laits fermentés et les fromages (Roussel *et al.*, 1994). C'est une bactérie dépourvue de l'antigène D,

sensible au bleu de méthylène (0,1%) et aux antibiotiques, elle est incapable de métaboliser le galactose et se développe bien de 37 à 40 °C, mais croît encore à 50 °C. Thermorésistante, elle survit au chauffage à 65 °C pendant 30 min ou à 74 °C pendant 15 sec, son métabolisme est de type homofermentaire (Vaillancourt et al., 2008).

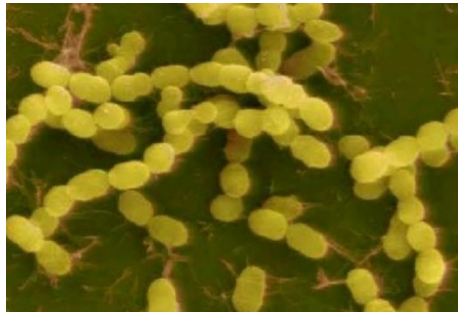
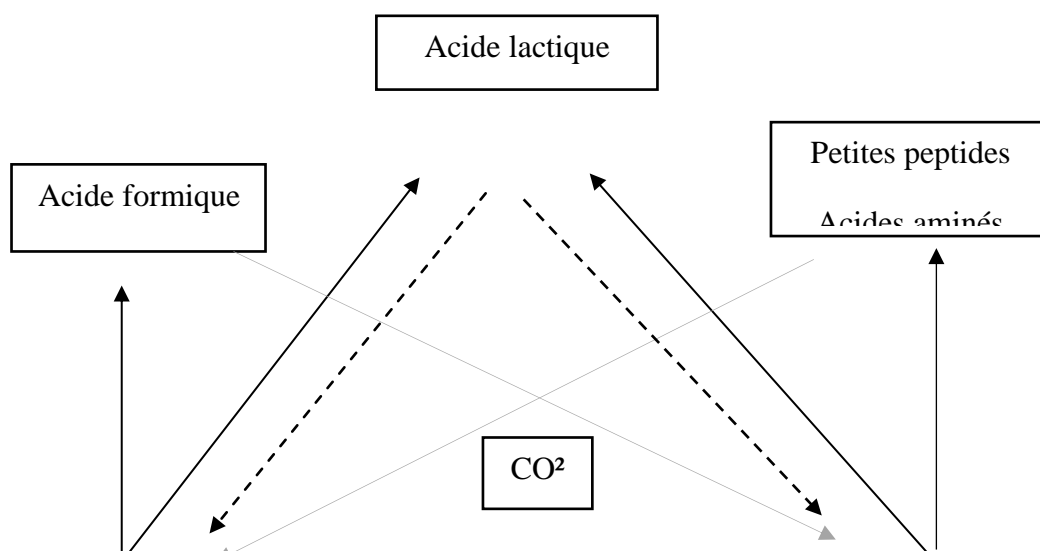


Figure 2 : Aspect des cellules de *St. thermophilus* sous le microscope électronique

2.3.3. La proto-coopération entre *St. thermophilus* et *Lb. Bulgaricus*

La fabrication du yaourt repose sur les interactions prenant place entre deux espèces de bactéries lactiques, *St. thermophilus* et *Lb. Bulgaricus*. Souvent l'association entre ces deux espèces est appelée proto-coopération car elle est bénéfique mais pas indispensable à la croissance de chaque espèce dans le lait (Thevenard, 2011). Cette proto-coopération recherchée, entraîne une stimulation mutuelle qui se traduit par (Mihail et al., 2009) :

- ✓ Un accroissement de la vitesse d'acidification.
- ✓ Un accroissement des niveaux de populations bactériennes finales.
- ✓ Une diminution du pH final du produit ;
- ✓ Une stimulation de la production de composés aromatiques notamment de l'acétaldéhyde.
- ✓ Une meilleure stabilité du produit fini ;
- ✓ Une production plus importante de certains composés comme des polysaccharides extracellulaires (EPS).



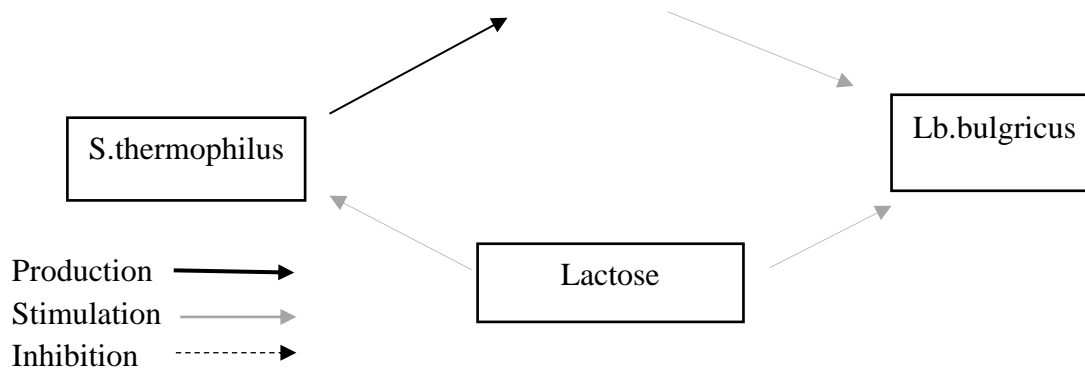


Figure 3 : Proto-coopération entre *St. thermophilus* et *Lb. Bulgaricus* (Mahaut *et al.*, 2000).

Pour se développer, les bactéries ont besoin d'acides aminés et de peptides directement utilisables. Or, le lait n'en contient que de faibles quantités permettant seulement de démarrer leur croissance (Thevenard, 2011). *St. thermophilus* se développe plus rapidement au pH (6,6-6,8) du lait et rend le lait anoxique et légèrement acide, *Lb. Bulgaricus* acidifie alors le lait d'avantage jusqu'à un pH d'environ 4,3 à 4,2 par l'attaque de la caséine qui libère les peptides permettant au *streptocoque* de poursuivre sa croissance.

De son côté, le *streptocoque* stimule le *lactobacille* par production d'acide formique, le dioxyde de carbone et l'acide pyruvique (figure 3) (Jeantet *et al.*, 2008).

Le *streptocoque* produit de l'acide lactique principalement sous la forme L (+), alors que le *lactobacille* donne surtout la forme D (-). A la fin de la fermentation, le tiers environ du lactose est transformé en acide lactique. Dans la fabrication du yaourt, l'utilisation du lactose se fait selon la voie suivante : une lactase hydrolyse le lactose en galactose et en glucose. Ce dernier est ensuite transformé en acide pyruvique puis en acide lactique pendant que le galactose s'accumule progressivement dans le lait sans être utilisé. Ainsi, dans un lait à 6,5 % (en poids) de lactose, 100 g du yaourt obtenu contiennent environ, après 2 jours de conservation, 4 g de lactose, 0,05 g de glucose, 0,05 g d'oligosaccharide et 1,5 g de galactose (FAO, 1995).

2.3.4. Aptitudes technologiques des bactéries lactiques du yaourt

Les bactéries lactiques sont des micro-organismes de catégorie alimentaire qui jouent un rôle essentiel dans la fermentation des matières premières animales et végétales. Leur capacité à fermenter les hydrates de carbone et, à un moindre degré, de dégrader les protéines et les lipides mène à la synthèse d'une large gamme de composés, tels que les acides organiques, les peptides, les composés antimicrobiens et aromatiques et les exopolysaccharides. Ces métabolites peuvent contribuer aux caractéristiques organoleptiques, technologiques et nutritionnelles des aliments fermentés (Mozzi *et al.*, 2010).

2.3.4.1. Aptitude acidifiante

La production d'acide lactique est l'une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologie laitière, car cet acide organique permet de concentrer et de conserver la matière sèche du lait, en intervenant comme coagulant et antimicrobien (**Kuipers et al., 2000**). Le processus d'acidification du yaourt dépend de l'activité symbiotique de *St. thermophilus* et *Lb. delbrueckii ssp. Bulgaricus*. L'importance de l'acide lactique durant la fabrication du yaourt peut se résumer comme suit (**Leory et al., 2002 ; Sinng Sudheer et al., 2006**) :

- ✓ Il aide à déstabiliser les micelles de caséine, ce qui conduit à la formation du gel ;
- ✓ Il donne au yaourt son goût distinct, comme il contribue à la saveur et l'aromatisation du yaourt ;
- ✓ Il intervient comme inhibiteur vis-à-vis des micro-organismes indésirables.

L'acidité du yaourt est communément exprimée en degré Dornic ($1^{\circ}\text{D} = 0.1\text{g d'acide lactique /L de lait}$). Elle se situe entre 100 et 130 $^{\circ}\text{D}$ (**Loones, 1994**)

Le développement de l'acidité est important non seulement pour la fermentation du lait, mais également nécessaire pour un arôme, une texture et une saveur bien-équilibrés du yaourt (**Özer et Atasoy, 2002**).

2.3.4.2. Aptitude protéolytique

La croissance jusqu'à des densités cellulaires permettant aux bactéries lactiques d'assurer les fonctions de fermentation repose sur un système protéolytique capable de satisfaire tous les besoins en acides aminés en hydrolysant les protéines. Les bactéries lactiques démontrent des potentialités différentes, liées à leur équipement enzymatique, pour l'utilisation de la fraction azotée (**Monnet et al., 2008 ; Roudj et al., 2009**).

Il est connu que l'activité protéolytique de *Lb. delbrueckii, ssp. Bulgaricus* est plus élevée que celle du *St. thermophilus* (**Gürsoy et al., 2010**).

Quelques hydrolysats de protéine augmentent le taux d'acidification de yaourt, réduisent le temps de fermentation et augmentent la viabilité des deux bactéries dans le lait (**Oliveira et al., 2001 ; Lucas et al., 2004**).

Quelques hydrolysats de protéine augmentent le taux d'acidification de yaourt, réduisent le temps de fermentation et augmentent la viabilité des deux bactéries dans le lait (**Oliveira et al., 2001 ; Lucas et al., 2004**).

2.3.4.3. Aptitude texturant

La texture et l'onctuosité constituent, pour le consommateur, les éléments les plus importants d'appréciation de la qualité du yaourt. Certaines souches bactériennes produisent, à partir du glucose, des polysaccharides qui sont constitués de longues chaînes d'unités répétitives de

sucres simples et /ou de dérivés de glucides plus ou moins ramifiées (**Ruas-Madiedo et al., 2001**).

Il est couramment admis que la production des exopolysaccharides est le résultat de l'action exercé par *St. thermophilus*, mais, *Lb. bulgaricus* possède une aptitude à produire des EPS composés de galactose, glucose, rhamnose, à des rapports 1/4. L'utilisation de ces bactéries produisant les EPS augmente la résistance du coagulât du yaourt aux chocs physiques et thermiques, et joue un rôle important en réalisant la fermeté satisfaisante et la viscosité apparente du yaourt (**Ngoufack et al., 2004 ; Vaningelgem et al., 2004**). Ils ont l'avantage d'être « naturels », requis en faible concentration (de l'ordre du mg/L) et de pouvoir remplacer les agents stabilisants par leurs propriétés de modifier positivement la texture, la viscosité et la sensation des laits fermentés (**Marshall et Rawson, 1999**).

Plusieurs études portant sur l'effet des EPS sur les propriétés rhéologiques/physiques de produits laitiers fermentés de type yaourt tendent à démontrer que la concentration en EPS ne serait pas le facteur déterminant pour moduler ces propriétés (**De vuyst et al., 2003 ; Doleyres et al., 2005**). La fonctionnalité des EPS serait plutôt reliée à leurs caractéristiques structurales ainsi qu'à leurs interactions avec les autres constituants du milieu comme les protéines. Le poids moléculaire, la conformation (flexibilité et ramification) de la chaîne et la charge des EPS influenceraient les propriétés rhéologiques et physiques des produits laitiers fermentés de type yaourt (**Petry et al., 2003 ; Turgeon et Plesces, 2009**).

2.3.4.4. Aptitude aromatisante

Divers composés volatiles et aromatiques interviennent dans la saveur et l'appétence du yaourt. C'est principalement le lactose qui joue un rôle dans la formation de ces composés. Parmi ceux-ci, outre l'acide lactique qui confère au yaourt son goût acidulé, c'est l'acétaldéhyde qui a été identifié comme le plus important des composés carbonyliques qui contribuent à l'arôme typique du yaourt (**Enel et al., 2011**). Il provient en grande partie de la transformation de la thréonine. En outre, les deux bactéries du yaourt *Lb. Bulgaricus* et *St. thermophilus* sont capables de produire l'acétaldéhyde mais à des proportions différentes, sa concentration optimale est estimée entre 17 et 41mg/L durant la fermentation du yaourt (**Chaves et al., 2002 ; Bongers et al., 2004**).

Le diacétyl contribue à donner un goût délicat dû à la transformation de l'acide citrique et secondairement, du lactose par certaines souches de streptocoques. D'autres composés (acétone, acétoïne, butane-2-one, etc.) contribuent à l'équilibre et à la finesse de la saveur. Celle-ci résulte d'un choix avisé des souches, de leur capacité à produire dans un juste rapport les composés

aromatiques et du maintien de ce rapport au cours de la conservation des levains et de la fabrication (FAO, 1995).

2.3.4.5. Aptitude lipolytique

Les ferments lactiques possèdent des lipases et des estérases qui peuvent hydrolyser les triglycérides en acides gras. Ils peuvent produire certains acides gras volatils, (C2 - C6), et contribue à la saveur des produits laitiers fermentés, cependant la lipolyse est généralement faible dans le yaourt et elle est donc non significative au terme de flaveur (Béal et al., 2008).

2.3.4.6. Aptitude antagonistique

Les composés antimicrobiens produits par les bactéries lactiques peuvent empêcher la croissance des bactéries pathogènes dans les produits fermentés. Ces composés incluent le peroxyde d'hydrogène, CO₂, le diacétyle, l'acétaldéhyde, les D-isomères des acides aminés et les bactériocines (Cintas et al., 2001 ; Akpınar et al., 2011).

La production d'acide lactique diminue le pH en créant un milieu défavorable au développement des microorganismes pathogènes (Aslim et al., 2004). Cet acide se trouve à l'équilibre entre ses formes dissociées et non dissociées, et l'ampleur de la dissociation dépend du pH. Au bas pH, la grande quantité d'acide lactique est sous la forme non dissociée qui est toxique pour beaucoup de bactéries, mycètes et levures. A pH 5.0 l'acide lactique est un inhibiteur des bactéries sporulées mais il est inefficace contre les levures et les moisissures (Woolford, 1975).

2.4. Matières utilisées pour la production du yaourt

2.4.1. Ingrédients laitiers

La principale matière première pour la fabrication des yaourts est le lait dont, pour l'essentiel, le lait de vache. Il est constitué d'environ 88% d'eau et de 12% de matière sèche totale contenant des glucides, des protéines, des lipides et des minéraux (Tamime et Robinson, 1999). Cependant, la plupart des yaourts contiennent d'autres additifs tels que les matières sèches lactières non grasses (MSNG), pour augmenter le taux de MSNG du lait de 8.25% à 16% (CFR 131, 2000).

2.4.2. Ingrédients non laitiers

Les constituants non laitiers se composent des édulcorants, des stabilisateurs, des fruits et des colorants. Des édulcorants tels que le sirop de sucrose, de sucre inverti, de fructose, de glucose ou de galactose sont ajoutés principalement pour des préférences du goût (Tamime et Robinson, 1999).

Des stabilisateurs tels que les gommés naturelles, les gommés naturelles modifiées ou les gommés synthétiques sont ajoutés pour améliorer et maintenir la fermeté et l'uniformité de gel, et améliorent également la perception dans la bouche. Les stabilisateurs typiques de yaourt incluent la carboxy-méthyle cellulose (CMC), la gomme de guar, la gomme de xanthane, les carraghénanes ou les pectines (Soukoulis *et al.*, 2007). Les hydrocolloïdes stabilisent spécifiquement les structures de gel, augmentent la viscosité et forment un réseau avec les constituants de lait (Teles et Flores, 2007).

Les fruits dans les yaourts sont apportés sous formes de préparation de fruits avec ou sans sucre ajouté. Les agents de texture, incorporés dans la préparation de fruit, participent également à l'amélioration de la texture des yaourts. Les fruits les plus consommés sont les fruits rouges et les fruits exotiques (Vignola, 2002).

2.4.3.pH

La Fédération Internationale du Lait (FIL) préconise une teneur de 0,7% d'acide lactique. Cette valeur est respectée dans certains pays avec une variabilité de 0,6 à 1,5%. Certaines normes imposent un pH inférieur à 4,5 ou 4,6 (Tableau 2).

Tableau 2 : Réglementation concernant la quantité d'acide lactique ou le pH dans le yoghurt (Luquet et Carrieu, 2005).

Organisme/pays	Normes
FIL	0.7% en poids exprimé en tant qu'acide
France, Portugal, Italie	Acide lactique libre >0.7%
Espagne	PH<4.6
Pays-Bas	PH<4.5
Belgique	<0.7% exprimé en acide lactique
Pologne	3.9<pH<4.6
Tunisie	0.8% d'acide lactique
Etats-Unis	Ph>ou=3.8
Canada	Acidité<0.9% exprimé en acide lactique
Australie	0.8% d'acide lactique
Mexique	Ph<4.5
Japon	Ph<4.5

2.4.4. Taux de matière grasse

Il doit être minimum, inférieur à 3% dans le cas des yaourts (nature, sucré ou aromatisé), compris entre 0,5 et 3% dans le cas des yaourts partiellement écrémés et 0,5% dans les yaourts écrémés.

2.4.5. Teneur en protéines

Elle est égale à 2,8% dans le produit fini. En fonction de la technologie de fabrication

2.4.6. La quantité de ferment contenue dans le produit fini

La FIL fixe la quantité de ferments vivants, égale au moins 10 millions de bactéries/g rapportés à la partie lactée jusqu'à la date limite de consommation.

2.5. Les micro-organismes retrouvés dans le yaourt

Les différents microorganismes que l'on retrouve dans le yaourt peuvent être divisés en trois groupes : la microflore essentielle, la microflore non essentielle et les contaminants. Et un bon yaourt doit répondre à la norme de qualité (**Tableau 3**) (**Tamime, 1999**)

Tableau 3 : Nombre de microorganisme retrouvé dans un yaourt répondent à la norme de qualité (**Tamime, 1999**).

Micro-organisme	Nombre
S.thermophilus ×10 ufc /ml	>100
L.delbrueckii subsp. bulgaricus×10 ufc /ml	>100
Coliformes (ufc.ml)	<1
Levures (ufc/ml)	<10
moisissure	absence

2.6. Les différents types de yaourt

2.6.1. Classement du yaourt selon la technologie de production : plusieurs types sont sur le marché, à savoir le yaourt ferme (étuvé ou traditionnel) à incubation et refroidissement en pots ; le type brassé à incubation en cuve et refroidissement avant le conditionnement ; le type boisson similaire au type brassé mais dont le coagulum est réduit à l'état liquide avant le conditionnement. Autres types, le yaourt glacé à incubation en cuve et à congélation similaire à celle du crème glacé ; et le yaourt concentré à incubation en cuve (condensation et refroidissement avant le conditionnement) (**Vignola, 2000**).

2.6.2. Classement de yaourt selon sa teneur en matière grasse : selon la teneur de matière de grasse différents yaourts sont produits, tel que le yaourt entier (crémeux) qui contient au minimum 3% en matière grasse de son poids final, le yaourt partiellement écrémé contenant moins de 3% de matière grasse ; et le yaourt écrémé avec une teneur de matière grasse qui ne dépasse pas 0.5% (**Tableau 4**).

Tableau 4 : Différents types de yaourt selon la teneur en matière grasse (**Gosta, 1995**).

Types	Taux de matière grasse (%)
Yaourt crémeux	Matière grasse minimale
Yaourt partiellement écrémé	Matière grasse maximale moins de 3

	Matière grasse minimale plus de 0,5
Yaourt écrémé	Matière grasse maximale 0,5

2.6.3. Classement de yaourt selon les ingrédients additionnés (additifs) : on trouve de yaourt aromatisé, de yaourt fruité, de yaourt light (addition d'édulcorant : aspartame) (**Beal et al., 2003**).

2.7. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques du yaourt

Selon **Jeantet et al. (2008)**, un pot de yaourt nature possède la même valeur nutritive qu'un verre de lait. Selon la littérature scientifique, les effets bénéfiques du yaourt sur la santé sont multiples.

2.7.1. Amélioration de l'absorption du lactose

La présence de bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactase. Les ferments lactiques synthétisent la β -galactosidase capable d'hydrolyser le lactose, cette enzyme serait libérée dans l'intestin grêle et garderait une activité permettant l'hydrolyse du lactose pendant au moins deux heures (**Jeantet et al., 2008**).

2.7.2. Activité antimicrobienne

Le yaourt joue un rôle préventif contre les infections gastro-intestinales. Son intérêt est dû aux bactéries lactiques qui produisent des substances antimicrobiennes. L'effet antimicrobien principal exercé par ces bactéries résulte de la production d'acides organiques principalement l'acide lactique, qui conduit à la diminution du pH inhibant le développement de microorganismes pathogènes (**Jeantet et al., 2008**). En plus de l'acide lactique, les bactéries lactiques ont la capacité de synthétiser d'autres métabolites notamment le peroxyde d'hydrogène, le diacétyle et les bactériocines (**Ababsa, 2012**), elles jouent le rôle de bioconservation du produit (**Mahaut et al., 2000**).

2.7.3. Stimulation du système immunitaire

Le yaourt exerce via les bactéries probiotiques (lactobacilles ou bifidobactéries) un effet immunorégulateur (régulation de la fonction immunitaire), sa consommation entraîne la production d'interférons et d'immunoglobulines, ainsi que l'activation des lymphocytes B (**Jeantet et al., 2008**).

2.7.4. Action préventive contre les cancers de la sphère digestive

Les lactobacilles modifieraient les enzymes bactériennes à l'origine des carcinogènes (inducteurs du cancer) dans le tube digestif, inhibant ainsi la formation de ces substances précancéreuses (Jeantet et al., 2008).

2.7.5. Action anticholesterolemiant

Le taux élevé de cholestérol dans le plasma est souvent associé à l'apparition de maladies cardio-vasculaires. Il a été rapporté que le taux de cholestérol sérique diminue suite à la consommation de produits laitiers fermentés, malgré un apport alimentaire important en cholestérol (Jeantet et al., 2008).

2.7.6. Amélioration de la digestibilité des protéines

Le yaourt est deux fois plus digeste que le lait In vitro avant fermentation et contient deux fois plus d'acides aminés libres : cette propriété résulte du traitement thermique, de l'acidification et de l'activité protéolytique des bactéries lactiques (Mahaut et al., 2000).

2.7.7. Amélioration de la digestibilité des matières grasses

Bien que l'activité lipolytique des bactéries lactiques soit peu élevée, il y a une augmentation significative de la teneur en acide gras dans le yaourt. De plus, l'homogénéisation améliore la digestibilité en augmentant la surface des globules gras (Jeantet et al., 2008).

2.8. Apports nutritionnels du yaourt

En plus de l'appréciation pour son goût et sa texture, le yaourt est aussi apprécié pour sa valeur nutritionnelle remarquable. Le yaourt est un produit vivant. Les bactéries lactiques spécifiques (*Streptococcus alivarius thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus*) restent vivantes dans le tube digestif et transforment les constituants du lait fermenté en améliorant leur digestivité. En effet, les laits fermentés et le yaourt ont une digestion plus aisée que le lait. Le sucre du lait (le lactose), pour être digéré, a besoin d'une enzyme particulière qui est la lactase. Dans les produits laitiers fermentés, ce sucre est décomposé par les microorganismes lors de la fermentation. Le tableau ci-dessous indique la teneur moyenne des différents types de yaourt. Les apports nutritionnels du yaourt dépendent de sa composition chimique, du lait utilisé et de procédure de production par exemple un traitement thermique du yaourt à 70°C pendant 10 min entraîne des diminutions importantes des teneurs en vitamines du groupe B et en enzymes (De Felip et al., 1977 ; Syndifrais, 1997). Les différents apports nutritionnels sont reportés au **Tableau 5**.

Tableau 5 : Composition physicochimique du yaourt (Laurence et al., 2004).

Composition	Teneur
-------------	--------

Eau	88%
Protéines	4 %
Lipides	0-4g
Cholestérol	15mg
Glucide	5-18%
Lactoses	3%
Teneur en matière sèche laitière	10-16%
calcium	155-200mg (17 à 24%)

2.9. Technologie du yaourt

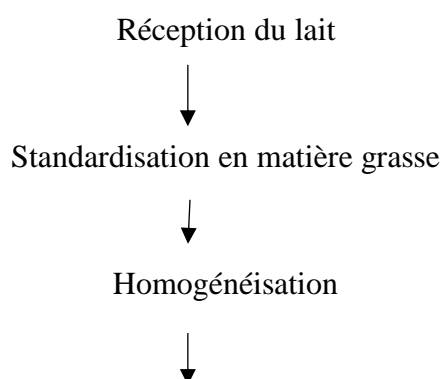
Les procédés de fabrication des yaourts et des laits fermentés se caractérisent par trois grandes étapes : la préparation du lait, la fermentation et les traitements post-fermentaires du produit (**Beal et Sodini, 2003**). Le diagramme de production (**figure 4**) diffère selon le type de produit (yaourt ferme ou brassé).

Le yaourt ferme ou étuvé, dont la fermentation se fait après conditionnement en pots ;

Le yaourt brassé, dont la fermentation se fait en cuve ; le coagulum obtenu est alors dilacéré et brassé pour être rendu plus ou moins visqueux, puis conditionné en pots.

2.9.1. Réception et stockage du lait

Le lait frais, collecté au plus tard 72 h après la traite, arrive en camions-citernes réfrigérés à l'unité de production. Il est contrôlé lors de la réception, pompé et filtré pour éliminer les résidus solides (paille, feuilles, terre), puis stocké à froid (< 5 °C) dans des tanks stériles. Avec une double enveloppe permettant de maintenir le lait au froid (**Beal et Sodini, 2003**). Il est généralement reconnu qu'en ne peut pas faire un produit de qualité avec une matière première de mauvaise qualité. Dans cet esprit, Il y a deux paramètres à respecter dès la réception du lait : sa microbiologie et des données sur sa chimie qui permettent de procéder à la standardisation du mélange (**Lamontagne, 2002**)



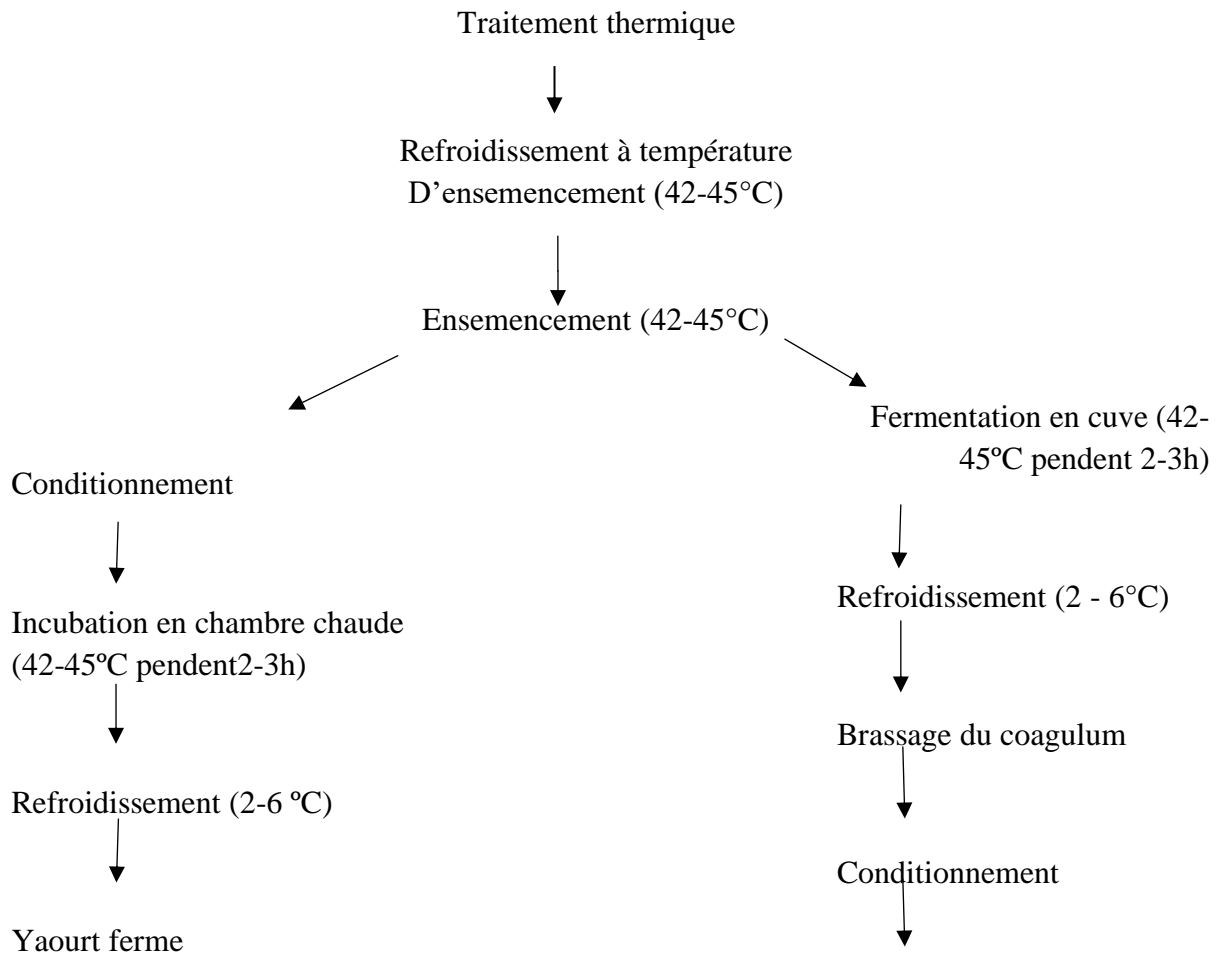


Figure 4 : Diagramme de fabrication du yaourt (SEYDI M., 2000).

2.9.2. Standardisation du mélange

En fabrication de yaourt, il est nécessaire de standardiser le lait en matière grasse et en matière protéique (**Tableau 6**) pour répondre aux spécifications nutritionnelles et organoleptiques des produits, et pour obtenir une qualité constante au cours de l'année (**Luquet et Corrieu, 2005**). Pour cela, le lait est tout d'abord écrémé, puis mélangé avec la crème dans les proportions souhaitées. En conséquence, le lait standardisé en matières grasses doit être enrichi en protéines lactiques pour former un yaourt consistant et exempt de synérèse. Les quantités de protéines ajoutées sont variables et dépendent de la texture recherchée). La fortification du lait de fabrication par de la poudre de lait écrémé ou du lait concentré est la technique la plus largement répandue dans l'industrie. (**Beal et Sodini, 2003**).

Tableau 6 : les différentes façons de standardiser ou d'enrichir le lait (**vingola, 2002**)

Mécanisme	Remarque
Addition de solides totaux	
Poudre de lait entier Additionner de lait évaporé	Très utiliser malgré sans gout, sa solubilité et l'incorporation de l'air ; la mise en œuvre est facile. Mélange facile ; Gut élevé ; peut utiliser.
Concentration par osmose inverse	Bon système ; toutefois l'installation et la mise en marche sont couteuse
Evaporation du lait	Meilleur système ; enlever les odeurs (lait de vache) ; enlever l'air du lait
Addition de solide non gras	
Addition de poudre de lait écrémé, de lait écrémé évaporé	Problème de solubilité ; incorporation possible de l'air ; goût élevé
Addition de poudre de lactosérum évaporé	Résultats très contradictoires
Addition de protéines	
Addition de caséine ou d'un concentré de protéines de lactosérum ou de Co-précipité	Fort pouvoir texturant ; hydrophile, efficacité controversé chauffage nécessaire ; goût et texture variable.
Concentration par ultrafiltration	Très bonne texture : goût variable
Addition du sucre	
Addition du lactose	Texture faible, changement de texture
Dextrose, fructose, miel, sucre artificiel	Effets sucrants
Addition de matières grasses	
Addition du crème	Texture grasse typique ; type pouding ; nécessité d'homogénéiser ; goût.

Il est cependant possible de rencontrer des disfonctionnements lors du processus de fabrication

Tableau 7

Tableau 7 : Causes possibles de standardisation inadéquate d'un mélange et l'incidence sur la qualité du yogourt (Lamontagne, 2002).

Causes	Incidences sur la qualité du yogourt
Trop de protéines	Forte viscosité, consistance ou fermeté, texture gommeuse, gout râpeux au palais
Trop de gras	Très onctueux, style pouding, pâteux
Trop de sucre	Cristallisation, forte pouvoir sucrant, ralentissement du ferment
Protéines en quantité insuffisante	Synérèse, faible texture, gout d'eau
Pas assez de gras	faible viscosité
Sucre en quantité insuffisante	Faible pouvoir sucrant
Température inadéquate lors de l'addition	Mauvaise solubilisation : présence des grumeaux, absence d'uniformité du gel, faiblesse du gel, synérèse
Volume à agiter trop grand	Non-uniformité du mélange

Temps de mélange insuffisant	Non-uniformité du mélange ou hydratation insuffisante des protéines (texture inadéquate)
------------------------------	--

2.9.3. Homogénéisation

Le lait standardisé en matières grasses et enrichi en protéines, éventuellement sucré, constitue le mix de fabrication. Il est homogénéisé afin de réduire la taille des globules gras. Cette opération est indispensable pour éviter la remontée des matières grasses pendant la fermentation. Elle permet aussi d'augmenter la viscosité du yaourt et de réduire le phénomène d'exsudation de sérum (ou synérèse) pendant le stockage du yaourt ferme. Enfin, elle confère un aspect plus blanc au lait et, par conséquent, au yaourt (**Beal et Sodini, 2003 ; Luquet et Corrieu, 2005**).

L'homogénéisation du lait a plusieurs objectifs : elle améliore la fermeté des gels obtenus après fermentation, augmente leur capacité de rétention d'eau et réduit la synérèse, par ailleurs elle prévient le crémage au cours des opérations « statiques » de la fabrication du yaourt, en particulier lors de la période d'incubation en pots ou dans les cuves de fermentation, cela est due au fractionnement de la taille des globules gras de 4-5 μm à 1 μm par cisaillement (**Schorsch, 2001 ; Amiot, 2002**). En plus de conférer une couleur plus blanchâtre au mélange laitier, cette diminution de diamètre facilite l'insertion des globules gras dans les pores du réseau caséique du yaourt. Cette étape permet également de mélanger de façon homogène les divers ingrédients laitiers ajoutés lors de l'étape de la standardisation. Une autre des conséquences de l'homogénéisation est la formation de nouvelles gouttelettes de globules de gras entourées par des caséines et des protéines sériques. La résultante est une augmentation du caractère hydrophile des globules de gras (**Schorsch, 2001**) **Tableau 8**.

Tableau 8 : Causes possibles d'homogénéisation inadéquate d'un mélange et incidences sur la qualité du yogourt (**Lamontagne, 2002**).

Causes	Incidences sur la qualité du yogourt
Pression trop faible	Séparation du gras, obtention de deux phases (une surface très crémeuse) <ul style="list-style-type: none"> • Présence d'un goût d'eau dans le produit • Non-uniformité de la couleur • Produit plus liquide, donc une consistance et une viscosité moindres • Synérèse
Pression trop forte	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution dans l'onctuosité • Viscosité et consistance inappropriées en raison d'un bris des protéines, produit plus liquide

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Présence de mousse ou de bulles à la surface |
|--|

2.9.4. Traitement thermique

Le lait enrichi, éventuellement sucré, subi un traitement thermique. Le barème de traitement thermique le plus couramment utilisé est de 90- 95°C pendant 3 à 5 minutes (**Mahaut, 2000**). Cependant, une température élevée pendant un brève temps (100°C à 130°C pour 4 à 16 S) ou bien une ultra haute température (UHT) (140°C pour 4 à 16 sec) sont parfois utilisés (**Sodini et al., 2004**). Ce traitement a de multiple effet sur la flore microbienne ainsi que sur les propriétés physico-chimiques et fonctionnelles du lait. Tout d’abord, il assure l’innocuité du produit suite à la destruction des microorganismes pathogènes et indésirables (**Walstra, 2006**). Il crée des conditions favorables au développement des bactéries lactiques, et inactive des inhibiteurs de croissance telle que les lactopéroxydases et des enzymes telles que la lipase responsable de l’oxydation des lipides (**Walstra, 2006**). De même, il réduit les sulfures toxiques et entraine la production d’acide formique qui est un facteur de croissance pour *Lb. Bulgaricus* (**Loones, 1994**). 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%), la résultante est l’association de la caséine κ et de la β -lactoglobuline via un pont disulfure. Des liaisons entre les caséines et l’ α lactalbumine sont également engendrés (**Mahaut, 2000 ; Sava et al., 2005**).

Enfin, il modifie les équilibres salins, en entrainant une augmentation de la taille des micelles de caséines, de leur stabilité et de la quantité d’eau liée (**Mahaut et al., 2000**).

Au niveau rhéologique, ces modifications se traduisent par une amélioration après fermentation de la fermeté des gels (**Jeantet et al., 2008**). De plus le traitement thermique entraine une production plus importante de l’acétaldéhyde, le composé responsable de l’arôme « yaourt » (**Ozer et Atasoy, 2002**) **Tableau 9**.

Lorsque les laits ont été stockés au froid ou/et contiennent des substances à odeurs désagréables, il est recommandé de compléter le traitement thermique par leur désaération (**FAO, 1995**).

Tableau 9 : Causes possibles de traitement thermique inadéquat et incidences sur la qualité du yogourt (**Lamontagne, 2002**).

Causes	Incidences sur la qualité du yogourt
Traitement thermique trop faible ou temps de retenue insuffisant	<ul style="list-style-type: none"> • Viscosité et consistance plus faibles (protéines du lactosérum, concentré de protéines du lactosérum) • Destruction moindre des contaminants microbiens

	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution possible de l'activité ou ralentissement du ferment • Absence de certaines saveurs recherchées
Traitement thermique trop poussé (élevé)	<ul style="list-style-type: none"> • Gout de brûlé • Couleur plus foncée (brunissement) • Dénaturation trop grande des protéines (grumeaux, produit plus liquide, consistance et viscosité faibles) • Perte d'efficacité de ferment (ne reconnaît pas les composantes présentes)

2.9.5. Refroidissement

Après le traitement thermique, le lait pasteurisé est refroidi à une température avoisinante de 43°C pour pouvoir inoculer les ferments lactiques (**Lapointe-Vignola, 2002**). Puis conservé quelques heures dans des cuves à basse température (**Luquet et Corrieu, 2005**).

2.9.6. Développement de la fermentation

Cette étape appelée également phase d'acidification est l'étape caractéristique de la préparation du yaourt, elle est composée d'une phase d'ensemencement et d'une phase d'incubation.

L'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 nature, et pouvant atteindre 10 pour les yaourts aux fruits (**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 %.

Les deux espèces *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* vivent en symbiose et en synergie. Lors de leur croissance, elles dégradent le lactose en acide lactique, entraînant une baisse du pH et la gélification du milieu avec des modifications structurales irréversibles. En outre, ces bactéries produisent des composés carbonyles volatils (l'acétaldéhyde, le diacétyle, l'acétone, l'acétate d'éthyle) et des exopolysaccharides qui participent, respectivement, à l'élaboration de l'arôme et de la texture des yaourts (**Ott et al., 2000**)

Cette phase est sous la dépendance de deux facteurs, à savoir la température et le temps. La température d'incubation optimale de développement de *Streptococcus thermophilus* est de 42°C à 45°C, et celle de *Lactobacillus bulgaricus* est comprise entre 47°C à 50°C (**Luquet, 1985**). Une bonne agitation est nécessaire pour rendre parfaitement homogène le mélange lait ferment (**FAO, 1995**). La vitesse d'acidification et le pH final influencent la formation du gel acide. Une vitesse d'acidification lente engendre la formation d'un gel lisse et homogène et donc plus faible (**Haque et al., 2001**).

Le respect du pH final est primordial puisque les propriétés sensorielles (acidité, saveur, texture) du produit fini en dépendent, c'est pourquoi, lorsque le pH atteint une valeur comprise

entre 4,7 et 4,3, un refroidissement en deux temps (rapide jusqu'à 25°C, puis plus lent jusqu'à 5°C) est appliqué afin de stopper la fermentation. En effet, l'activité des bactéries lactiques est limitée pour des températures inférieure à 10°C (Sodini *et al.*, 2004).

2.9.7. Conditionnement et stockage

2.9.7.1. Yaourt ferme :

Appelle aussi en pot ou étuvé, ou le laitensemencé est rapidement réparti en pots (en verre, en carton paraffiné, en matière plastique) d'une contenance habituelle de 12,5 cl. Dans le cas des yaourts sucrés, aromatisés, aux fruits, à la confiture, etc., l'apport des additifs se fait avant ou après le remplissage des pots (FAO, 1995). Après le capsulage (aluminium, carton paraffiné), les pots sont placés dans une étuve (à air chaud) ou parfois au bain-marie pour permettre la fermentation. L'acidification dépend de la température et de la durée d'incubation. L'incubation dure environ de 2 à 3 h. Les pots sont maintenus dans l'étuve jusqu'à l'obtention d'une acidité de 0,75 (au minimum) à 1 % environ d'acide lactique, soit 75 à 100° D. A ce moment, le caillé doit être ferme, lisse et sans exsudation de sérum (FAO, 1995).

Les pots sont alors immédiatement sortis de l'étuve, refroidis le plus rapidement possible à la température de +4 à +5 °C. Ce refroidissement a pour but d'arrêter l'acidification par inhibition des bactéries lactiques. Les pots sont ensuite stockés à +2/ +4 °C pendant 12 à 24 h de façon à augmenter la consistance sous l'action du froid et de l'hydratation des protéines (FAO, 1995).

2.9.7.2. Yaourt brassé

Le laitensemencé est maintenu en cuve ou en tank à la même température que dans le cas des pots (entre 42 et 46 °C) jusqu'à obtention de l'acidité voulue. Celle-ci est souvent un peu plus élevée que pour le yaourt ferme : de 1 à 1,2 % d'acide lactique, soit 100 à 120 °D. On procède alors au découpage et au brassage du caillé par l'un des procédés ci-après : agitation mécanique à l'aide d'un brasseur à turbine ou à hélice ; passage du gel à travers un tamis ; homogénéisation à basse pression (FAO, 1995).

Le brassage terminé, le caillé est immédiatement et rapidement refroidi à une température inférieure à 10 °C. Le brassage du caillé au cours de la réfrigération améliore l'onctuosité du produit. Le yaourt est ensuite conditionné en pots et conservé à +2 / +4 °C. L'addition éventuelle d'arômes, de pulpes de fruits, etc., se fait au moment du remplissage des pots. L'addition du sucre peut se faire avant incubation, à condition de ne pas dépasser 6 % afin de ne pas ralentir la fermentation. Pour conserver la consistance semi-liquide du yaourt brassé, le mélange d'additifs (fruits + sucre) ne doit pas dépasser 15 %. (FAO, 1995).

2.9.8. Stockage

Le yaourt doit être conservé au frais à une température de 4 à 6 °C, sa consommation se fait avant la date limite de consommation (DLC) figurant sur l'emballage (en général 24 à 28 jours après la date de production). Lorsqu'un récipient est ouvert, il convient de consommer son contenu rapidement pour éviter l'installation des moisissures, favorisées par l'acidité (Trémolières *et al.*, 1984)

Basée sur le niveau d'hygiène, la qualité microbienne des ingrédients et des matériaux d'emballage, la durée de conservation du yaourt est autour de trois semaines aux conditions de réfrigération. Le yaourt est toujours en danger de dégradation protéolytique par la protéolyse du lait qui peut se produire pendant l'entreposage au froid due à la croissance des bactéries psychotropes (FAO, 1995).

Plusieurs techniques sont utilisées pour garder et améliorer la qualité du yaourt à savoir la congélation, l'utilisation du gaz, l'addition des préservateurs et la stérilisation par la chaleur mais la réfrigération reste toujours la méthode la plus connue pour contrôler l'activité métabolique des ferments et leurs enzymes dans le yaourt au cours du stockage (Adam et Mass, 1999)

2.9.9. Qualité du yaourt au cours de la conservation

Si le maintien de yaourt au froid empêche la multiplication bactérienne, il n'arrête pas complètement son activité métabolique. Le yaourt montre des modifications durant toute la durée de conservation, ce qui altère sa qualité (Dave et Shah, 1998).

2.9.9.1. Qualité physico-chimique

a. Post-acidification

La post-acidification a un effet négatif sur la qualité du yaourt et diminue la durée de conservation. Elle est étroitement associée à l'activité métabolique persistante des lactobacilles pendant le stockage à 4° C (Béal *et al.*, 1999).

Le pH influe la flaveur et la texture finale du produit et reflète donc la qualité du produit final. Si la valeur de post-acidification est très basse, nous aurons un yaourt très acide avec des problèmes de séparation d'eau (synérèse), et si elle est haute, la flaveur sera affectée en raison d'un manque d'acidité (Tamime et Robinson, 1999).

Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus et *St. thermophilus* sont responsable de la post-acidification du yaourt pendant le stockage au froid (Donkor *et al.*, 2006).

b. Synérèse

La synérèse ou la séparation spontanée du petit lait sur la surface du yaourt est considérée comme un défaut. Ce problème peut être réduit ou éliminé par l'augmentation du niveau des solides du lait à 15% (**Shah, 2003**).

c. La viscosité

La viscosité du yaourt fait partie des critères de qualité de ce dernier, et ce, quel que soit le type (ferme ou brassé). La texture du yaourt est évaluée par la mesure de sa viscosité. La viscosité est définie comme étant la résistance à l'écoulement d'un système soumis à une contrainte tangentielle.

Celle-ci dépend de 4 paramètres indépendants :

- la nature physico-chimique du produit ;
- la température du produit ;
- la pression ;
- le gradient de vitesse ;
- le temps (**Scher, 2003**).

La viscosité du yaourt diminue progressivement pendant le stockage. Cette diminution est due à l'augmentation du temps de stockage (**Shakeel Hanif et al., 2012**). Elle se change en fonction de ferment utilisé grâce à leurs protéases ce qui implique le rôle des microorganismes en affectant la viscosité de yaourt (**Olivera et al., 1996**).

d. L'Effet des protéines

La teneur du lait en protéines est une caractéristique essentielle de sa valeur marchande car plus le taux protéique est élevé, meilleur sera le rendement de la transformation technologique (**Pougheon, 2001**). L'augmentation de niveau des protéines du lait est le facteur principal influençant la texture (**Damin et al., 2009**). Selon **Xu et al., (2008)**, le procédé de la formation de gel d'un yaourt commence avec l'agrégation des protéines sériques liées aux caséines, particulièrement le b-lactoglobuline. (**Figure 5**).

Ainsi, la réticulation et les ponts formés par les protéines sériques dénaturées liés aux micelles de caséine ont comme conséquence une augmentation du nombre et de la force des liens entre les particules de protéines. Le degré de dénaturation des protéines sériques est un paramètre très important qui affecte le comportement rhéologique des gels. (**Serra et al., 2009**).

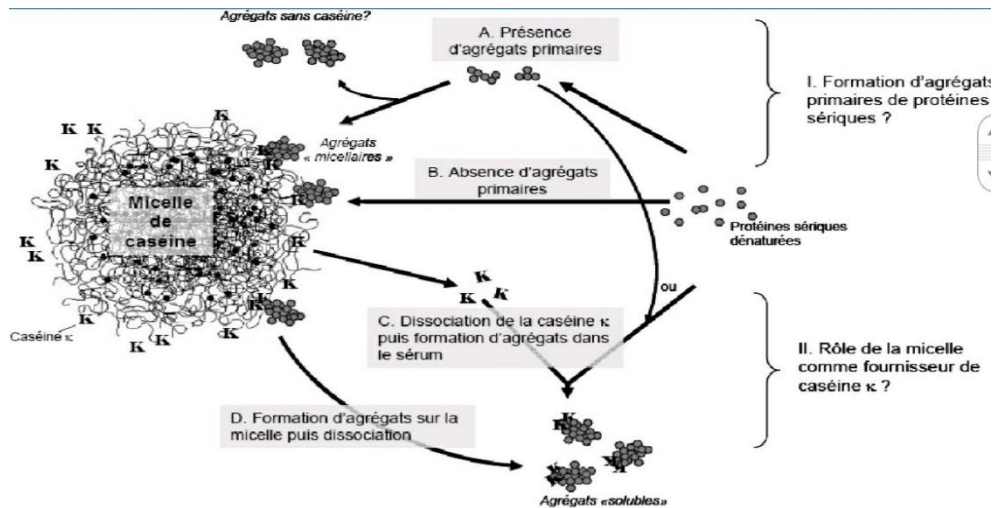


Figure 5 : Schéma des différents mécanismes de formation des agrégats solubles et micellaires dans le lait au cours du traitement thermique (Donato et Guyomarc'h, 2009 ; Famelart *et al.*, 2011)

2.9.10. Aspects hygiéniques

Les yaourts ne doivent contenir aucun germe pathogène. Le traitement thermique appliqué sur le lait avant fabrication du yaourt est suffisant pour détruire les micro-organismes non sporulés pathogènes ou non. Leur présence dans le yaourt, ne peut être que de manière accidentelle. Le pH acide du yaourt le rend hostile aux germes pathogènes, comme pour la plupart des autres germes indésirables. Cependant, des levures et des moisissures peuvent se développer dans le yaourt. Ces dernières proviennent principalement de l'air ambiant dont la contamination se situe au stade du conditionnement (Larpen et Bourgeois, 1996)

2.9.11. Qualités organoleptiques

a-Fermeté

Le maintien d'une texture et d'une dureté uniformes au cours de la fabrication et pendant toute la période de conservation est le principal objectif dans la production du yaourt. La fermeté du yaourt n'est probablement pas affectée au cours de la conservation (Shakeel Hanif *et al.*, 2012).

b. Arôme :

Les composants aromatiques qui contribuent à l'arôme finale du yaourt peuvent être divisés en quatre catégories à savoir les acides non volatiles (lactique et pyruvique), les acides volatiles (butyrique et acétique), les composés carbonyliques (l'acétaldéhyde et le diacétyle) et divers autres composés (acides aminés et les produits formés par la dégradation thermique) (Serra *et al.*, 2009).

Le yaourt doit être consommé à environ 10°C, au-dessous de cette température, le profil de la flaveur n'est plus apprécié à cause du froid, il est rapporté que tous les composants volatils présent dans le yaourt diminuent au cours du stockage à moins 8°C, au-dessus de 10°C le produit perd sa fraîcheur (Gafaar, 1992).

b-Texture

Les différences de texture entre les yaourts sont attribuées au type du lait utilisé et leurs différences compositionnelles (Shakeel Hanif *et al.*, 2012). En effet, un taux élevé de matière sèche totale augmente la fermeté de gel et réduit le degré de la synérèse (Mohammeed *et al.*, 2004).

c-Goût

La perte du goût du yaourt est le résultat du développement de l'acidité, l'oxydation de graisse ou la protéolyse des protéines (Shakeel Hanif *et al.*, 2012). Les activités protéolytiques des bactéries lactiques peuvent avoir quelques effets nuisibles sur le lait fermenté. La production des peptides amers est en grande partie attribuée à la protéolyse par *Lb. delbrueckii ssp bulgaricus* pendant le stockage (Gürsoy *et al.*, 2010)

2.10. Accidents de fabrication du yaourt

Comme l'élaboration du yaourt fait intervenir plusieurs étapes clés où la fermentation et la formation du gel doivent être minutieusement dirigées et surveillées, il est fréquent que des altérations de goût, d'apparence et de texture apparaissent et dont certaines sont préjudiciables à la qualité finale du produit (Tableau 10) (Luquet, 1985).

Tableau 10 : Principaux défauts de goût, de texture et d'apparence rencontrés dans la fabrication des yaourts (Luquet, 1985)

nature	CAUSES
Amertume	Trop longue conservation ; Activité protéolytique trop forte des ferments.
Gout levuré, Alcool	Contamination par des levures
Manque d'acidité	Taux d'ensemencement trop faible, incubation trop courte ou à basse températures
Trop d'acidité	Taux d'ensemencement trop fort, incubation trop longue ou température trop élevée ; Refroidissement trop lent ; Conservation à trop haute température.
Gout farineux de poudre	Poudrage trop poussé.

Gout de cuit	Traitement thermique trop sévère.
Gout gras	Teneur en matière grasse trop élevée.
D'écaillage	Agitation ou vibration pendant le transport
Manque de fermeté	Ensemencement trop faible ; temps et/ou température d'incubation trop faible ; agitation avant coagulation.
Trop filant	Mauvais ferment (trop filant) ; température d'incubation trop faible.
Texture granuleuse	Teneur en matière grasse trop élevée ; mauvais choix des ferments.
Décantation, synérèse	Post acidification ; température trop élevée pendant le stockage ; conservation trop longue ; refroidissement trop faible ; agitation des yaourts ; teneur en matière sèche trop faible.
Production de gaz	Contamination par des levures et coliformes.
Colonies en surface	Contamination par des levures et moisissures.
Produit sur le couvercle	Mauvaise manutention

3. La qualité

3.1. Quelques définitions

« La qualité est l'aptitude d'un produit à satisfaire ses utilisateurs » (**AFNOR**)

« Ensemble des caractéristiques d'une entité (produit et service) lui conférant l'aptitude à satisfaire les besoins exprimés ou implicites des clients et visant à une amélioration continue » (**norme ISO 8402 version 1994**)

« Aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire les exigences du client » (**norme ISO 9000 version 2000**).

3.2. Les attributs de la qualité

Le consommateur utilise des données intrinsèques pour former ses perceptions d'un produit sur la base d'attributs de qualité.

La distinction entre les données qualitatives et entre les attributs a été le sujet de confusions considérables. Certains chercheurs tels Jacoby et Olson utilisent les deux concepts de façon interchangeable (**Panigyrakis, 1989**). Il a été parmi les premiers chercheurs à distinguer entre les données de qualité et les attributs. Pour lui différentes données de qualité peuvent altérer les

perceptions des attributs d'où l'intérêt d'avoir une relation entre une donnée, sur laquelle une évaluation est basée, et un attribut sur lequel le produit est évalué.

Dans son modèle de règles et de tri, panigyrakis explique que l'évaluation de la qualité d'un produit est basée sur les perceptions d'un produit à l'aide des attributs de qualité et non des données de qualité. Néanmoins, il n'explique pas clairement le critère utilisé pour distinguer entre les deux notions d'attributs et de données de qualité. C'est avec qu'une différenciation entre les données et les attributs a été faite sur la base de l'information. L'information traitée ainsi considérée comme un indicateur de l'attribut de la qualité d'un produit. Par exemple la couleur (donnée) d'une tranche de viande est utilisée pour évaluer son goût (attribut) et la texture (donnée) est utilisée pour évaluer la qualité d'un yaourt (attribut).

Cette distinction est récapitulée dans le **Tableau 11** ci-dessous présenté par **Oude Ophuis et Van Trijp (1995) (cité par Sirieix, 1996)**.

La différence entre les données et les attributs bien qu'apparemment claire est en fait très difficile à mettre en œuvre, puisque généralement on ne juge des attributs d'un produit qu'au moment de l'usage et non de celui de l'achat.

Tableau 11. Indicateurs et attributs de qualité (Sirieix, 1999)

Indicateurs de qualité	
Indicateurs de qualité intrinsèques	Indicateurs de qualité extrinsèques
Apparence	Prix
Couleur	Marque
Forme	Pays d'origine
Taille	Magasin
Structure	Information nutritionnelle
	Information sur la fabrication
Attributs de la qualité	
Attributs de qualité tangibles pour lesquels l'expérience permet	Attributs de qualité intangibles, liés aux croyances pour lesquels l'expérience ne permet pas de vérification.
Une vérification	Santé, caractère naturel
Gout	Salubrité/hygiène
Fraicheur	Caractère exclusif/rare
Commodité	Conduction de produit
Respect des animaux et d'environnement	

3.3. Perception de la qualité alimentaire

3.3.1. La perception : La perception est définie comme le processus par lequel un individu choisit, organise et interprète des éléments d'information externes pour construire une image cohérente du monde qui l'entoure (**Kotler et dubois 1997**) Cette activité perceptive à plusieurs caractéristiques :

- La perception est sélective l'individu opère en choix parmi des stimuli qui lui parviennent la sélectivité de la perception répond à un premier objectif qui est la recherche d'une information pertinente par rapport aux besoins de la consommation
- La perception est déformante les stimuli reçus sont intègres dans les structures mentales, le message reçus est alors modifié pour être en conformité avec les structures cognitives de l'individu ces structures est-elle mêmes le résultat de l'apprentissage et des expériences de chaque individu
- La perception est subjective chaque individu pourra avoir une perception différente à partir de stimuli identiques, en outre comme l'individu a tendon cela phi part du temps à oublier la plus gronde part de ce qu'il apprend il a tendance à mieux mémoriser l'information qui supporte ses conviction (**Kotler et dubois 1997**)

On peut utiliser le topique des motivations de **Lahlou (1993)** pour définir 4 niveaux de qualité :

- un niveau de qualité qui répond aux besoins physiologiques : la sécurité, c'est la motivation de la sphère individuelle.
- un niveau de qualité qui répond aux motivations logistiques : produits faciles à stocker, qui se conservent.
- un niveau de qualité qui répond aux motivations stratégiques : produits qui apportent du service.
- un niveau de qualité qui répond aux motivations de satisfactions, c'est la dimension imaginaire de la consommation qui s'exprime.

Selon **Rochefort (1995)**, la valeur d'un produit pour chaque consommateur dépend de deux dimensions, matérielle et immatérielle. La dimension fonctionnelle, tout d'abord, correspond à la valeur d'usage du produit. C'est cette dimension que les consommateurs cherchent à maximiser lorsqu'ils cherchent la réponse la plus efficace à leurs besoins. La dimension immatérielle d'un produit répond à des attentes subjectives, relatives à l'état d'esprit des consommateurs, à leur imaginaire.

La consommation ne peut plus se penser dans les termes d'une adéquation besoin produit, mais doit s'envisager à travers un schéma plus complexe qui est un schéma valeurs référence d'identification satisfaction. Dans cette perspective, la qualité différenciée s'ajoute aux normes de qualité standard. **Mormont (2006)** prend le cas de l'alimentation et montre que les normes d'hygiène et de qualité se maintiennent et même se renforcent. Les crises alimentaires ont eu pour effet un renforcement des exigences publiques de qualité (avec la notion de traçabilité) mais elles ont aussi été une porte ouverte à la sécurité comme qualité immatérielle qui donne lieu à des formes d'identification du produit. Selon lui, la qualité sécurité tend aujourd'hui à passer aussi par l'identité du produit. Le consommateur se fie à sa propre perception lorsqu'il choisit tel produit ou telle boutique. Cette qualité perçue, déterminante dans l'acte d'achat, ne relève pas du hasard : c'est le métier du designer de mettre en valeur les qualités que devra percevoir le consommateur.

Le consommateur décide d'acheter un produit parce que celui-ci lui apparaît solide, léger, pratique, haut de gamme, voire sympathique. Il effectue son choix à partir de la perception qu'il a du produit. Cette perception, finalement très subjective, lui fait attribuer certaines qualités au produit. Autrement dit, le consommateur ne juge pas directement les qualités intrinsèques du produit. Il sélectionne le produit qui, si l'on peut dire, lui fait bonne impression. Il en va de même lorsqu'il décide d'entrer dans une boutique ou, plus généralement, lorsqu'il fait confiance à une marque. Son choix est donc principalement dicté par ce que les spécialistes appellent la qualité perçue.

Cette qualité perçue est déterminante lors de l'acte d'achat. Elle fait la différence entre des produits techniquement similaires ou quand le consommateur n'est pas en mesure d'apprécier la qualité technique du produit, ce qui est de plus en plus souvent le cas pour l'électroménager, l'électronique grand public, l'outillage, l'automobile, ainsi que pour la plupart des produits de grande consommation.

Donner une personnalité au produit, c'est une des principales missions du designer. Il est donc expert en matière de qualité perçue. Grâce à une forme, une couleur, un traitement de surface, l'agencement des dispositifs de commande ou grâce à un bruit, le designer va permettre au produit d'exprimer sa robustesse, ses performances, son positionnement ou sa facilité d'utilisation. (**Tandia Anthioumane 2003**).

Chapitre 2

Matériel et méthodes

2. Matériels et méthodes

La perception de la qualité est variable et peut être acquise dans le temps, le consommateur classe et donne un rang à la qualité d'une marque, mais il peut aussi la sanctionner dans le cas où cette dernière fait défaut (Carvalho et al., 2014). Une relation de confiance peut s'établir entre le fabricant et l'acheteur et surtout le consommateur. Cette relation de confiance peut être renforcée ou délaissée par une rétroaction reflétant la satisfaction ou le mécontentement du consommateur (Bharadwaj et Matsuno, 2006).

2.1. Enquête

En premier lieu nous avons effectué une enquête auprès de 48 personnes (24 hommes et 24 femmes) choisies de façon aléatoire au niveau de quatre points de vente situés dans diverses zones de la ville de Guelma (Figure 6). Le questionnaire a été établi afin de cerner un certain nombre de paramètres comme la consommation, les critères de choix des yaourts en fonction du prix, de la valeur nutritionnelle, de la marque ...etc.



Figure 6 : Situation des centres commerciaux

Le questionnaire a pour fonction principale de donner à l'enquête une extension plus grande et de vérifier statistiquement jusqu'à quel point sont généralisables les informations et hypothèses préalablement constituées (Combessie, 2007).

2.2. Analyses physico-chimiques

A partir des informations du questionnaire sur les préférences du consommateur, basé sur des critères subjectifs de perception de la qualité, nous avons analysé certains paramètres physico-

chimiques simples qui sont considérés comme critères objectifs. Ces analyses ont porté sur le pH, l'acidité Dornic, la matière sèche et les cendres.

2.2.1. Détermination de pH

Principe : Le principe consiste en la mesure de la différence de potentiel entre une électrode de mesure et une électrode de référence, réunies en un système d'électrodes combinées. Le pH est déterminé directement en utilisant un pH-mètre électronique et ce après avoir plongé l'électrode dans un produit à analyser (**Figure 7**)

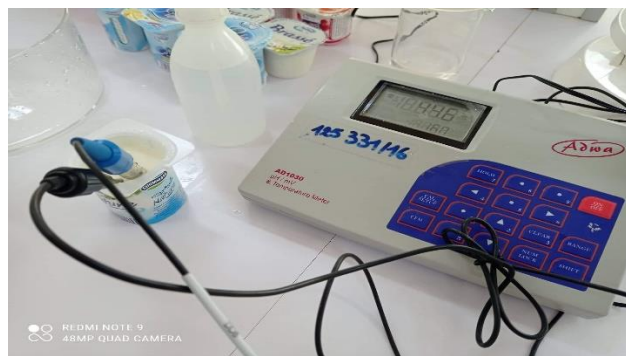


Figure 7 : PH-mètre

Matériel de travail

- Un pH-mètre électronique.
- 3 béchers
- pissette

Mode opératoire

Etalonner le pH-mètre avec deux solutions tampons : L'une à pH 7 et l'autre à pH 4.

- Plonger l'électrode dans un pot de yaourt à analyser (l'analyse est répétée 3 fois).
- Remuer délicatement.

Le produit doit avoir une température de 9,5 à 10,5°C afin de minimiser les erreurs de mesures.

Expression des résultats

Il suffit de lire directement le numéro affiché sur l'écran du pH-mètre stabilisé.

2.2.2. Détermination de l'acidité titrable (Dornic)

Principe : L'acidité du lait est exprimée conventionnellement en degré Dornic. Un degré Dornic équivaut à une teneur de 0.1g d'acide lactique par litre de lait. L'acidité d'un yaourt normal varie de 80 et 100°D ; une augmentation de cette valeur montre une acidification du lait provenant de l'action des ferments lactiques produisant de l'acide lactique à partir du lactose.

Le dosage de l'acidité consiste à neutraliser les constituants acides du yaourt par une solution de NaOH (N/9) (**figure8**), en présence de phénophtaléine (0,1%) selon la réaction suivante :

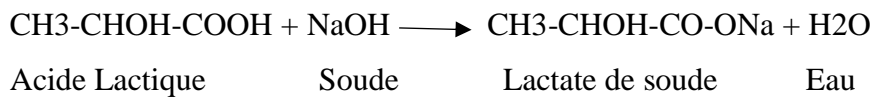


Figure 8 : Titration

Mode opératoire

- Peser 10g du yaourt à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de phénophtaléine préparé à 0.1% dans l'éthanol.
- Mettre sous agitation magnétique.
- Titrer avec la soude (9/N) jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante.

Calculer la valeur de l'acidité en degré Dornic selon la formule suivante :

$$^{\circ}\text{D} = 10 * \text{V}$$

$^{\circ}\text{D}$: acidité en degré Dornic

V : Volume de solution sodique utilise pour la titration.

Expression des résultats :

Calculer la valeur de l'acidité en degré Dornic selon la formule

2.2.3. Détermination de la teneur en matière sèche

Principe : La mesure du taux d'extrait sec total est réalisée par un dessiccateur infrarouge. C'est une dessiccation à 105°C pendant 15 min jusqu'à l'obtention d'une valeur d'un poids constant pour le produit semi fini et à 105°C /10 min pour le produit fini (**Figure 9**).



Figure 9 : le dessiccateur infrarouge

Mode opératoire

- Allumer l'appareil avec la touche START ;
- Placer la coupelle sur la balance du dessiccateur ;
- Tarer ;
- Peser 3g de l'échantillon de cette coupelle ;
- bien étaler l'échantillon et enfin baisser le capot de l'appareil ;
- Appuyer sur la touche START pour démarrer l'analyse.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en pourcentage (masse/masse).

2.3. Analyses sensorielles

En troisième lieu nous avons testé ces mêmes tendances sur un panel de 10 personnes prises au hasard. D'abord ils devront faire un classement préférentiel ensuite faire une appréciation sur quatre critères de qualité ; couleur, odeur, gout et onctuosité. Pour cela un lot de 60 pots de yaourts (nature, fruité et aromatisé), repartit entre les deux grandes filiales Soummam et Danone à raison de trois pots par personne. Les pots ont été entièrement couverts et ne laissent apparaître aucune information sur la marque et la nature du contenu.

Chapitre 3

Résultats et discussion

3. Résultats et discussion

3.1. Questionnaire

3.1.1. Description de la population

La population interrogée (**Figure 10**) se répartie équitablement entre homme (24) et femmes (24) et regroupe les deux tranches d'âges représentatives des ménages et sont tous mariés, à savoir 22 personnes (>40 ans) et 26 personnes (<40 ans).

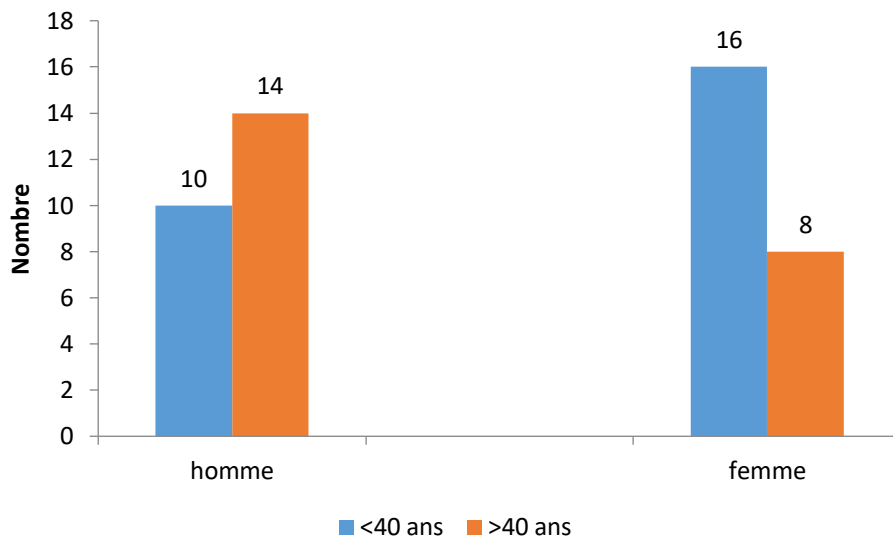


Figure 10 : Répartition des personnes interrogées selon l'âge et le sexe.

3.1.2. Fréquence d'achat et de consommation du yaourt

Près de 66% de la population interrogée achète le yaourt tous les jours et 29% l'achète une fois par semaine (**Figure 11**). L'achat ne se fait pas forcément au niveau des grandes surfaces, mais plutôt au niveau des épiceries de proximités, qui sont d'ailleurs approvisionnés en produits laitiers de manière quotidienne.

Ce produit étant largement consommé (98%), car il reste à la portée de la majorité des familles comparativement aux fruits qui affichent des prix souvent hors de la portée des faibles revenus. Il est fréquemment consommé, car 66% des personnes interrogées le consomme plusieurs fois par semaine (**Figure 12**)

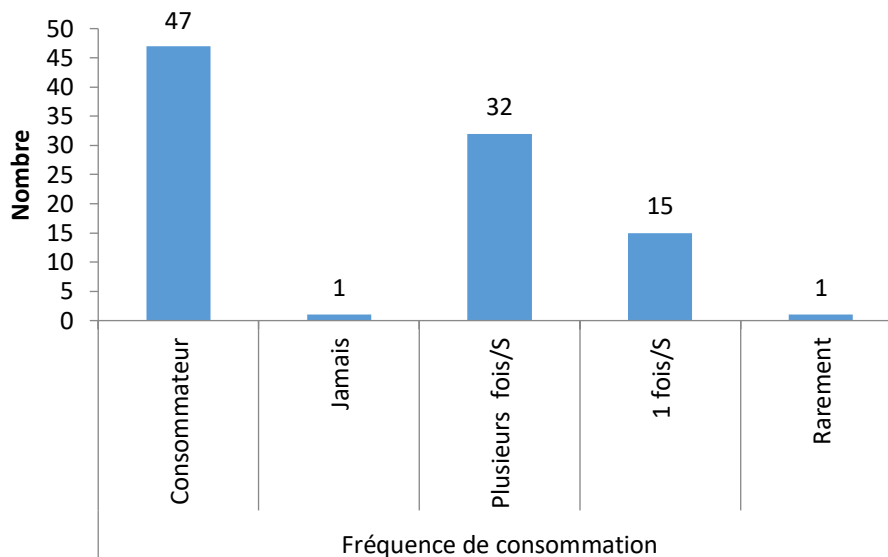


Figure 11 : Répartition de la fréquence de consommation du yaourt.

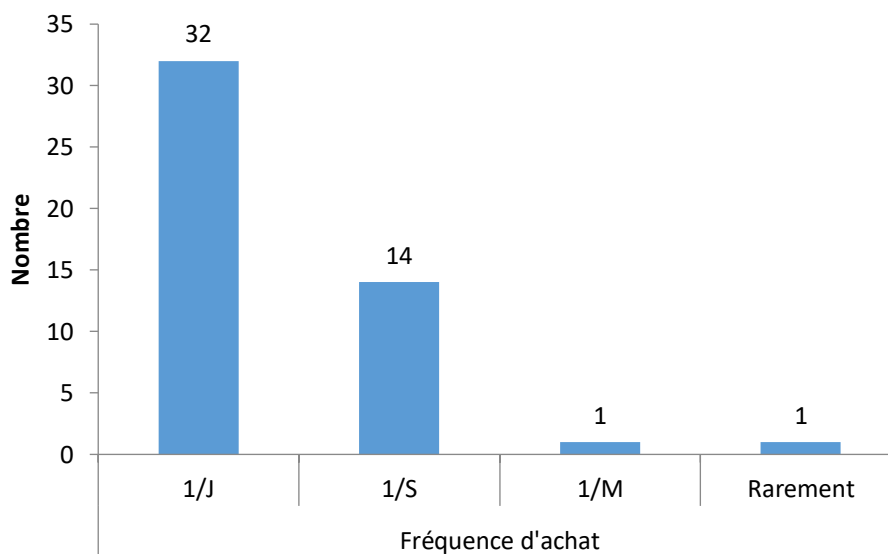


Figure 12 : Répartition de la fréquence d'achat du yaourt

3.1.3. Les critères de perception de la qualité

Les critères retenus par le consommateur au moment de l'achat sont d'abord la marque (73%), le gout (58%) et en troisième lieu la qualité nutritionnelle aussi fondamentale soit elle, n'est pas primordiale pour les personnes interrogées (37,5%). Il en ressort que pour le client la marque et le gout sont des indicateurs de qualité. Le prix (31,25%) parmi les critères suggérés le prix

ne vient qu'en quatrième position. Dans cette situation et d'après les réponses, pour le client la marque à elle seule fait office de garantie de qualité du produit (**Figure 13**).

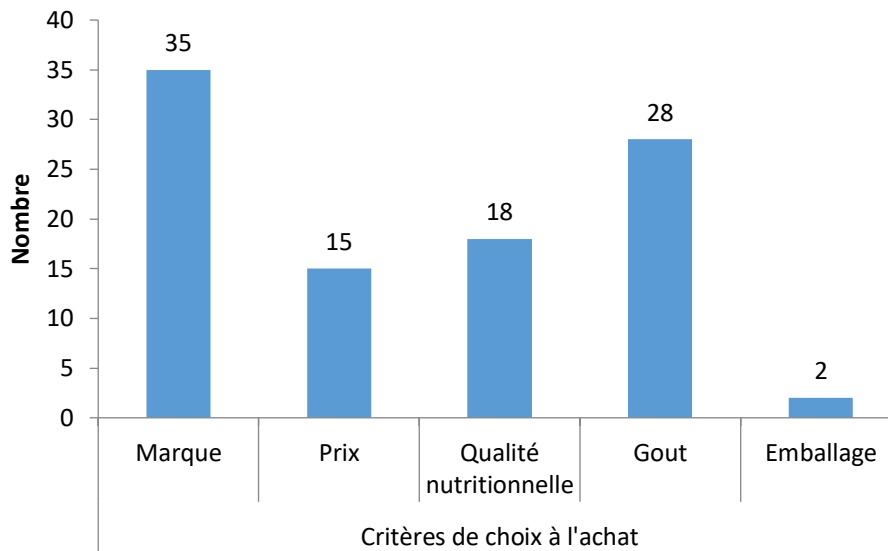


Figure 13 : Répartition des sujets interrogés selon les critères de choix du yaourt.

3.1.4. L'emballage

Le yaourt à la cuillère (en pot) est préféré (85,4%) au yaourt à boire (en bouteille) (50%) (**Figure 14**). Il est vrai que le pot présente beaucoup plus de commodités. Il est facile à distribuer en famille, il est pratique pour le rajout de sucre, de fruits ou de céréales, contrairement à la bouteille. Cependant les préférences pour le yaourt à boire trouve qu'il pratique facile ça transporter et peut être consommé n'importe où, il est largement réclamé par les enfants dans leurs goûtes d'écoles.

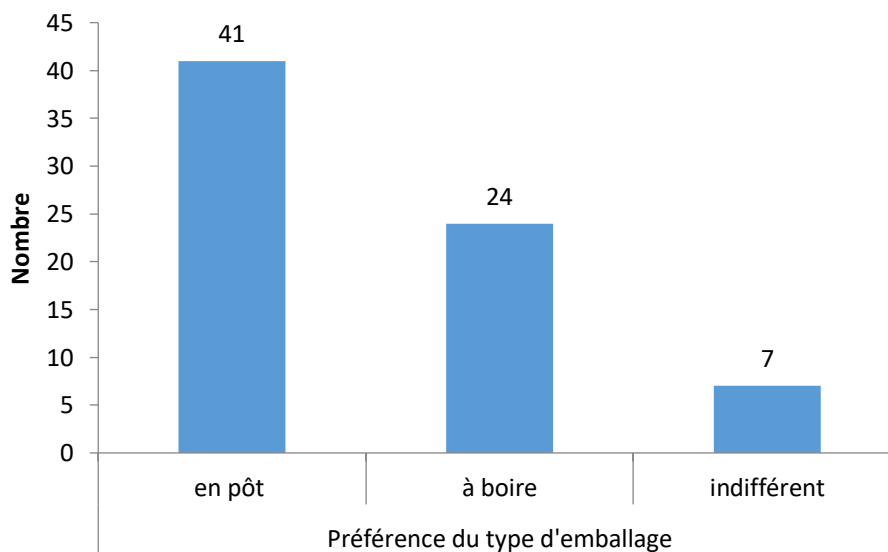


Figure 14 : Répartition selon le type d'emballage du yaourt.

3.1.5. Préférence dans la marque et le gout

Devant la large gamme de marque qui s'offre au client (**Figure 15**), sa préférence est largement dominée par la marque Soummam (79,2%) et Danone (52%). En effet ces deux fabricants inondent le marché avec une large variété de produits.

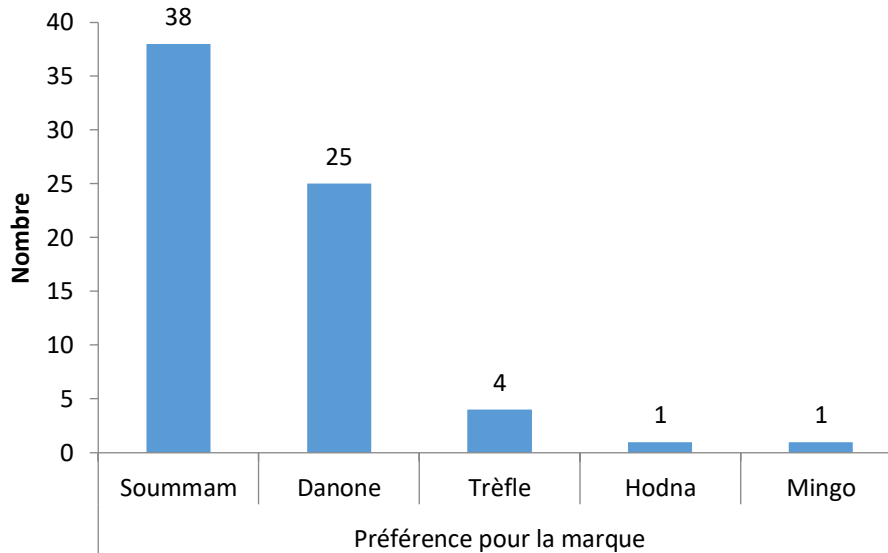


Figure 15 : Préférence selon la marque

Devant un grand nombre de choix, les préférences dans le gout sont multiples et variées, cependant quel que soit le type de yaourt la préférence des consommateurs est très prononcée pour le gout fraise (**Figure 16**).

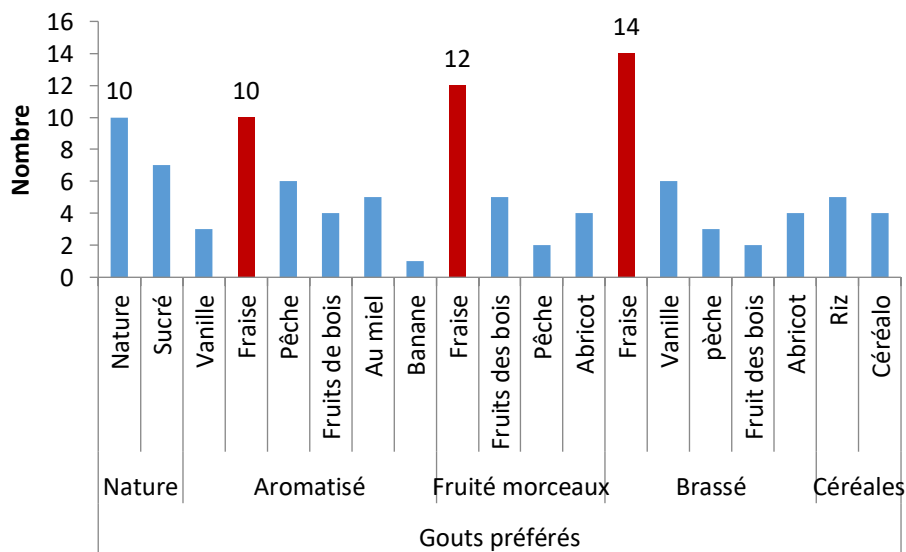


Figure 16 : Préférence selon le gout.

3.2. Analyses physico-chimiques

3.2.1. PH

Les résultats d'analyse du pH (**Figure 17**) sont dans la fourchette des normes admises pour le yaourt. Dans les échantillons analysés le nature Soummam et Danone (4,65 et 4,68, respectivement) sont à la limite supérieure admise $\text{pH} < 4,5$. En effet le respect du pH final est primordial puisque les propriétés sensorielles (acidité, flaveur, texture) du produit fini en dépendent, c'est pourquoi, lorsque le pH atteint une valeur comprise entre 4,7 et 4,3, un refroidissement en deux temps (rapide jusqu'à 25°C , puis plus lent jusqu'à 5°C) est appliqué afin de stopper la fermentation. En effet, l'activité des bactéries lactiques est limitée pour des températures inférieure à 10°C (**Sondi et al., 2004**).

La diminution est due à l'activité acidifiante continue au cours de la conservation et l'accumulation d'acide lactique provenant du métabolisme des deux espèces bactériennes (**Hermier et al ,1996**). En effet, le maintien du yaourt au froid empêche la multiplication bactérienne, mais il n'arrête pas complètement leur activité métabolique.

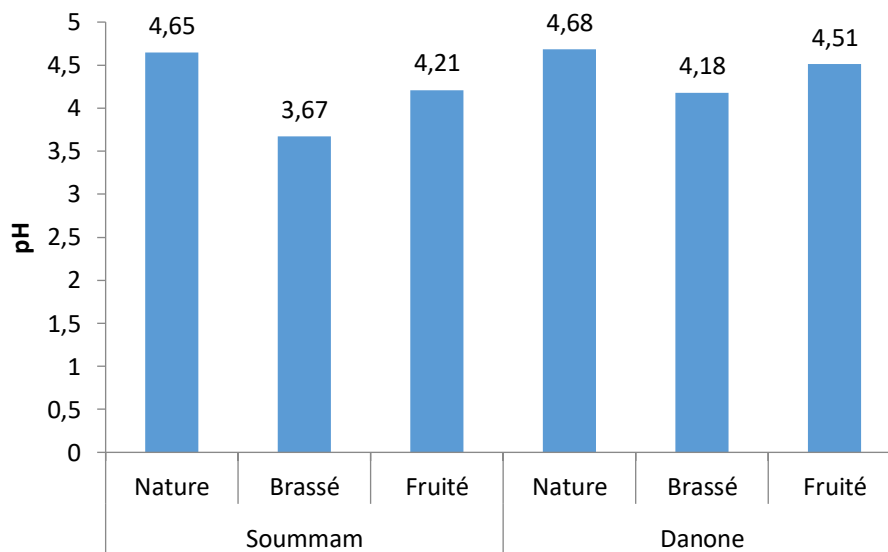


Figure 17 : Variations du pH

3.2.2. L'acidité Dornic

Le développement de l'acidité est important non seulement pour la fermentation du lait, mais également nécessaire pour un arôme, une texture et une saveur bien-équilibrés du yaourt (**Özer et Atasoy, 2002**).

L'acidité du yaourt est communément exprimée en degré Dornic ($1^{\circ}\text{D} = 0,1\text{g}$ d'acide lactique /L de lait). L'acidité du yaourt dans la réglementation internationale peut être exprimée soit en pH ou en % d'acide lactique. Elle se situe entre 1 et 1,3% d'acide lactique soit 100 et 130°D

(Loones, 1994). La plupart des pays situent leurs normes entre 0,7 et 0,8% d'acide lactique et un $\text{pH} < 4,5$ (Luquet et Carrieu, 2005. Nos résultats (Figure 18) sont conformes aux normes.

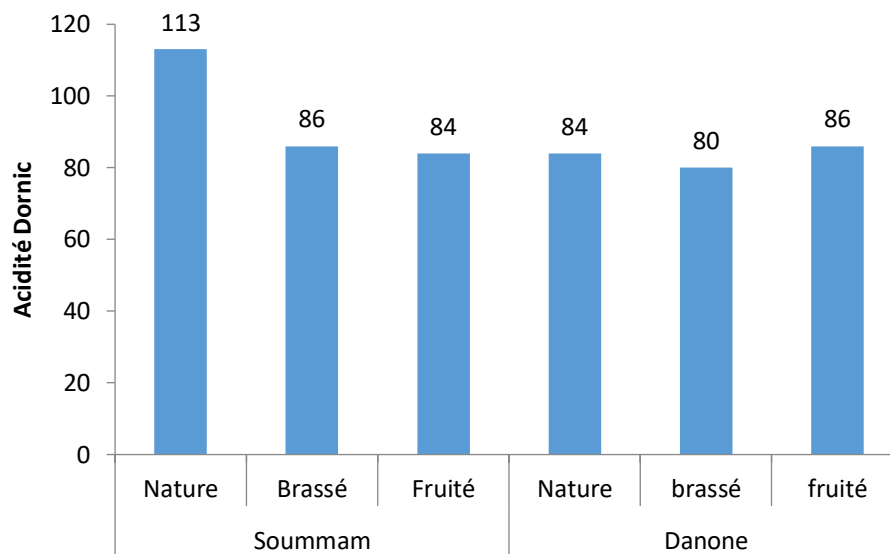


Figure 18 : Variations de l'acidité titrable.

3.2.3. Extraits secs et cendres

Les teneurs en matières sèches sont en relation avec le type de yaourt et sont plus élevées dans les yaourts fruités et brassés et pour les deux marques Soummam et Danone (23,23-21,5 % et 20,6-18,9 %, respectivement). On constate la même tendance pour les cendres, car elles sont proportionnelles à la teneur en matière sèche. Par contre dans le yaourt nature, les proportions sont relatives (Figure 19).

Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que la plupart des yaourts contiennent d'autres additifs tels que les matières sèches lactiques non grasses (MSNG), pour augmenter le taux de matière sèche non gras du lait de 8.25% à 16% (CFR-131, 2000).

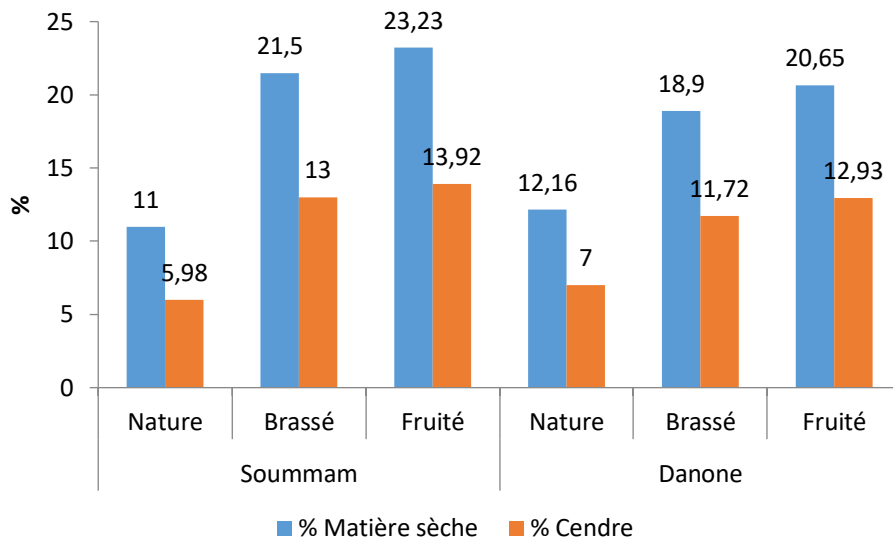


Figure 19 : Variation du taux de matière sèche et de cendres

3.3. Choix au moment de la consommation

3.3.1. Choix visuel

Pour le choix visuel le consommateur a préféré les yaourts fruités et brassés pour les deux marques, le fruité en 1er choix pour Soummam et 2ème pour Danone et en ordre inversé pour le brassé avec un 1er choix pour Danone et un 2ème choix pour Soummam. Le yaourt nature à fait l'objet des 2ème et 3ème choix pour les deux marques (**Figure 20**). Le choix visuel peut être influencé par l'expérience acquise par le consommateur pour les produits présentés.

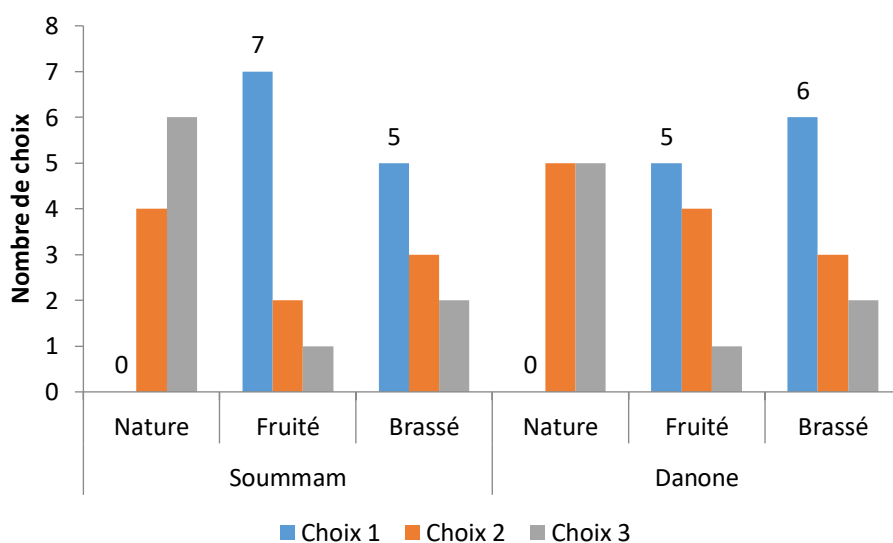


Figure 20 : Classement préférentiel par marque et type de yaourt

3.3.2. Appréciation des critères de qualité

3.3.2.1. Flaveur

Les scores de la flaveur sont relativement élevés pour les brassés (6 et 6,4) et les fruités (7 et 9) respectivement pour les deux marques (Danone et Soummam) (**Figure 21**). La flaveur est fortement influencée par le pH, et reflète donc la qualité du produit final. Si la valeur de post-acidification est très basse, nous aurons un yaourt très acide avec des problèmes de séparation d'eau (synérèse), et si le pH est élevé, la flaveur sera affectée en raison d'un manque d'acidité (**Tamime et Robinson, 1999**). Ce qui s'explique par nos résultats sur les pH légèrement élevés dans les yaourts nature par rapport aux brassés et fruités.

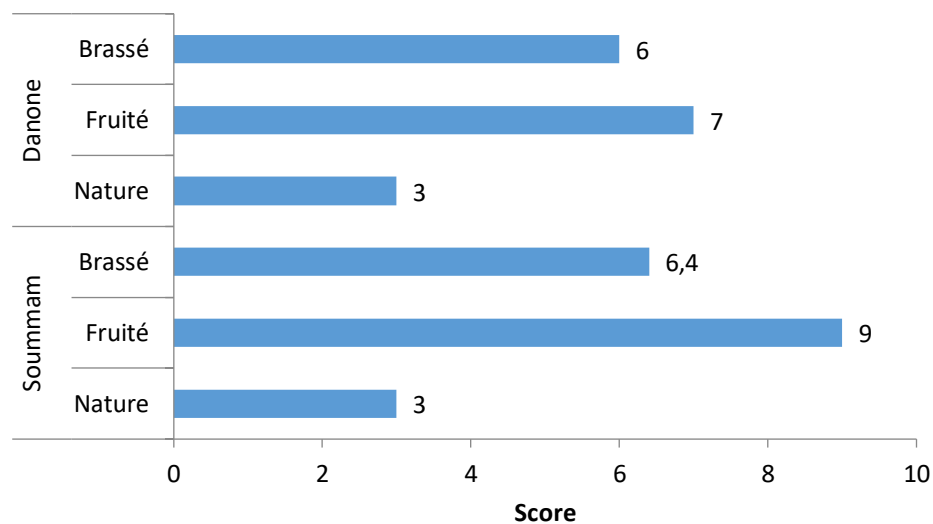


Figure 21 : Flaveur

3.3.2.2. Onctuosité

Les scores élevés des yaourts brassés (6 et 6,8) et fruités (7,3 et 8) respectivement pour les deux marques (Danone et Soummam) (**Figure 22**) s'expliquent par le fait que, les fruits dans les yaourts sont apportés sous formes de préparation de fruits avec ou sans sucre ajouté. Les agents de texture, incorporés dans la préparation de fruit, participent également à l'amélioration de l'onctuosité des yaourts. Les fruits les plus consommés sont les fruits rouges et les fruits exotiques (**Vignola, 2002**). Le yaourt nature est le moins apprécié.

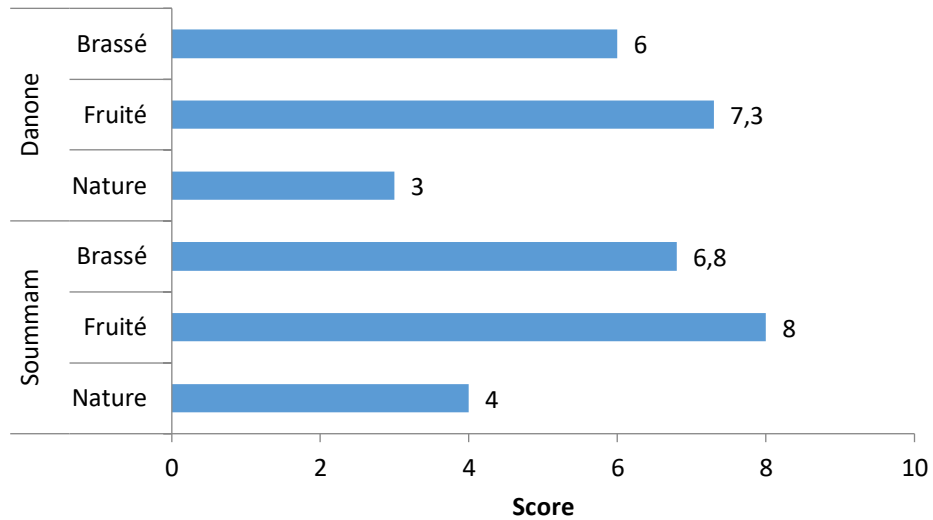


Figure 22 : Onctuosité

3.3.2.3. Gout

Les yaourts fruités (6 et 8) et brassés (5 et 7) respectivement pour les deux marques (Danone et Soummam), ont enregistré les scores les plus élevés (**Figure 23**), avantagés par la saveur et l'onctuosité, qui sont deux paramètres en faveur du goût sur le plan sensoriel. On remarque que sur ce critère le consommateur apprécie beaucoup plus les deux produits de la marque Soummam. Par contre sur ce critère les yaourts nature sont faiblement appréciés.

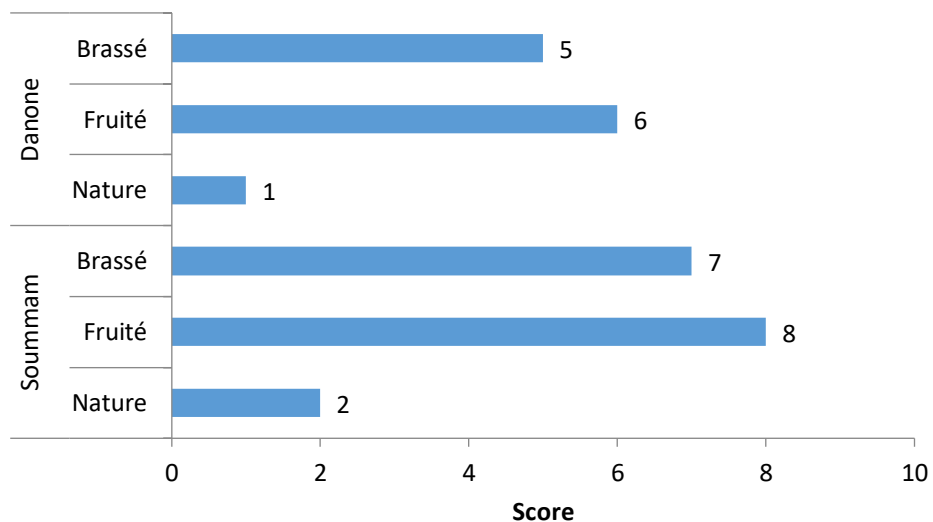


Figure 23 : Gout

3.3.2.4. Synérèse

Pour les deux marques c'est le yaourt nature qui enregistre le score le plus élevé (8) (**Figure 24**). Ceci s'explique par les taux de matières sèches précédemment cités et qui sont relativement bas par rapport à ceux des yaourts brassés et fruités. En effet la synérèse ou la séparation spontanée du petit lait sur la surface du yaourt est considérée comme un défaut. Ce problème peut être réduit ou éliminé par l'augmentation du niveau des solides du lait à 15% (**Shah, 2003**).

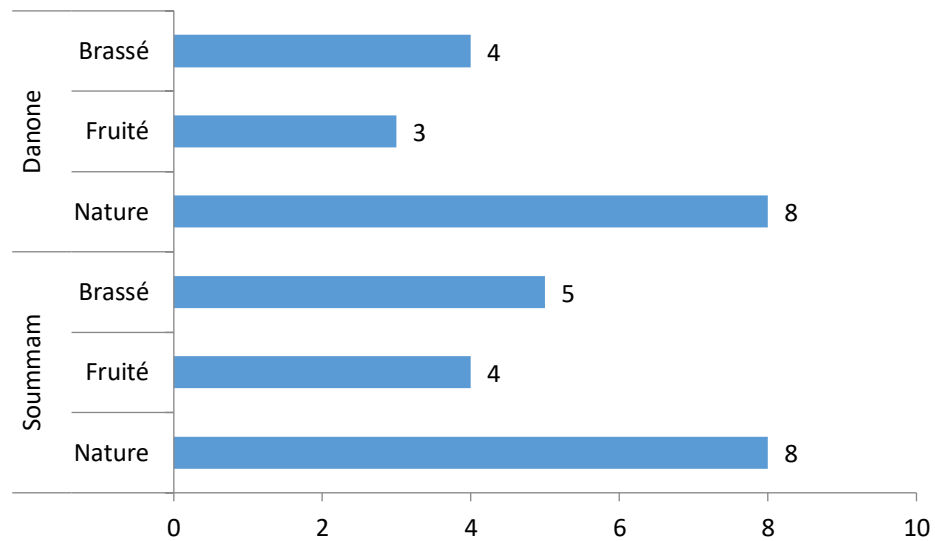


Figure 24 : Synérèse

Conclusion

Conclusion

Le yaourt est largement consommé et acheté avec des fréquences de plusieurs fois par semaine.

Dans la perception de la qualité, la marque semble occupée une place importante chez l'acheteur et le consommateur. Le consommateur fait confiance à la marque qui semble être une garantie de qualité.

Le prix et la valeur nutritionnelle ne constituent pas des critères de qualité préférentiels chez la population enquêtée.

Après la marque le goût est annoncé comme critère de qualité avec une large préférence est en faveur de la fraise.

Les types les plus demandés sont le fruité et le brassé. Le nature est le type le moins apprécié.

Références bibliographiques

A

- **Ababsa A. (2012).** Recherche de bactériocines produites par les bactéries lactiques du lait. Thèse de MAGISTER en Génie microbiologique. Université FERHAT Abbas- SETIF.
- **Adam M.R. et Mass M.O., 1999.** Food microbiology. 2nd Edition, Royal Society of Chemistry
- **Akpinar A., Yerlikaya O. et Kiliç S., 2011.** Antimicrobial activity and antibiotic resistance of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* strains isolated from Turkish homemade yoghurts. African Journal of Microbiology Research, 5, 675-682.
- **Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P. et Simpson R., 2002.** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse. In : Science et technologie du lait, transformation du lait (Vignola C. L), 2^{eme} Edition, Lavoisier, Paris, France.
- **Amoit, J., (2002).** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In vignola c.l, Science et technologie du lait Transformation du lait, PP(2, 21, 4,22, 29). Presses internationales Polytechnique.(École polytechnique de Montréal), ISBN:3-25-29
- **Analie L.H. et Viljoen B.C., 2001.** Review: Yogurt as probiotic carrier food. International Dairy Journal, 11, 1-17.
- **Arie, F., Srikumalaningsh et Ariesta,W., (2012).** Process engineering of drying milk powder with Foam mat drying method. journal of basic and applied scientific research 2(4) . 3588-3592

Arrêté interministériel du 16 Joumada Ethania 1419 correspondant au 7 octobre 1998 relatif aux spécifications techniques des yaourts et aux modalités de leur mise à la consommation (JO N°86 du 18 Novembre 1998, P22)

- Arrêté interministériel du 7 octobre 1998. Date de publication : 07-10-1998 Imprimerie Officielle, 7,9 et 13 Avenue Abdelkader Benbarek – Alger
- **Aslim B., Yuksekdag Z.N., Sarikaya E. et Beyatli Y., 2004.** Determination of the bacteriocin-like substances produced by some lactic acid bacteria isolated from Turkish dairy products. LWT- Food Science and Technology, 1, 1-4.
- **Axelsson L., 1998.** “Lactic acid bacteria: classification and physiology” Lactic Acid Bacteria: Microbiology and Functional Aspects. 2nd Edition, Marcel Dekker, New York, USA

B

- **Beal C. et Sodini I. (2003).** Fabrication des yaourts et des laits fermentés. In Technique de l'ingénieur, traité Agroalimentaire, F6315. Pp. 2-16.
- **Béal C., Marin M., Fontaine E., Fonseca F. et Obert J.P., 2008.** Production et conservation des ferments lactiques et probiotiques. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, France.
- **Béal C., Skokanova J., Latrille E., Martin N. et Corrieu G., 1999.** Combined effects of culture conditions and storage time on acidification and viscosity of stirred yogurt. Journal of Dairy Science. 82, 673–681

- **Beal, C., et Sodini, I., (2003).** Fabrication des yaourts et des laits fermentés. Techniques de l'ingénieur. Bioprocédés(F6315)
- **Bharadwaj N., MATSUNO K.(2006).**investigating the antecedents and outcomes of customer firm transaction cost savings in a supply chain relationship. *Journal of business research*, vol.59, n 1, pp.62-72
- **Bongers R.S., Hoefnagel M.H.N. et Kleerebezem M., 2004.** High-level acetaldehyde production in *Lactococcus lactis* by metabolic engineering. *Applied and Environmental Microbiology*, 71, 1109-1113.
- **Brunellière, L., Cottin, S., Rose, A., de Mathuisieulx, S., et Perrin, F. (2006).** Le lait et les produits laitiers : Editions SAEP.

C

- **Carvalho J.M., Thomé K.M., Leitaó F.O.(2004).** Quality management as a resource of transaction costs reduction: empirical inputs from the international fruit trade. *Revista de administração Maackenzie (RAM)*, vol.15, n 1, pp.174-199.
- **CFR.131.3, 200a,b,c,d, 203, 206., 2009,** Yogurt, Code of Federal Regulations, Title 21, volume 2, Section 131. US Govt. Print, Office, Washington D.C.
- **Chaves A.C.S.D., Fernandez M., Lerayer A.L.S., Mierau I., Kleerebezem M. et Hugenholtz J., 2002.** Metabolic engineering of acetaldehyde production by *Streptococcus thermophilus*. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 5656-5662
- **Cintas L.M., Casaus M.P., Herranz C., Nes I.F. et Hernández P.E., (2001).** Review: Bacteriocins of lactic acid bacteria. *Food Science and Technology*, 7,281–305.

D

- **Damin M.R., Alcántara M.R., Nunes A.P. et Oliveira M.N. (2009).** Effects of milk supplementation with skim milk powder, whey protein concentrate and sodium caseinate on acidification kinetics, rheological properties and structure of nonfat stirred yogurt. *LWT Food Science and Technology*. 42, 1744-1750.
- **Dave R. I. et Shah N.P., 1998.** Ingredient supplementation effects on viability of probiotic bacteria in yogurt. *Journal of Dairy Science*, 81, 2804–2816.
- **De Felip G. Croci L. Gizzarelli S (1977).** Ricerche su alcune idrolasi e vitamine del gruppo B nello yogurt in relazione al trattamento. *Ig Mod* 70.288-297.
- **De vuyst L., Zamfir M., Mozzi F., Adariany T., Marshall V., Degeest B. et Veningelgem F., 2003.** Exopolysaccharide producing *Streptococcus thermophilus* strains as functional starter cultures in the production of fermented milks. *International Dairy Journal*, 13, 707 - 717.
- **Doleyres Y., Schaub L. et Lacroix C., 2005.** Comparaison of the functionality of exopolysaccharides produced in situ or added as bioingredients on yogurt properties, *Journal of Dairy Science*, 88, 4146-4156.
- **Donato L., Guyomarc'h.F. (2009).** Formation and properties of the whey protein/ κ -casein complexes in heated skim milk -A review. *Dairy Science Technologie*. 89, 3-29.
- **Donkor O.N., Henriksson A., Vasiljevic T. et Shah N.P., 2006.** Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage. *International Dairy Journal*, 16, 1181- 1189.

E

- **Enel E. S., Atamer M., Gursoy A. et Oztekin F.S., 2011.** Changes in some properties of strained (Suzme) goat's yoghurt during storage. *Small Ruminant Research*, 99, 171– 177.

F

- **Famelart M.H., Guyomarc'h F., Morand M. et Novales B. (2011).** Agrégation protéique et propriétés gélifiantes et moussantes des protéines laitières. *Innovations Agronomiques*, 13, 117-132.
- **FAO., 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Amazon, Rome, Italie.
- **Faye, B., et Loiseau, G., (2002).** Gestion de la sécurité des aliments dans les pays en développement actes de l'atelier international CIRAD on sources de contamination dans les filères laitières et exemples de démarches qualité, montpellier: 11-13
- **Fredot E., 2005.** Connaissance des aliments, base alimentaire et nutritionnelles de la diététique. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, France.
- **Fredot, (2005).** Connaissance des aliments : Tec & Doc Lavoisier 397.

G

- **Gafaar A.M., 1992.** Volatile flavor compounds of yoghurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 27, 87-91.
- **Gosta B. (1995).** Produits laitiers de culture. Manuel de transformation du lait. Edition : Téta pack processing systems AB. Suède 417p.
- **Guiraud, 2003 :** Méthode d'analyse en microbiologie alimentaire. In : *Microbiologie alimentaire*. Paris
- **Gürsoy A., Durlu-Özkaya F., Yildiz F. et Aslim B., 2010.** Set Type Yoghurt Production by Exopolysaccharide Producing Turkish Origin Domestic Strains of *Streptococcus thermophilus* (W22) and *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* (B3). *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 16, 81-86.

H

- **Haque A., Richarson R.K. et Morris E.R., 2001.** Effect of fermentation temperature on the rheology of set and stirred yogurt. *Food Hydrocoloids*, 15, 593-602
- **Hassainya, J, et padilla. M et Tozanli. s. (2006).** lait et produits laitiers en méditerranée.

J

- **Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P et Brulé G. (2008).** Les produits laitiers (2e Ed.), Edition Tec et Doc, Lavoisier (3) Paris, P31, P 4-37
- **Jeantet R, C. T., Mahaut M, Schuck P, Brulé G., (2008).** Les produits laitiers (Technique et documentation. Lavoisier (Ed.), Paris. ed.)
- **Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. et Brulé G., 2008.** Les produits laitiers. 2^{eme} Edition, Tec et Doc, Lavoisier, Paris, France.

K

- **Kotler P., Dubois B. (1997).** - Marketing Management. - 9^e éd, Paris, Publi-Union Editions, 789p.
- **Kuipers O.P., Buist G. et Kok J., 2000.** Current strategies for improving food bacteria. *Research Microbiology*, 151, 815-822.

L

- **Lahlou S. (sous la direction de). (1993).** <<l'analyse lexicale : outil d'exploration des représentations>>, cahiers de recherche crchoc, n 48. paris.
- **Lamontagne M. (2002).** Produits laitiers fermentés. In «Vignola C.L». Science et technologie du lait : Transformation du lait. Ed. Presses internationales poly technique. Pp.443-469

- **Lapointe-Vignola, (2002).** Science et technologie du lait: transformation du lait: Presses internationales Polytechnique
- **Larpent J.P. et Bourgeois C.M. (1996).** Microbiologie alimentaire : Aliment fermentés et fermentation alimentaire. Tom 2. 2ème Ed. Ed Tec et Doc. Lavoisier. Paris. Pp.309, 310
- **Laurence Audenet V. et Cohen Maurel E. (2004),** conserve traditionnel et fermier paris Edition technique et documentation –Lavoisier, p633
- **Leory F., Degeest B. et De Vuyst L., 2002.** A novel area of predictive modeling: describing the functionality of beneficial microorganisms in foods. International Journal of Foods Microbiology,73, 251-259.
- **Loones A. (1994).** Laits fermentés par les bactéries lactiques. In : De Roissart H et Luquet FM. Bactéries lactiques : Aspects fondamentaux et technologiques. (Eds.), Lorica. Paris, pp. 37-154.
- **Loones A., 1994.** Laits fermentés par les bactéries lactiques. In : Bactéries lactiques. Vol 2. (De Roissart, H. et Luquet, F. M.), Lorica, Paris, France.
- **Lucas A., Sodini I., Monnet C., Jolivet P. et Corrieu G., 2004.** Probiotic cell counts and acidification in fermented milks supplemented with milk protein hydrolysates. International Dairy Journal, 14, 47–53.
- **Luquet F.M. et Corrieu G. (2005).** Les Bactéries lactiques et probiotiques. Ed. Technique et Documentation. Lavoisier. Paris. Pp. 53-57.
- **Luquet, (1985).** lait lait de la mamelle é la laiterieet produits laitiers: 1- les lavoisier, paris ed
- **Luquet, F. M., (1985).** lait et produit laitiers vache, brebis, et chèvre. .
- **Luquet, FM., carrieu, G.2005.**bactéries lactique et probiotique. Collection science et techniques agroalimentaires, Ed Lavoisier. Tec et Doc, Paris,307p

M

- **Mahaut M, Jeantet R et Brulé G. (2003).** Introduction à la technologie du fromage. Science et technologie du lait. Edition : Acribia, Zaragoza. 189p
- **Mahaut M., Jeantet R., Brulé G. et Schuck P. (2000).** Les produits industriels laitiers Tech&Doc, Lavoisier, Paris.178p.
- **Mahaut M., Jeantet R., Brulé G., Schuck P., 2000.** Les produits industriels laitiers. Tec et Doc, Lavoisier, Paris. France.
- **Marshall V.M. et Rawson H.L., 1999.**Effect of exopolysaccharides producing strains of thermophilic lactic acid bacteria on the texture yoghurt. International Journal of Food Science and Technology, 34, 137-143
- **Marty-Teyesset C., De la Torre F. et Garel J-R., 2000.**Increased production of hydrogen peroxide by Lactobacillus delbruekii spp bugaricus upon aeration: involvement.Applied and Environmental Microbiology, 66, 262- 267.
- **Mazoyer, (2002).** Larousse agricole, le monde agricole au XXIème siècle. Mathilde : 767.
- **Mihail A., Georgi K., Emilina S., DoraB. et Petia K.H., 2009.** Proto-cooperation factors in yogurt starter cultures. Revue de Génie Industriel, 3,4-11.
- **Mohammeed H.A., Abu-Jdayil B. et Al- Shawabkeh A., 2004.** Effect of solid concentration on the rheological properties of Labneh (concentrated yoghurt) produced from sheep milk. Journal of Food Engineering, 61, 347-352.

- **Monnet V., Latrille E., Béal C. et Corrieu G., 2008.** Croissance et propriétés fonctionnelles des bactéries lactiques. In : Corrieu G. et Luquet F.M. Bactéries lactiques de la génétique aux ferments. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, France
- **Mormont M. (2006),** who is rural or how to be rural? Towards a sociology of the Rural, in Rural Restructuring- Global processes and their responses (T. Marsden, P. Lowe and S. Whatmore Eds), London, Avebury, pp21-44
- **Mozzi F., Raya R.R. et Vignolo G.M., 2010.** Biotechnology of lactic acid bacteria: Novel applications. Blackwell. Publishing. Iowa, USA

N

- **Ngoufack Z.F., El-Noda A.N., Tchouanguép F.M. et El-Soda M., 2004.**Effect of ropy and capsular exopolysaccharides producing strain of *Lactobacillus plantarum* 162RM on characteristics and functionality of fermented milk and soft Kareish type cheese. African Journal of Biotechnology, 3, 512-518.

O

- **Oliveira M.N., Sodini I., Remeuf F. et Corrieu G., 2001.**Effect of milk supplementation and culture composition on acidification, textural properties, and microbiological stability of fermented milks containing probiotic bacteria. International Dairy Journal, 11, 939–946.
- **Olivera M., Caric M., Bozanic R. et Tratnik L., 1996.**The influence of whey protein concentrates on the viscosity of yogurt, acidophilus and acidophilus yogurt. Mljekarstvo, 46, 91-100.
- **Ott A., Germond J.E et Chaintreau A., 2000.**Origin of acetaldehyde during milk fermentation using ¹³C-labeled precursors. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 48, 1512-1517.
- **Oude Ophuis P., Van Trijp. H. (1995).**- Perceived quality : A market driven and consumer oriented approach.- In : Food Quality and Preference, 6, 177-182.
- **Özer B. et Atasoy F., 2002.** Effects of addition of amino acids, treatment with β galactosidase and use of heat-shocked cultures on the acetaldehyde level in yoghurt. International Journal Dairy Technology, 55, 166-170.

P

- **Panigyrakis G. (1989).**- Modèle global du comportement du consommateur et la perception de la qualité.- In : Economie et gestion agro-alimentaire. septembre 1989, 13, p 23-34.
- **Petry S., Furlana S., Waghornec E., Sanlnerd L., Cerning J. et Maguin E., 2003.**Comparaison of the thickening properties of four *Lactobacillus delbrueckii* subsp bulgaricus strains and physicochemical characterization of their exopolysaccharides, FEMS Microbiology Letter, 221, 285-291.
- **Pougheon S. (2001).**Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse de doctorat vétérinaire présentée à l'Université Paul-Sabatier .Ecole vétérinaire de Toulouse.

R

- **Roudj S., Belkheir K., Zadi-Karam H. et Karam N.E., 2009.** Protéolyse et autolyse chez deux lactobacilles isolés de lait camelin du Sud Ouest Algérien. European Journal of Science Research, 34, 218-227.

- **Roussel Y, Pebay M, Guedon G, Simonet JM et Decaris B. (1994).** Physical and genetic map of *Streptococcus thermophilus* A054. *Journal of Bacteriology* 176 Suppl 24: 7413-7422.
- **Ruas-Madiedo P., Hugenholtz J. et Zoon P., 2001.** An overview of the functionality of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria. *International Dairy Journal*, 12, 163–171.
- **Rochefort (1995)** Dynamique de l'espace français et aménagement du territoire. Paris, L'Harmattan (Coll. « Géographie en liberté »), 138 p. (ISBN 2-7384-3338-3).

S

- **Salazar N., Gueimonde M., Hernández-Barranco A. M., Ruas-Madiedo P. et de los Sava N., Plancken I.V.D., Claeys W. et Hendriekx M., 2005.** The kinetics of heat- induce structural changes of β -lactoglobulin. *Journal of Dairy Science*, 88, 1646-1653
- **Scher J. (2003).** Rhéologie, texture et texturation des produits alimentaires. In *Technique de l'ingénieur, traité Agroalimentaire*, f3300. Pp 2-15
- **Schorsch C., Wilkins D.K., Jones M.J. et Norton I.T., 2001.** Gelation of casein whey mixtures: effect of heating whey proteins alone or in the presence of casein micelles. *Journal of Dairy Research*, 68, 471-481.
- **Serra M., Trujillo A.J., Guamis B. et Ferragut V. (2009).** Evaluation of physical properties during storage of set and stirred yogurts made from ultra-high pressure homogenization-treated milk. *Food Hydrocolloids*. 23, 82–91
- **SEYDI M., 2002.** Le lait fermenté type yaourt ou yoghourt : EISMV/ HIDAOA.- 5p.
- **Shah N. P., 2003.** Yogurt: The product and its manufacture. In: *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*, Vol. 10, 2nd Edition (Caballero B, Trugo L. C. et Finglas P. M.), Academic Press, London, England
- **Shakeel Hanif M., Zahoor1 T., Iqbal Z., Ihsan-ul-Haq. et Arif A.M., 2012.** Effect of storage on rheological and sensory characteristics of cow and buffalo milk yogurt. *Pakistan Journal of Food Sciences*, 22, 61-70.
- **Sinnguh Sudheer K., Ahmed Syed U. et Ashok P., 2006.** Yogurt science and technology. 2nd Edition, Cambridge Woodhead Publishing, England
- **Sirieix L. (1996).**- Qualité et confiance du consommateur : Ebauche d'un cadre conceptuel.- In cahier du GRAAL "Qualité et gestion agro-alimentaire", Décembre 1996, Cahier spécial, Montpellier, pp. 119-1
- **Sodini I., Remenf F., Haddad S. et Corrieu G., 2004.** The relative effect of milk base, starter and process on yogurt texture. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 113-137.
- **Soukoulis C., Pangiotidis P., Koureli R. et Tzia C., 2007.** Industrial yogurt manufacture: monitoring fermentation process and final product quality. *Journal of Dairy Science*, 90, 2641-2654.
- **Sun W. et Griffiths M.W., 2000.** Survival of bifidobacteria in yogurt and simulated gastric juice following immobilization in gellan-xanthan beads. *International Journal of Food Microbiology*, 61, 17-25.

T

- **Tamime A. Y. et Robinson R. K., 1999.** Yogurt science and technology, 2eme Edition, Cambridge, Woodhead Publishing, England.

- **Tamime AY et Deeth HC. (1980).** Yogurt. Technology and biochemistry. Journal of food protection. 43 Suppl 12: 939-977.
- **Tamime, A.Y., & Robinson,R.K. (1999).**yogurt science and technology.(2nd ed).cambridge:woodhead publishing Ltd.,p.619.
- **Tandia Anthioumane (2003)** Consommer désormais label 26 Mai 2003.
- **Teles G.D. et Flores S.H., 2007.**The influence of additives on the rheological and sensory properties of nonfat yogurt, International Journal of Dairy Technology, 60, 270-277.
- **Thevenard B., 2011.** Implication des systèmes à deux composants dans les réponses de Streptococcus thermophilus à des changements environnementaux, dont la coculture avec Lactobacillus bulgaricus. Thèse de doctorat, 132p
- **Treillon, (2000).** L'alimentation santé: Enjeux et déchiffrages. Industries alimentaires et agricoles, 117(6): 39-46.
- **Trémolières, Y.S., R., J., et H., e. D., (1984).** manuel d'alimentation humaine (ESF ed.).
- **Turgeon S.L. et Plesces V., 2009.** Study of interactions between exopolysaccharides produced by strain Lactobacillus rhamnosus RW-9595 M and milk proteins, in 5th international symposium on food rheology and structure; proceeding ISFRS 2009, Zurich, Suisse, 416-419

V

- **Vaillancourt K., Bedard N., Bart C., Robitaille M. T. G., Turgeon N. et Frenette M., 2008.** Role of galK and galM in galactose metabolism by Streptococcus thermophilus. Applied and Environmental Microbiology, 74, 1264–1267
- **Vaningelgem F., Van der Meulen R., Zamfir M., Adriany T., Laws A.P. et De Vuyst L., 2004a.** Streptococcus thermophilus ST 111 produces a stable high-molecular-mass exopolysaccharide in milk-based medium. International Dairy Journal, 14, 857-864.
- **Vierling E., 2003.** Aliments et boissons : filières et produits, 3emeEdition, Doin , Welters Kluwer, France.
- **Vignola C.I., 2002.** Science et technologie du lait : transformation du lait. Lavoisier, Paris, France, 600p.
- **Vignola Carol, L., (2000).** sciences et technologie du lait. Ecole polytechnique Montréal.

W

- **Walstra P., Wouters J.T.M. et Geurts T.J., 2006.**Milk components. In: Dairy science and Technology (Taylor C.R.C. et Francis G.), Florida, USA.
- **Woolford M.K., 1975.**Microbiological screening of food preservatives, cold sterilants and specific antimicrobial agents as potential silage additives. Journal of Science Food and Agriculture, 26, 229-237.

X

- **Xu Z.M., Emmanouelidou D.G., Raphaelides S.N. et Antoniou K.D. (2008).** Effects of heating temperature and fat content on the structure development of set yogurt. Journal of Food Engineering. 85, 590-597.

Site web

WWW.raw-milk-facts.com

WWW.musee-afrappier.qc.ca

[https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/bitstream/123456789/624/1/sofiane.boudalia.qualité législation.pdf](https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/bitstream/123456789/624/1/sofiane.boudalia.qualité_législation.pdf).

[Le questionnaire : définition, étapes, conseils et exemples \(scribbr.fr\)](#)