

Ministère de l'Enseignement Supérieur



236THV-2

Université Saad Dahleb

Faculté des Sciences Agronomiques Vétérinaires et Biologiques

Département des sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention

Du diplôme de docteur vétérinaire

thème

**Contrôle de la qualité
microbiologique
D'un yaourt aromatisé**

Présenté par :

❖ Fellahi Ghanya

date de soutenance : 07/07/09

❖ Saker Nabila

Devant le jury :

Mr. Khaled H

MAB

Président

Mr .Akloul K

Dr. vétérinaire

Examineur

Mme. HEZIL.N

Docteur Vétérinaire

Promotrice

Mme. Ammi Djamila

Maitre assistante

Co-promotrice

Promotion 2008/2009.

Remerciements

Tout d'abord nous remercions le bon Dieu tout puissant qui nous a donné le courage, et la force pour accomplir ce modeste travail

Nous remercions également notre promotrice **M^{me} HEZIL.N** pour avoir encadré ce mémoire, pour sa patience et l'aide qu'elle nous a apporté en facilitant notre travail

Notre Co-promotrice **M^{me} Ammi Djamila** pour ces efforts et encouragement.

Nous remercions **Mr Khaled H** de nous avoir fait l'honneur de présider le jury et nous remercions également **Mr Aklouï K** de faire examiner ce mémoire

Nous tenons à remercier tout le personnel de la laiterie de Boukharie et en particulier celui du laboratoire d'hygiène de Blida.

Nos remerciements aussi à toutes personnes ayant participé de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à ma très chère mère qui m'a soutenu, encouragé et qui a été toujours présente avec moi dans les moments les plus difficiles.

- Ames sœurs : Yasmine, Felia
 - A ma très chère grande mère
 - A toute la famille
 - A ma chère amie Taiba.
 - A toutes mes amies surtout Rosa, son marie et ces enfants

Sincères pensées à mon binôme Fellahi Ghanya et sa famille.

A toutes mes amies et à tous les étudiants de la promotion 2008/2009.

Nabila

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à ma très chère mère, pour sa patience, tendresse et ses sacrifices

- A mon adorable sœur Aicha
 - A mes chères frères Ali et Omar
 - A toute ma famille

Mes chaleureux sentiments à mon binôme Saker Nabila et sa famille et à ma très chère amis Rosa, son marie et ces enfants.

A toutes mes amies : Soumia, Yakoute, amina, samiha, mes cousines Rachida, Hamida ,khadija.

A tous les étudiants de la promotion 2008/2009.

Ghanya

Sommaire

Introduction.....	01
-------------------	----

Etude bibliographique

Chapitre I : Le Lait

I.1.Définition de lait.....	03
I.2.Propriétés physique.....	03
I.3.Composition de lait.....	03
I.3.1.L'eau.....	03
I.3.2.Lactose.....	03
I.3.3.Matière grasse.....	03
I.3.4.Protéines.....	04
I.3.4.1.Caséines.....	04
I.3.4.2. Protéines sériques.....	04
I.3.5.Les sels minéraux.....	04
I.3.6.Les vitamines.....	05
I.3.7.Les enzymes.....	05
I.3.8.Les hormones.....	05
I.4.La flore de lait.....	06
I.5. Technologie de lait.....	06
I.5.1.Lait cru.....	06
I.5.2.Lait pasteurisé.....	06
I.5.3.Lait stérilisé et stérilisé UHT.....	07
I.5.4.Lait concentré ou condensé.....	07
I.5.5.Lait en poudre.....	07

I.5.6.Lait fermenté.....	08
--------------------------	----

Chapitre II : Le yaourt

II.1.Définition.....	09
II.2.Biotechnologie de fabrication.....	09
II.2.1.Préparation de lait.....	09
II.2.1.1.Standardisation.....	09
II.2.1.2.Homogénéisation.....	10
II.2.1.3.traitement thermique.....	11
II.2.2.Fabrication selon le type de yaourt.....	11
II.3.Les bactéries lactiques spécifiques au yaourt.....	12
II.4.Les interactions métaboliques entre les deux espèces microbiennes.....	13
II.5.Propriétés des bactéries lactiques.....	14
II.6.Composition des différents types de yaourt.....	14
II.7.Les différents types de yaourt.....	15
II.8.Evolution de yaourt après la fermentation.....	16
II.9.Contamination du yaourt.....	16
II.10.Accidents de fabrication.....	17

Chapitre III : La qualité

III.1.Généralités.....	19
III.2.Définition de la qualité.....	19
III.3.Contrôle de la qualité.....	19
III.4.Les facteurs qui influent sur la qualité.....	19
III.5.La recherche de la qualité.....	20
III.6.Les différentes types de la qualité.....	20
III.6.1.Qualité nutritionnelle.....	20

III.6.2. Qualité organoleptique.....	21
III.6.3. Qualité hygiénique.....	21
III.6.4. Qualité technologique.....	22
III.6.5. Qualité microbiologique.....	22
III.6.6. Qualité d'usage.....	23
III.6.7. Qualité Symbolique.....	23
III.7. La qualité microbiologique de yaourt.....	23

Etude expérimental

IV. I. Matériel.....	27
IV. 1.1. matériel biologique.....	27
IV. 1.2. matériel de laboratoire.....	27
IV.2. Prélèvement.....	27
IV.3. Méthodes.....	27
IV.3.1. Préparation des dilutions décimales.....	27
IV.3.2. Recherche des coliformes totaux et fécaux.....	29
IV.3.2.1. Test de présomption.....	29
IV.3.2.2 Test de confirmation.....	30
IV.3.3. Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i>	32
IV.3.3.1. Enrichissement.....	32
IV.3.3.2. Isolement.....	32
IV.3.3.3. Confirmation.....	32
IV.3.4. Recherche des <i>Salmonelles</i>	35
IV.3.4.1. Pré-enrichissement.....	35
IV.3.4.2. Enrichissement.....	35
IV.3.4.3. Isolement.....	35

IV.3.5.Recherche des levures et moisissures.....	37
V.1.Résultats.....	39
V.2.Discussion.....	45
Conclusion.....	48

Listes des figures :

Figure 01 : composition de lait de vache (g/l)	05
Figure 02 : diagramme générale de fabrication de yaourt.....	12
Figure 03 : photo de <i>Streptococcus thermophilus</i> sous microscope électronique	13
Figure 04 : photo de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> sous microscope électronique.....	13
Figure 05 : photo d' <i>E.Coli</i> et les coliformes sous microscope électronique.....	23
Figure 06 : photo de <i>Staphylococcus aureus</i> sous microscope électronique.....	24
Figure 07 : les salmonelles observées sous microscope électronique.....	25
Figure 08 : observation des moisissures sous microscope électronique.....	25
Figure 09 : observation des levures sous microscope électronique.....	26
Figure 10 : schéma de préparation des dilutions décimales.....	28
Figure 11 : ensemencement des tubes VBL.....	29
Figure 12 : incubation des tubes VBL.....	29
Figure 13 : virage de la couleur+dégagement gazeux.....	29
Figure 14 : la recherche et le dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	31
Figure 18 : méthode de recherche des <i>Staphylococcus aureus</i> étape d'enrichissement.....	32
Figure 15 : recherche des <i>Staphylococcus aureus</i> étape d'incubation.....	32
Figure 16 : schéma de la recherche des <i>Satphylococcus aureus</i>	34
Figure 17 : recherche des salmonelles étape de pré- enrichissement.....	35
Figure 18 : recherche des salmonelles : étape d'enrichissement.....	35
Figure 20 : schéma de la recherche des salmonelles.....	36
Figure 21 : préparation des boites en gélose O.G.A.....	37
Figure 22 : incubation des boites.....	37
Figure 23 : lecture des résultats après l'incubation.....	37
Figure 24 : schéma de la recherche et le dénombrement des moisissures.....	38
Figure 25 : représentation graphique des résultats bactériologique.....	41
Figure 26 : représentation graphique du classement des résultats par rapport aux normes.....	43
Figure 27 : représentation graphique de la qualité bactériologique des échantillons analysés.....	44

Liste des tableaux :

Tableau I : valeur nutritionnelles pour 100g de produit de yaourt	15
Tableau II : les résultats globaux des analyses bactériologiques	39-40
Tableau III : les résultats des analyses bactériologiques.....	40-41
Tableau IV : Normes décrites dans J.O.R.A n° 35/98 des produits laitiers (yaourt).....	41-42
Tableau V : l'interprétation des résultats des analyses bactériologiques selon les normes décrites dans J.O.R.A n° 35/98 des produits laitiers (yaourt).....	42
Tableau VI : Le calcul de M pour chaque germe.....	43
Tableau VII : classement des échantillons selon la qualité.....	44

Liste des abréviations :

% : pourcentage

°C : degré Celsius

Abs : absence

AFNOR : Agence Française de Normalisation

Aw : activité de l'eau

CF : coliformes fécaux

CT : coliformes totaux

DM : dilution mère

E .Coli : Echerichia coli

EPEI : Eau Peptonée Exempte d'Indole

FAO : Food and Agriculture Organisation

ISO : international standardisation organisation

J.O.R.A : journal officiel de la république Algérienne

Kcal : kilocalorie

LB : *Lactobacillus*

MG : matière grasse

MO : microorganismes

MS : matière sèche

NPP : nombre le plus probable

OGA : Oxytétracycline Gélose Agar

pH : potentiel d'hydrogène

S.Aureus : *Staphylococcus aureus*

SC : *Streptococcus*

SFB : sélénite acide de sodium et cystéine

T° : température

TSE : Tryptone Sel Eau

VBL : Bouillon au Vert Brillant

Résumé

Notre étude a porté sur le contrôle de la qualité microbiologique d'un produit très largement consommé par toutes les franges de la société à savoir le yaourt.

Notre travail a eu lieu au niveau de la laiterie Boukhari, durant la période qui s'est étalée du mois d'Aout jusqu'au mois de Novembre 2008; et il a concerné 48 échantillons de yaourt aromatisé fournis par la laiterie même.

Les résultats des analyses microbiologiques montrent :

L'absence totale des germes pathogènes à savoir les staphylocoques et les salmonelles.

L'absence également des coliformes fécaux.

La présence des coliformes totaux à un taux de 70, 83% des échantillons soit 34 échantillons sur 48.

La présence des levures à un taux de 33, 33% des échantillons soient 16 échantillons sur 48 et les moisissures au taux de 47, 91% soient 23 échantillons sur 48.

Les résultats ont montré que 14.58% d'échantillons étaient de qualité satisfaisante, 37.5% de qualité acceptable et 47.91% étaient de qualité non satisfaisante.

L'interprétation des résultats des analyses bactériologiques selon les normes décrites dans J.O.R.A fait ressortir que le produit analysé est propre à la consommation à un taux ne dépassant les 50% mais il n'en demeure pas moins que la qualité de ce dernier devrait être encore améliorée.

Mots clés : yaourt, aromatisé, qualité, microbiologique.

Summary

Our study concerned the microbiological quality control of a product very widely consumed by all the fringes of the company (society) to know the yoghurt.

Our work took place at the level of the dairy Boukhari, during the period which spread out of the month of Aout until November; and he (it) concerned 48 samples of flavored yoghurt supplied by the dairy.

The results(profits) of the microbiological analyses show:

The total absence of pathogenic germs to know staphylococci and salmonellas.

The absence also faecal coliformes.

The presence of the total coliformes in a de70, 83 % of samples is 34échantillons on 48.

The presence yeasts at a rate de33, 33 % of samples is 16 samples on 48 and molds at the rate of 47, 91 or 23 samples on 48.

Them resulted showed that 14.58 % of samples were of satisfactory quality, 37.5 % of acceptable quality and 47.91 % were of not satisfactory quality. The interpretation(performance) of the results(profits) of the bacteriological analyses according to the standards described in J.O.R.A highlight that the analyzed product is fit for consumption at a rate exceeding 50%mais the fact remains that the quality of this last one should be still improved.

Keywords: yoghurt, flavored, quality, microbiological.

الملخص

إن دراستنا هذه تقوم حول مراقبة النوعية الميكروبيولوجية لمتوج مستهلك كثيرا من طرف غالبية شرائح المجتمع.

هذه الدراسة أنجزت من طرف ملبنة بوخاري بالمدينة خلال الفترة الممتدة من شهر أوت إلى غاية شهر نوفمبر 2008 انجزت على 48 عينة.

نتائج التحليل توضح

-انعدام تام للبكتريا الممرضة (ستا فيلوكوك و سالمون يل)

-انعدام اشيريشيا كولي

- تواجد كولي فورم توتو بنسبة 70.83% ما يعادل 34 عينة من بين 48

-تواجد الخمائر بنسبة 33.33% ما يعادل 16 عينة من بين 48

-تواجد العفن بنسبة 47.91% ما يعادل 23 عينة من بين 48

النتائج المحصل عليها وضحت ان 14.58 % ذات نوعية جيدة, 37.5 بالمائة ذات نوعية مقبولة وان 47.91 بالمائة ذات نوعية رديئة.

الكلمات الجوهرية

ياغورت-معطر-نوعية-ميكروبيولوجية

Introduction

Introduction

Le lait est un liquide biologique hétérogène complexe qui contient un ensemble d'éléments nutritifs (glucides, protéines, lipides, vitamines, sels minéraux et de constituants de système immunitaire) nécessaires à la croissance rapide et à la protection de jeunes mammifères durant les premières semaines ou les premiers mois de la vie (Debry, 2001).

En Algérie, la filière lait malgré sa dépendance pour son approvisionnement, reste dynamique dans sa production est notamment dans sa diversité de ses produits laitiers (Dahmane Laidoudi, 2005).

En général les laits fermentés semblent à la fois les plus demandés car leur consommation est très répandue dans le monde, en plus de leur intérêt alimentaire et diététique, ils s'imposent dans l'alimentation par leur qualité gustative et rafraichissante. De ce fait, on enregistre des projets spectaculaires relatifs à la consommation de ces produits et plus particulièrement celle du yaourt (Bourgeois, 1988).

L'Algérie est le premier consommateur de produits laitiers au Maghreb, avec un marché annuel estimé en 2004, à plus de 1,7% milliard de litres avec un taux de croissance de 8% et une consommation moyenne de l'ordre de 100 à 110 litres par habitant et par an en 2010. Autre chiffres révélateurs, un algérien sur trois consomme en moyenne un pot yaourt par jours, soit environ 33% de la population (ANONYME, 2006).

Le yaourt possède une valeur nutritive supérieure à celle de lait surtout sur le plan organoleptique: goût légèrement acide, par ces arômes, goût de fruit donc constitue un milieu excellent pour le développement des microorganismes ce qui exige des conditions hygiéniques rigoureuses lors de la fabrication, la conservation de la bonne qualité de matières premières. (ANONYME, 2006).

La recherche de la qualité au sens large est actuellement une préoccupation fondamentale pour l'industrie agroalimentaire.

La qualité se contrôle par des systèmes de vérification, des techniques d'analyses standardisées (Guiraud, 1998).

La qualité d'un produit fini, doit être jugée selon une série de test qui concerne l'aspect microbiologique qui sera développé dans notre travail pour cela nous nous somme fixés les objectifs suivants :

La recherche des germes et flores de contamination.

Introduction

L'évaluation de la qualité microbiologique des yaourts et leur conformité avec les normes nationales.

Partie bibliographique

Chapitre I

Le lait

I.1. Définition :

Le congrès international de la répression des fraudes de 1909 a défini le lait comme étant "Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum." (Larpent, 1997).

Le "lait" sans identification de l'espèce animale de provenance est réservé au lait de vache, tout lait provenant d'une femelle laitière autre que la vache doit être désigné par la dénomination "lait" suivie de l'identification de l'espèce animale dont il provient (Anonyme, 2004).

I.2. Propriétés physiques:

Le lait apparaît comme un liquide opaque, blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en B carotènes de la matière grasse. Il est deux fois plus visqueux que l'eau, de saveur légèrement sucrée et d'odeur peu accentuée (F.A.O, 1995).

I.3. Composition du lait :

Les constituants du lait sont multiples. (Debry et al ,2001). On distingue ;

I.3.1. L'eau : est le principal constituant du lait, à raison de 900g par litre de lait, elle joue le rôle de dissolvant des différents constituants par leur composition et leur dimension (Debry ,2001)

I.3.2. Le lactose : appelé "sucre du lait" il est présent dans le lait à raison de 49g par litre, C'est un sucre disaccharide qui se présente sous forme de solution et qui est généralement le principal élément solide du lait. (ANONYME, 2005)^a

I.3.3. La matière grasse : C'est le constituant le plus variable du lait, constituée d'un mélange d'acides gras saturés et non saturés qui se trouvent en suspension dans le lait sous forme de minuscules gouttelettes (globules gras) et forme une émulsion. La concentration en lipides varie de 10 à 500 g/l suivant les espèces. Elles sont constituées essentiellement (99 %) de triglycérides (ANONYME, 2005)^b

La teneur de la matière grasse est standardisée pour les laits de consommation :

36g/l	→	lait entier
14,45-18,15g/	→	pour les laits semi écrémés.
3,09g/l	→	lait écrémés.

I.3.4. Les protéines :

C'est des chaînes d'acides aminés ayant des compositions et des structures différentes. Dans le lait on distingue les caséines, qui sont en suspension dans l'eau, et les protéines sériques, dites solubles.

I.3.4.1. Les caséines :

Ce sont de grosses molécules qui représentent 80 % des protéines du lait, mais ne forment pas un ensemble homogène. Il en existe plusieurs catégories qui se différencient par leur composition en acides aminés. Elles ont tendance à se regrouper en agrégats constitués de centaines voire de milliers de molécules. Ce sont les micelles de caséines qui donnent au lait sa coloration blanche.

I.3.4.2. Les protéines sériques :

Elles diffèrent aussi des caséines par leur composition et leur sensibilité à la chaleur qui les dénature (Mahaut et al, 2000).

I.3.5. Les sels minéraux :

Le lait contient environ 9g d'éléments minéraux (1,3g de calcium, 1g de phosphore, 1,6g de potassium, 1,1g de chlore, 0,5g de sodium, 0,14g de magnésium).

Le phosphore y est fixé sous forme de phosphates. Le calcium s'associe au phosphate et à la caséine pour donner le complexe phosphocaséinate de calcium. On y trouve également du magnésium, du potassium et du sodium. (ANONYME, 2005)

I.3.6. Les vitamines :

Le lait contient presque toutes les vitamines. Les vitamines du lait se classent en deux catégories (Debry, 2001).

- Les vitamines dites hydrosolubles, solubles dans l'eau et le lactosérum (vitamines du groupe B et vit C, vit PP)
- Les vitamines dites liposolubles, solubles dans les graisses et donc dans la crème (vitamines A, D, E et K). (Mathieu et al, 1998)

I.3.7. Les enzymes:

Sont des protéines globulaires spécifiques, produites par les cellules vivantes, ce sont des biocatalyseurs car elles accélèrent les réactions biochimiques.

Chaque enzyme est spécifique à un substrat.

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases, les oxygénases (Vignola et al, 2002)

I.3.8. Les hormones:

Les hormones découvertes dans le lait de vache ont été identifiées comme suit

- hormones peptidiques: prolactine (hormone lactogène)
- hormones stéroïdes: progestérone (Mathieu et al, 1998)

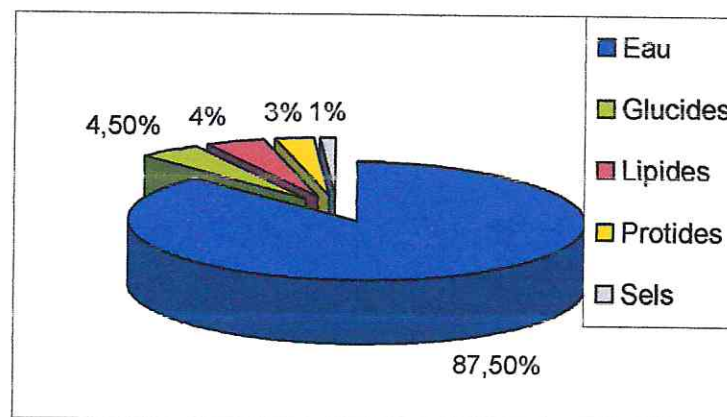


Figure 1 : composition de lait de vache (g/l) (Debry, 2001)

I.4. La flore de lait :

Le lait au moment de la traite, du transport et du stockage à la ferme ou à l'usine est contaminé par une grande variété de microorganismes. Une partie seulement d'entre eux peut se multiplier dans le lait si la température leur est favorable et le milieu propice. Selon (Bourgeois et al 1996) on y distingue :

- flore originelle : l'ensemble des micro-organismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis les micro-organismes sont principalement des mésophiles plus ou moins abondants sont en relation étroite avec l'alimentation. La race et d'autres facteurs. (vignola, 2002).
- flore de contamination : l'ensemble des micro-organismes ajoutés au lait de la récolte jusqu'à la consommation .elle est composé d'une :
 - flore d'altération qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits ex : Pseudomonas, Protéus, E. Coli.
 - flore pathogène qui provoque des maladies ex : Salmonella sp, staphylococcus aureus, clostridium botulinum (Vignola, 2002).

I.5. Technologie de lait :

De nombreuses méthodes de conservation ont été mise en œuvre pour assurer un bon stockage de ce produit fortement périssable à partir de ces méthodes, différents types de lait existent :

I.5.1. Lait cru:

Ce lait est généralement livré directement du producteur au consommateur, il est réfrigéré à 4°C à la ferme juste après la traite, sa date limite de consommation est de 72h (Guiraud ,1998).

I .5.2-lait pasteurisé:

La technique de pasteurisation consiste à chauffer le lait pendant 20secondes à une température de 72°C à 85°C, il peut être conservé au minimum 7 jours à +4°C (Anonyme, 2004).

I.5.3. Lait stérilisé et stérilisé UHT

La technique de stérilisation consiste à porter le lait à une température de 115°C pendant 15 à 20 minutes dans sa bouteille (rigide et opaque) hermétiquement close. Ce lait se conserve à température ambiante et pendant 150 jours (Lederer, 1986; Anonyme, 2004).

Le lait stérilisé UHT est traité à 135-150° C pendant 2,5 secondes. Ce traitement permet de mieux préserver les qualités nutritionnelles et organoleptiques originelles du lait (Luquet et al, 1985)

Selon les matériels utilisés, le traitement UHT est direct ou indirect ;

- dans le cas du traitement direct (upérisation) la vapeur de qualité alimentaire est injectée dans le lait préchauffé à 80°C.
- dans le cas du traitement indirect : il n'y a aucun contact entre le lait et la vapeur, le traitement s'effectue avec des échangeurs à plaques ou tubulaires.

I.5.4. Lait concentré ou condensé:

Le lait concentré sucré, parfois appelé lait condensé est un produit laitier obtenu à partir de lait de vache, duquel une partie de l'eau a été retirée, par évaporation. Du sucre a en outre été ajouté, pour former un produit sirupeux épais pouvant se conserver plusieurs années. Il est utilisé dans de nombreuses recettes de desserts.

Il existe aussi du lait concentré non sucré, mis au point par Nicolas Appert dans les années 1820 il est fabriqué selon un procédé industriel sensiblement différent de celui employé pour produire du lait concentré sucré ; après pasteurisation le lait est soit évaporé homogénéisé et stérilisé dans un emballage étanche (Guiraud, 1998)

I.5.5. Lait en poudre:

La poudre de lait est élaborée à partir de lait évaporé qui est chauffé et asséché instantanément : le lait pasteurisé est nébulisé dans une chambre de basse pression où l'eau s'évapore instantanément, laissant ainsi des particules fines solides de poudre de lait ; le lait peut aussi être séché au tambour (Ledrer, 1986). Il se conserve en emballage fermé dans lieu sec et frais (Anonyme, 2004).

I.5.6. Lait fermenté:

en 1964, la fédération internationale de laiterie adopta une définition globale concernant les laits fermentés"La dénomination lait fermenté" désigne un produit préparé avec des laits écrémés ou non, concentrés ou non,ensemencés au moyen de culture spécifique, la flore microbienne étant maintenue vivante jusqu'à la vente au consommateur et ne devant renfermer aucun germe pathogène (Guiraud ,1998).

Chapitre II

Le yaourt

II.1. Définition:

Le yaourt est un lait coagulé obtenu par la fermentation lactique due au *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* du lait pasteurisé ou concentré avec ou sans addition de lait en poudre, les micro-organismes précités du produit fini doivent être viables et abondants. (Luquet et al., 1985).

II.2. Biotechnologie de fabrication:**II.2.1. Préparation de lait:**

Le lait frais arrive en camions citernes réfrigérés à l'unité de production, il est contrôlé lors de sa réception, pompé puis filtré pour éliminer les résidus solides, puis stocker à froid inférieur à 5°C (Luquet et al, 2005).

Le contrôle de la qualité de lait se fait sur:

- la qualité sanitaire: la température de transport, le nombre de germes totaux et de cellules somatiques, ainsi que l'acidité.
- la qualité technologique: analyse de sa composition en MG et en matière azoté, dépistage des antibiotiques (Beal et Sodini, 2003).

Une légère thermisation de 60°C à 65°C peut être pratiquée si le lait doit être stocké plus d'une journée. (Luquet et al, 2005)

La préparation du mix laitier avant la fermentation comprend plusieurs étapes (la standardisation du lait, le traitement thermique et l'homogénéisation, elles sont commune aux yaourts fermes et brassés (Luquet et al, 1985).

II.2.1.1. Standardisation :**a- Standardisation en MG:**

A son arrivé à l'usine, le lait est tout d'abord écrémé, après chauffage à une température variant entre 40-45°C et 65-70°C selon le type d'installation par centrifugation. Un écrémage efficace permet d'atteindre moins de 0,7g de MG pour 100g de lait. Le lait est ensuite mélangé à la crème dans des proportions caractéristiques des produits finis. Les teneurs en MG de yaourt du commerce sont généralement comprises entre moins de 1% pour les yaourts maigres et 3,5% pour les yaourts au lait entier, voire plus jusqu'à 10% (Luquet et al, 2005).

b- Enrichissement en protéines:

Les quantités de protéines ajoutées sont variables et dépendant de texture recherchée (yaourt ferme, yaourt brassé). La teneur protéique minimale exigée pour une dénomination "yoghourt" doit être de 2,8% du produit fini au de 33% de l'extrait sec laitier total non gras du produit fini (Luquet, 1985).

Cependant, les teneurs minimales requises sont variables selon les pays et sont globalement comprises entre 2,8-4%. L'enrichissement est réalisé par ajout de lait concentré et de poudre de lait écrémé. (Luquet et al, 2005)

c- Addition de sucre:

Le lait peut être additionné de sucre avant la fermentation à hauteur de 5-10%. La concentration finale en matière sèche varie généralement entre 100-180g/L pour un yaourt, la plus grande aptitude étant liée à la quantité de sucre ajouté (Luquet et al, 2005).

Le lait ainsi standardisé en MG, enrichi en protéines, éventuellement sucré pour obtenir un mix de fabrication.

II.2.1.2. Homogénéisation:

L'homogénéisation vise avant tout à réduire la taille des globules gras et est indispensables pour éviter la remontée de la MG pendant la fermentation, elle est réalisée généralement avant le traitement thermique pour des raisons hygiéniques, cependant cette opération peut avoir un impact technologique plus important, si elle est réalisée après le traitement thermique.

En effet, au cours de traitement thermique les glycérides solides fondent. Ainsi l'homogénéisation après le traitement permet l'expulsion d'une quantité importante de glycérides liquides des globules gras. La taille des globules gras est réduite ce qui permet de mieux les intégrer au réseau formé lors de la coagulation par les micelles de caséine dénaturée (Luquet et al, 2005).

Cette opération augmente la viscosité du lait et par conséquent du yaourt, lui conférant une meilleure stabilité et réduisant la synérèse du sérum pendant le stockage du yaourt ferme.

Enfin, elle confère un aspect plus blanc au produit fini. L'homogénéisation est réalisée sous pression entre 100-300bars (Luquet, 1985).

II.2.1.3. Traitement thermique:

Le lait enrichi va subir ensuite un traitement thermique, le plus couramment utilisé est une pasteurisation à 90-95°C (avec chambrage de 3-5 minutes) une pasteurisation trop poussée plus de 5 minutes à 92°C aura un effet néfaste sur le produit.

Le mix de fabrication est soumis à un traitement thermique à deux objectifs (Bourgeois et Larpent, 1996)

- élimination de la plus grande partie de la flore microbienne naturelle présente initialement dans le lait, dans la flore d'altération ou pathogène.
- amélioration des propriétés physiques du yaourt (viscosité, capacité de rétention d'eau).

II.2.2. Fabrication selon le type de yaourt:**▪ Yaourts fermes:**

On refroidit le lait de yaourt à 4°C et on ensemence avec les ferments lactiques. On chauffe à l'aide d'échangeurs à plaques à 42°-45°C pour l'activité de ces ferments. Puis on procède à la mise en pots et à l'aromatisation.

Les pots sont ensuite destinés à l'incubation dans des chambres chaudes pour la maturation qui peut durer 3 à 4 heures, à une température de 43°C.

Un refroidissement énergique et rapide en dessous de 5°C en chambre froide, bloque l'acidité et maintient la coagulation dans l'état de consistance souhaitée (Anonyme, 2008).

▪ Yaourts brassés:

Le yaourt brassé est plus liquide que le yaourt ferme, son incubation à lieu en cuve avant le conditionnement. Le caillé est brassé après l'étape de fermentation suivie de refroidissement, ce qui rend le produit homogène. Généralement c'est des yaourts veloutés, naturels ou aromatisés avec des produits naturels ou artificiels ou à la pulpe de fruits, ou de morceaux de fruits, des agents solidifiant, telles la gélatine (Luquet, 1990 ; Anonyme, 1995). Ils seront stockés dans une chambre froide, l'addition du sucre se fait après incubation, le mélange d'additifs (fruites+sucre) ne doit pas dépasser 15% (ANONYME, 2008).

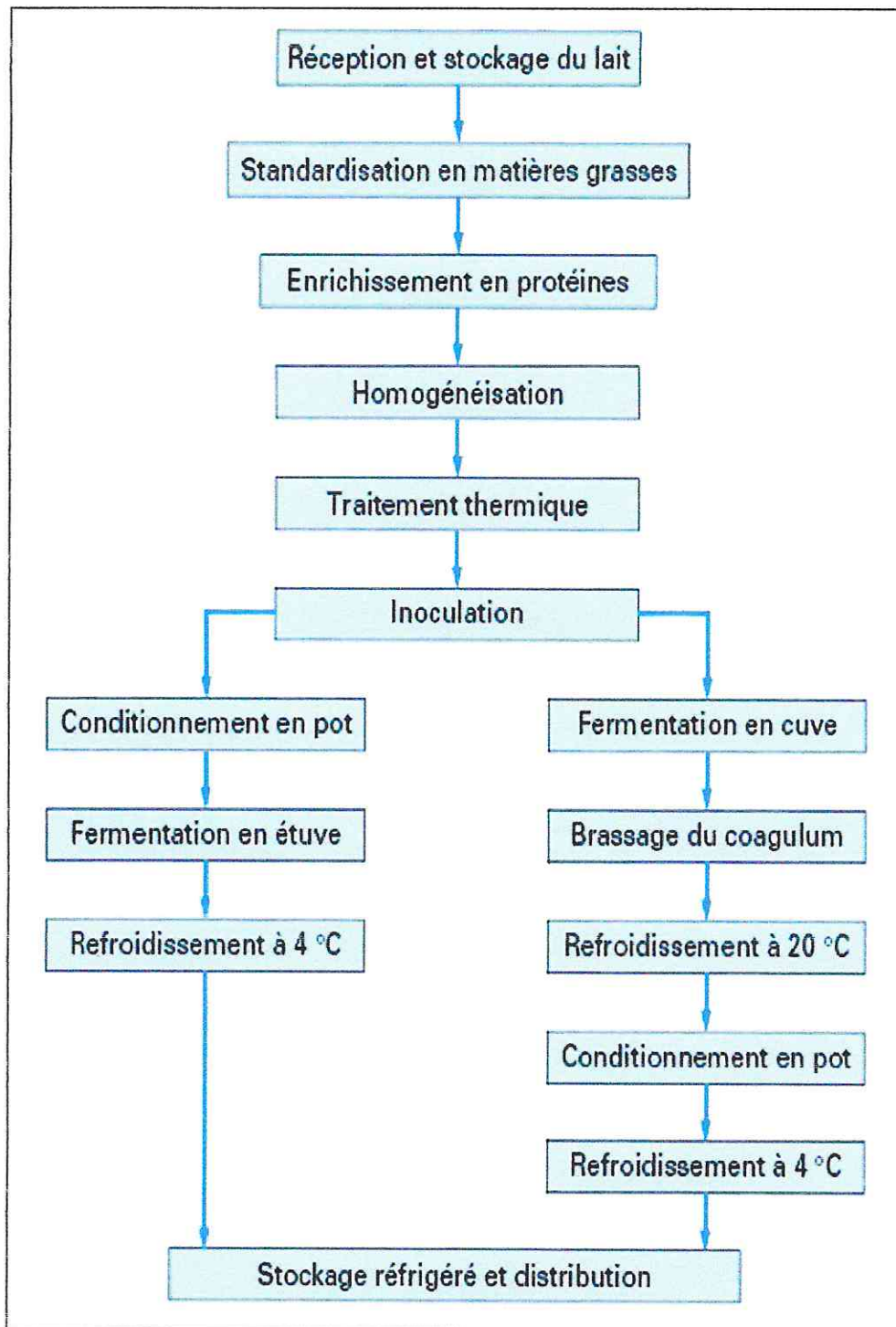


Figure 2: Diagramme général de fabrication des yaourts (Vignola, 2002)

II.3. Les bactéries lactiques spécifiques au yaourt :

➤ *Streptococcus thermophilus* :

- **Morphologie** : se présente sous forme sphérique ou ovoïde, isolées en paires diplocoques ou groupées en chaînes, (Larpen et al, 1989).



Figure 3 : Photo de *Streptococcus thermophilus* sous microscope électronique (www.raw-milk-facts)

- **Habitat :** elles sont saprophytes, retrouvées aussi bien dans l'eau que dans l'air et le sol ;

➤ *Lactobacillus bulgaricus*

- **Morphologie :** se présente sous forme de courts bâtonnets (Larpent et al, 1989)

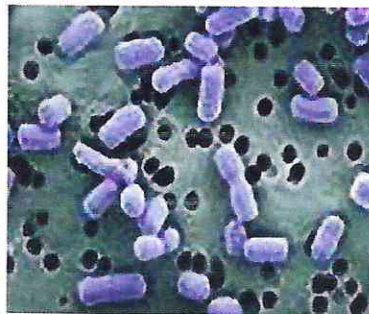


Figure 4: Photo de *Lactobacillus bulgaricus* sous microscope électronique (www.raw-milk-facts)

- **Habitat :** très répandus dans la nature, sont des hôtes habituels de cavités naturelles de l'homme, leur pouvoir pathogène est nul (Botazzi et al, 1988).

II.4. Les interactions métaboliques entre les deux espèces microbiennes :

Les deux espèces microbiennes vivent en symbiose et il existe une synergie entre elles qui porte sur une stimulation mutuelle concernant principalement la croissance, l'acidification et la production de composés aromatique (Driessen, 1981).

II.5. Propriétés des bactéries lactiques :

- Aptitude texturant : la texture constitue pour le consommateur un élément important d'appréciation (Anonyme, 1995).

Les *S. thermophilus* produisent des polysaccharides en donnant au produit fini son caractère onctueux ou filant.

- Aptitude aromatisant *Lb bulgaricus* produit un composé aromatique caractéristique de la saveur du yaourt (Deroissart et Luquet, 1994)
- Pouvoir acidifiant : la fermentation lactique du yaourt est de type homo fermentaire, (Deroissart et Luquet, 1994)

II.6. Composition des différents types de yaourts :

Les compositions nutritionnelles des yaourts sont très variables et dépendent essentiellement du taux de MG du lait utilisé et des ingrédients ajoutés au moment de la fabrication.

Le yaourt est un aliment très riche de point de vue nutritionnel, il est composé principalement de glucides, protéines, vitamines et les minéraux.

- **Glucides** : représentés dans le yaourt par le lactose, les autres glucides peuvent être présentés en faible quantité comme le glucose et le galactose qui proviendrait de l'hydrolyse du lactose. Ce dernier peut subir quelques transformations chimiques lors de l'évolution des bactéries lactiques (Vignola et al, 2002).
- **Protéines** : ils sont plus digestes que celles du lait parce que le yaourt contient plus que d'acides aminés libres que le lait (Beal et Sodini, 2001).
- **Lipides** : se composent de triglycérides, phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée de cholestérol et de β carotène (Vignola et al, 2002).
- **Sels minéraux** : le yaourt contient tous les éléments minéraux nécessaires à l'organisme notamment le calcium qui aide la croissance des os (Salbonnière, 2001).
- **Vitamines** : se sont des substances organiques nécessaires et indispensables au bon développement (Vignola et al, 2002).

Le tableau ci-dessous donne la composition des différents types de yaourt :

Tableau I: valeur nutritionnelle pour 100g de produit de yaourt

Type de Yaourt	Constituants (g) et kcal				
	Protéines	Lipides	Glucides	Calcium Ca	Apport calorique
Yaourt nature au lait entier	4,1	3,5	4,7	151	70
Yaourt aromatisé au lait entier	3,2	3,2	14	130	100
Yaourt aux fruits au lait entier	3,5	2,7	18	130	113
Yaourt nature	4,3	1,1	4,5	173	50
Yaourt sucré	3,9	0,9	13,4	154	80
Yaourt nature à 0% de MG	4,5	0	4,9	150	44
Yaourt à boire sucré	2,9	1,2	12,8	110	72
Yaourt à boire aromatisé	2,9	1,4	13,3	107	77
Yaourt à boire aux pulpes de fruits	2,7	1,6	13,5	107	78
Yaourt sucré à 0% de MG	4	0	13,8	151	75

(Anonyme, 1995).

II.7. Les différents types de yaourts:

Selon (Galeron, 1986), Les yaourts sont classés comme suit:

- **Selon la teneur en matière grasse :**

- yaourts écrémés : moins de 1% de MG
- yaourts partiellement écrémés: 1% de MG
- yaourts au lait entier: 3,5% de MG

- **Selon le goût :**

- -yaourts nature (sans addition)
- -yaourts sucrés
- -yaourts aux fruits, moins de 30% d'éléments azotés
- -yaourts aromatisés: addition des arômes naturels ou de synthèse autorisés par la législation.

- **Selon le procédé technologique de fabrication du yaourt :**

C'est à partir de l'ensemencement que se différencient les procédés de fabrication des deux types de yaourts, l'étuvé et le brassé (Anonyme, 1995)

- **Yaourt ferme :**
- **Yaourt brassé :**

II.8. Evolution de yaourt après la fermentation:

Au cours de sa commercialisation, le yaourt est conservé au froid, à une température ne devant pas dépasser 8°C, pendant 24 jours au plus. Dans ces conditions, les bactéries du yaourt ne se multiplient pas mais conservent néanmoins une activité métabolique (Bourgeois et Larpent, 1996).

Si ces paramètres ne sont pas respectés l'acide lactique est encore produit à partir du lactose, ce qui abaisse légèrement le pH et augmente la saveur acide du yaourt (Anonyme, 1995).

Les enzymes protéolytiques continuent à hydrolyser les protéines et peuvent ainsi entraîner une diminution de la viscosité ou de la rigidité du gel qui apparaissent comme un coagulant par cette acidification (Deroissant et Luquet, 1994) et surtout faire apparaître des peptides à saveur amère.

II.9. Contaminations du yaourt:

Le traitement thermique du lait avant fabrication étant suffisant pour détruire les microorganismes non sporulés pathogène ou non Mais il est à noter qu'un yaourt à pH inférieur ou égal à 4,0 est un milieu hostile pour les bactéries pathogènes, En ce qui concerne les microorganismes non pathogènes, les levures et les moisissures sont capables de se développer dans le yaourt. Ces moisissures peuvent former une couche de mycélium à la surface du yaourt alors que les levures peuvent se développer à la surface ou dans la masse.

Les préparations de fruits, ajoutées après acidification, ont été des sources importantes de moisissures donc il faut les traiter avant leur utilisation (Bourgeois et Larpent, 1996)

II.10. Accidents de fabrication:

On peut les regrouper en deux catégories: les défauts d'apparence et de texture et les défauts de goût. (Luquet et al, 1990).

a. Défauts d'apparence et de texture:

- Décantation et synérèse liées le plus souvent à une mauvaise conduite de la fermentation (sur acidification ou post acidification) due à une température trop élevée ou à une durée de refroidissement trop longue;
- Production de gaz due à la présence de coliformes ou levures.
- Couche de crème lorsque l'homogénéisation est insuffisante ou absente.
- Décalottage dû à une agitation ou vibration pendant le transport faisant suite à un refroidissement mal conduit en chambre froide.
- Manque de fermenté (yaourts traditionnels) lorsque l'ensemencement est trop faible ou l'incubation mal conduite (temps et/ou température trop faible).
- Consistance trop liquide (yaourts brassés) lorsque le brassage est trop violent, la teneur en matière sèche trop faible, le temps d'incubation trop court ou lors de l'utilisation de ferments par assez filants et épaississants.
- Consistance trop filante due à l'utilisation de mauvais ferments ou à une température d'incubation trop faible.
- Texture sableuse, conséquence de plusieurs facteurs: extrait sec trop élevé, traitement thermique trop important, homogénéisation à température trop élevée, acidification irrégulière et enfin mauvais brassage.

b. Défauts de goût:

- Amertume se développe lorsque l'activité protéolytique des ferments est trop importante ou lorsqu'il y a contamination par des germes protéolytiques.
- Acidité trop forte lorsque la conduite de la fermentation n'est pas maîtrisée: taux d'ensemencement trop élevé, incubation trop longue ou à une température trop élevée ou refroidissement trop lent.
- Manque d'acidité due à une activité faible des levains: taux d'ensemencement trop faible, incubation trop courte ou à basse température, présence d'inhibiteurs ou de bactériophages.
- Goût levuré, fruité ou d'alcool lorsqu'il y a contamination par des levures.

- Goût de rance lors de la contamination par des germes lipolytiques.
- Goût de moisi dû à l'emploi de fruits de mauvaise qualité (moisissures) pour les yaourts aux fruits.
- Absence d'arôme résultant d'une teneur en matière sèche trop faible, d'un déséquilibre de la flore (trop de streptocoques) ou d'une incubation trop courte ou à une basse température.
- Goût farineux quand le poudrage est trop important.
- Goût oxydé dû à une mauvaise protection contre la lumière (pot en verre) ou à la présence de métaux (fer, cuivre).
- Goût de cuit lorsque le traitement thermique est trop sévère (réaction de Maillard).
- Goût aigre due à une contamination par une flore lactique sauvage ou par des coliformes.
- Goût gras lorsque la teneur en MG est trop élevée.

Chapitre III

La qualité

III.1. Généralités:

La recherche de la qualité au sens large est actuellement une préoccupation fondamentale pour l'industrie agro-alimentaire.

La qualité se définit à partir de système de référence: normes, appellations.... Elle s'obtient par l'application de procédures bien définies et maîtrisées. Elle se contrôle par des systèmes de vérification, des techniques d'analyse standardisée (François et al, 2005)

III.2. Définition de la qualité :

La qualité peut dès lors être également définie comme « l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites » (ISO, 1994). Il n'y a donc pas « une » qualité mais « des » qualités.

III.3. Contrôle de la qualité :

D'une façon générale, contrôler la mesure d'une caractéristique et sa comparaison à une base de référence admise. (Multon.1994), trouver les causes de la déviation et les corriger et pour cela il faut :

- Contrôler les matières premières utilisées, en quantité et en qualité.
- Anticiper sur le contrôle réglementaire afin d'éviter la fabrication et la sortie de produits litigieux.
- Assurer par le contrôle de production une parfaite maîtrise de la fabrication de produits conformes au standard.
- contrôler des produits finis.
- Rechercher et mettre en œuvre les mesures, les adaptations ou les modifications de nature à améliorer la qualité tout en diminuant le coût (Multon.1994)

III.4. Les facteurs qui influent sur la qualité :

Il existe plusieurs facteurs qui influent sur la qualité :(François et al, 2005)

- Défaut de standardisation d'un mélange.
- Une mauvaise qualité de lait à la réception et incidence sur le yaourt.
- Homogénéisation inadéquate d'un mélange et incidence sur la qualité du yaourt.
- Traitement thermique inadéquat et incidence sur la qualité du yaourt.

➤ Présence des résidus des antibiotiques dans le yaourt.

III.5. La recherche de la qualité :

La recherche de la qualité nécessite l'application de bonnes pratiques de fabrication, d'hygiène et de lutte contre les contaminations, cette dernière doit se faire à différents niveaux: (Guiraud et al, 1998)

-Au niveau de la conception de l'usine: aménagement de locaux ; choix de matériels facilement stérilisables, soin apporté à la distribution et à la qualité des fluides, air et eau, au chauffage et à la climatisation, à l'élimination et au traitement des eaux usées et des déchets.

-Au niveau du personnel qui doit être complètement informé et doit respecter les consignes d'hygiène: port de vêtements de protection, gants, masques, calottes, bottes, nettoyage des mains, usage du pédiluve.

-Au niveau du fonctionnement: nettoyage soigné des locaux et du matériel avec désinfection, techniques de fabrication bien au point, contrôle des surfaces, contrôle de l'hygiène des manipulations, contrôle de l'humidité et de la température.

Pour cette raison les industries laitières doivent maîtriser la qualité de ces produits, la faire reconnaître et obtenir ainsi la confiance de leurs clients. La mise en place d'un système d'assurance de qualité et de certification est un outil à ces industries pour répondre aux exigences de leur environnement (compétence, confiance, productivité, qualité, régularité) (Guiraud et al, 1998).

III.6. Les différents types de qualité :

Il existe plusieurs types de qualité

III.6.1. qualité nutritionnelle :

La consommation de yaourt est un apport de nombreux bienfaits sur notre organisme grâce à toutes les bactéries qui le compose. Le yaourt contient des nutriments essentiels pour la santé :

- des Protéines d'une valeur biologique équivalente à celle de la viande ou du poisson pour l'entretien des muscles,

- du Calcium indispensable à la formation et à la solidité des os, des Vitamines : D pour fixer le Calcium; A pour la croissance et la vue; B pour un bon fonctionnement des systèmes nerveux et musculaires,
- des Ferments pour réguler la flore intestinale (Laurent, 1974).

Il est important de savoir que :

- Un pot de yaourt (125g) apporte 155 à 210 mg de calcium, soit 17 à 24 % des apports quotidiens recommandés à un adulte. Il contient également 4 à 6 g de protéines par pot. Deux pots représentent 15 % des apports quotidiens en protéines recommandés à un adulte.
- Les bactéries qui assurent la fermentation lactique au sein du yaourt sont des organismes vivants qui contribuent à renouveler la flore intestinale. (Anonyme, 2006)

III.6.2. qualité organoleptique :

Au cours de la fermentation, apparaissent des composés carbonylés qui interviennent dans les caractères organoleptiques du produit final, ces composés sont des produits secondaires de la fermentation lactique principale, L'acétaldéhyde représente l'élément majeur de l'arôme caractéristique du yaourt.

Certaines souches produisent du matériel polysaccharidiques (Cerning, 1990), qui contribue à la viscosité du produit (Cerning, 1990) et évitent la séparation du sérum et de coagulum

Donc la qualité organoleptique se réfère aux sensations gustatives, olfactives, visuelles voire auditives qu'approuve l'utilisateur au moment de contact avec le produit (Multon et al, 1985).

Les caractéristiques sensorielles des yaourts sont nombreuses et varient selon les paramètres de fabrication, donc un yaourt n'a pas, par exemple, les mêmes caractéristiques selon qu'il soit ferme ou brassé, ou encore selon sa teneur en MG.

Les principales différences sensorielles entre un yaourt ferme et brassé sont basées essentiellement sur l'aspect et la texture: (Luquet et al, 2005)

- ❖ **En terme d'aspect:** un produit ferme présente une surface plus ou moins hétérogène (petits dépôts), avec plus ou moins de lactosérum surnageant, alors qu'un produit brassé présente ou non une collerette de produit sur le bord du pot.

- ❖ **En terme de texture:** un produit ferme a une texture plus épaisse et surtout plus structurée qu'un produit brassé, ceci est par exemple bien illustré par l'empreinte très nette qui est formée lorsqu'on prélève une cuillerée de produit dans un yaourt ferme, alors qu'elle sera à peine marquée dans un yaourt brassé(Roger, 1979).

III.6.3. qualité hygiénique :

C'est la non toxicité de l'aliment, elle reflète une exigence de sécurité sur le plan chimique (résidus de produit de traitement, additifs polluants), que sur le plan bactériologique (absence de germes pathogènes) (Multon et al, 1985).

III.6.4. qualité technologique :

Par définition la qualité doit satisfaire tous les utilisateurs. Outre le consommateur; les transformateurs, les artisans, les industriels, les distributeurs magasins et les grandes surfaces attendent eux aussi des caractéristiques précises de ces produit (Clement, 1981).

III.6.5. La qualité microbiologique :

La qualité microbiologique d'un produit alimentaire se présente sous deux aspects :

- Aspect commercial : qui se caractérise par le risque d'altération. Cette qualité n'est pas suffisante si le produit contient des microorganismes d'altération suffisant pour abaisser sensiblement la qualité organoleptique du produit avant sa date normale de consommation
- Aspect hygiénique : qui caractérise le risque pour la santé du consommateur. Cette qualité est jugée mauvaise si le produit contient des toxines ou un nombre de microorganismes pathogènes suffisant pour rendre le produit dangereux à consommer (Laurent, 1974).

C'est pour cela que le contrôle microbiologique est important pour :

- Garantir à la fois une bonne qualité hygiénique et bonne qualité marchande du produit fabriqué (Multon et al, 1994)
- Surveiller la qualité des produits au cours de la fabrication (Bourgois et al, 1980)
- Vérifier les normes et les critères de certains produits (Multon et al, 1994)

III.6.6 .la qualité d'usage :

C'est l'aptitude du produit à l'usage qu'en fait l'utilisateur, en retrouve ici strictement la définition normalisée qui s'applique aux spécifications formulées par l'utilisateur intermédiaire (qualité technologique : aptitude du produit à la technologie pratiquée) mais aussi par le consommateur final (aptitude à la conservation commodité d'emploi...) (Multon, 1985)

III.6.7. qualité symbolique :

C'est l'aptitude du produit à répondre aux attentes symboliques du produit, préférence à la tradition et à la nature. (Multon, 1985)

III.7.La qualité microbiologique de yaourt :**Les germes pathogènes recherchés :****1- Les coliformes totaux et fécaux:**

Sont des entérobactéries fermentant rapidement de lactose avec production de (acide+gaz) 24-48h à T°=37°C, (Bourgeois et al, 1996). Les coliformes fécaux ou E-coli, sont des bactéries produisant du gaz à partir du lactose et l'indole à partir de tryptophane à 44°C, cette espèce constitue généralement le meilleur indicateur de contamination fécale dans le cadre de la recherche des entérobactéries pathogènes (Guiraud et al, 1998).

Morphologie:

Sont des bacilles, gram (-), mobiles, taille 0,5µm-3µm, polymorphes. (Ombre et al, 1983)

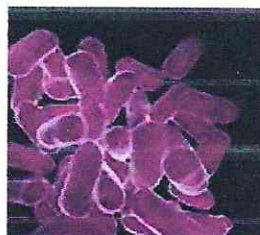


Figure 5 : Escherichia coli observés sous microscope électronique. www.savoie.pref.gouv.fr

Habitat: E-coli est un hôte normal de tube digestif de l'homme et des animaux (10^7 - 10^9) bactéries par gramme de selles (Ombre et al, 1983)

Pouvoir pathogène:

Les diarrhées infectieuses dues à E-coli peuvent revêtir des formes différentes en fonction des facteurs de virulence codés par les gènes hébergés par ces souches (Ombre et al, 1983)

2- Staphylococcus aureus :**Morphologie:**

Coques isolées en diplocoques le plus souvent en amas (grappe de raisin), gram+, taille de 0,8-1µm de diamètre dans un solide, forme régulière (Michel, 1998).

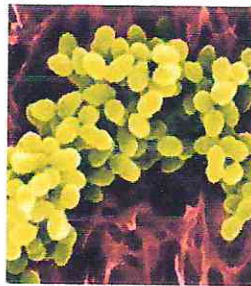


Figure 6 : *Staphylococcus aureus* observés sous microscope électronique
swampie.wordpress.com

Habitat: germe ubiquitaire trouvé dans le sol, air et l'eau, commensal de la peau (Michel, 1998)

Pouvoir pathogène:

Les manifestations digestives: les toxi-infections alimentaires, les entérocolites, les septicémies et les endocardites. (Michel, 1998)

3- Salmonelles:**Morphologie:**

Bacilles, gram (-), taille de 0,5à3µm de diamètre, mobiles, ciliature péritriche. (Michel, 1998)

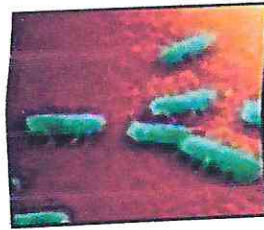


Figure 7 : Salmonella observés sous microscope électronique www.sani-conseils.com.

Habitat:

Parasite de tube digestif de l'homme, dans le milieu extérieur, les eaux des égouts. Contamination de l'homme par voie buccale. (Michel, 1998).

Pouvoir pathogène:

Forme purement digestif: toxi -infection alimentaire, diarrhée, vomissement. (Michel, 1998)

4- Les moisissures:

Sont des champignons filamenteux qui peuvent altérer des denrées alimentaires.

Morphologie:

Ce sont des champignons microcoques se présentent sous forme unicellulaires, se caractérisent par une structure mycélienne, immobile, avec un aspect de filament qui forme des hyphes (Bourgeois et Larpent, 1996)

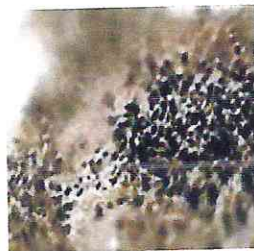


Figure 8 : Observation des moisissures sous microscope électronique (cugnot-philippe.chez-alice.fr)

Habitat:

Rencontrées dans la nature et en particulier dans le sol (Ombre et al, 1983)

5- Les levures:

Sont des champignons unicellulaires pour tout ou partie de leur cycle végétatif

Morphologie:

Les cellules sont ovoïdes, allongé, cylindrique. La taille des cellules de levures est très variable suivant l'espèce: 1-10 μ m de large et 2-3 μ m ou 20-50 μ m de longueur (Bourgeois et Leveau, 1993).

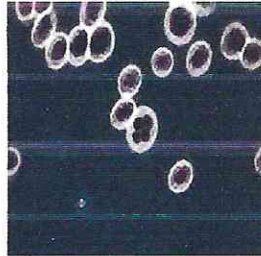


Figure 9 : Observation des levures sous microscope électronique (tsspesvt.over-blog.com)

Pouvoir pathogène:

Les levures ne provoquent pas d'intoxications alimentaires. Elles constituent des agents de contaminations et de dégradation des produits sucrés ou acides. (Bourgeois et al, 1996).

Partie pratique

Objectif:

La recherche des germes et flores contaminant le yaourt.

L'évaluation de la qualité microbiologique des yaourts et leur conformité avec les normes nationales

Lieu et période :

La partie expérimentale de notre travail a été effectuée au niveau du laboratoire de contrôle de qualité de la laiterie privée « Boukhari » dans la wilaya de Médéa durant la période qui s'étale du mois d'Août jusqu'au mois de Novembre 2008.

IV.1 Matériels :**IV.1.1. Matériel biologique :**

La présente étude a porté sur 48 échantillons à partir du produit fini dans le cadre de l'auto contrôle au niveau de l'usine.

IV.1.2. Matériel du laboratoire :

Le matériel nécessaire est rapporté en annexes (Cf. annexes 01)

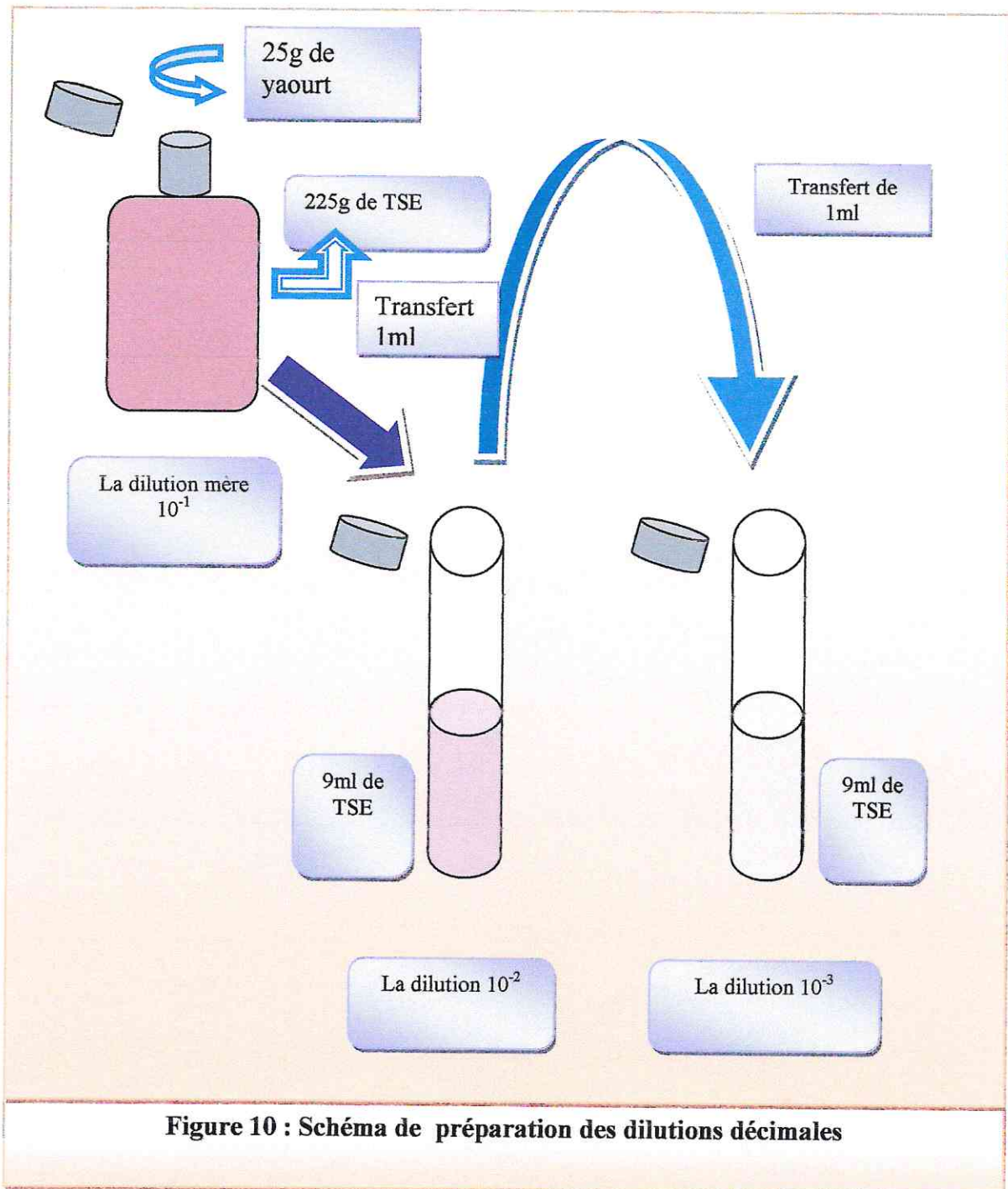
IV.2. Prélèvement :

L'échantillonnage est conformes à la législation 5 unités par lot produit. Les pots sont prélevés au niveau de la chambre froide pendant le stockage du produit fini. La fréquence des prélèvements selon le rythme de production soit deux fois par semaine. L'analyse a été effectuée sur un seul pot du lot pris au hasard.

IV.3. Méthodes :**IV.3.1. Préparation des dilutions décimales:**

- Introduire aseptiquement 25g de yaourt analysé dans un flacon stérile contenant 225ml de TSE (tryptone sel eau), après homogénéisation du mélange, on obtient la dilution mère (DM) qui correspond à la dilution 10^{-1}

- Prélever à l'aide d'une pipette stérile 1ml de la dilution 10^{-1} et l'introduire dans un tube contenant 9ml TSE pour obtenir la dilution 10^{-2} .
- A partir de cette dernière, prélever 1ml et l'introduire dans un tube contenant 9ml TSE pour obtenir la dilution 10^{-3} (figure10)



IV.3.2. Recherche des coliformes totaux et fécaux sur milieu liquide par NPP :**IV.3.2.1. Test de présomption:**

Préparer dans un portoir une série de 09 tubes contenant le milieu sélectif (VBL) muni d'une cloche de Durham à raison de 03 tubes par dilution

- Ensemencer à partir des dilutions décimales 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} 1ml dans chaque tube des 03 correspondants (figure 14)
- chasser l'air présent dans les cloches
- Incuber à 37°C pendant 24-48h



Figure 11:Ensemencement des tubes VBL
(Photo originale)



Figure 12 : Incubation des tubes VBL
(Photo originale)

• Lecture :

Les tubes sont considérés comme positifs présentant à la fois:

- Un dégagement gazeux supérieur à 1/10
 - Un trouble microbien associé à un virage de la couleur au jaune ce qui indique une fermentation du lactose présent dans le milieu
- Le dénombrement se fait selon la table de Mac Grady (Cf. annexe 03)



Figure 13: Virage de la couleur au jaune+le dégagement gazeux (Photo originale)

IV.3.2.2. Test de confirmation:

- À partir des tubes positifs on fait un repiquage de 2 à 3 gouttes dans 02 tubes:
 - un VBL muni d'une cloche de Durham.
 - un tube d'eau peptonée exempte d'indole.
- Incuber à 44°C pendant 24h
- **Lecture :** les tubes sont considérés positifs présentant à la fois:
 - Un dégagement gazeux dans les tubes de VBL
 - Un anneau rouge en surface témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacs dans le tube EPEI.
- **Le dénombrement :** Selon la table de Mac Grady

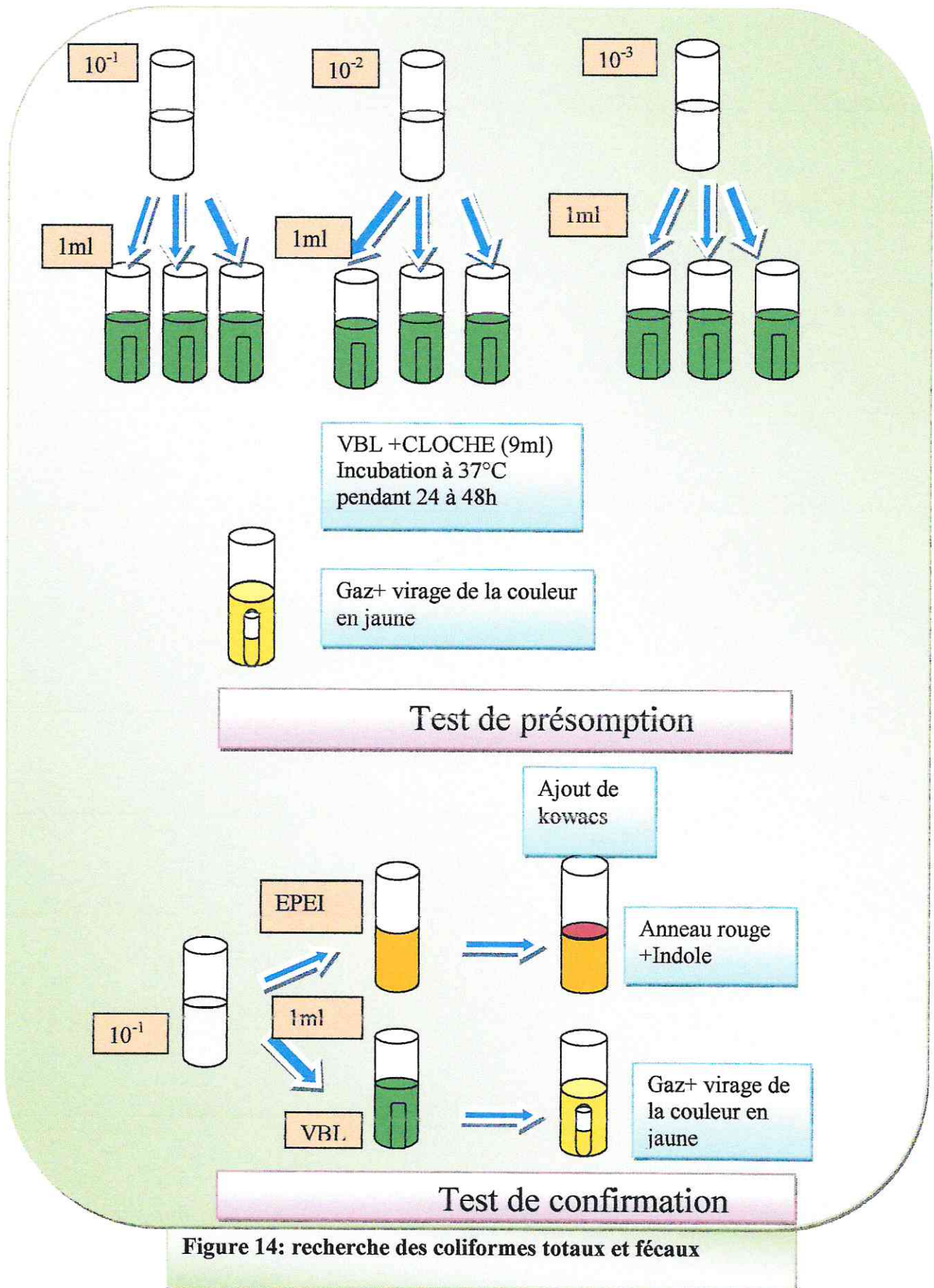


Figure 14: recherche des coliformes totaux et fécaux

IV.3.3. Recherche de *Staphylococcus aureus*:

IV.3.3.1. Enrichissement:

- Transférer 1ml à partir des dilutions 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} dans des tubes stériles contenant 15ml du milieu Giolitti et Cantoni additionné de tellurite de potassium
- Incuber à 37°C pendant 24-48h.
- Lecture: sont considéré comme positifs les tubes présentant un noircissement due à la réduction de tellurite de potassium



Figure 15 : Enrichissement (Photo originale)



Figure 16 : Incubation (Photo originale)

IV.3.3.2. Isolement:

Prendre une goutte de tube positif et l'isoler en strie sur des boîtes contenant la gélose Chapman fondue et solidifiées

Incuber à 37°C pendant 24-48h.

Lecture: les boîtes avec colonies pigmentées en jaune avec fermentation du mannitol qui vire au jaune, seront retenues pour la confirmation

IV.3.3.3 Confirmation:

- Recherche de la catalase :

Prélever un fragment de colonie à l'aide d'une pipette pasteur et l'émulsionner dans 2 gouttes de peroxyde d'hydrogène sur une lame de microscope.

Lecture: dégagement de bulles d'O₂, c'est une catalase positive

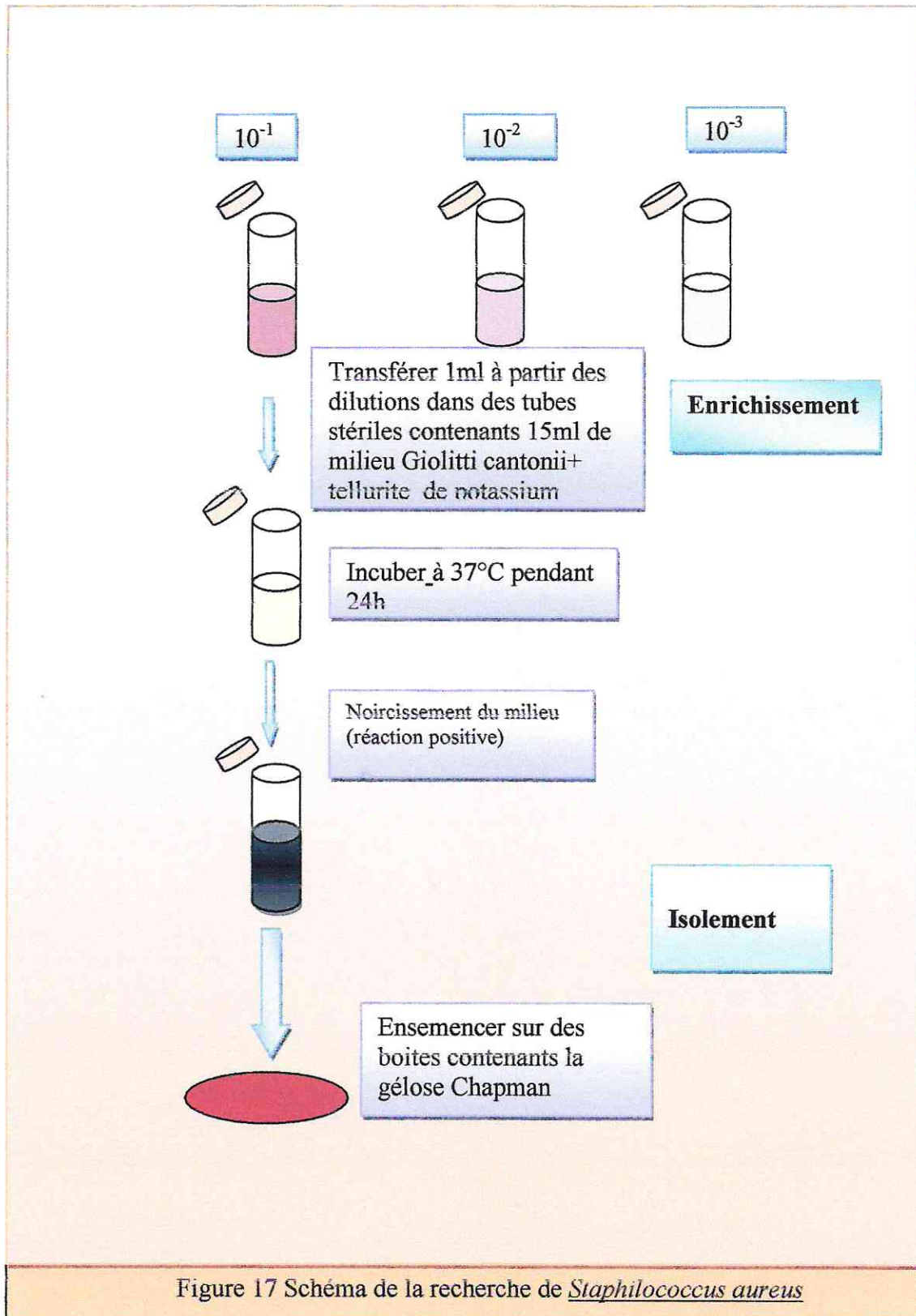
• **Recherche de la coagulase :**

Prélever les colonies positives et l'ensemencer dans un tube de bouillon cœur-cerveille et incubé à 37°C pendant 20-24h.

Ajouter stérilement 0,5ml de chaque culture à 0,5ml de plasma de lapin contenu dans un tube stérile à hémolyse et incubé à 37°C.

Examiner la coagulation du plasma après 4 à 6h, ré incubé et examiner de nouveau 24h.

Lecture: réaction positive le coagulum occupe trois quarts du volume initialement occupé par le liquide.



IV.3.4. Recherche des salmonelles:

IV.3.4.1. Pré- enrichissement:

Incuber la suspension mère à 37°C pendant 24h.



Figure 18: Incubation de la suspension mère (Photo originale)

IV.3.4.2. Enrichissement:

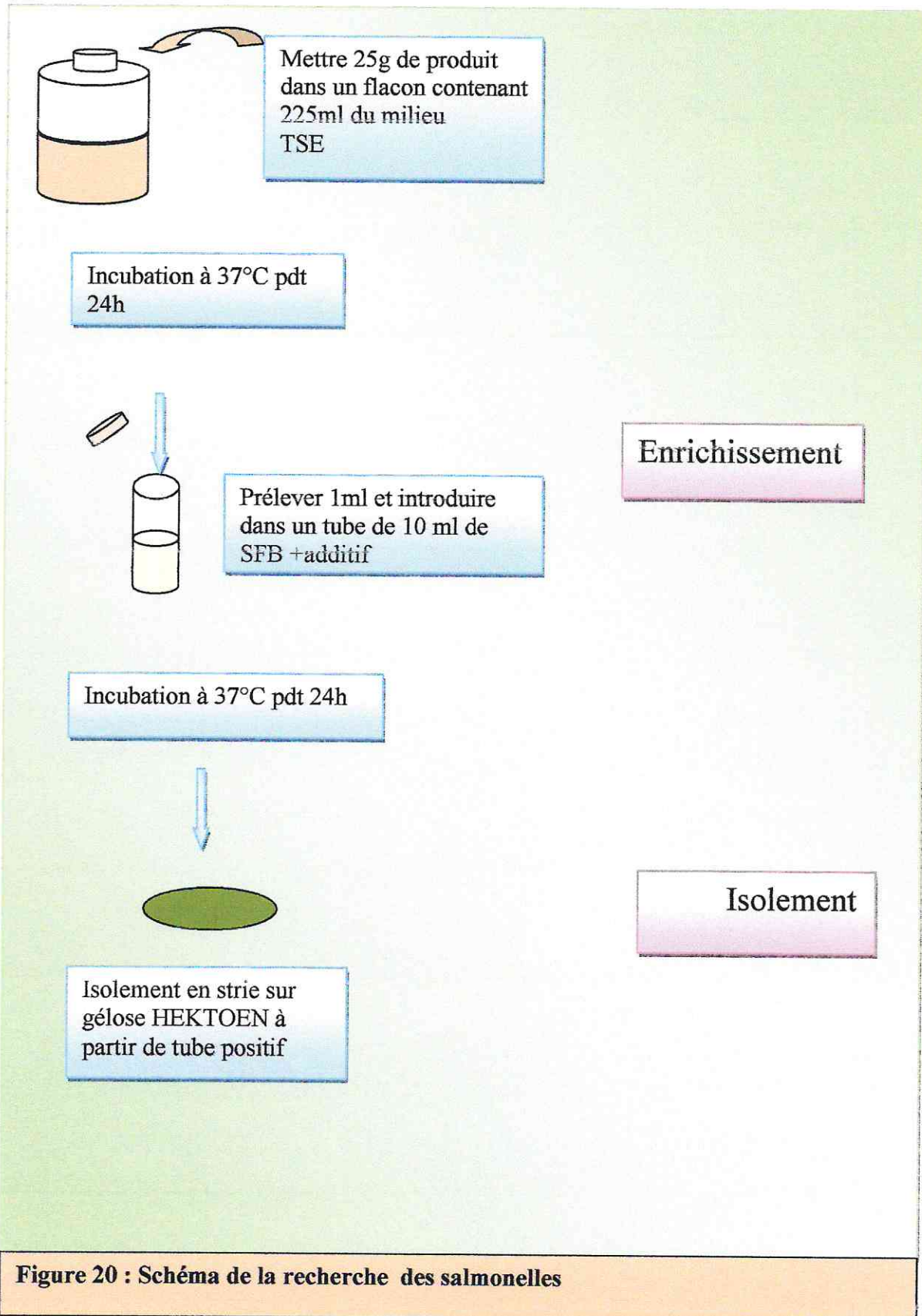
- Prélever à partir du bouillon de pré enrichissement 1 ml et l'introduire dans un tube 10ml de SFB plus un disque d'additif (sélénite acide de sodium)
- Incuber à 37°C pendant 24



Figure 19: Enrichissement pour la recherche des salmonelles (Photo originale)

IV.3.4.3. Isolement :

- Faire un isolement par stries sur gélose Hektoen.
- Incuber à 37°C pendant 24h
- Lecture: Sont retenues les colonies grises bleues avec ou sans centre noir pour identification biochimique.



IV.3.5. Recherche des levures et moisissures:

À partir des dilutions 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} porter aseptiquement 0,1ml (02 gouttes) dans une boîte de pétri, contenant de la gélose OGA et à l'aide d'un râteau stérile étaler les gouttes, de la même façon opérer avec le diluant TSE (témoin diluant), une boîte contenant le milieu de culture utilisé est incubée dans les mêmes conditions (témoin milieu).

Incuber à 25°C pendant 5 jours



Figure 21 : Préparation de boîte en gélose OGA (Photo originale)



Figure 22 : Incubation à 25°C des boîtes (Photo originale)

Lecture:

Avant de faire la lecture confirmer que les témoins ne présentent aucun changement, si l'une d'entre elles est contaminée l'analyse est donc à refaire.

Levures: colonies à bord réguliers ou irréguliers, des formes convexes ou plates, pigmentés souvent opaques.

Moisissures: colonies à l'aspect velouté (filamenteuses) plus ou moins pigmentés.

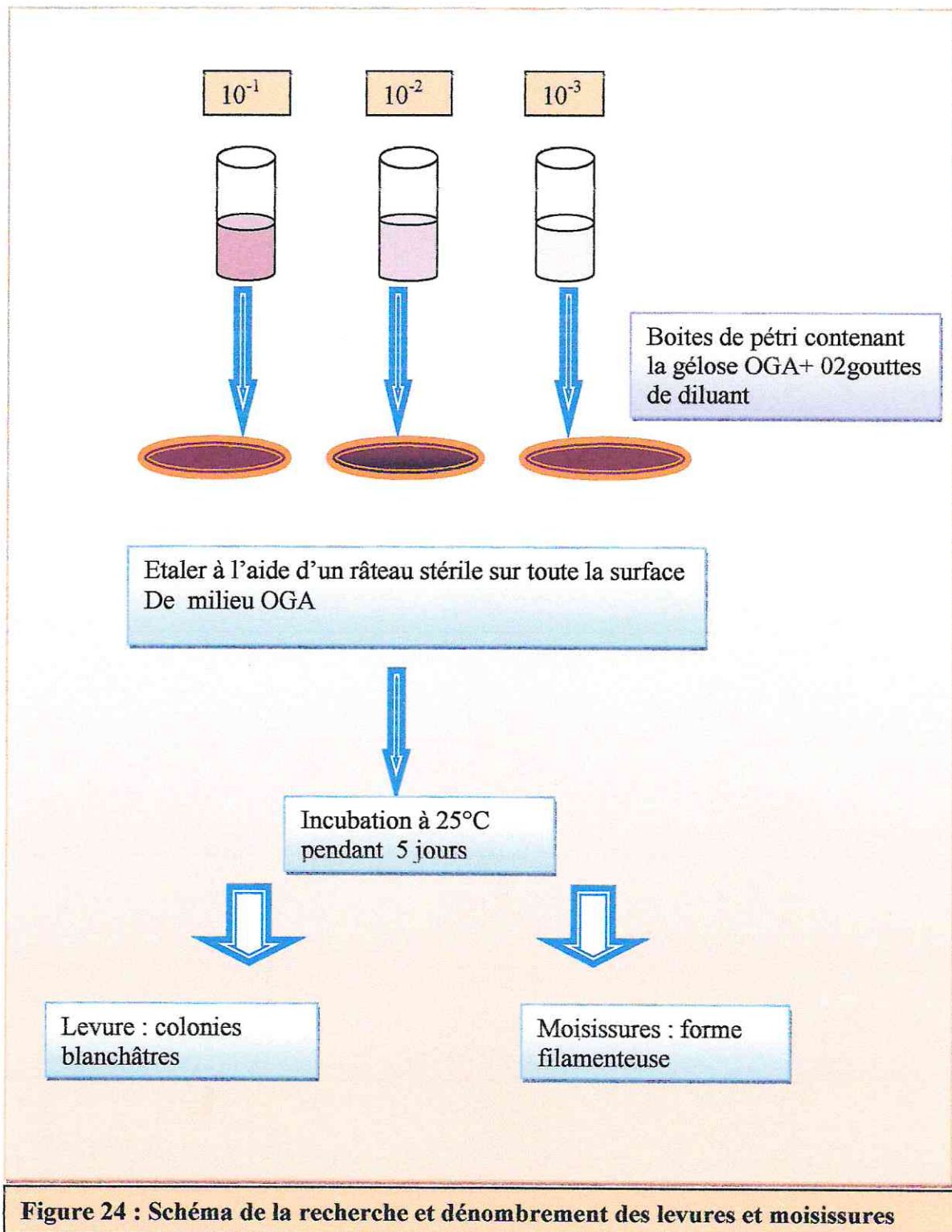


Figure 23: Lecture des résultats après l'incubation (Photo originale)

Dénombrement :

Les boîtes prises en considération sont ceux qui contiennent entre 15 à 150 colonies.

Après dénombrement, 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 g de produit analysé.



V.1.Résultats :

Les analyses microbiologiques des 48 échantillons de yaourt aromatisé sont rapportées dans le tableau suivant :

Tableau II: Les résultats globaux des analyses bactériologiques

Ufc/ml	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	salmonelles	staphylocoqu e	Levures	Moisissur es
01	abs	abs	abs	abs	abs	abs
02	abs	abs	abs	abs	80	110
03	7	abs	abs	abs	abs	63
04	6	abs	abs	abs	50	200
05	6	abs	abs	abs	abc	320
06	250	abs	abs	abs	78	abs
07	7	abs	abs	abs	30	abs
08	25	abs	abs	abs	70	abs
09	75	abs	abs	abs	600	abs
10	250	abs	abs	abs	50	350
11	1100	abs	abs	abs	abs	450
12	1100	abs	abs	abs	abs	270
13	1100	abs	abs	abs	abs	400
14	300	abs	abs	abs	abs	230
15	95	abs	abs	abs	abs	300
16	75	abs	abs	abs	800	600
17	95	abs	abs	abs	abs	60
18	160	abs	abs	abs	abs	400
19	1400	abs	abs	abs	100	abs
20	1100	abs	abs	abs	100	abs
21	200	abs	abs	abs	100	abs
22	abs	abs	abs	abs	abs	abs
23	160	abs	abs	abs	400	500
24	300	abs	abs	abs	600	100
25	1100	abs	abs	abs	1200	120

26	160	abs	abs	abs	300	100
27	9	abs	abs	abs	160	abs
28	200	abs	abs	abs	110	abs
29	65	abs	abs	abs	500	600
30	1100	abs	abs	abs	400	120
31	250	abs	abs	abs	200	abs
32	40	abs	abs	abs	900	300
33	115	abs	abs	abs	500	150
34	abs	abs	abs	abs	150	abs
35	200	abs	abs	abs	100	abs
36	75	abs	abs	abs	abs	abs
37	abs	abs	abs	abs	abs	150
38	200	abs	abs	abs	150	abs
39	200	abs	abs	abs	abs	abs
40	abs	abs	abs	abs	abs	abs
41	65	abs	abs	abs	abs	500
42	abs	abs	abs	abs	abs	abs
43	75	abs	abs	abs	48	abs
44	abs	abs	abs	abs	abs	abs
45	65	abs	abs	abs	abs	abs
46	abs	abs	abs	abs	240	abs
47	150	abs	abs	abs	abs	abs
48	11	abs	abs	abs	abs	abs

A partir de ces résultats nous avons obtenu le tableau II :

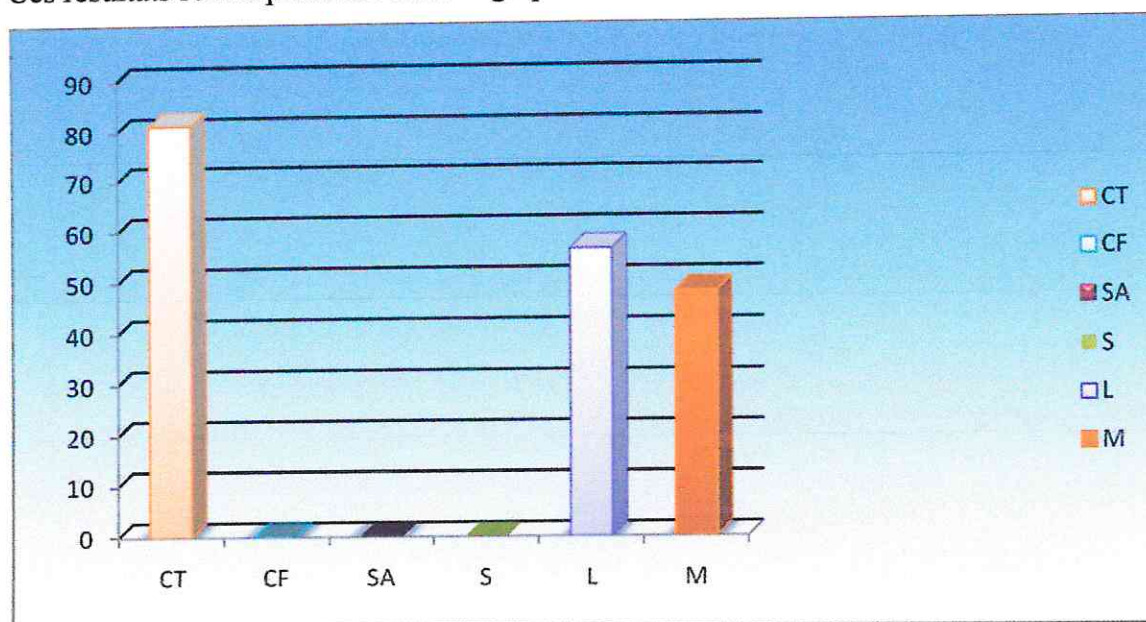
Tableau III : Les résultats des analyses bactériologiques.

Germes recherchés	N	Echantillons positifs	Pourcentage
Coliformes totaux	48	39	81.25%
Coliformes fécaux		0	0%
Stahylococcus aureus		0	0%

Salmonella		0	0%
Levures		27	56.25%
moisissures		23	47.91%

Les résultats des analyses bactériologiques ont révélés que : 81.25% d'échantillons renferment les Coliformes totaux à savoir 39 échantillons sur 48, 56.25% contiennent les Levures soit 27 échantillons sur 48 et 47.91%renferment des moisissures soit 23 échantillons sur 48. Les autres germes sont absents.

Ces résultats sont représentés dans le graphe suivant :



CT : coliformes totaux ; CF : coliformes fécaux ; SA : staphylococcus aureus, S : salmonelles ; L : levures ; M : moisissures

Figure25 : Représentation graphique des résultats bactériologique.

L'interprétation des résultats des analyses bactériologiques se fera conformément à l'arrêté interministériel du 27 Mai 1998 paru sur le journal officiel N°35/98, fixant les critères microbiologiques des principales denrées alimentaires.

Tableau IV: Normes décrites dans J.O.R.A n° 35/98 des produits laitiers (yaourt)

Germes recherchés	Norme
Coliformes totaux	10 germes/g
Coliformes fécaux à 44°C	1germes/g
Staphylococcus aureus à 37°C	100germes/g

Salmonelle à 37°C	Abs/25g
Levures	<100 germes/g
Moisissures	Absence

Les résultats du classement par rapport à chaque norme figurent dans le Tableau IV

Tableau V : L'interprétation des résultats des analyses bactériologiques selon les normes décrites dans J.O.R.A n° 35/98 des produits laitiers (yaourt)

Germes recherchés	Echantillons			
	≤ à la norme	%	> à la norme	%
coliformes totaux	5	10.41%	43	89.58%
Coliformes fécaux	48	100%	0	0%
Staphylococcus aureus	48	100%	0	0%
Salmonelle	48	100%	0	0%
levures	7	14.58%	41	85.41%
Moisissures	25	52.08%	23	47.91%

Le classement des échantillons analysés par rapport aux normes a montré que :

Le nombre des germes trouvés supérieurs aux normes décrites dans J.O.R.A sont :

89.58%des échantillons à savoir 43 échantillons qui dépassent la norme pour les coliformes totaux.

85.41%des échantillons à savoir 41 échantillons qui dépassent la norme pour les levures.

47.91% des échantillons à savoir 23 échantillons qui dépassent la norme pour les moisissures

Les autres germes sont inférieurs à la norme.

Les données du tableau précédent sont représentées dans le graphe suivant:

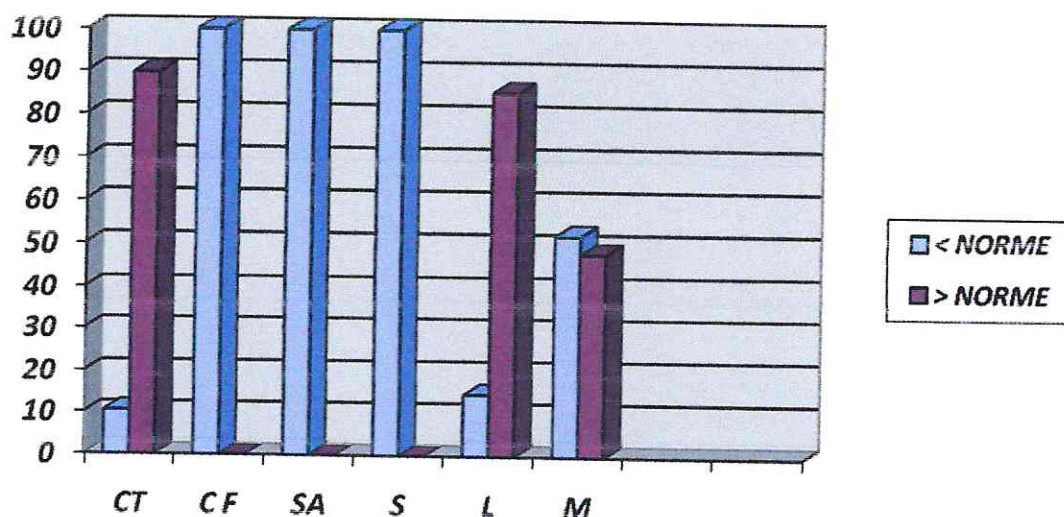


Figure 26 : représentation graphique du classement des résultats par rapport aux normes.

Ces résultats sont exprimés selon trois critères:

- ❖ **Satisfaisants:** quand le nombre de germes est inférieur à **m**
- ❖ **Non satisfaisant:** quand le nombre de germes est supérieur à **M**
- ❖ **Acceptables:** quand le nombre de germes est compris entre **m** et **M**

Le calcul de **M** :

m: c'est la norme décrite par J.O.R.A

M: c'est le seuil d'acceptabilité qui est:

Dans le milieu liquide est: **30m**

Dans le milieu solide est : **10m**

Tableau VI: Le calcul de **M** pour chaque germe

Germes recherchés	m	M
coliformes totaux	10 germes/g	$3 \cdot 10^2$
Coliformes fécaux à 44°C	1germes/g	$3 \cdot 10^2$
Staphylococcus aureus à 37°C	10^2 germes/g	$3 \cdot 10^3$
Salmonelle à 37°C	Abs/25g	0
Levures	$<10^2$ germes/g	$3 \cdot 10^3$
Moisissures	abs	0

Après le calcul de M , nous avons classé les 48 échantillons selon le plan à trois classes pour lequel on définira deux valeurs limites de référence, l'indice m séparant la satisfaisante de l'acceptable et l'indice M séparant l'acceptabilité de non satisfaisante.

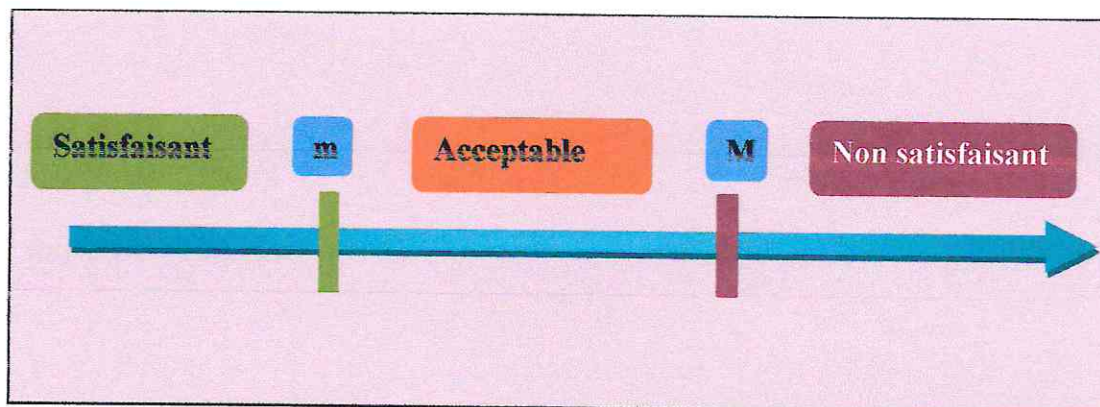
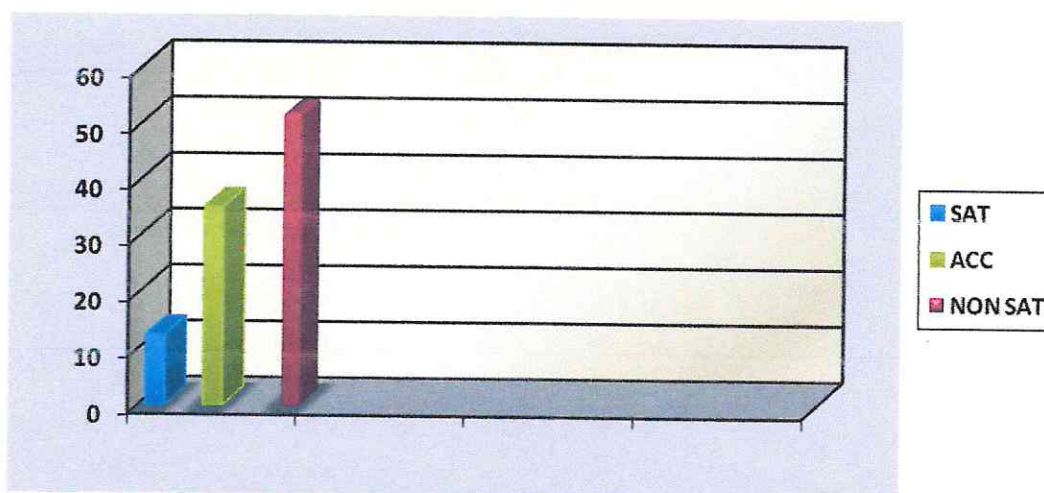


Tableau VII : Classement des échantillons selon la qualité

Qualité	Nombre d'échantillons	%
Satisfaisante	6	12,5%
Acceptable	17	35,41%
Non satisfaisante	25	52,08%

Les résultats montrent que 14.58% d'échantillons sont de qualité satisfaisante, 37.5% de qualité acceptable et 47.91% sont de qualité non satisfaisante.



SAT: satisfaisant ; ACC: acceptable; NON SAT: non satisfaisant

Figure 27 : représentation graphique de la qualité bactériologique des échantillons analysés.

V.2. Discussion :

Les résultats de l'analyse microbiologique des 48 échantillons de yaourt aromatisé montrent : La présence des coliformes totaux (CT) dans 70,83% des échantillons soit 34 échantillons sur 48 dont 89,58% qui présentent un taux supérieur au seuil requis. Les coliformes reflètent généralement la qualité hygiénique. Le yaourt un produit laitier fermenté qui a pour origine une denrée d'origine animale périssable sujette à des voies de contamination diverses qui commence par l'hygiène de l'animal et celle de la traite, sans oublier l'effet du froid au niveau de la ferme ainsi que les conditions de stockage et de l'acheminement de ce produit jusqu'à la laiterie. Donc une bonne matière première implique un bon produit fini.

Cependant, nous attribuerons la présence de cette flore à

- Insuffisance des traitements thermiques (<65°C),
- Contamination au cours de la chaîne de production,
- Conservation inadéquate ou trop longue, permettant la prolifération bactérienne
- Défaut de procès ou mauvaises conditions de fabrication (Guiraud, 1998).

On note l'absence des germes d'origine fécale à savoir *Escherichia coli* et *Salmonella* qui sont des pathogène impliqués dans les toxi infection.

Dans d'autres situation, leur absence peut s'expliquer par le respect des bonnes pratiques mais dans le cas des produits fermentés, la relation des microorganismes avec le pH a des applications au niveau hygiénique : ainsi la plupart des bactéries pathogènes sont incapables de se développer à un pH inférieur à 4,5, ce qui fait que les aliments acides sont peu dangereux (Guiraud J.P., 1998).

Il en est de même pour *Staphylococcus aureus* sauf que certaines souches appartenant à cette espèce peuvent sécréter des toxines que ni le traitement thermique ni l'action du pH ne détruisent ni même la chaleur car elles sont thermorésistantes. Leur présence constitue un risque pour le consommateur. C'est pourquoi il faut un contrôle de la matière première.

La recherche et le dénombrement des levures et des moisissures révèlent un taux de contamination des échantillons par les levures de 56,25% et par les moisissures de 47,91% avec 85,41% et 47,91% des échantillons respectivement pour les levures et les moisissures qui dépassent les normes requises

Les levures et les moisissures sont largement présentes dans les denrées alimentaires. Ceci s'explique par le fait qu'elles peuvent y utiliser une large variété de substrats tels hydrates de

carbone, les acides organiques, les protéines et les lipides. De plus, elles tolèrent des valeurs basses de pH, d'Aw, de température, ainsi que la présence de conservateurs. Elles peuvent même utiliser des ingrédients comme les acides lactiques, citriques et acétiques qui ont un effet inhibiteur sur la croissance de nombreux microorganismes (Rosset et al. 2002)

Les moisissures sont très répandues dans la nature, elles sont communes dans le sol, l'air et les poussières se développent très facilement sur les murs et les plafonds des bâtiments très humides. Prolifèrent dans les réfrigérateurs car elles tolèrent le froid, certaines espèces sont toxigènes, dont l'ingestion en quantité suffisante provoque une intoxication chez le consommateur (Anonyme, 2005).

Les levures affectent particulièrement les produits acides, sucrés, ou riche en MG, elles tolèrent mieux le froid que la chaleur. En générale, les levures ne sont pas pathogènes, mais leur présence dans les aliments est souvent indésirable à cause des altérations qu'elles peuvent engendrer. (Anonyme, 2005)

Leur présence dans les yaourts peut s'expliquer par les mauvaises conditions de l'environnement, probablement la contamination des chambres froides, mais aussi l'utilisation des arômes comme additifs ces derniers peuvent être la source de contamination de plus ils sont additionnés après le traitement thermique et près fermentation dans le cas des yaourts brassés. Ou bien le contact du produit avec l'air pendant une durée plus au moins longue

Les altérations résultant de leur croissance sont de nature sensorielle : couche visqueuse, développement de zones colorées à la surface des denrées, production d'acides, de gaz, d'alcool, développement d'odeurs ou de goûts anormaux.

L'évaluation de la qualité des 40 yaourts aromatisés analysés se fait selon trois classes :

- ✓ Qualité satisfaisante
- ✓ Qualité acceptable
- ✓ Qualité non satisfaisante

Les résultats ont montrés que 6 échantillons soit 12,5% et 17 échantillons soit 35,41% sont de qualité satisfaisante et de qualité acceptable respectivement. Donc un total de 23 échantillons sur 48 soit un taux de 47,91 qui sont jugés de bonne qualité et peuvent être consommés sans risques pour la santé. Le reste ; 25 échantillons soit un taux de 52,08% sont de qualité non

satisfaisante ceci ne peut que refléter un défaut au cours de la fabrication à un niveau que nous ignorons. Ces résultats doivent interpeller le fabricant afin qu'il améliore son produit et ainsi s'éviter des pertes économiques

Quelques travaux ont mis en évidence la qualité bactériologique des yaourts :

Selon MAGHNI N et ZIZI H, (2006), Les résultats obtenus sur plusieurs échantillons de produit (yaourt), ont prouvé que le produit fini est exempt de tous les germes recherchés pouvant provoquer une détérioration de nature hygiénique ou organoleptique.

D'après les résultats trouvés par KAIBICHE H et MIHOUBI K, (2007): l'analyse microbiologique de produit fini montre l'absence totale de tous les germes pathogènes ou d'altération.

Conclusion

Conclusion

Le lait et ses dérivés sont des produits périssables et sont très exposés à diverses contaminations ; et comme ces produits constituent un élément de base de l'alimentation ; l'intégrité de leurs qualités est primordiale.

Notre travail s'est déroulé à la laiterie Boukharie dans la wilaya de Médéa et a concerné en particulier le yaourt aromatisé qui a fait l'objet d'une analyse microbiologique de la qualité. Ceci a été effectué sur 48 échantillons et les résultats des analyses microbiologiques aboutissent aux conclusions suivantes :

- Une absence totale des germes pathogènes (*Staphylococcus aureus*, Salmonelles et *E. coli*), indique que le produit ne porte pas un danger pour le consommateur.
- L'absence totale des coliformes fécaux.
- La présence des coliformes totaux qui ont dépassé la norme dans certains échantillons est due à un défaut de process ou à des mauvaises conditions de fabrication selon (Guiraud, 1998).
- La présence des levures et de moisissures.

L'interprétation des résultats des analyses bactériologiques selon les normes décrites dans J.O.R.A font ressortir que le produit analysé est propre à la consommation à un taux dépassant les 50% mais il n'en demeure pas moins que la qualité de ce dernier devrait être encore améliorée.

Références bibliographiques :

- ❖ **ANONYME 1998** : le journal officiel de la république algérienne date de 27Mai, 1998.
- ❖ **ANONYME 2004** : adilait. Com. Le site du lait et les produits laitiers.
- ❖ **ANONYME 2005 a** : www.ateliersante.ch/lait.htm - 41k
- ❖ **ANONYME 2005 b** : [-http://fr.wikipedia.org/wiki/Lait](http://fr.wikipedia.org/wiki/Lait)
- ❖ **ANONYME 2006**: www.best-of-fire.info/tpe2006/microbiologie_compo.html - 5k.
- ❖ **ANONYME 2008 a**: www.cofrac.fr/Annexes/Sect1/1-1410.doc
- ❖ **ANONYME 2008 b**: www.tecnal.fr/yabrasse.htm - 2k
- ❖ **ANONYME 2008 c**: www.tecnal.fr/yaferme.htm - 2k -
- ❖ **ANONYME**. Alimentation et nutrition : Lait et produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection F.A.O, (1995), 271P.
- ❖ **ANONYME 1995**: Alimentation et nutrition; lait+produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection F.A.O,(1995), 271 pages.
- ❖ **BEAL et SODINI**, "Fabrication de yaourt et des laits fermentés", Paris: Technique et Documentation, (2003), 315 pages.
- ❖ **BEAL.C. Et SODINI.I.** Fabrication des yaourts et des laits fermentés.. Paris : Techniques et Documentation, (2001), 315P.
- ❖ **BOTAZZI. V.** An introduction to rodshaped lactic, acid bacteria. Biochimie, (1988),303-315P.
- ❖ **BOURGEOIS (C.M), LARPENT(J.P)** Microbiologie alimentaire : aliments fermentés et fermentation alimentaire. Tec et Doc, Lavoisier, Paris : (1988), 523P.
- ❖ **BOURGEOIS (C-M) et LARPENT (J-P)**. Microbiologie alimentaire: aliments fermentés et fermentation alimentaire: tome 2, 2^{eme} édition. Lavoisier: Technologie et documentation, (1996), 523 pages.
- ❖ **BOURGEOIS(C-M.), MESCLE (G-F.) et Zucca, j** ; microbiologie alimentaire tome 1 : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Edition Lavoisier Paris, (1996) ,672p
- ❖ **CERNING** Comparison of exocellular polysaccharide production by thermophilic lactic acid bacteria. Science des aliments, (1990).

- ❖ **CLEMENT.J.M.** lait en Larousse agricole, Paris. Edition, technologie et documentation, (1981) ,858P.
- ❖ **DAHMANE .M** et **LAIDOUDI .D.** Variation de la qualité physico chimique et microbiologique de yaourt Mitidja de Béni –Tamou. Thèse d'ingénieur d'état en Agronomie, Université de Blida,(2005).
- ❖ **DEBRY. G:** Lait, nutrition et santé, Edition: Technique et documentation. Lavoisier Paris:(2001), 273 pages.
- ❖ **DEROISSART-H** et **LUQUET (F-M)**, Bactéries lactiques: Aspect fondamentaux et technologique: France Lorica, (1994).
- ❖ **DRESSEN F.M**, la tendance actuelle de la fabrication au yaourt, (1981).
- ❖ **F.A.O :** Lait et produits laitiers dans la nutrition humaine.Internet explorer, (1995).
- ❖ **F.A.O/ O.M.S:** codex alimentaires, lait et produits laitiers, 2^{ème} édition: (2000), 136 pages.
- ❖ **FEDERIGHI. MICHEL ET JOUVE.J.L.** Manuel de bactéries alimentaires. Polytechniques,(1998).
- ❖ **FRANÇOIS, LUQUET(F.M), GEORGES CORRIEU** Bactéries lactiques et probiotiques. Technique et Documentation, Lavoisier,(2005).
- ❖ **GALERON.H, TYONNET.J.P, TELLIER. R.** les laits et les produits laitiers, les cahiers des informations et nutritions, Paris : (1986), 232P.
- ❖ **GUIRAUD(J.P)** Microbiologie alimentaire. Paris : Techniques et documentation DUNOD, (1998), 625P.
- ❖ **JEANTET.R, CROGUNNEC.T, SCHUCK.P, BRULE.G.** Science des aliments, Volume 1. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (2006) ,351-353P.
- ❖ **LARPENT (J-P)** Microbiologie alimentaire : Les bactéries lactiques. Lavoisier : Techniques et documentation, (1989).
- ❖ **LARPENT (J-P)**, Microbiologie alimentaire: les bactéries lactiques. Lavoisier: Technique et Documentation, (1998).
- ❖ **LARPENT (J-P):**Microbiologie alimentaire, Techniques de laboratoire. Lavoisier: Technique et Documentation, (1997), 1073pages.
- ❖ **LAURENT.C.** conservation de produits d'origine animale en pays chauds, 2^{ème} édition, (1974).
- ❖ **LEDERER.J.** Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire, Tome 2 hygiènes des aliments. Paris, école de médecine 3^{ème} édition, (1986) ,295P.

- ❖ **LEVEAU.J.Y. ET BOUIX.M.** microbiologie industrielle. Les microorganismes d'intérêt industriel, édition : tec et doc. Lavoisier, (1993), 577P.
- ❖ **LUQUET (F.M)** Lait et produits laitiers (vache, brebis et chèvres) Tome 02, les produits laitiers transformation et technologie. Edition Tec et Doc, Lavoisier, (1985), 633P.
- ❖ **LUQUET(F.M)** Lait et produits laitiers: vache, brebis, chèvre. Les produits laitiers transformations et technologies.2^{ème} édition.Lavoisier :Tec et doc, (1990) ,637P.
- ❖ **LUQUET.F et CORRIEU.G.** Bactéries lactiques et probiotiques, Lavoisier, Paris, (2005).364P.
- ❖ **MAHAUT.M, JEANT.R BRULE.G, ROMAIN.J.** Les produits industriels laitiers. Edition Tec et Doc, (2000), 178P.
- ❖ **MATHIEU.G.** Guide technologique dans les industries agroalimentaires : initiation à la physico chimie du lait, édition, technique et documentation Lavoisier, (1998) ,215P.
- ❖ **MULTON (J-L)** La qualité des produits alimentaire : politique, initiation, gestion et contrôle. Technique et documentation, Lavoisier, Paris ,(1994), 1à707P.
- ❖ **OMBRE.A, BUTTIAUX .R.** Bactériologie médicale et vétérinaire systématique bactérienne. 2^{ème} édition, (1983).
- ❖ **ROGER.V.** technique du lait (constitution, récolte, traitement, transformation du lait), Paris : édition tec et doc, (1979), 194P.
- ❖ **ROSSE.P, Annie BEAUFORT, Marie CORNU, G. POUMEYROL (*)** La chaîne du froid en agroalimentaire, Cahier de Nutrition et de Diététique, (2002), p 124-130.
- ❖ **SABLONIERE B.** technologie alimentaire. Ellipses, paris, (2001),P50-56.
- ❖ **VIGNOLA (C-L):** science et technologie de lait: transformation du lait. Montréal: polytechnique, (2002) ,599 pages.

Annexes

Annexe n° 1:

1-Matériel:

➤ Appareillage

- Autoclave
- Balance
- Etuve
- Bain Marie
- Bec Bunsen
- Réfrigérateur
- Agitateur
- Microscope
- Four pasteur
- Compteur des colonies
- Alcool
- Pipettes pasteur stériles
- Pipettes graduées
- Tubes à essai
- Coton cardé (hydrophobe)
- Boite de pétri
- Portoir
- Elaters

➤ Réactifs et additifs

- Réactif de kowacs
- Additifs sulfites de sodium
- Additifs tellurite de K⁺

➤ Milieux de culture

Milieu solides

- Gélose Chapman agar
- Gélose Hecktoen
- Gélose glucosée à l'oxytétracycline (OGA)

Milieu liquide

- Bouillon biliée au vert brillant (BVBL) avec cloche de Durham
- Bouillon d'eau peptone exempte d'indole (EPEI)
- Bouillon Giolitti et Cantoni
- Tryptone – sel-eau (TSE)

Produit biologique :

- Plasma du lapin

Annexes n°2 :

- **Milieu de CHAPMAN :**

Composition (g/l) :

Extrait de viande	3
Extrait de levure	3
Tryptone	5
Peptone bactériologique	10
Chlorure de sodium	70
Mannitol	10
Rouge de phénol	0,05
Agar	18

- **Eau peptone exempte d'indole :**

Composition (g/l) :

Peptone de viande	10
Tryptone	10
Chlorure de sodium	5

- **Bouillon Giolitti et Cantoni**

Composition (g/l) :

Peptone de caséine	10
Extrait de viande	5
Extrait de levure	3
Pyruvate de sodium	5

- **Milieu Hektoen**

Composition (g/l) :

Peptone pepsique de viande	15
Extrait de viande	3
Extrait de levure	3
Lactose	12
Salicine	2
Saccharose	12
Chlorure de sodium	5
Sels biliaries	4
Bleu de bromothymol	0,064
Fuchsine acide	0,1
Agar	18

- **Agar OGA (Oxytétracycline, Glucose, Agar)**

Composition (g/l) :

Extrait de levure	5
Glucose	10
Agar	18

- **Milieu VBL**

Composition (g/l) :

Peptone pepsique de viande	10
Bile de bœuf desséché	20
Lactose	10
Vert brillant	2ml

- **Milieu TSE (tryptone sel eau)**

Composition (g/l) :

Tryptone	1
----------	---

Chlorure de sodium 8,5

- **Milieu au cœur-cerveau :**

Composition (g/l) :

Cœur cerveau infusion 37

Agar 18

Annexe n°3 :**Table de Mac Grady****3 tubes par dilution**

Nombre caractéristique	Nombre de cellules
000	0.0
001	0.3
010	0.3
011	0.6
020	0.6
100	0.4
101	0.7
102	1.1
110	0.7
111	1.1
120	1.1
121	1.5
130	1.6
200	0.9
201	1.4
202	2.0
210	1.5
211	2.0
212	3.0
220	2.0
221	3.0
222	3.5
223	4.0
230	3.0
231	3.5
232	4.0
300	2.5
301	4.0
302	6.5
310	4.5
311	7.5
312	11.5
313	16.0
320	9.5
321	15.0
322	20.0
323	30.0
330	25.0
331	45.0
332	110.0
333	140.0

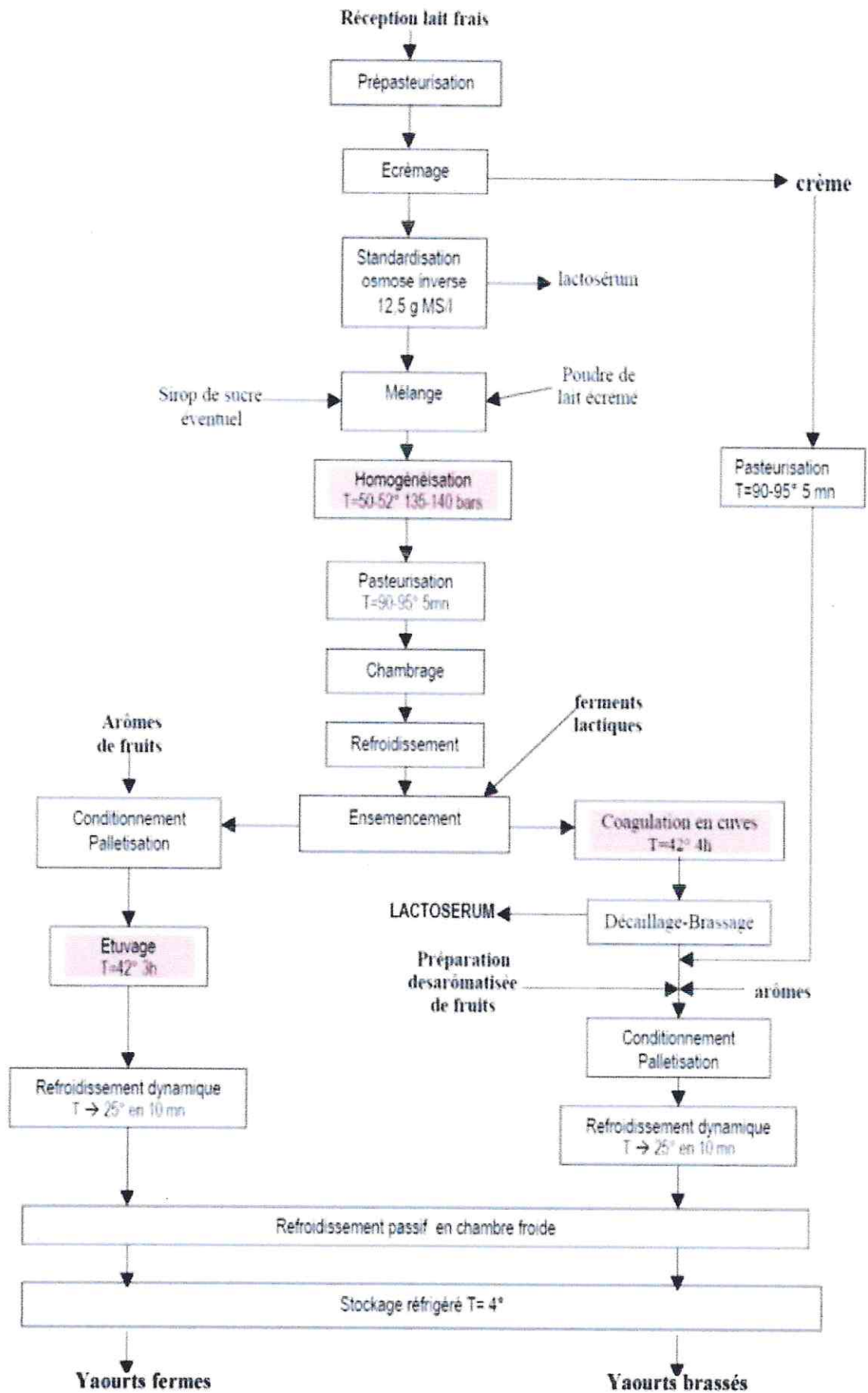


Figure 11 : diagramme de fabrication des yaourts