



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



Projet de Fin d'Etudes En Vue De l'Obtention Du
Diplôme De Docteur Vétérinaire

***Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique
du yaourt brassé et liquide de la laiterie de WANISS***

Présenté par

M^{elle} HAMMADI RIHAB

Devant le jury :

Présidente :	M ^{me} DJELLATA . N	M A A	USDB1
Examinatrice :	M ^{me} DAHMANI .A	M A A	USDB1
Promotrice :	M ^{elle} TARZAALI .D	M A B	USDB1

Année : 2015/2016

DEDICACES

*Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a soutenu, m'a encouragé durant toute ma période d'étude, et pour ses sacrifices consentis. A celle qui a toujours voulu que je sois la meilleure: **A ma mère.***

Je dédie ce modeste travail à :

*A celles qui ont toujours su être présentes pour moi, à vous mes chères sœurs :**Rawnak et Amira.***

*A celui qui était toujours à mes côtés dans les bons et les mauvais moments : **A Youcef***

A mes amies :Khouloud, Imen 1, Imen2 et Lamis.

A tous mes professeurs qui m'ont enrichi de leur savoir et tout le personnel de l'institut des sciences vétérinaires de Blida.

Ainsi qu'aux autres que j'avais connus depuis mon enfance à ce jour.

A tous ceux qui m'aiment.

Rihab

REMERCIEMENT

Au terme de ce modeste travail nous remercions **ALLAH** letout puissant de nousavoir donné le courage et la patience de réaliser ce travail.

Nous tenons tous particulièrement à adresser nos remerciements les plus vifs d'abord à notre promotrice M^{elle} **TARZAALI D**, Maitre assistante à l'institut des sciences vétérinaires de l'université Saad DAHLEB, Blida -1- qui a très aimablement accepté d'encadrer ce travail , et qui a inspiré le sujet de ce mémoire et guidé dans sa réalisation, qu'elle reçoit ici notre profonde reconnaissance, en témoignage de notre respect.

Nous remercions chaleureusement tous les membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter de juger ce travail :

- **M^{me} DJELLATA .N**, Maitre assistante à l'institut des sciences vétérinaires de l'université Saad DAHLEB, Blida -1- d'avoir accepté la présidence de notre jury de mémoire.
- **M^{me} DAHMANI .A**, Maitre assistante à l'institut des sciences vétérinaires de l'université Saad DAHLEB, Blida -1- d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Nous remercions énormément **M^r BOUZEKRIM .B**, directeur de la laiterie de WANISS de nous avoir facilité l'accès au laboratoire de la laiterie et toute l'équipe du laboratoire centrale de la laiterie pour leur aide apportée durant la réalisation de notre travail.

En fin, nos remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail ou qui nous ont encouragé et soutenu à tout moment.

ملخص

يعتبر الياغورت من مشتقات الحليب الأكثر استهلاكاً من طرف المجتمع وخاصة فئة الأطفال لذلك فإن تسويقه يجب أن يكون خاضعاً لرقابة غذائية صارمة، وهذا راجع للمخاطر التي يمكن أن يسببها لصحة المستهلك.

تمثل مكان عملنا في ملبنة ونيس الواقعة في المنطقة الصناعية بخميس مليانة، وفيها قمنا باختبار 50 عينة من الياغورت الزبادي و 20 عينة من الياغورت السائل. وقد أظهرت نتائج الدراسة جودة فيزيوكيميائية وميكروبيولوجية جيدة بالغياب التام للبكتيريا الممرضة كالسالمونيلا والبكتيريا الدالة على الاعتدادات القولونية الكلية والبرازية وكذا الخمائر والفطريات.

وهذا قد يكون نتيجة لتطبيق تدابير معالجة جيدة والنظافة الجيدة في جميع مراحل التصنيع.

الكلمات المفتاحية: ياغورت، زبادي، سائل، ملبنة، الجودة الفيزيوكيميائية، الميكروبيولوجية.

ABSTRACT

Yogurt is a dairy products most consumed by the community, especially children. This is why it must be subject to strict dietary control, because of the risks that may affect the health of the consumer.

Our study was conducted in the laboratory of the dairy of WANISS, located in the industrial area of KEMISS-Miliana on controlling the physico-chemical and microbiological quality of the finished product where we analyzed 50 samples of stirred yoghurt and 20 samples liquid yogurt.

These may be due to the application of good handling measures and good hygiene at all stages of manufacture.

The results showed:

- ▶ A good physico-chemical quality.
- ▶ The total absence of salmonella, fecal and total coliforms, yeasts and molds.

Keywords: Yogurt brewed liquid, dairy, microbiological quality, physicochemical

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE 1 : LE LAIT ET LES PRODUITS LAITIERS	
1.1 Lait	2
1.1.1. Définition	2
1.1.2. Différents types de laits	2
1.1.2.1 Lait cru	2
1.1.2.2 Laits commercialisés	2
1.1.2.3. Lait pasteurisé	3
1.1.2.4. Lait stérilisé	3
1.1 .2.4.1.Lait stérilisé	3
1.1 .2.4.2.Lait stérilisé UHT	3
1.1.2.5. Lait concentré sucré	4
1.1.2.6. Lait aromatisé	4
1.1.2.7. Lait fermenté	4
1.1.2.8. Lait en poudre	5
1.1.2.9. Lait reconstitué	5
1.2. Produits laitiers	5
1.2.1. Différents types de produits laitiers	5
1.2.1.1. Fromage	5
1.2.1.2. Crème	6
1.2.1.3. Beurre	6

1.2.1.4. Yaourt	6
CHAPITRE 2 : LE YAOURT	
2.1. Définition	7
2.2. Historique	7
2.3. Différents types du yaourt	8
2.3.1. Selon le mode de présentation (texture)	8
2.3.2. Selon la teneur en MG	8
2.3.3. Selon le goût	8
2.3.3. Technologie de fabrication de yaourt	9
2.3.3.1. Ingrédients	9
2.3.3.1.1. Eau de reconstitution	9
2.3.3.1.2. Poudres de lait	9
2.3.3.1.3. Sucre	9
2.3.3.1.4. Arome	9
2.3.3.1.5. Ferments	10
2.3.3.2. Processus de fabrication	10
2.3.3.2.1. Préparation et traitement du lait	10
2.3.3.2.1.1. Enrichissement en matière sèche	10
2.3.3.2.1.2. Traitement thermique	11
2.3.3.2.1.3. Homogénéisation	11
2.3.3.2.2. Développement de la fermentation	11
2.3.3.2.2.1. Ensemencement	11
2.3.3.2.2.2. Incubation	12

2.3.3.2.3. Arrêt de la fermentation	12
2.3.3.2.4. Conditionnement	12
2.3.4. Composition du yaourt	13

CHAPITRE 3 : LA QUALITE DU YAOURT

3.1. Définition	15
3.2. But du contrôle de la qualité	15
3.3. Facteurs influant sur la qualité du yaourt	15
3.4. Contrôle de la qualité	16
3.4.1. Contrôle physico-chimiques	16
3.4.2. Contrôle microbiologique	16
3.5. Stades du contrôle	17
3.5.1. Contrôle de la matière première	17
3.5.2. Contrôle au cours de la fabrication	17
3.5.3. Contrôle de produit fini	17
3.5.4. Contrôle de la qualité sensorielle	17

PARTIE EXPERIMENTALE

1. Lieu et période de stage	18
2. Matériel et méthodes	18
3. Résultats	29
4. Discussion	38
Conclusion	40
Références bibliographiques	
Annexe	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Composition et valeur nutritionnelle des différentstypes de yaourt	14
Tableau II : Critère microbiologique de yaourt (J.O.R.A.N35 du mai 1998).	16
Tableau III : Normes physico-chimiques du yaourt selon JORA	29
Tableau IV : Classement des résultats physico-chimiques du yaourt brassé selon JORA	30
Tableau V : Classement des résultats physico-chimiques du yaourt à boire (liquide) selon JORA	31
Tableau VI : Normes des analyses microbiologiques selon J.O.R.A	32
Tableau VII : Interprétation des résultats des analyses bactériologiques du yaourt brassé selon les normes décrites dans J.O.R.A	33
Tableau VIII : Interprétation des résultats des analyses bactériologiques du yaourt à boire (liquide) selon les normes décrites dans J.O.R.A	34
Tableau IX : Calculs de M pour chaque germe	36
Tableau X :Classement des échantillons selon la qualité du yaourt produit au niveau de la laiterie de WANISS	36

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Diagramme de procédé de fabrication du yaourt étuvé	13
Figure 2: Yaourt à boire (liquide)	18
Figure 3 : Yaourt brassé	18
Figure 4 : Détermination de la température du produit analysé	21
Figure 5: Détermination de l'acidité	22
Figure 6: Technique de la recherche et du dénombrement des levures et moisissures dans le produit fini	26
Figure 7: Technique de recherche et dénombrement des Salmonelles dans le produit fini	28
Figure 8: Classement des résultats physico-chimiques du yaourt brassé par rapport aux normes	30
Figure 9 : Classement des résultats physico-chimiques du yaourt à boire par rapport aux normes	31
Figure 10 : Représentation graphique des résultats des analyses bactériologiques du yaourt brassé selon les normes de J.O.R.A.	33
Figure 11 : Représentation graphique du classement des résultats des analyses bactériologiques du yaourt à boire (liquide) selon les normes de J.O.R.A	35
Figure 12: Classement des échantillons selon les trois critères	37

LISTE DES ABRIVIATIONS

A : Acidité

CF : Coliforme fécaux

CT : Coliforme totaux

D : Degré

EPT : Eau Peptones Tamponnée

EPT : Eau peptones tamponné

FAO: Food and Agricultural Organisation

JORA: Journal Officielle de la République Algérienne.

L : Levures

M : Moisissures

m : C'est le nombre des germes décrit par le J.O.R.A

M : C'est le seuil d'acceptabilité (des nombres des germes dans un échantillon) qui est calculé selon les milieux de culture de dénombrement

MG : Matière grasse

Nbr : Nombre

OGA : Gélose glucosé a l'oxytétracycline

OMS : Organisation Mondial de santé .

Pd : Pendent

S : Salmonelles

SD : Dilutions décimales

SFB : Bouillon Sélénite de Sodium.

SM : solution mère

T : Température

TSE : Tryptone sel eau

UHT : ultra haute température

UV : Ultra-violet

VBL: Lactose Vert Brillant.

VRBL: Bouillon Lactose Bilié au Cristal Violet et au Rouge Neutre.

PL : Produit Laitier

RESUME

Le yaourt est un des produits laitiers les plus consommés par la communauté, en particulier les enfants. C'est pour cela qu'il doit être soumis à un contrôle alimentaire strict, en raison des risques qui peuvent toucher la santé du consommateur.

Notre étude a été effectuée au niveau du laboratoire de laiterie du WANISS, située dans la zone industrielle de KHEMISS-Miliana sur le contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique du produit fini où nous avons analysé 50 échantillons du yaourt brassé et 20 échantillons du yaourt liquide.

Les résultats ont montré :

- Une bonne qualité physico-chimique.
- l'absence totale des salmonelles, des coliformes fécaux et totaux, des levures et des moisissures.

Ceux-ci peut être due à l'application des bonnes mesures de manipulation et les bonnes règles d'hygiène a tous les stades de fabrication du produit .

Mots clés : Yaourt, brassé, liquide, laiterie, qualité microbiologique, physico-chimiques

INTRODUCTION

Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* et de *Streptococcus salivarius thermophilus* à partir du lait frais, ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (de lait en poudre, poudre de lait écrémé). Les micro-organismes du produit final doivent être viables et abondants. Il occupe, comme la plupart des denrées alimentaires d'origine animale, une place importante dans l'alimentation de l'homme [11].

En Algérie, un nombre de yaourts commercialisés sont acclamés pour leurs propriétés dites « probiotiques », qui possèdent des effets favorables à la santé. Toutefois, pour fournir les effets désirés, les souches bactériennes qui sont livrées dans une matrice alimentaire (telle que le yaourt ou le lait fermenté par exemple), doivent être présentes en concentration suffisante et en état de viabilité telle que leurs supposés bienfaits puissent opérer dans l'organisme du consommateur. Les conditions du procédé technologique et de préservation peuvent aussi influencer sur les propriétés fonctionnelles des bactéries probiotiques.

L'efficacité du yaourt est importante pour le traitement des infections digestives. Son effet curatif sur des infections digestives bactériennes a été démontré pour différents germes, chez l'animal comme chez l'être humain. L'administration de ferments (*Lactobacillus*) améliore très sensiblement l'état de patients souffrant d'infections récurrentes à *Clostridium* avec diarrhée sanglante rebelles aux traitements médicamenteux. La présence d'acide lactique explique en partie cette action inhibitrice sur le développement de certaines souches bactériennes, notamment pathogènes [14].

Cependant, pour qu'un produit laitier quel qu'il soit puisse remplir ses multiples fonctions, il faut, outre une qualité physico-chimique, une excellente qualité microbiologique. Sans ces conditions, son utilisation peut constituer une menace sérieuse pour la santé humaine. C'est pour cette raison que nous sommes fixés sur les objectifs suivants :

- Evaluation des paramètres physico-chimiques du yaourt brassé et liquide.
- Analyses microbiologiques du yaourt brassé et liquide .

CHAPITRE 1

LE LAIT ET LES PRODUITS LAITIERS

1.1 Lait

1.1.1. Définition

Le lait ou « leben » en arabe classique ou « halib » en arabe dialectale désigne universellement le lait de vache [31].

C'est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes. [5].

1.1.2. Différents types de laits

1.1.2.1 Lait cru

Le lait produit par la sécrétion de la glande mammaire d'animaux d'élevage et non chauffé à plus de 40 °C, ni soumis à un traitement d'effet équivalent. Le lait cru peut être écrémé ou pas. Il peut être utilisé pour la fabrication de produits au lait cru comme du beurre et des fromages [27].

1.1.2.2 Laits commercialisés

Le lait commercialisé désigne les différentes catégories de laits vendus à l'état liquide. Ces laits sont présentés obligatoirement en emballages fermés jusqu'à la remise au consommateur [9].

L'évolution des processus technologiques, des techniques de conservation et de distribution a permis l'élaboration d'une large gamme de lait de consommation qui se distinguent par leur composition, leur qualité nutritionnelle et organoleptique et leur durée de conservation [24].

1.1.2.3. Lait pasteurisé

La pasteurisation a pour objectif la destruction de toutes les formes végétatives des micro-organismes pathogènes du lait sans altérer la qualité chimique, physique et organoleptique de ce dernier [22].

Le lait pasteurisé, fabriqué à partir de lait cru ou de lait reconstitué, écrémé ou non, est un lait qui a subi un traitement thermique (pasteurisation) qui détruit plus de 90 % de la flore (jusqu'à 98 %) contenue dans le lait (notamment tous les germes pathogènes non sporulés, tels que les germes de la tuberculose et de la brucellose) [24].

1.1.2.4. Lait stérilisé

Selon le procédé de stérilisation, on distingue le lait stérilisé et le lait stérilisé UHT. Ces laits doivent être stables jusqu'à la date limite de consommation [33]

1.1.2.4.1. Lait stérilisé

C'est un lait conditionné, stérilisé après conditionnement dans un récipient hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes par la chaleur, laquelle doit détruire les enzymes les microorganismes pathogènes. La stérilisation est réalisée à une température de 100 - 120°C pendant une vingtaine de minutes.

1.1.2.4.2. Lait stérilisé UHT

C'est un lait traité par la chaleur, qui doit détruire les enzymes, les microorganismes pathogènes, et conditionné ensuite aseptiquement dans un récipient stérile, hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes. Le traitement thermique peut être soit direct (injection de vapeur d'eau), soit indirect, réalisé à 135-150°C pendant 2,5 secondes environ.

1.1.2.5. Lait concentré sucré

Le lait concentré est le produit provenant de la concentration du lait propre à la consommation. La concentration du lait peut se faire avec ou sans addition de sucre [28].

La stabilité du lait peut être assurée par réduction de l'activité de l'eau (a_w). On y parvient par élimination partielle de l'eau et ajout de sucre. Le principe consiste à effectuer une évaporation sous vide afin d'abaisser la température d'ébullition. L'évaporation s'effectue dans des évaporateurs tubulaires ou à plaques. L'addition de saccharose assure la conservation du produit sans étape de stérilisation en limitant le développement des micro-organismes par abaissement de l' a_w [25].

Leur teneur en eau est de 24% environ, les constituants ont une concentration proche du triple de celle du lait, la teneur en saccharose atteint plus de 40% [42].

1.1.2.6. Lait aromatisé

Cette dénomination est réservée aux boissons stérilisées préparées à l'avance, constituées exclusivement de lait écrémé ou non, sucré ou non, additionné des colorants généralement autorisés et de substances aromatiques naturelles qui peuvent être renforcées artificiellement: abricot, ananas, fraise, prune, cerise, framboise [41].

Les laits aromatisés peuvent subir l'addition d'agar-agar, alginates, carraghénanes et pectines comme stabilisants. Les laits aromatisés sont généralement obtenus par stérilisation en récipients ou par stérilisation UHT. Ce sont tous des laits stérilisés auxquels on a ajouté des arômes autorisés (notamment cacao, vanille, fraise) [33].

1.1.2.7. Lait fermenté

La dénomination lait fermenté est réservée au produit laitier préparé avec des laits écrémés ou non ou des laits concentrés ou en poudre écrémés ou non sous forme liquide, concentré ou en poudre. Ils pourront être enrichis avec des constituants tels que la poudre de lait ou les protéines de lait.

Le lait subit alors un traitement thermique au moins équivalent à la pasteurisation et estensemencé avec des microorganismes caractéristiques de chaque produit. La coagulation des laits fermentés ne doit pas être obtenue par d'autres moyens que ceux qui résultent de l'activité des microorganismes qui sont pour la plupart des probiotiques, c'est-à-dire bénéfique pour la santé [18].

Le lait fermenté le plus consommé dans les pays occidentaux est le yaourt. De nombreux autres produits sont arrivés sur le marché : laits fermentés probiotiques, laits fermentés de longue conservation (pasteurisés, UHT, lyophilisés) et produits « *plaisirs* » (à boire, à sucer, pétillants ou glacés) [7].

1.1.2.8. Lait en poudre

Selon la loi sur les aliments et drogues du Canada, les poudres de lait sont des produits résultants de l'enlèvement partiel de l'eau du lait. On répartit les poudres en trois groupes : La poudre de lait entier, la poudre de lait partiellement écrémé et la poudre de lait écrémé [11].

1.1.2.9. Lait reconstitué

La reconstitution est l'opération qui consiste à diluer dans une eau convenable une poudre spray grasse, elle peut aussi correspondre à reconstituer un lait écrémé, alors que la recombinaison consiste à mélanger dans une eau convenable les différents composants du lait pour réaliser un produit le plus voisin possible du lait initial. Les trois composants essentiels sont l'eau, la poudre de lait écrémé spray et la matière grasse laitière anhydre. Dans certains cas quelques adjuvants complémentaires sont utilisés [2].

1.2. Produits laitiers

1.2.1. Différents types de produits laitiers

1.2.1.1. Fromage

Le fromage, selon la norme *Codex*, est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi dure, dure ou extra dure qui peut être enrobé est dans lequel le rapport protéines de lactosérum: caséines ne dépasse pas celui du lait.

On obtient le fromage par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation. On peut aussi faire appel à des techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait de manière à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et sensorielles similaires à celles de la définition précédente [8].

1.2.1.2. Crème

Elle provient d'un écrémage par centrifugation du lait entier. La centrifugation du lait permet de séparer la phase lourde (petit lait) de la phase légère (crème), il faut 100 litres de lait pour obtenir 9 à 12 litres de crème. La crème doit contenir au minimum 30% de matière grasse [21].

1.2.1.3. Beurre

Est le produit gras provenant exclusivement du lait et/ou de produits obtenus à partir du lait au moyen de procédé entraînant l'élimination quasi totale de l'eau et de l'extrait sec non gras [1].

1.2.1.4. Yaourt

Le yaourt est un écosystème simple dont la production repose sur les interactions entre *S. thermophilus* et de *L. bulgaricus*. L'importance technologique de l'évolution de cet écosystème a suscité bien des intérêts. Lors de la fermentation du yaourt, le métabolisme de *S. thermophilus* et de *L. bulgaricus* est le principal responsable de la qualité organoleptique du produit fini [6].

CHAPITRE 2

LE YAOURT

2.1. Définition

Le yaourt est un lait fermenté moderne selon le Codex Alimentarius (norme N°A-11(a)1975) « le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par la fermentation lactique grâce à *Lactobacillus delbrueicki bulgaricus* et *Streptococcus salivarius thermophilus* à partir du lait frais, ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (de lait en poudre, poudre de lait...) les microorganismes doivent être viables et abondants ». De plus la quantité d'acide lactique libre contenue dans 100 g de yaourt ne doit pas être inférieure à 0,7g [17].

2.2. Historique

Originaire d'Asie, le mot yaourt (yoghourt ou yogourt) vient de « yoghurmark », mot turc signifiant « épaissir » [40].

Dans le sillage de découvertes de Louis Pasteur sur la fermentation lactique, de nombreux chercheurs s'intéressent aux micro-organismes présents dans le lait. En 1902, RIS et KHOURY, deux médecins français, isolent les bactéries présentes dans le lait fermenté égyptien. METCHNIKOFF (1845-1916) isole ensuite la bactérie spécifique de yaourt « le bacille bulgare », analyse l'action acidifiante du lait caillé et suggère une méthode de production sûre et régulière [37].

De nombreux autres produits sont arrivés par la suite sur le marché : laits fermentés probiotiques, laits fermentés de longue conservation (pasteurisés, UHT, lyophilisés ou séchés) et produits « plaisirs » (à boire, pétillants ou glacés).

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. En outre, le développement commercial des produits probiotiques est important et correspond à une demande du consommateur.

2.3. Différents types du yaourt

2.3.1. Selon le mode de présentation (texture)

Il existe trois types de yaourt :

- Yaourt fermé ou étuvé : dont la fermentation a lieu en pots, ce sont généralement les yaourts naturels et aromatisés.
- Yaourt brassées : dont la fermentation a lieu en cuve avant le brassage et le conditionnement : c'est le cas des yaourts veloutés naturels ou aux fruits.

La fabrication de ces deux types de yaourt peut être réalisée soit à partir de lait entier, soit à partir de lait partiellement ou totalement écrémé [34].

- Yaourt à boire : Un yaourt à boire est un lait fermenté brassé, de faible viscosité, il est normalement aromatisé à l'aide de jus ou de purées de fruits. Il est plutôt consommé comme une boisson rafraichissante que comme un aliment[4].

2.3.2. Selon la teneur en MG

On distingue trois types de yaourt :

- Yaourt maigre : Ce type de yaourt renferme moins de 1% de matière grasse, son apport énergétique est de 44 Kcal.
- Yaourt partiellement écrémé : Contenant entre 1à3% de matière grasse et son apport en énergie est estimé à 50Kcal.
- Yaourt entier : Ce type de yaourt contient au maximum 3 à 3,5% de matière grasse et son apport énergétique est de 68à 73 Kcal. [15].

2.3.3. Selon le goût

Selon le gout on note les différents types de yaourt suivant [23]

- Yaourt naturels (sans addition).
- Yaourt sucrés.
- Yaourt aux fruits, miel, à la confiture : moins de 30% d'éléments ajoutés.
- Yaourt aromatisés : aux arômes naturels ou de synthèses autorisées par la législation.

2.3.3. Technologie de fabrication de yaourt

2.3.3.1. Ingrédients

- **Eau de reconstitution**

La qualité de l'eau de reconstitution joue un rôle considérable, elle doit subir un traitement de déminéralisation afin d'être exemptée de substance pouvant inhiber la croissance de la flore lactique, c'est une eau qui doit répondre aux normes fixés par l'OMS pour une eau potable [39].

- **Poudres de lait**

Les poudres de lait sont des produits résultant de l'enlèvement partiel de l'eau du lait. On repartit les poudres de lait en trois groupes :

La poudre de lait entier, la poudre de lait partiellement écrémé et la poudre de lait écrémé.

La composition et les propriétés doivent répondre à certaines conditions qui permettent de classer chaque type de poudre en différentes catégories [43].

- **Sucre**

Le sucre est généralement constitué de saccharose, cristallisé ou sous forme liquide (sirop). Il est aussi courant d'utiliser du sucre converti (sirop de saccharose hydrolysé), qui contient, à parts égales, du glucose et du fructose. Son intérêt est qu'il reste liquide à des teneurs élevées en matières sèches (65 à 67 %) [39].

- **Arome**

L'arôme désigne tout produit ou substance, destiné à être dans les denrées alimentaire pour leur donner une odeur, un gout ou les deux en même temps [14].

- **Ferments**

Ce sont des bactéries lactiques, elles appartiennent à un groupe de bactéries bénéfiques. Elles sont des bactéries à Gram positif (+) regroupant douze genres dont les plus étudiés sont *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, et *Pediococcus*. Ces bactéries peuvent avoir des formes en bâtonnet ou en coques, sont immobiles et ne sporulent pas. Elles ont également un métabolisme aérobie facultatif et ne produisent pas de catalase. Les bactéries lactiques ont en commun la capacité de fermenter les sucres en acide lactique [36].

Les bactéries lactiques sont des ubiquistes. On les trouve dans différentes niches écologiques comme le lait et les produits laitiers fermentés, les végétaux, la viande, le poisson[13].

2.3.3.2. Processus de fabrication

La fabrication du yaourt comporte plusieurs étapes :

- Préparation et traitement du lait.
- Développement de la fermentation.
- Arrêt de la fermentation.
- Conditionnement.

2.3.3.2.1. Préparation et traitement du lait

2.3.3.2.1.1. Enrichissement en matière sèche

Le lait est tout d'abord enrichi en matière sèche de façon à atteindre une valeur finale de 14 à 16%. La technique généralement utilisée consiste à ajouter du lait sec, mais on a parfois recours à une concentration directe par évaporation.

L'extrait sec du lait de fabrication est un facteur important dans la fabrication car il conditionne la consistance et la viscosité du produit.

2.3.3.2.1.2.Traitement thermique

Ce traitement thermique a pour but la destruction de germes pathogènes et d'une grande partie de la flore banale originale; il permet aussi la destruction éventuelle de certaines substances inhibitrices naturelles en favorisant aussi la croissance de la flore lactique spécifique (*streptocoque thermophile* en particulier)[14].

Le traitement thermique, par dénaturation des protéines solubles, permet également d'accroître la rétention d'eau et d'améliorer la texture du yaourt et son stabilité[34].

2.3.3.2.1.3.Homogénéisation

Le lait est ensuite homogénéisé pour éviter la remontée de la matière grasse pendant la fermentation toute fois, la formation d'une pellicule riche en graisse, à la surface du produit, peut être recherché dans des fabrications traditionnelles.

2.3.3.2.2. Développement de la fermentation

Cette étape généralement appelée phase d'acidification est l'étape caractéristique de la fabrication du yaourt, on peut la décomposer en phase d'ensemencement et en phase d'incubation.

2.3.3.2.2.1.Ensemencement

Historiquement, l'ensemencement des cuves de fabrication en industrie était réalisé à partir de plusieurs pré cultures successives, effectuées dans des cuves « inoculum ». Ces pré-cultures sont pratiquement abandonnées pour des raisons de respectabilité incertaine, de difficulté de maintien de l'hygiène et de mise en œuvre.

Actuellement c'est l'ensemencement directe ou semi direct qui est pratiqué, C'est l'incubation de deux germes spécifiques du yaourt ; *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. [14].

Le rapport entre les différentes espèces et souches bactériennes en présence influe fortement sur la cinétique de fabrication. Pour le yaourt, un rapport 1 :1 en volume, entre *S.thermophilus* et *Lb. Bulgaricus*, est généralement recommandé. En réalité chaque fabricant travaille dans des conditions qui lui sont propres, en privilégiant plutôt l'impact de chaque association sur les caractéristiques finales du produit. L'ensemencement doit être homogène c'est-à-dire que l'on doit avoir une répartition des germes bonne et régulière dans le lait. Actuellement cet ensemencement se fait en continu [14].

Pour les yaourts fermes, le mélange lait /ferments est soutiré et l'acidification se fait en pots, pour les yaourts brassé, le lait est acidifié en cuve.

2.3.3.2.2.Incubation

La phase d'incubation (2 à 3 h), correspond au développement de l'acidité dans le yaourt : elle est sous la dépendance de deux facteurs : la température optimale de développement de *Streptococcus thermophilus* soit de (42-45°C) plutôt qu'une température proche de l'optimum du *Lactobacillus bulgaricus* (47-50°C) car il est préférable que les *Streptococcus* assurent le départ de la fermentation lactique.

2.3.3.2.3. Arrêt de la fermentation

L'incubation dure également 2 à 3h. L'acidité doit alors atteindre 80 à 100°D ce qui traduit un équilibre satisfaisant entre les deux ferments.A la sortie l'étuve le yoghourt doit être refroidie très rapidement, au-dessous de 5°C, afin de stopper l'acidification qui entraîne la rétraction du caillé et la séparation du sérum.

2.3.3.2.4. Conditionnement

Toute une gamme de machines de conditionnement a été développée, offrant différents niveaux de protection vis-à-vis de l'air ambiant, allant au conditionnement « propre » qui limite les mouvements de l'air autour du produit, au conditionnement « aseptique » qui isole entièrement la zone de conditionnement rendue stérile [14] .

Les principales étapes de fabrication du yaourt sont présentées dans la figure suivante :

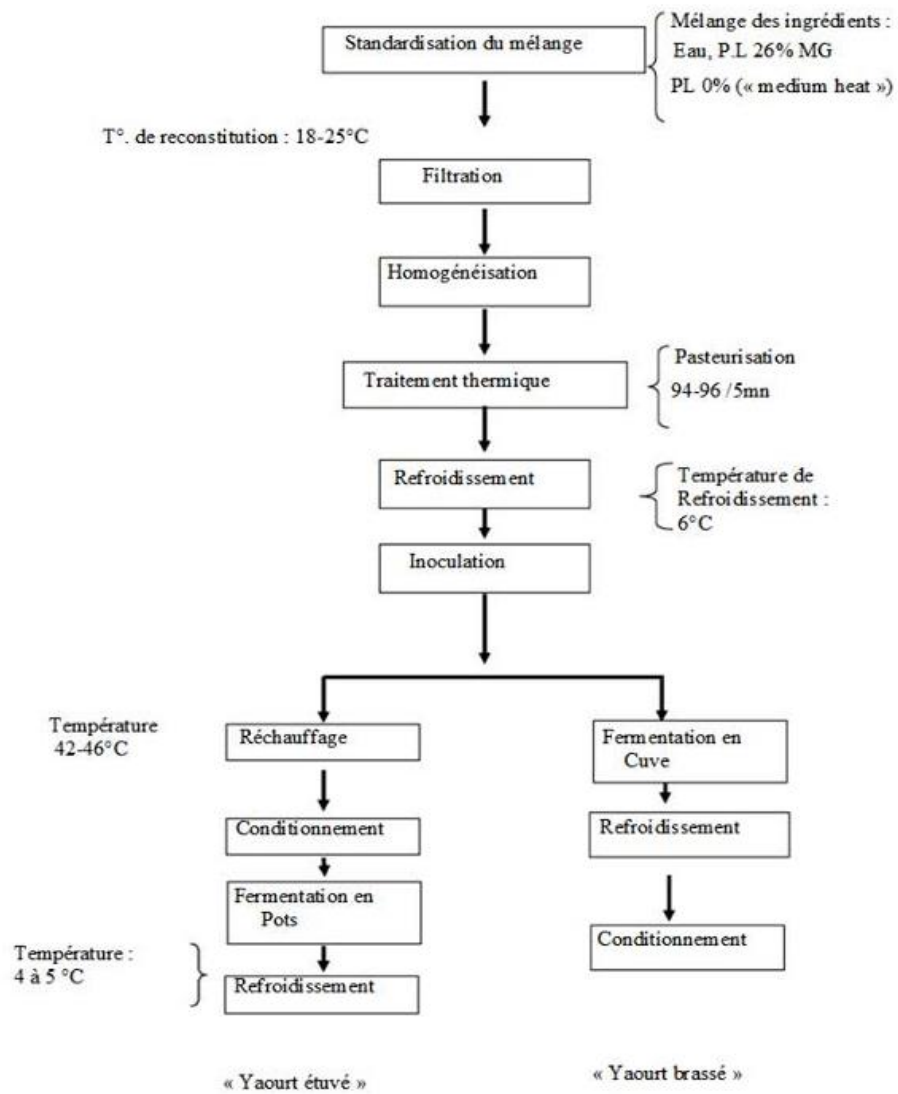


Figure 1 :Diagramme de procédé de fabrication du yaourt étuvé [43]

T : Température ; Pd : Pendent

2.3.4. Composition du yaourt

Le tableau ci-dessous présente la composition et valeur nutritionnelle des différents types de yaourt.

Tableau I : Composition et valeur nutritionnelle des différentstypes de yaourt.[34]

	Teneur moyenne pour 100gramme de produit							Valeur énergétique
	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Calcium (mg)	Sodium (mg)	Potassium (mg)	Phosphore (mg)	KJ
Yaourt nature	4,15	1,2	5,2	174	57	210	114	201
Yaourt au lait Entier	3,8	3,5	5,3	171	56	2,6	112	284
Yaourt 0%	4,2	Traces	5,4	164	55	180	100	163
Yaourt nature sucré	3,8	1,1	14,5	160	52	195	105	347
Yaourt aromatisé au lait entier	3,2	3,2	12	140	50	190	106	372
Yaourt brassé nature	4,3	1,8	5,2	165	40	205	115	230
Yaourt brassé aux fruits	3,75	1,65	14,5	140	50	190	110	368
Yaourt au lait entier aux fruits	3,1	2,7	16,5	140	45	180	100	431
Yaourt maigre aux fruits	3,6	traces	17,2	140	45	180	100	351

CHAPITRE 3

LA QUALITE DU YAOURT

3.1. Définition

Le contrôle de la qualité est l'ensemble des ressources et des techniques mises en œuvre pour garantir au moyen de l'examen des denrées agroalimentaires ou du contrôle des matières premières, procédés de fabrication et systèmes de distribution, que les aliments sont conformes aux normes spécifiques. [10].

3.2. But du contrôle de la qualité

Le but du contrôle de qualité porte sur la prévention des risques chimiques et biologiques découlant d'une contamination des aliments résultant d'une mauvaise manipulation, et d'empêcher la commercialisation de produits falsifiés, toxiques, ou impropres à la consommation afin d'assurer la protection de la santé et de la sécurité des consommateurs, et promouvoir la qualité des produits [35].

3.3. Facteurs influant sur la qualité du yaourt

D'après [20], de nombreux facteurs doivent être contrôlés pendant le procédé de fabrication pour produire un yaourt de bonne qualité :

- Qualité du lait (poudre).
- Qualité de l'additif laitier.
- Dégazage et l'homogénéisation.
- Traitement thermique.
- Choix des ferments.
- Conception de l'installation.

3.4. Contrôle de la qualité

3.4.1. Contrôle physico-chimiques

Le yaourt doit répondre aux caractéristiques suivantes :

- Couleur franche et uniforme
- Gout frac et parfum caractéristique
- Texture homogène (pour le yaourt brassé) et ferme (yaourt étuvé)

3.4.2. Contrôle microbiologique

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.

Les levures et les moisissures peuvent se développer dans le yaourt. Ces dernières proviennent principalement de l'air ambiant dont la contamination se situe au stade du conditionnement [32].

Selon la norme nationale de 1998, N°35 parue au Journal Officiel, les yaourts ne doivent contenir aucun germe pathogène (Voir Tableau II).

Tableau II : Critère microbiologique de yaourt (J.O.R.A.N35 du mai 1998).

Micro-organismes	Normes
Coliformes totaux	10 germes/g
Coliformes fécaux	1 germe/g
Salmonelles	Abs/25g
Staphylococcus aureus	10 germes /g
Levures	100 germes /g
Moisissures	Abs /g

3.5. Stades du contrôle

3.5.1. Contrôle de la matière première

Le contrôle microbiologique de la matière première doit permettre de vérifier que celle-ci ne renferme pas de microorganismes risquant de gêner le déroulement de la fabrication, ou des microorganismes qui ne pouvant être éliminés par les technologies mises en œuvre, pourraient altérer le produit fini [38].

3.5.2. Contrôle au cours de la fabrication

Pendant la fabrication, certains points critiques comme la pasteurisation ou la cinétique d'acidification doivent être contrôlées, le respect du barème de pasteurisation est vérifié de façon classique, par l'enregistrement de la température de chambrage et du débit d'alimentation de l'échangeur. L'acidification est la plus souvent contrôlée en effectuant des prélèvements et des mesures de l'acidité Domic ou de pH[3].

3.5.3. Contrôle de produit fini

Les contrôles microbiologiques des produits finis portent sur leur qualité hygiénique et leur qualité marchande, et sont plus ou moins importants suivant la nature des produits et leurs destinations. En effet, le contrôle est ramené à une recherche de quelques microorganismes dangereux pour le produit [38].

3.5.4. Contrôle de la qualité sensorielle

Les contrôles organoleptiques conditionnent l'appétence et le plaisir que procure la consommation du produit, ils intègrent la couleur, la texture, l'odeur, la saveur et l'arôme [26].

PARTIE EXPERIMENTALE

Le but de notre travail est de vérifier la conformité du produit fini (Yaourt brassé et yaourt liquide), fabriqué au sein de la laiterie « WANISS » par l'évaluation de la qualité physico-chimique, hygiénique et sanitaire de ce dernier.

1. Lieu et période de stage

La partie expérimentale de notre travail a été réalisée au niveau du laboratoire de contrôle de qualité du lait et des produits laitiers de la laiterie « WANISS » située dans la zone industrielle de KHEMISSE-MILIANA, wilaya d'AIN DEFLA, durant la période qui s'est étalée du mois de décembre 2015 jusqu'au mois de février de l'année 2016.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Matériel biologique

La présente étude a été portée sur 70 échantillons du produit fini (Yaourt brassé (50) et yaourt liquide (20)) dans le cadre de l'autocontrôle au niveau de l'usine (Voir figure 2 et 3).



Figure 2: Yaourt à boire (liquide)



Figure 3 : Yaourt brassé

2.1.2. Matériel non biologique

2.1.2.1. Matériel de l'analyse physico-chimique

2.1.2.1.1. pH

- pH-mètre de paillasse.
- Bécher de 250 ml.

2.1.2.1.2. Extrait sec

- Etuve réglée à 103°C.
- Balance analytique.
- Dessiccateur.
- Coupelle en aluminium.

2.1.2.1.3. Teneur en matière grasse

- Butyromètre, muni d'un bouchon approprié.
- Pipette de 11ml.
- Mesureur à acide sulfurique (délivrant 10ml).
- Mesureur d'alcool éthylique (délivrant 1ml).
- Bain marie à 65-70°C.
- Centrifugeuse électrique qui fait 1500 tour/mn.
- Acide sulfurique de densité=1.825.
- Alcool iso amylique.

2.1.2.2. Matériel de l'analyse microbiologique

2.1.2.2.1. Appareillage

- Bec Benzène.
- Autoclave de stérilisation.
- Etuve d'incubation 30°C, 37°C, 44°C.
- Bain marie à 80°C.
- Boîtes de pétrie
- Portes tubes.
- Tubes à essais stériles.
- Pipette pasteur

2.1.2.2.2. Milieux de culture

- Gélose Désoxycholate
- Gélose VRBL
- Gélose VRBG
- Milieu Sélénite-Cystéine
- Gélose Sabouraud au chloramphénicol
- Gélose HEKTOEN
- Milieu Billé lactosé au vert brillant et au rouge de phénol

2.1.2.2.3. Solution de travail

- Solutions décimales
- EPT (eau peptones tamponné)
- Diluant TSE (tryptone sel eau)

2.2. Méthodes

2.2.1. Prélèvement et échantillonnage

Les prélèvements sont réalisés le jour de leur emballage, 2 à 3 échantillons (selon la quantité fabriquée) de chaque lot sont pris en double au hasard pour effectuer les analyses physico-chimiques et microbiologiques selon les normes de J.O.R.A 1998.

2.2.1.Méthodes d'analyse physico-chimique

2.2.1.1. Mesure du pH

❖ Principe

Le pH indique la teneur d'une solution en ion H_3O^+ , il est mesuré directement avec un pH mètre.

❖ Mode opératoire

La détermination du pH se fait directement en prolongeant l'électrode dans un bécher contenant l'échantillon à analyser.

❖ Lecture

Faire la lecture de la valeur du pH en attendant jusqu'à la stabilité de l'affichage sur l'écran du pH mètre.

2.2.1.2. Détermination de la température

❖ Mode opératoire

La détermination de la température se fait en introduisant soit le thermomètre ou bien le thermo-lacto-densimètre dans l'échantillon à analyser (Voir figure 4).

❖ Lecture

Au moment de la lecture, l'œil doit être au niveau du point de lecture d'une façon horizontale, en attendant jusqu'à la stabilité du niveau du mercure.



Figure 4 : Détermination de la température du produit analysé

2.2.1.3. Détermination de l'acidité

❖ Mode opératoire

Mettre la soude d'origine dans le récipient de l'appareil, puis remplir la colonne graduée de soude d'origine en appuyant sur le récipient en plastique et à l'aide d'une seringue ou d'une pipette, prélever 10 ml du yaourt. Verser cet échantillon dans un tube à essai ou un verre puis ajouter quelques gouttes de phénolphthaléine dans le yaourt.

Ouvrir le robinet, laisser couler goutte à goutte la soude dans l'échantillon en remuant doucement et attendre l'apparition d'une coloration rose pâle persistant quelque instants.

❖ Lecture

Lire sur la colonne, la graduation correspond au niveau de la soude, le nombre de dixièmes de ml de soude titrée indique l'acidité du yaourt en degré d'origine.



Figure 5: Détermination de l'acidité

2.2.1.4. Détermination de taux de saccharose (Brix)

Le Brix c'est la quantité de sucre soluble dans l'eau. Le degré Brix porte le nom de son inventeur: Adolf Ferdinand Wenceslaus Brix, ingénieur et mathématicien allemand (1798-1870).

❖ Mode opératoire

Sur l'échelle de brix nous mettons quelques gouttes de yaourt et la lecture se fait à l'aide de la lumière.

2.2.1.5. Détermination de la teneur en matière grasse

Le présent mode opératoire a pour but de décrire la méthode de détermination de la matière grasse du lait reconstitué, servant à la préparation des dérivés laitiers, ainsi que le lait UHT par la méthode de gerber.

❖ Principe

Son principe est l'attaque du lait par l'acide sulfurique et séparation par centrifugation en présence d'alcool iso amylique de la matière grasse libérée.

❖ Mode opératoire

Dans un butyromètre introduire 10 ml d'acide sulfurique en évitant de mouiller le col, puis ajouter 11ml de l'échantillon sans mouiller le col du butyromètre et en évitant un mélange prématuré du lait avec l'acide ; verser à la surface 1ml d'alcool iso amylique aussi sans mouiller le col en évitant de mélanger les liquides (si nécessaire essuyer le col du butyromètre), boucher avec soin.

Agiter le butyromètre avec précaution mais énergiquement et rapidement jusqu'à disparition des grumeaux. Après une bonne agitation, ne pas laisser refroidir le butyromètre (si nécessaire le réchauffer à 65°C dans le bain marie)

2.2.2. Méthodes d'analyses microbiologiques

2.2.2.1. Préparation de la dilution mère (SM) et des dilutions décimales (SD)

❖ Mode opératoire

Dans le cas des produits liquides, le mélange de trois à cinq unités de lait pasteurisé par exemple constituera la solution mère SM = 1).

Dilutions décimales :

Introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, 1 ml de la SM, dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml de diluant TSE : cette dilution constitue alors la dilution au 1/10 ou 10^{-1} , mélanger soigneusement.

Introduire ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette graduée et stérile 1 ml de la dilution 10^{-1} , à introduire dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant (TSE) cette dilution est alors au 1/100 ou 10^{-2} , mélanger soigneusement.

Changer de pipette et prendre toujours aseptiquement 1 ml de la dilution 10^{-2} , à introduire dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant (TSE) : cette dilution est alors au 1/1000 ou 10^{-3} , mélanger soigneusement

2.2.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes

A partir des dilutions décimales allant de 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 2 fois 1ml dans deux boites de pétri vides préparées à cet usage et numérotées.

Compléter ensuite chaque boite avec environ 20ml de gélose au désoxycholate à 1% ou à défaut par de la gélose VRBL^{ou} VRBG, fondue puis refroidie à $45\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de bien se mélanger à la gélose utilisée.

❖ Incubation

* Une série de boites sera incubée à 37°C , pendant 24 à 48h et servira à la recherche de coliformes totaux.

* L'autre série sera incubée à 44°C pendant 24 à 48h et servira à la recherche de coliformes fécaux.

Que se soit à 37 ou à 44°C , les premières lectures se feront au bout de 24h et consistent à repérer les petites colonies rouges ayant poussé en masse mais fluorescentes, ce qui signifie que la lecture doit se faire dans une chambre noire et sous une lampe à UV.

Les autres colonies non fluorescentes ne sont ni des coliformes totaux ni des coliformes fécaux.

❖ Dénombrement

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boites en tenant compte des facteurs de dilutions, de plus :

- Ne dénombrer que les boites contenant entre 15 et 300 colonies.
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.
- Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.
- Il est impossible de trouver plus de coliformes fécaux que de coliformes totaux.

2.2.2.3. Recherche et dénombrement de levures et moisissures

A partir des dilutions décimales, 10^{-3} à 10^{-1} porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte de pétri contenant de la gélose Sabouraud au Chloramphénicol ou OGA (Voir figure 6).

Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile, puis incuber à 22°C pendant 5 jours.

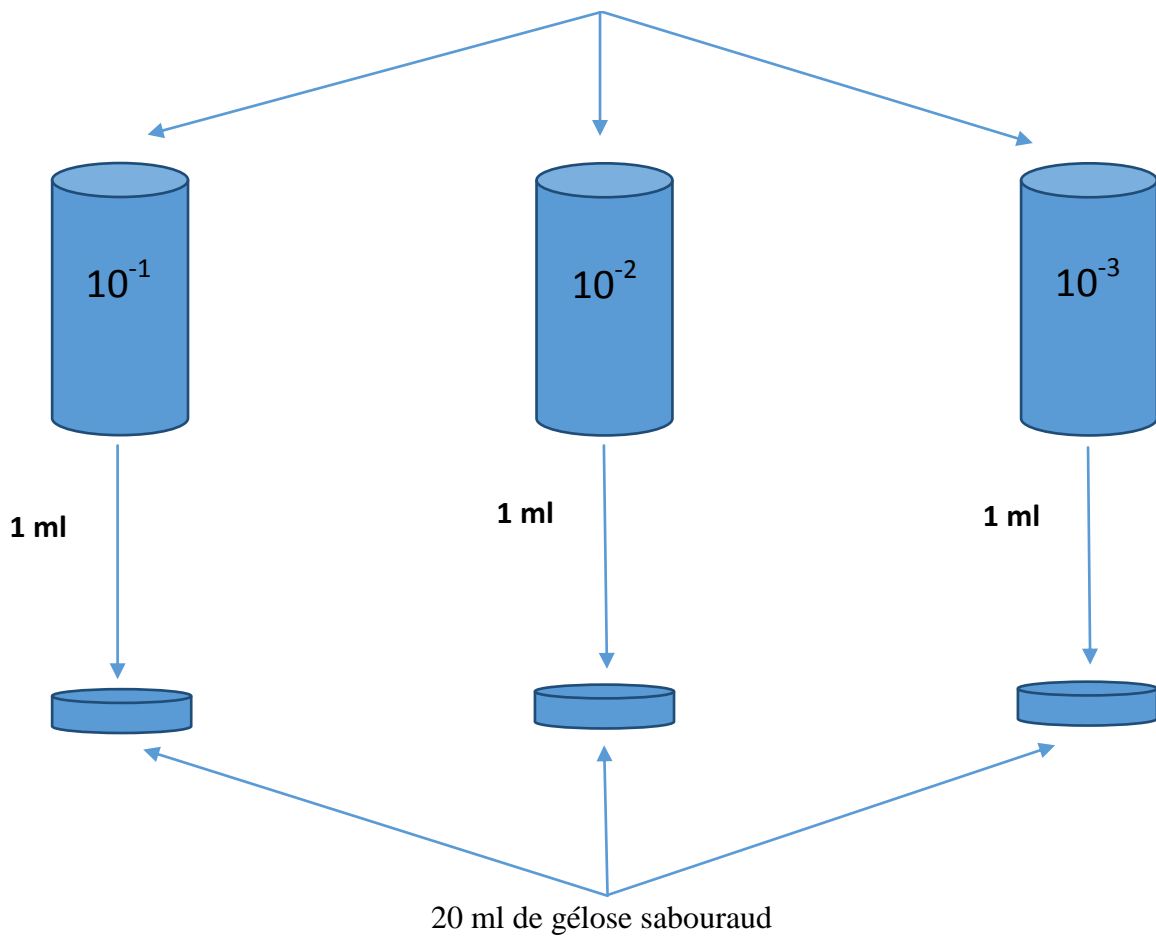
Dans le souci de ne pas se trouver en face de boîtes envahies soit par les levures soit par les moisissures, nous devons effectuer des lectures et des dénombrements tous les jours, levures à part et les moisissures à part.

Remarque importantes :

- 1- Opérer de la même façon et dans les mêmes conditions, avec le diluant (TSE), c'est-à-dire qu'il faut prendre quatre gouttes du diluant, les étaler avec un râteau à part et les incuber dans le même endroit que les boîtes tests, cette boîte constitue le témoin diluant.
- 2- Incuber telle quelle, une boîte du milieu utilisé à savoir OGA ou Sabouraud, cette dernière sera incubée également telle quelle dans le même endroit et dans les mêmes conditions de température, elle constitue le témoin du milieu.
- 3- Au moment de la lecture, commencer obligatoirement par deux boîtes témoin milieu et diluant, si l'une d'entre elle est contaminée, l'analyse est ininterprétable donc à refaire.

❖ **Interprétation des résultats**

- Etant donné d'une part, que nous avons pris 4 gouttes des dilutions décimales.
- Etant donné d'autre part, que nous considérons que dans 1 ml, il y a 20 gouttes.
- Pour revenir à 1 ml, il faut multiplier le nombre trouvé par 5.
- Par ailleurs, étant donné que nous avons travaillé avec des dilutions, nous devons multiplier le nombre trouvé par l'inverse de la dilution correspondante, faire ensuite la moyenne arithmétique, puis exprimer le résultat final en ml ou en gr de produit à analyser.



Etalement en surface sur gélose sabouraud
 Additionnée de chloramphénicol
Incubation à 25 C pendant 5 jours

- Les colonies de levures sont brillantes rondes, pigmentées et opaques
- Les colonies de moisissures sont compactes rugueuses et pigmentées

Figure 6: Technique de la recherche et du dénombrement des levures et moisissures dans le produit fini

2.2.2.4. Recherche de Salmonella

La recherche des salmonella nécessite une prise d'essai à part (Voir figure 7).

- **Jour 1 : Pré- enrichissement**

Prélever 25 ml ou 25 gr de produit à analyser dans 1 sachet stérile de type Stomacher contenant 225ml d'eau peptonée tamponnée.

Broyer cette suspension dans un broyeur de type Stomacher, la transposer dans un flacon stérile que nous incubons à 37°C pendant 18h.

- **Jour 2 :Enrichissement**

L'enrichissement doit s'effectuer sur le milieu sélectif à savoir :

- le milieu de Sélénite - Cystéine réparti à raison de 100 ml par flacon.

L'enrichissement proprement dit, se fait donc à partir du milieu de pré-enrichissement de la façon suivante :

- 10 ml en double pour les flacons de Sélénite Cystéine

- **❖ Incubation**

- ✓ Le premier flacon de Sélénite sera incubé à 37°C pendant 24 h.

- ✓ Le deuxième flacon de Sélénite sera incubé à 42°C pendant 24 h.

- **Jour 3 : Isolement**

Chaque tube et chaque flacon fera l'objet d'un isolement sur deux milieux gélosés différents à savoir :

- ✓ Le milieu gélosé Hektoen.

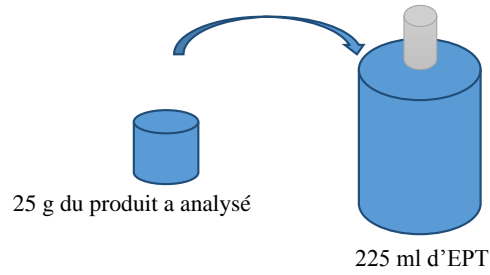
- ✓ Le milieu gélosé Bilié lactosé au vert brillant et au rouge de phénol.

Toutes les boîtes ainsiensemencées seront incubées à 37°C pendant 24 h.

- **Jour 4 : Lecture des boites et identification.**

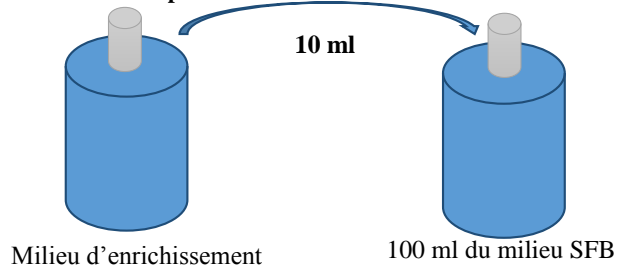
Les Salmonella se présentent comme des colonies le plus souvent gris bleu à centre noir sur gélose Hektoen.

- **Préparation du milieu d'enrichissement (pré enrichissement)**



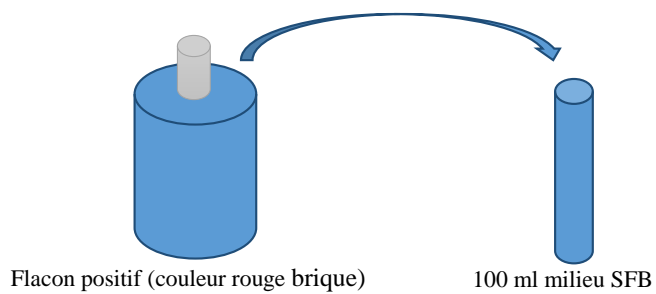
Incubation à 37 C° pendant

- **Enrichissement primaire**



Incubation à 37 C° pendant

- **Enrichissement secondaire**



Incubation à 37 C° pendant

- **Isolement sur milieu Hektoen**



Incubation à 37 C° pendant

Figure 7: Technique de recherche et dénombrement des Salmonelles dans le produit fini

3. Résultats

3.1. Résultats des analyses physico-chimiques du produit fini

Les résultats détaillés de l'analyse physico-chimique du produit fini sont présentés dans l'annexe 1.

3.1.1. Normes des paramètres physico-chimiques du yaourt selon JORA [28].

Les normes de paramètres physico-chimiques du yaourt fixées par JORA sont présentées dans le tableau III

Tableau III: Normes physico-chimiques du yaourt selon JORA

Paramètres	Température °C	Acidité °D	Matière grasse g/l	Extrait sec total g/l	pH
Normes	43- 45	85 - 100	4	20 – 22	4 à 4.6

3.1.2. Classement des résultats de l'analyse physico-chimique selon JORA

3.1.2.1. Yaourt brassé

Le classement des résultats par rapport à la norme est rapporté dans le tableau IV

Tableau IV : Classement des résultats physico-chimiques du yaourt brassé selon JORA

Norme		>norme	= norme	< norme	Total
T °C	Nbr	0	50	0	50
	%	0	100	0	100
A °D	Nbr	0	50	0	50
	%	0	100	0	100
MG	Nbr	0	50	0	50
	%	0	100	0	100
EST	Nbr	0	50	0	50
	%	0	100	0	100
pH	Nbr	0	50	0	50
	%	0	100	0	100

T : température. **A** : acidité. **MG** : matière grasse. **EST** : extrait sec total.

Le classement des résultats des analyses du produit fini du yaourt brassé a montré que tous les paramètres analysés sont égaux à la norme à savoir 100%.

Le classement des résultats par rapport aux normes est représenté dans la figure suivante :

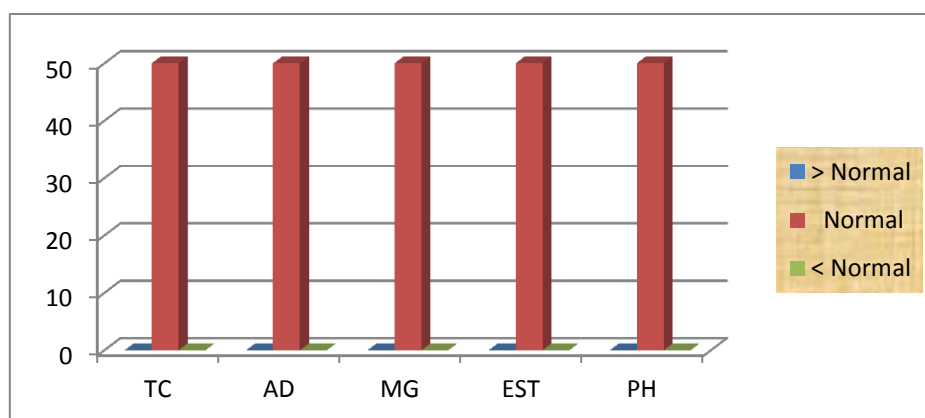


Figure 8: Classement des résultats physico-chimiques du yaourt brassé par rapport aux normes.

3.1.2.2. Yaourt à boire (liquide)

Le classement des résultats par rapport à la norme est rapporté dans le tableau V :

Tableau V : Classement des résultats physico-chimiques du yaourt à boire(liquide) selon JORA

Norme		>norme	= norme	< norme	Total
T °C	Nbr	0	20	0	20
	%	0	100	0	100
A °D	Nbr	0	20	0	20
	%	0	100	0	100
MG	Nbr	0	20	0	20
	%	0	100	0	100
EST	Nbr	0	20	0	20
	%	0	100	0	100
pH	Nbr	0	20	0	20
	%	0	100	0	100

T : température. **A** : acidité. **MG** : matière grasse. **EST** : extrait sec total.

Le classement des résultats des analyses du produit fini de yaourt à boire (liquide) a montré que tous les paramètres analysés sont égaux à la norme à savoir 100%.

Le classement des résultats par rapport aux normes est représenté dans la figure suivante :

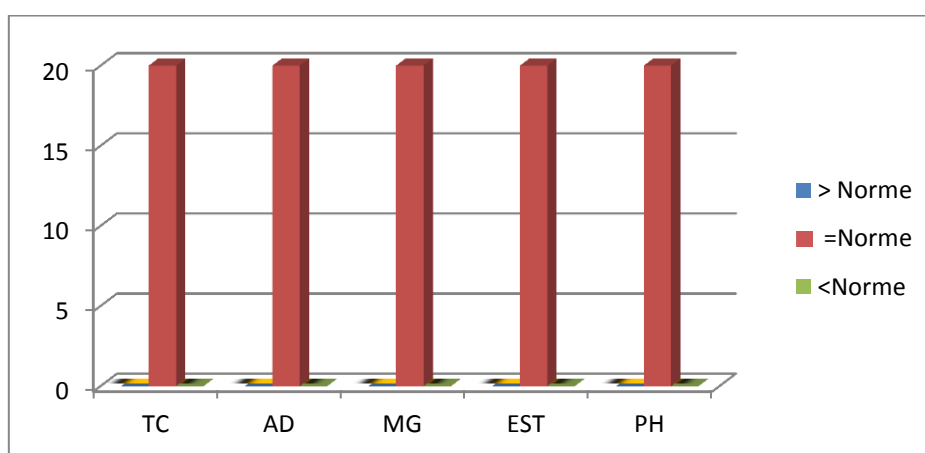


Figure 9 : Classement des résultats physico-chimiques du yaourt à boire par rapport aux normes.

3.2. Résultats des analyses microbiologiques

Les résultats détaillés des analyses microbiologiques du produit fini sont présentés dans l'annexe 2.

3.2.1. Normes des analyses microbiologiques du yaourt selon JORA

La législation algérienne recommande la recherche de certains germes pour l'évaluation de la qualité hygiénique et sanitaire du yaourt brassé et liquide (Voir tableau VI).

Tableau VI: Normes des analyses microbiologiques selon J.O.R.A

Germes recherchés	Norme
Coliformes totaux	10
Coliformes fécaux	1
Levures	<10 ²
Moisissures	Absence
Salmonelles	Absence

La présence des germes dans le produit ne veut dire pas que le produit est considéré comme contaminé, il faut d'abord que le nombre des germes dépasse le nombre fixé par le J.O.R.A, cela pour les coliformes totaux, fécaux et les levures. Par contre pour les salmonelles et les moisissures aucun germe ne doit être présent (absence de moisissures et salmonelles).

3.2.2. Classement des résultats des analyses microbiologiques selon JORA

3.2.2.1. Yaourt brassé

Les résultats du classement de 50 échantillons du yaourt brassé par rapport à la norme sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau VII: Interprétation des résultats des analyses bactériologiques du yaourt brassé selon les normes décrites dans J.O.R.A.

Germes recherchés	50 échantillons			
	≤ à la norme	%	≥ à la norme	%
Coliformes totaux	50	100	0	0
Coliformes féaux	50	100	0	0
Levures	50	100	0	0
Moisissures	50	100	0	0
Salmonelle	50	100	0	0

Les résultats par rapport aux normes requises sont représentés dans la figure suivante :

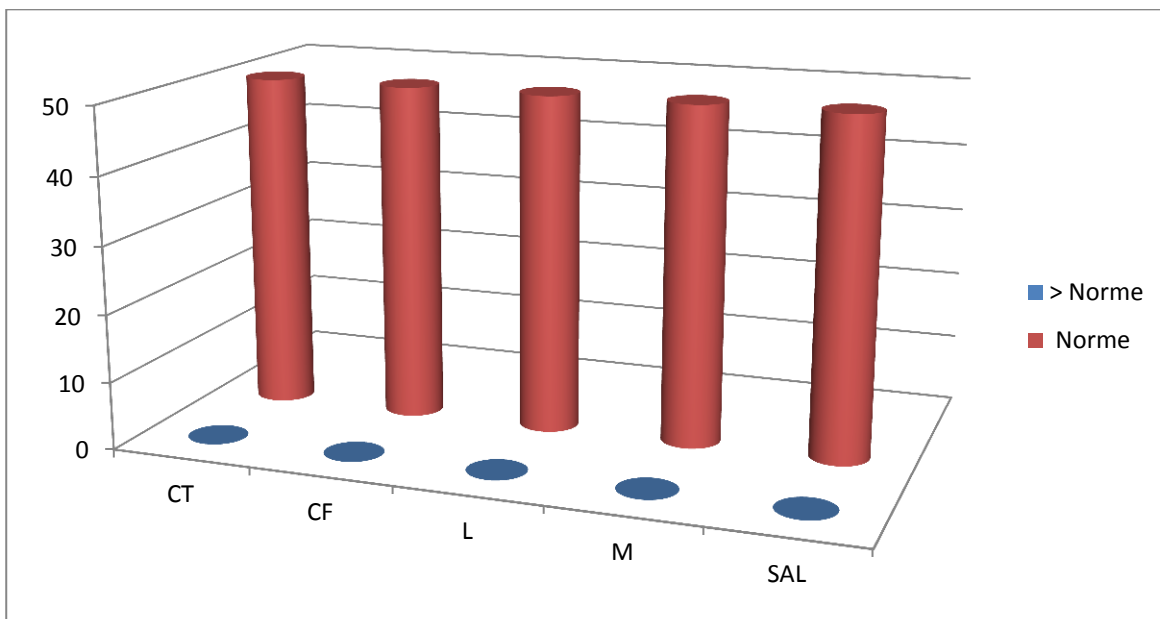


Figure 10 : Représentation graphique des résultats des analyses bactériologiques du yaourt brassé selon les normes de J.O.R.A.

CT : Coliforme totaux ; **CF:** Coliforme fécaux ; **L:** levures ; **M :** Moisissures ; **S :** Salmonelles

3.2.2.2. Yaourt à boire (liquide)

Les résultats du classement de 20 échantillons du yaourt à boire (liquide) par rapport à la norme sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau VIII : Interprétation des résultats des analyses bactériologiques du yaourt à boire (liquide) selon les normes décrites dans J.O.R.A

Germes recherchés	20 échantillons			
	≤ à la norme	%	≥ à la norme	%
Coliformes totaux	20	100	0	0
Coliformes féaux	20	100	0	0
Levures	20	100	0	0
Moisissures	20	100	0	0
Salmonelle	20	100	0	0

Les résultats par rapport aux normes requises sont représentés dans la figure suivante :

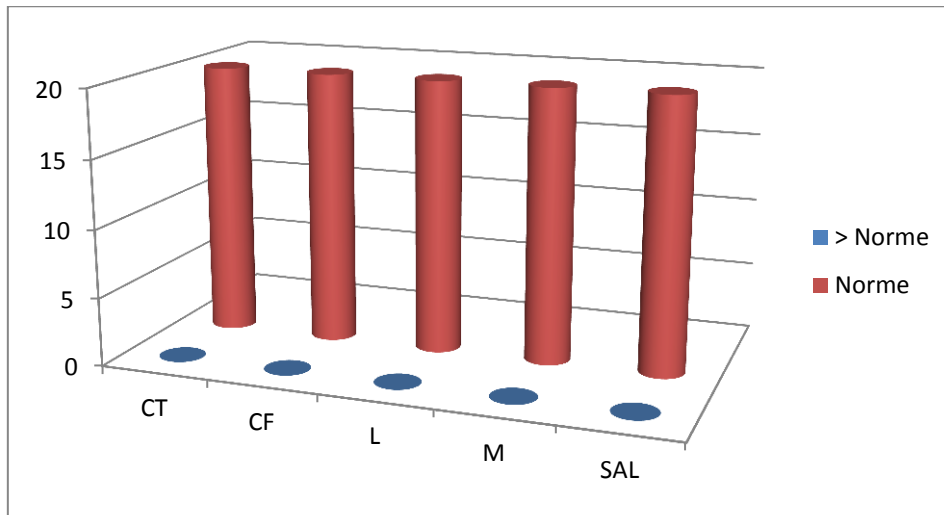


Figure 11 : Représentation graphique du classement des résultats des analyses bactériologiques du yaourt à boire (liquide) selon les normes de J.O.R.A.

3.2.3. Interprétation des résultats des analyses bactériologiques

La classification des résultats se fait selon 3 critères : (nous prenons en considération le nombre des coliformes fécaux, totaux, salmonelle, levures et moisissures dans un échantillon)

- Satisfaisants : quand le nombre des germes dans un échantillon est inférieur à **m**
- Non satisfaisants : quand le nombre des germes dans un échantillon est supérieur à **M**
- Acceptable : quand le nombre des dans un échantillon est compris entre **m** et **M**

La calcule de **m** et **M** :

m : c'est le nombre des germes décrit par le J.O.R.A

M : c'est le seuil d'acceptabilité (des nombres des germes dans un échantillon) qui est calculé selon les milieux de culture de dénombrement :

Dans le milieu liquide est : 30m

Dans le milieu solide est : 10m

Les calculs de M des germes sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau IX : Calculs de M pour chaque germe

Germes recherchés	m	M
Coliformes totaux	10 germes/g	10^2 germes/g
Coliformes fécaux	1 germes/g	10 germes/g
Levures	$<10^2$ germes/g	$<10^3$ germes/g
Moisissures	Abs	0
Salmonelle	Abs	0

Après le calcul de M, nous avons classé les 70 échantillons selon leur qualité (voir tableau X).

Tableau X: Classement des échantillons selon la qualité du yaourt produit au niveau de la laiterie de WANISS.

Qualité	Nbre échantillons Yaourt brassé	%	Nbre échantillons Yaourt liquide	%	Total	%
Satisfaisante	50	100	20	100	70	100
Acceptable	0	0	0	0	0	0
Non satisfaisante	0	0	0	0	0	0
TOTAL	50	100	20	100	70	100

Le classement des 70 échantillons selon les 3 critères est présenté dans la figure suivante :

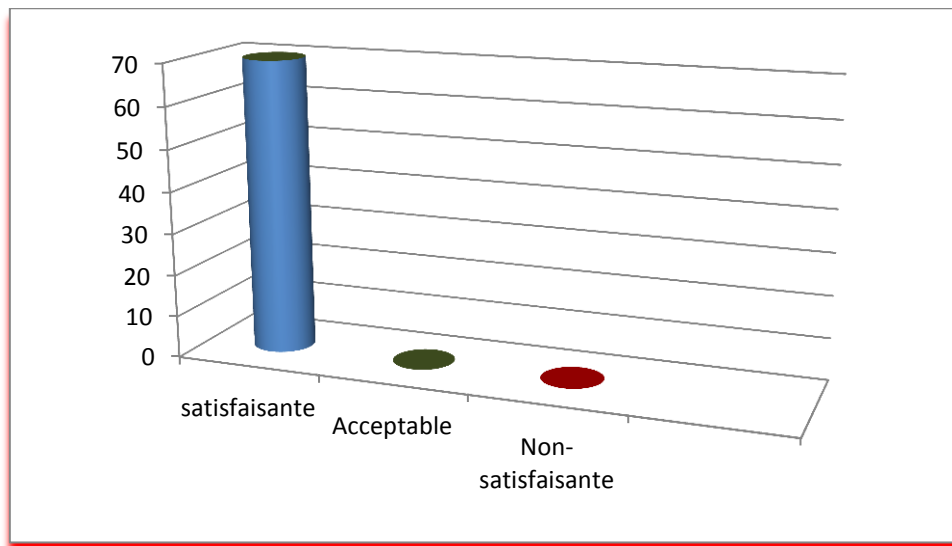


Figure 12: Classement des échantillons selon les trois critères

4. Discussion

Un yaourt de bonne qualité doit satisfaire à un nombre de critères particulièrement en matières physico-chimiques et microbiologiques. Celle-ci peut être obtenue par l'application des bonnes règles de manipulations et d'hygiène à tous les stades de fabrication du produit.

Dans le cas de notre étude, l'analyse des 70 échantillons (50 échantillons du yaourt brassé et 20 échantillons du yaourt à boire ou liquide) a révélé:

4.1. Analyses physico-chimiques

Les résultats de l'analyse des 50 échantillons du yaourt brassé et 20 échantillons du yaourt liquide ont révélé une bonne qualité physico-chimique.

L'analyse du produit fini montre que la température est située dans la norme dans 100% des échantillons analysés, ce qui permet une bonne maturation des ferments lactiques du produit fini. Ce qui reflète le bon fonctionnement de la chaîne de fabrication par rapport au réglage de la température adéquate. Nos résultats sont proches de ceux rapportés par KELLACI et CHERIF [29].

La totalité des échantillons analysés (100%), présentent une acidité conforme à la norme, produite par les bacilles lactiques qui sont utilisés systématiquement dans l'industrie laitière. Cependant, elle peut avoir une influence sur la multiplication d'autres germes. C'est le même cas avec les résultats rapportés par KELLACI et CHERIF [29].

Le taux butyreux est conforme à la norme dans la totalité des échantillons analysés, soit 100%. Ce qui traduit la richesse de la poudre de lait utilisée dans le processus de fabrication de ce produit en matière grasse, cette dernière est influencée par la composition du lait cru qui elle-même dépend de l'alimentation, l'état de santé de la vache. Ces résultats sont les mêmes avec ceux rapporté par KELLACI et CHERIF [29].

L'analyse de l'extrait sec total du produit fini a montré que tous les échantillons analysés sont conforme à la norme ce qui traduit le respect de la quantité d'eau utilisée pour la reconstitution de la poudre de lait utilisée dans cette fabrication. Cette situation est différente de celle rapportée par KHERZANE et KHELIFA [30], au niveau de la laiterie de trèfle qui ont constaté que 68% des échantillons analysés sont conformes à la norme et 28% sont supérieur à la norme

4.2. Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques des deux types du yaourt (yaourt brassé et yaourt liquide) ont révélé l'absence totale des coliformes totaux et fécaux, ce qui reflète de bonnes conditions d'hygiène. C'est le même cas avec les résultats rapportés par KHERZANE et KHELIFA [30]. Par contre ces résultats sont très loin de ceux qui sont présentés par GUEBLI et HAMMADI [19] car 40% de leurs échantillons sont contaminés par les coliformes totaux.

Les salmonelles ainsi que les levures et moisissures sont absents dans le yaourt. Cette absence peut être liée à une bonne maîtrise des règles d'hygiène de l'environnement et du personnel. Ces performances sont également dues vraisemblablement à la validation directe du barème de pasteurisation ainsi que le respect de la chaîne du froid et enfin à un contrôle régulier effectué durant toutes les étapes de la fabrication du produit. Cette situation est différente de celle rapportée par GUEBLI et HAMMADI [19] car 10% des échantillons sont contaminés par les levures et 40% sont contaminés par les moisissures.

RESULTATS
&
DISCUSSION

MATERIELS

&

METHODES

CONCLUSION

Passant aux quarts coins du monde, vous ne trouverez guère un peuple qui ne consomme pas le yaourt, ce joyeux produit laitier apprécié par toutes les catégories de la société en vue de sa valeur nutritionnelle et son agréable goût. Mis à part sa vertu nutritionnelle et économique, le yaourt peut contenir des germes microbiens dangereux souvent responsables des toxi-infections collectives dont la fin est dramatique sans intervention, ce qui nous a poussé à réaliser une étude au sein de la laiterie WANISS de Khemiss-Miliana, qui a concerné le contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique du yaourt brassé et yaourt ou à boire produits par la laiterie afin de s'assurer de sa conformité. A la fin de cette étude nous avons déduit que sur le plan physico-chimique, les résultats étaient satisfaisants et sur le plan microbiologique, les résultats ont montrés l'absence totale des germes, ce qui reflète une qualité satisfaisante de ce yaourt produit par cette laiterie.

A partir de ces résultats nous déduisant les règles générales de la laiterie :

- Une maîtrise de tous les paramètres de production du produit fini.
- Le respect des règles générales d'asepsie lors de la manipulation de ce produit.
- Le respect de la chaîne du froid et des traitements thermiques appliqués.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ANONYME** : « Lait et produits laitiers , (2eme édition)- NORME CODEX POUR LES PRODUITS A BASE DE MATIERES GRASSES LAITIERES CODEX STAN 280-1973 ».
2. **AVEZARD C.L ET LABLEE J. (1990)** : « Lait et produits laitiers recombines, In LUQUEE F.M., Lait et produits laitiers vache brebis chèvre , Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 536-538-539 (637 pages) ».
3. **BEAL C. et SODINI I (2003)** : « fabrication des yaourts et des laits fermentes volume BIOI édition techniques d'ingénieur ; Paris. F 6315. 18p »
4. **BOUHAOYA .K** : « contrôle microbiologique et physico-chimique de deux yaourts ; yaourt brassé aromatisé et yaourt étuvé aromatisé au cours de la conservation à une température de 60c° », Mémoire de fin d'étude, Université de blida, 2012 »
5. **BOURGEOIS.C.M et LARPENTJ.P(1996)** : « Microbiologie alimentaire : aliments fermentés et fermentation alimentaire »Tom 2.Edition Tec et Docs. Paris. P512., CHEFTEL H. (1979) « introduction à la biochimie et à la technologie des aliments » TEC & DOC_LAVOISIER, 78p
6. **BOURJOIS C.M ET LEVOAU J.Y (1980)** : « technique d'analyse et de contrôle des industries agro-alimentaire le contrôle microbiologique, volume 3 tec et doc la voisiner paris 332 p ».
7. **BRULE G(2004)** : « Progrès technologiques au sein des industries alimentaires impact sur la qualité des produits –La filière laitière, Rapport commun de l'Académie des technologies et de l'Académie d'Agriculture de France : 8 (24 pages) »
8. **CAROLE. L et VIGNOLA (2002)** : « Science et technologie du lait. Edit. Fondation de technologie laitière du Québec Inc., Canada, 599p »

- 9. CENTRE NATIONAL DE COORDINATIONS DES ETUDES ET RECHERCHES SUR LA NUTRITION ET L'ALIMENTATION (1981), « Lait de consommation » -Conférence de presse du 5 novembre 1981, Paris., 1981 »**
- 10. CHIARADIA_BOUSQUET J (1994) :** « Régime juridique du contrôle et de la certification de la qualité des denrées alimentaires », puissance publique et procédures ; édition Food and agriculture Organisation Rome ; p144 »
- 11. CLAUDE MICHEL J, POULIOT M, RICHARD J ET VALLERAND C (2002) « Lait de consommation In VIGNOLA C. L., Science et technologie du lait-transformation du lait, Ecole polytechnique de Montréal, ISBN:298 (600 pages) ».**
- 12. Codex ALIMENTARIUS (1975) :** « Norme n°115(A). Rome :FAO/OMS, 86P ».
- 13. DABIRE B.D (2002) :**« Analyse biochimique et microbiologique de yaourts et laits fermentés. Mémoire Maitrise des Science et Technique : Ouagadougou »
- 14. DJOUANI ,W ;MEHENNAOUL,K (2005) :** « Contribution à la stabilisation du yaourt brassé par l'addition de pectine en vue de sa stérilisation , Mémoire de projet de fin d'étude, Université de Blida» .
- 15. FAO (1995) :** « Le lait et le produit laitiers dans la nutrition humaine food&Agricultureorg »,
- 16. FAO (1998) :** « Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine »
- 17. FRANCE :**« Ministère de l'Economie et des Finances,2009 Spécification technique de l'achat public lait et produits laitiers. Paris :OEAP.-47p »
- 18. FRERIOT M et VIERLING E (2001) :** «Biochimie des alimentations : diététique du sujet bien portant.2eme Edition. Doin éditeur, centre régional de documentation d'aquitaine. 2001.22p ».
- 19. GUEBLI .H et HAMMADI .S (2015) :** « Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique du yaourt aromatisé de la laiterie d'Hodna, (M'sila) , Mémoire de fin d'étude, Université de blida » .

- 20. GUIRAUD J.P (1998) :**« Microbiologie alimentaire ; tome 2. Edition Dunod. Paris. 652 p »
- 21. GUYONNET J.P (2003) :** « La matière grasse laitière, un formidable domaine de recherche RLF, octobre 2003, n° 635, p.20-23 »
- 22. HARDIN HARDING F (1995) :** « Milk quality, Blackieacademic et professional » : 113(166 pages).G F., (1995) Milk quality, Blackieacademic et professional: 113(166 pages))
- 23. HEDDANE .C et HAMDI .O (2012);** « Contribution à l’laboratoire d’un yaourt à base d’anis vert : control physico chimique ,microbiologique et organoleptique , mémoire de fin d’étude, université de Blida , »
- 24. JEAN CHRISTIAN M (2001) :** « Le lait pasteurisé, Groupe de recherche et d'échanges technologiques », Paris <http://www.gret.org>].
- 25. JEANTET R, CROGUENNEC T, MAHAUT M, SCHUCK P. ET BRULE G(2008) :**« Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17 (185 pages) »
- 26. JEANTET R., CROGUENNEC T, SCHUCK P et BRULE G (2006)** « Sciences des aliments ; Tome2. Edition Tec. et Doc. Lavoisier. Paris. 383 p »
- 27. JOSE RENARD (2014) :** « Directeur général a.i. Direction générale opérationnelle de l’Agriculture, des Ressources naturelles et de l’Environnement du Service public de Wallonie à propos de lait cru mars 2014
- 28. JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE, (2001) :** « Bulletin officiel n° 4862 du 9 chaoual 1421 (4 janvier 2001), Décret n° 2-00-425 du 10 ramadan 1421 (7 décembre 2000) relatif au contrôle de la Production et de la commercialisation du lait et produits laitiers ».
- 29. KELLACI. K et CHERIF. N (2015):** « Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique d’un yaourt aromatisé produit par la laiterie d’Arife ,Mémoire de fin d’étude, Université de blida, »

30. **KHERZANE. D et KHELIFA. H (2015):**« Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique du yaourt brassé à boire « trèfle » Mémoire de fin d'étude, Université de blida ».
31. **KHIATI (2007):** « ma faculté magazine « Mar-Avr n° 3p20 ».
32. **LARPET ET BOURGEOIS (1989) :** « Microbiologie alimentaire .ED, technique et documentation Lavoisier. Paris, 46 ,1-117 »
33. **LESEURR, ET MELIK N (1999) :** « Lait de consommation In LUQUEE F.M, Lait et produits laitiers vache brebis chèvre ; Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 5 (637 pages) »
34. **MAHANT,M ; JEANTIT R ;BRULI, G et SCHUCK, P (2000):** « Les produit industriels laitiers ,Edition tec & Doc la voiser, paris »
35. **MILLER G (1995) :** « Manuels sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires ; analyses des résidus des pesticides dans les laboratoires de contrôle de la qualité des aliments » Ed Food and agriculture Or .P183 »
36. **PISSANG T. D (1992) :** « Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits et produits laitiers commercialisée au Tego. Thèse : Med. Vet. :Dakar(EISMV) ;9 »
37. **ROUSSEAU : (2005)** « La Fabrication du yaourt, les connaissances, INRA .9 pages »
38. **SCRIBAN R (1999) :**« Biotechnologie 5^{eme} édition ; Tec. et Doc. Lavoisier. 1005p »
39. **SOUDAKI. K , ATTAF. Y (2009):** « procédés de fabrication du yaourt alimentaire unité d'ARIB , Mémoire de fin étude , Université de Khemis Miliana »
40. **TAMIM. A,Y et DEETH. H,C : (1980) :** « Yogurt :technology and biochemistry. Journal of Food Protection, 43, 12, 939-977 »
41. **VIERLING E, (1999) :** « Aliment et boisson-science des aliments », doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine , France:11(270 pages).

- 42. VIERLING E., (2003) :** « Aliment et boisson-Filière et produit », 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages) ».
- 43. VIGNOLA .G (2002):** « science et technologie du lait , transformation du lait presse inter-polytechnique, 600P »

ANNEXES