

République Algérienne Démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Blida I

Faculté des sciences de la Nature et de la vie « SNV »

Département de Biologie et de Physiologie cellulaire « BPC »



Mémoire de Master

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie

Option : Microbiologie et Toxicologie Alimentaire

Le Thème

***Contrôle de la qualité microbiologique et physico-chimique d'un produit laitier
«Yaourt Fruité» fabriqué au niveau de la laiterie DANONE DJURDJURA BLIDA***

Présenté par :

M^{lle} DJABOUB Ihcène

Devant le jury :

- | | | |
|--|--|----------------------------|
| <i>❖ M^r BOUKHATEM N</i> | <i>Maître de conférences A USDB</i> | <i>Président</i> |
| <i>❖ M^{me} BOUDJEMAA N</i> | <i>Maître de conférences B USDB</i> | <i>Examinatrice</i> |
| <i>❖ M^{me} BOULKOUR S</i> | <i>Maître de conférences B USDB</i> | <i>Promotrice</i> |

Année Universitaire 2015-2016

Remerciement

Tous d'abord Je remercie le **Bon Dieu**, le clément et le miséricordieux de m'avoir donné la patience, la volonté et le courage durant ces longues années d'études et de m'avoir guidé sur le bon chemin du savoir.

Je tiens à remercier :

- ❖ **M^{me} BOULKOUR S.** Maître de conférences B à la faculté de SNV université de Blida 1 « **SAAD DAHLAB** » d'avoir fait l'honneur d'accepter de prendre la charge d'encadrer ce travail et de m'avoir guidé et aidé et soutenu.
- ❖ **M^r BOUKHATEM N.** Maître de conférences A à la faculté de SNV université de Blida 1 « **SAAD DAHLAB** » pour avoir accepté de présider le jury.
- ❖ **M^{me} BOUDJEMAA N.** Maître de conférences B à la faculté de SNV université de Blida 1 « **SAAD DAHLAB** » pour avoir accepté d'examiner le travail.

Aussi :

Je témoigne mon gratitude à l'ensemble de l'équipe de laboratoire de contrôle de qualité **DANONE DJURDJURA BLIDA** surtout **M^{me} Karima M^{lle} Sabrina** et **M^r Mohamed**.

Ainsi qu'en dernier lieu j'exprime mes remerciements à tous les enseignants du département de biologie et physiologie cellulaire, qui m'ont suivis au long de mon cursus pour leurs dévouements et précieux conseils.

DJABOUB Ihcène

Merci à tous...

DEDICASES

Je dédie ce travail

À mes chers parents que Dieu les préservent.

*À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre, À cette source de tendresse, de patience et de générosité, À **ma mère.***

*À **Mon très cher Père** Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.*

À mes chères sœurs pour leurs aide précieuse et leurs encouragements durant toute ma vie "Amira et Douaa".

À mes chers frères "Abdelmadjid et Abderrahim"

À mon fiancé qui m'a encouragé tout au long de l'année "Abderrahmane "

À mes tantes et mes oncles du côté maternelle et paternelle

À tous membre de ma famille.

À tous mes enseignants et enseignantes de département de biologie et physiologie cellulaire.

À mes amies : Farah, Soumia, Madjda et Sarah.

*À tous les étudiants **MTA** de la promotion 2015-2016.*

À mes chers professeurs et maîtres du primaire jusqu'aux études supérieurs.

Ihcène...

Résumé

La consommation du yaourt à l'échelle nationale ces dernières années a connu une augmentation remarquable surtout celle du yaourt brassé, la raison pour laquelle les industries agro-alimentaires ont vu un développement au niveau du domaine de contrôle de la qualité.

Notre étude concerne le yaourt brassé produit par l'unité de DANONE DJURDJURA BLIDA dont l'objectif est de contrôler et vérifier la conformité de ces produits à des normes internationales en effectuant des analyses microbiologiques et physico-chimiques sur les matières premières (la poudre du lait, eau de procès et le sucre), et sur les produit fini (yaourt brassé) au cours de la conservation.

Les résultats des analyses microbiologiques de la matière première et les produits finis (les coliformes, clostridium sulfito-réducteur, salmonelle et les *Staphylococcus aureus*, levures et moisissures) présentent une bonne qualité marquée par une absence totale des germes pathogène, des germes d'altération et des germes indicateurs d'une contamination fécale avec une faible présence des germes aérobies mésophiles 3 UFC au dessous de la norme.

D'après nos résultats des analyses physico-chimiques (potentiel d'hydrogène (pH), extrait sec total (EST), matière grasse (MG) et le dosage de fruit) nous avons constaté une conformité des matières premières et des produits finis aux normes.

Mot clés : Yaourt brassé, qualité, analyses microbiologiques, analyses physico-chimiques.

Summary

The consumption of yoghurt to the national scale these last years knew a remarkable increase especially that of brewed yoghurt, the reason for which the food industry saw a development on the level of the field of quality control. Our study relates to brewed yoghurt produced by the unit of DANONE DJURDJURA BLIDA whose objective is to control and check the conformity of these products to international standards by carrying out microbiological and physicochemical analyses on the raw materials (powder of milk, water of lawsuit and sugar), and on the end product (brewed yoghurt) during the conservation. The results of the microbiological analyses of the raw material and the end products (coliformes, clostridium sulfite-reducer, salmonella and Staphylococcus aureus, yeasts and moulds) have a good quality marked by a pathogenic complete lack of the germs, germs of deterioration and indicating germs of a fecal contamination with a weak presence of the aerobic germs mésophiles 3UFC with the lower part of the standard. According to our results of the physicochemical analyses (hydrogen potential (pH), extracted dry total (IS), fat (MG) and the proportioning of fruit) we noted a conformity of the raw materials and end products to the standards.

Keyword: Brewed yoghurt, quality, analyses microbiological, physicochemical analyses.

الملخص

يعرف استهلاك الياغورت في السنوات الاخيرة ارتفاعا ملحوظا على المستوى الوطني بالأخص الياغورت الممزوج، لذلك فقد شهدت مصانع المنتجات النباتية والغذائية تطورا في مجال مراقبة الجودة والنوعية. ان الدراسة التي تم القيام بها شملت الياغورت الممزوج المنتج من طرف وحدة دانون جرجرة بالبلدية، والهدف منها التحقق من مدى مطابقة هذا المنتج للمعايير المعمول بها عالميا وذلك عن طريق إجراء تحاليل ميكروبيولوجية و فيزيوكيميائية للمواد الأولية (التي تضم الحليب الجاف، الماء والسكر) وكذلك المنتج النهائي (الياغورت الممزوج).

نتائج التحاليل الميكروبيولوجية للمواد الأولية والمنتج النهائي اثبتت غياب تام للبكتيريا الممرضة (القولونيات، كلوستريديوم والسالمونيلا والمكورات العنقودية الذهبية الحد من سلفيت والخميرة والعفن)، وهذا ما يؤكد ان المنتج ذو نوعية جيدة تتميز الغياب التام للجراثيم المسببة للأمراض والجراثيم تغيير والمؤشرات الجراثيم تلوث البراز مع وجود انخفاض البكتيريا الهوائية متوسطة الحرارة UFC 3 أدناه القاعدة.

لدينا نتائج التحاليل الفيزيائية (إمكانات من الهيدروجين (درجة الحموضة)، المواد الصلبة الكلية (IS)، والدهون (MG) وثمره الجرعات) شاهدنا خط للمواد الخام والمنتجات النهائية للمعايير. الكلمات المفتاح: ياغورت، ممزوج، الجودة الميكروبيولوجية، والتحليل الفيزيائي والكيميائي.

La liste des tableaux

Tableau I : composition typique de lait de vache et propriété physique

Tableau II : composition biochimique de divers lait

Tableau III : les différentes fourres de lait destinées à la consommation humaine

Tableau IV : composition et valeur nutritionnelle des différents types de yaourt

Tableau V : altération physico-chimique de yaourt

Tableau VI : altération des aliments

Tableau VII : les facteurs d'altération

Tableau VIII : les paramètres physico-chimiques de l'eau de procès

Tableau IX : résultats de quelques paramètres physico-chimiques de la poudre de lait entier

Tableau X : résultats des analyses physico-chimiques du sucre

Tableau XI : résultats des analyses physico-chimiques du produit semi fini au niveau de poudrage

Tableau XII : résultats des analyses physico-chimiques du produit semi fini au niveau de procès

Tableau XIII : résultats des analyses physico-chimiques du produit semi fini après refroidissement

Tableau XIV : les valeurs de la matière grasse des produits finis au cours de la conservation à 6°C

Tableau XV : les valeurs du dosage de fruits des produits finis au cours de la conservation à 6°C.

Tableau XVI : les valeurs de pH des produits finis au cours de la conservation à 6°C.

Tableau XVII : Les valeurs de l'extrait sec des produits finis au cours de la conservation à 6°C.

Tableau XVIII : résultats obtenus lors de l'analyse microbiologique de l'eau de procès

Tableau XIX : résultats des analyses microbiologiques du sucre

Tableau XX : résultats des analyses microbiologiques du lait entier en poudre

Tableau XXI : résultats des analyses microbiologiques du yaourt brassé au cours de la conversation

Tableau XXI : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt brassé au cours de la conversation

La liste des figures

Figure N° 01 : schéma de la fabrication du yaourt

Figure N° 02 : Recherche et Dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau de procès

Figure N° 03 : Recherche et Dénombrement des Streptocoques fécaux dans l'eau de procès

Figure N° 04 : Recherche et Dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs dans l'eau de procès

Figure N° 05 : préparation des dilutions décimales

Figure N°06 : Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles

Figure N°07 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux

Figure N°08 : Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus* par la méthode de Giolitti Cantonii

Figure N°09 : dénombrement des spores de *Clostridium sulfito-réducteur*

Figure N°10 : Recherche des Salmonelles dans la poudre du lait

Figure N°11 : Recherche et Dénombrement des levures et moisissures

Figure N°12 : La variation de la matière grasse des quatre échantillons du yaourt au cours de la conservation à 6°C

Figure N°13 : La variation du pH des quatre échantillons du yaourt au cours de la conservation à 6°C

Figure N°14 : La variation de l'extrait sec des quatre échantillons du yaourt au cours de la conservation à 6°C

Liste des abréviations

Abs : Absence.

AFNOR: Association Française de Normalisation.

°B: degré Brix.

BCPL: BromocresolPurple Lactose.

CF : Coliforme Fécaux.

CSR : Clostridium Sulfito-Réducteurs.

CT : Coliformes Totaux.

°D : degré Dornic.

D/C : Double Concentration.

DLC : Date Limite de Consommation.

DPD : Diethyl Paraphenylene Diamine.

EDTA : Ethylène Diamine Tétracétique Acide.

EST : Extrait Sec Total.

°F : degré Français.

FAO : Food and Agricultural Organization.

OMS : organization mondiale de la santé

GAM : Germes Aérobie Mésophile.

GT : Germes Totaux.

ISO: International Organization for Standardization.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

MG : Matière Grasse.

N : Normalité.

NA : Norme Algérienne.

ND : Non Déterminé.

NET : Noir Eriochrome-T.

Liste des abréviations

NF : Norme Française.

NPP : Nombre le Plus Probable.

PCA : Plate Count Agar.

pH : potentiel Hydrogène.

SFB : Bouillon Sélénite Cystéine.

S/C : Simple Concentration.

TA : Titre Alcalimétrique.

TAC : Titre Alcalimétrique Complet.

TH : Titre Hydrométrique.

TSE : Tryptone Sel Eau.

UFC : Unité Formant Colonie

MP : Matière première

YBF : Yaourt Brassé Fruité

Introduction

L'industrie laitière est spécialisée dans la collecte du lait et dans sa transformation en divers produits laitiers (fromage, beurre, yaourt). Ces derniers occupent une bonne place dans l'alimentation en raison de leur richesse en nutriments nécessaires pour les besoins d'entretien et de croissance. **(FAO/OMS, 1995)**. Le yaourt est l'un des produits laitiers les plus consommés au monde, il a connu un développement spectaculaire durant ces dernières années. D'après une étude faite par Danone Djurdjura, la consommation annuelle de l'algérien moyen en yaourt oscille entre 5 et 6 kg/an, à comparer avec les 10 kg/an au Maroc et en Tunisie **(FAO, 1995)**.

Il est allié pour entretenir un bon capital osseux car il est très riche en calcium sa richesse en protéines et éléments minéraux le rend un aliment complet et très demandé par toutes les catégories des âges. **(Pacikora, 2002)**.

L'idée de fabrication d'un mélange entre deux aliments n'est pas récente. Le besoin d'avoir un aliment riche en élément nutritifs a conduit à l'apparition de plusieurs produits nouveaux, parmi lesquels de nouveaux types de yaourt tel que : yaourt aux fruits, yaourt au miel, yaourt à tarte...etc, le yaourt possède une valeur nutritive supérieure à celle du lait surtout sur le plan organoleptique ; il présente un goût légèrement acide et fruité dans le cas du yaourt brassé fruité. Il constitue cependant un milieu excellent pour le développement des micro-organismes ; ce qui exige l'utilisation de matières premières de bonne qualité ainsi que des conditions hygiéniques rigoureuses lors de la fabrication et la conservation. **(Fara et Kourabacha, 2004)**.

La qualité considérée comme une notion globale que le consommateur traduirait par la consistance de l'apparence du goût, du prix, de la performance et du service, elle représente une condition vitale pour la santé humaine aussi maîtrise de cette qualité implique de bonne pratique de fabrication, de stockage et de distribution. **(Guiraud, 1998)**.

C'est dans cette optique et dans une perspective d'une meilleure maîtrise de la qualité, que notre travail a été réalisé, il a porté sur le contrôle de la qualité microbiologique et physicochimique de la matière première et les produits finis "yaourt brassé aux fruits" ainsi que le suivi la stabilité au cours de la conservation à une température (6°C) ,pendant 30 jours (20 jours avant sa DLC et deux jours après), en effectuant des analyses microbiologiques et physico-chimiques, pendant quatre semaines.

I- LE LAIT :

I-1 Définition du lait :

Le lait a été défini en 1908 au cours du congrès international de répression des fraudes à Genève comme étant : « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum.», est un fluide aqueux, opaque, blanc, légèrement bleuté, d'une saveur douceâtre et d'un pH (6.6 à 6.8) légèrement acide, proche de la neutralité (**Gérard, 2001**).

Le lait est complexe en raison de son organisation, des interactions existe entre ses diverse constituants et de la variabilité de sa compositions ; qui dépend de l'espèce, de la race, du régime alimentaire et de la période de lactation (**Jeant et al., 2007**).

I-2 Caractéristiques du lait :

Le lait est un fluide aqueux opaque, blanc mat, plus ou moins jaunâtres d'une saveur douceâtre et d'un pH légèrement acide proche de la neutralité (**Debry, 2001**), il est deux fois plus visqueux que l'eau, de saveur légèrement sucrée et d'odeur peu accentuée (**Veisseyre, 1979**), dont la composition et les caractéristiques physico-chimiques varient sensiblement selon les espèces animales, et même selon les races. Ces caractéristiques varient également au cours de la période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite ou de l'allaitement (**Vignola, 2002**).

I-3 Composition du lait :

Le lait un milieu multiphasique : une phase aqueuse contenant essentiellement de lactose et des minéraux, et des éléments dispersés de nature lipidique (globules gras) et de nature protéique (micelle de caséines) (**Mahaut et al., 2000**).

La composition typique de lait de vache et leur propriété physique sont représentées dans le tableau I.

Tableau I : Composition typique de lait de vache et propriété physique.

	Composition (g/l)	Etat physique des composants
Eau	905	Eau libre (solvant) + eau liée (3.7%)
Glucides (lactose)	49	Solution
Lipide.	35	Emulsion des globules gras (3à5µm)
Matière grasse proprement dite.	34	
Lécithine (phospholipides).	0.5	
Partie insaponifiable (stérols, carotènes, Tocophérol)	0.5	
Protides	34	Suspension micellaire de phosphocaséinate (0.08à0.12µm).
Caséines	27	
Protéines «soluble» (globulines, albumine)	5.5	Solution (colloïdale)
Substance azotique non protéique	1.7	Solution (vraie)
Sels	9	Solution en état colloïdal (P et Ca) (sels de k, Ca, Na, Mg...)
De l'acide citrique	2	
De l'acide phosphorique(P2o3)	2.6	
De l'acide chlorhydrique	1.7	
Constituants divers (vitamines, enzymes, gaz dissous)	traces	
Extrait sec total	127	
Extrait sec non gras	92	

(Luquet et Corrieu, 2005).

La composition du lait varie d'une espèce à une autre, le tableau II résume la composition biochimique de différents types de lait (g/100g de lait).

Tableau II : Composition biochimique de divers lait (g/100ml de lait).

	Extrait sec total	Matière grasse	lactose	sels	Matière azotées (total)
Monogastrique femme	11.7	3.5	6.5	0.2	1.5
Jument	10	1.5	5.9	0.4	2.2
Polygastrique(ruminants)					
Vache	12.5	3.5	4.7	0.8	3.5
Chèvre	13.6	4.3	4.5	0.8	4
Brebis	9.1	7.5	4.5	1.1	6
Bufflonne	17.8	7.5	4.7	0.8	4.8

(Alais et al., 2003).

I-4 Différents types du lait à consommation humaine :**Tableau III** : les différentes fourres de lait destinées à la consommation humaines

Différent types du lait		caractéristiques
Lait liquide	Lait cru	<ul style="list-style-type: none"> - Recueilli à la ferme par traite mécanique ou manuelle. - Sa durée de conservation est courte en raison de la possibilité de développement des germes psychrophiles. (JORADP n° 69, 1993)
	Lait pasteurisé	Peut être obtenu de plusieurs façons : <ul style="list-style-type: none"> - Par pasteurisation à basse T° (65°C pendant 30 min) - Par pasteurisation à haute T° (72°C pendant 15 secs) - Par flash pasteurisation à 95°C pendant quelques secondes. (Guiraud, 1998)
	Lait stérilisé	Obtenu par 2 à 3 secondes de chauffage à 120°C conditionné dans un emballage étanche, il peut se conserver très longtemps à température ambiante. (Guiraud, 1998)
	Lait stérilisé UHT	Ce traitement consiste à mettre le lait pendant 1 ou 2 secondes au mois à 140 – 150°C, il peut se conserver plusieurs mois à température ambiante. (Guiraud, 1998)

Lait concentré	Lait concentré non sucré	Il a été privé de 50 à 55% de leur teneur initial en eau et a subi une stérilisation en récipients ou plus rarement le traitement UHT. (Fredot, 2005)
	Lait concentré sucré	<ul style="list-style-type: none"> - Il ne subit pas de stérilisation car leur forte concentration en sucre limite fortement la croissance des microorganismes. - Il est standardisé, pasteurisé quelques secondes puis sucré avec un sirop de saccharose à 70% et enfin concentré sous vide et refroidi rapidement avant d'être conditionné. (Fredot, 2005)
Lait en poudre		<ul style="list-style-type: none"> - Obtenu par le traitement de séchage du lait qui permet la suppression presque totale de l'eau (4% d'eau au maximum sont permis légalement). (Apfelbaum et al., 1999) - Leur valeur nutritionnelle quantitative et qualitative peut être assimilée à celle des laits stérilisés UHT après leur reconstitution. (Elisabeth, 2008) - Sa conservation se fait jusqu'à 1 année dans un endroit frais et sec. Cependant une fois le produit est ouvert, elle dépend de leur teneur en matière grasse : entier (10 jours), demi-écrémée (2 semaines), écrémée (3 semaines). (Fredot, 2005)

Le tableau III illustre les différentes fourres de lait destinées à la consommation humaines

I-5 valeur nutritionnelle du lait :

Le lait est une source importante de protéines d'excellence qualité, riche en acides aminés essentiels et tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ces lipides caractérisés par rapport aux autres corps gras à chaîne courte sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en acide gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et des vitamines A ainsi que de faible quantité de vitamines D et E. La nature de ces glucides composés quasi exclusivement de lactose dont l'utilisation par l'organisme est relativement lente et limitée, est un avantage nutritionnel en particulier dans la lutte contre le diabète et les maladies cardiovasculaire. Très riche en calcium, le lait a l'avantage supplémentaire d'être l'un des aliments peu nombreux avec la plupart des autres produits laitiers, qui apportent plus de calcium que de phosphore, par contre le lait est une source modeste de magnésium et d'oligo-éléments. Très bonne

source de vitamine A, B₂ et B₁₂, intéressant par sa vitamine, son acide panthénique, son potentiel vitaminique PP et même, aussitôt après la traite, par sa vitamine C (**Luquet, 1986**).

I-6 Les produits laitiers :

Les produits laitiers ou laitages sont le simple lait ou des aliments transformés ou obtenus simplement à partir de laits. Parmi les laits utilisés, le principal est de loin le lait de vache (généralement appelé « lait »), mais on utilise également le lait de chèvre, de brebis. Les produits laitiers sont essentiellement utilisés dans l'alimentation humaine, soit directement, soit comme ingrédients dans la pâtisserie, la biscuiterie, la charcuterie, en fromagerie, mais aussi dans l'alimentation animale (lait en poudre pour les veaux). Les produits laitiers sont, en général, des denrées périssables et du producteur au consommateur, la chaîne du froid doit être respectée de manière que ces produits restent comestibles. Ces aliments sont en général perçus comme étant bons pour la santé (**Gaucheron ; 2004**).

Le lait est une production issue de l'élevage, il est transformé pour l'essentiel par l'industrie laitière. Dans l'Union Européen, en 2011, la répartition de ces produits issus du lait de vache étaient de :

- fromages 44 %
- crème, lait en poudre, yaourts, et autres produits frais 24 %
- laits 16 %
- beurres 16 %

(**Anonyme, 2008**)

I-7 La contamination du lait et produits laitiers :

Le lait et les produits laitiers renferment une flore microbienne naturelle et/ou additionnelle à l'origine de la diversité des produits mis sur le marché. L'origine des contaminations par les bactéries pathogènes varie en fonction de la nature du produit et de son mode de production et de transformation. La contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène, elle fait alors suite à une excrétion mammaire de l'animal malade, elle peut aussi être d'origine exogène, il s'agit alors d'un contact direct avec des troupeaux infectés ou d'un apport de l'environnement (eaux, personnel). L'ensemble des procédés de traitement et de transformation du lait peut freiner la multiplication des germes éventuellement présents ou au contraire favoriser leur développement. Pour chacun des

principaux germes susceptibles d'être retrouvés dans ces produits, les auteurs décrivent les aspects de physiologie et d'écologie bactérienne, l'incidence dans les produits laitiers et les conséquences en santé publique. Les germes les plus souvent évoqués sont les mycobactéries, *Brucella*, *Listeria* mono cétogènes, *Staphylococcus aureus*, les entérobactéries, parmi lesquelles les *Escherichia coli* producteurs de toxines et *Salmonella*. Actuellement, la maîtrise de ces bactéries pathogènes dans le lait et les produits dérivés nécessite la mise en place de systèmes de contrôle et de surveillance qui s'appuient sur une réglementation devenue maintenant européenne. Les moyens de prévention doivent prendre en compte les données désormais bien connues de la microbiologie prévisionnelle en matière de lait et de produits laitiers. De plus en plus, la présence de bactéries pathogènes dans un aliment devra être examinée dans une perspective d'analyse du risque encouru par le consommateur vis-à-vis de ces micro-organismes (**Larpent, 1997**).

II- Le Yaourt :

II-1 Définition :

« Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus*. Ces bactéries sont cultivées sur du lait préalablement pasteurisé, dans le but d'éliminer la plus grande partie ou la totalité de la flore microbienne préexistante ». Après la fermentation, le yaourt est refroidi à une température comprise entre 0 et 6°C, à l'exclusion de tout autre traitement thermique, afin de ne pas détruire la flore bactérienne vivante : la loi impose en effet la présence dans le produit, au moment de la consommation, au moins 100 millions de Bactéries spécifiques vivantes par gramme de yaourt (Jacotot et Campillo, 2003).

II-2 Les types de yaourt :

II-2.1 Yaourt au lait entier pasteurisé

Les yaourts au lait entier sont fabriqués à partir de lait ayant gardé toute sa crème. Savoureux et plus onctueux, ils font le bonheur de tous les gourmands. Si le lait a gardé toute sa crème, il a par contre été pasteurisé, afin de détruire les micro-organismes indésirables pour l'homme (Blanc, 1982).

II-2.2 Yaourt nature demi-écrémé pasteurisé

Le yaourt nature est le yaourt simple, sans adjonction de sucre ou d'autres aromates. Il est obtenu à partir de la fermentation du lait pasteurisé. Frais et savoureux, il est aussi le yaourt le plus simple à faire à la maison, avec du lait et les ferments lactiques adéquats. Le yaourt nature a par ailleurs des bienfaits sur la digestion, grâce à la présence des ferments lactiques qui continuent leur travail dans le tube digestif (Mathieu, 1998 et Debry, 2001)

II-2.3 Yaourt allégé

Les yaourts allégés sont fabriqués à partir de lait écrémé, c'est-à-dire sans matière grasse. L'écémage se fait grâce à une écémuseuse centrifugeuse qui sépare la crème du lait et laisse ainsi un lait allégé, toujours apte à se transformer grâce à l'ensemencement des ferments lactiques. Très présent dans les rayons frais de nos magasins alimentaires, ces yaourts à 0% de matière grasse sont parfaits pour tous les régimes minceur (Adrian et al., 2003).

II-2.4 Yaourt brassé

Le yaourt brassé est fabriqué de la même façon que le yaourt nature normal. Toutefois, afin de lui donner cet aspect plus crémeux et onctueux, il est passé dans une machine qui le brasse, et lui permet ainsi d'avoir une toute nouvelle texture, plus douce en bouche (**Debry, 2001**).

II-2.5 Yaourt aromatisé ou aux fruits

La fabrication du yaourt permet d'obtenir une multitude de goûts et de possibilité. Aromatisé à la vanille, sucré, on peut également lui ajouter des fruits, en morceaux, sous forme d'arôme ou de coulis (**Vignola, 2002**).

II-2.6 Yaourt à boire

Vedette du petit-déjeuner et des goûters, le yaourt à boire fait partie de la grande famille des yaourts. Il est fabriqué à partir de yaourt brassé. Pour obtenir cette texture liquide, il suffit de le battre (**Mahautetal, 2000**).

II-2.7 Les autres laits fermentés

Si tous les yaourts sont des laits fermentés, tous les laits fermentés ne sont pas des yaourts. Aussi, d'autres spécialités laitières peuvent ressembler à des yaourts, sans en être. Elles sont généralement fabriquées avec les mêmes ferments lactiques que le yaourt, plus d'autres ferments ou additifs qui les font sortir de cette catégorie réglementée. Parmi ces autres ferments, citons ainsi ceux que nous connaissons bien sous le nom de bifidus, apprécié pour ses qualités digestives, dont le nom complet des deux variétés est *Bifidobacterium bifidum* ou *Bifidobacterium longum*. (**Lupien, 1995**).

Remarque :

On peut classer les yaourts en deux catégories :

- a- **les yaourts fermes (nature, sucrés ou aromatisés) :** Ils ont une texture ferme à surface lisse, la fermentation s'opère dans les pots après le conditionnement. (**Alais, 1984**)
- b- **les yaourts brassés :** Les yaourts brassés sont fluides, la fermentation à lieu en cuve avant le conditionnement ; le brassage en cuve leur donne un aspect onctueux. Ils peuvent être soit nature, soit préparés avec des pulpes ou des morceaux des fruits. (**Fredot, 2006**).

Pour l'une ou l'autre technique, il est possible d'utiliser :

- -soit du lait entier
- -soit du lait partiellement ou totalement écrémé

II-3 Composition et valeur nutritionnelle du yaourt :

Un pot de yaourt a la même valeur nutritionnelle qu'un verre de lait (Tableau IV):

Tableau IV : Composition et valeur nutritionnelle des différents types de yaourt.

	Teneur moyenne pour 100 grammes de produit							Valeur énergétique
	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Calcium (mg)	Sodium (mg)	Potassium (mg)	Phosphore (mg)	KJ
Yaourtnature	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 nature 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

(Mahaut *et al.*, 2000)

II-4 Intérêts nutritionnels et thérapeutiques du yaourt :

Concernant les intérêts nutritionnels et thérapeutiques du yaourt on peut retenir principalement:

- **Amélioration de l'absorption du lactose** : La présence de bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose par les sujets déficients en lactose cet effet ne se produit pas si la flore du yaourt est détruite par traitement thermique (**Anonyme, 1994**).
- **Amélioration de la digestibilité de la matière grasse** : Bien que l'activité lipolytique des bactéries soit peu élevée, il y'a une augmentation significative de la teneur en acides gras libres dans le yaourt. De plus l'homogénéisation améliore la digestibilité en augmentant la surface des globules gras (**Mahaut et al., 2000**).
- **Amélioration de la digestibilité des protéines** : Le yaourt est deux fois plus digestif in vitro que le lait avant fermentation et contient deux fois plus d'acides aminés libres, cette propriété résulte du traitement thermique de la coagulation fine de caillé et l'effet de l'acidité et de l'activité protéolytiques des bactéries (**Anonyme, 1994**).
- **Effet sur la flore intestinale** : Les bactéries reconstituent la flore intestinale de l'homme après des diarrhées ou un traitement antibiotique (**Meyer et Denis, 1999**). L'acide lactique du yaourt est légèrement antiseptique; cette acidité inhibe le développement de germes pathogènes dans le tube digestif du consommateur. De plus, l'acidité stimule les mouvements péristaltiques du tube digestif facilitant l'élimination des microorganismes pathogènes; les bactéries du genre *Lactobacillus* sécrètent du peroxyde d'hydrogène antiseptique lui aussi (**Fredot, 2005**).
- **Stimulation du système immunitaire** : L'effet immunorégulateur du yaourt a été démontré. Son rôle dans l'augmentation de la production d'interférons et d'immunoglobulines et de l'action des lymphocytes B est attribué à *L. bulgaricus* (**Mahaut et al., 2000**).
- **Action anti-cholestérolémiante** : La consommation de yaourt permet de prévenir les maladies coronariennes et serait plus efficace que le lait pour maintenir une cholestérolémie basse, ces différentes observations montrent que le yaourt possède des propriétés nutritionnelles et physiologiques particulièrement intéressantes (**Terré, 1986**).
- **Effet sur les cancérogènes** : Leur effet sur la cancérogenèse est fort recherché, le yaourt aurait un effet inhibiteur sur la prolifération de cellules cancéreuses en culture, ainsi *L. acidophilus* pourrait être responsable d'une résistance à l'apparition du cancer du côlon (**Leveau et Bouix, 1993**).

II-5 Matières premières utilisées dans la fabrication du yaourt :

Plusieurs matières premières sont utilisées lors de la fabrication d'un yaourt à savoir :

II-5.1 Le lait

Les yaourts peuvent être fabriqués indifféremment à partir de lait frais produit localement ou de lait reconstitué à partir de poudre de lait. En cas d'utilisation de poudre de lait, il faut absolument utiliser de l'eau potable ou bouillie pour diluer la poudre. Une fois reconstitué, le lait se conserve peu de temps, comme le lait (M'boya *et al.*, 2001).

II-5.1.1 Le lait frais : Le lait, à la fois aliment et boisson de grand intérêt nutritionnelle, et l'aliment traditionnelle par excellence (Vierling, 2008).

II-5.1.2 La poudre de lait : Constitué essentiellement de matière sèche de lait et d'une très faible quantité d'eau (de 2 à 4%), elles ont l'avantage d'être stockées et transportées aisément et éventuellement d'être utilisées après reconstitution pour la préparation de nombreux produits : laits liquides de consommation, laits fermentés, fromages...

II-5.2 L'eau

D'une très grande importance dans les industries agro-alimentaires notamment dans les industries laitières, elle est utilisée pour le lavage de l'appareillage, le chauffage et la stérilisation, l'alimentation des chaudières et également comme ingrédient pour de nombreux produits laitiers à base de lait reconstitué (poudre de lait) et c'est le cas du yaourt, l'eau joue le rôle de dispersant des différents constituants (Debry, 2001).

II-5.3 Le sucre

Le principale sucre autorisé par la législation est le saccharose, qui rend la consistance du yaourt plus lisse, plus fine, élastique et joue le rôle de fixateur d'arôme. Il provient de la racine de betterave ou de la tige des cannes à sucre (Sablonniere, 2001).

II-5.4 Les bactéries spécifiques du yaourt

Lactobacillus bulgaricus et *Streptococcus thermophilus* sont les seules espèces indispensables à la fermentation du lait dans le but de le convertir en yaourt. Elles acidifient le lait par fermentation homolactique du lactose, l'acide lactique est donc le produit principal de la transformation avec libération entre autres de faibles quantités d'éthanol, éthanal, acétone (Leyral et Veirling, 2007).

II-6 Technologie de fabrication du yaourt :

Les différentes étapes de la fabrication du yaourt sont résumées figure 1:

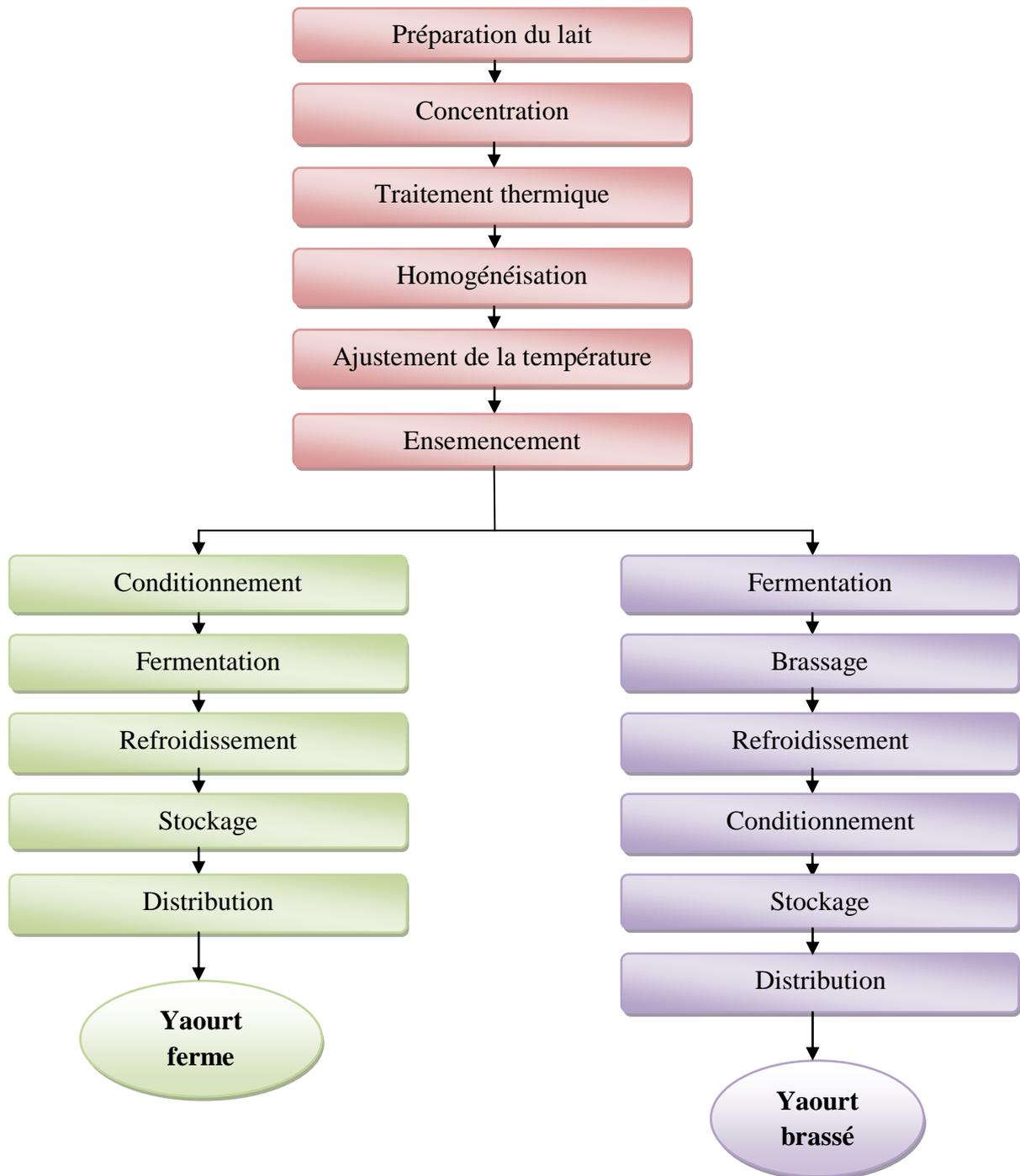


Figure 1 : Schéma de la fabrication du yaourt (Vignola, 2002)

II-7 Les altérations du yaourt :

II-7.1 Définition :

L'altération c'est une modification que subit un corps par rapport à sa constitution spécifique. L'aliment altéré a une incidence directe sur la santé du consommateur et peut provoquer souvent des intoxications graves voire même mortelles. **(Anonyme, 2007).**

D'après **Gachot**, une température ambiante supérieure à 15°C est l'une des principales causes d'altérations. **(Anonyme, 2008).**

La qualité du yaourt peut être infectée par plusieurs altérations au cours de conservation, ces altérations peuvent être de natures microbiologiques, enzymatiques et physico-chimiques. **(Bourgeois et al.,1990).**

II-7.2 Altérations microbiologiques :

L'action microbienne sur un aliment est variée et affecté les caractères physico-chimiques, nutritifs et organoleptiques. Certains microorganismes sont très dangereux du point de vue sanitaire et peuvent causer des troubles graves chez le consommateur: ces germes strictement pathogènes sont dangereux même en faible quantité et une absence de développement ou de dégradation induite dans le produit. **(Guiraud,1998).**

Un produit altéré conduit aux changements des critères organoleptiques et à des intoxications plus ou moins graves, dont la gravité dépend du type de microorganisme impliqué. Les principaux germes en cause, sont des microorganismes vivants normalement dans l'intestin de l'homme et conséquent leur présence dans un aliment peut traduire une contamination fécale et un risque de présence de germes pathogènes. Ce sont :

- ✓ Les coliformes totaux et fécaux : responsables des intoxications alimentaires si leur nombre augmentent. Sa présence se manifeste par des critères d'altérations qui sont : gout acide avec formation de gaz.
- ✓ Clostridium sulfito-réducteur : se développe dans le sol et les matières organiques, avec une résistance très importante par la sporulation. Ce germe est le plus fréquemment impliqué dans les intoxications alimentaires, lorsqu'il est présent à côté des coliformes, il confirme l'origine fécale de la contamination. Sa présence dans le Yaourt produisant de l'acide butyrique (bactérie butyrique) responsable de mauvaises odeurs. **(Beerens et Luquet, 1987).**
- ✓ Les levures : ce sont des champignons microscopiques se présentent sous forme unicellulaire. Certaines levures son responsables de fermentations gazeuses dans les crèmes et

les caillés frais. La présence des levures à la surface de yaourt c'est un indice d'une pollution qui déprécie l'aspect et le gout (saveur de levure) de yaourt, avec formation de gaz qui rend le capsulage de la bouteille bombé. (**Bourgeois et al., 1990**).

✓ Les moisissures : plus de cent milles moisissures différentes sont susceptibles de souiller le yaourt. Ce sont des espèces saprophytes tirant leur apport nutritionnels des matières organiques.

La contamination se fait par les spores douées d'une grande aptitude à la survie et souvent adaptées au transport par l'air, certains ont de grandes propriétés d'adhésion et leur transport est favorisé par une ambiance chaude et humide. (**Bourgeois et al., 1990**).

II-7.3 Les altérations physico-chimiques :

Au cours de la conservation du yaourt à une température entre (4-6) °C pendant 24 jours, dans ces conditions les bactéries du yaourt ne se multiplient pas mais conservant néanmoins une activité métabolique, c'est ainsi que l'acide lactique est encore produit à partir du lactose ce qui abaisse légèrement le pH, le yaourt alors subit des dégradations des protéines, matière grasse, lactose, sel minéraux ces altérations sont accélérée par l'oxygène et la lumière. (**Bourgeois et al., 1990**)

Le tableau suivant représente les altérations physico-chimiques du yaourt :

Tableau V : altération physico-chimique du yaourt.

Constituant du yaourt	Type de changement pendant l'altération chimique.
Protéines	Changement dans l'état d'hydrations
Matière grasse	Oxydation et saveur oxydée affecté par la lumière et l'air
Vitamines, sel minéraux	Dégradation progressive
Fruit de base	Couleur pal
Fruit acide	Affectant la migration des matières solubles à partir des matériels d'emballage

(**Basic et al., 1978**).

II-8 Les facteurs de détérioration :

Lors de la fabrication, de la conservation, du transport, certaines altérations des denrées alimentaires peuvent survenir. Le tableau qui suit dresse la liste des types d'altération qui peuvent avoir lieu. (Anonymes, 2008).

Tableau VI : Altération des aliments

Type d'altération	Exemples
Physique	Chocs, blessures, changement d'état, variation de la teneur en eau, changement de couleur, etc.
Chimique	Oxydation (rancissement)
Biochimique	Par les enzymes (brunissement enzymatique, lyses, destruction des vitamines et de certains nutriments) Réaction du Maillard (l'ensemble des interactions résultant de la réaction initiale entre un sucre réducteur et un groupement aminé)
microbiologique	Fermentation, développement de micro-organismes pathogènes, production des toxines et d'enzymes (putréfaction, toxicité).

(Anonyme, 1990).

On peut aussi classer les facteurs d'altération des aliments selon leur caractère intrinsèque ou extrinsèque. Le premier est relatif à l'aliment et les seconds proviennent de l'environnement. Voici, dans le tableau suivant, les exemples de ces facteurs. (Anonyme, 2008).

Tableau VII : facteurs d'altération

Facteurs	Exemples
Intrinsèques	pH humidité, activité ou disponibilité de l'eau potentielle d'oxydation structure physique de l'aliment présence d'agents antimicrobiens naturels
extrinsèques	Température Humidité relative Gaz présents (CO ₂ , O ₂) Types et quantités de micro-organismes ajoutés

(Anonyme, 2008).

II-8.1 Influence de l'emballage sur le produit :

Les produits à la sortie de l'usine doivent être protégés par des emballages qui empêchent toute recontamination. Ces emballages souvent souples et fragiles devant être complétés par un suremballage plus résistant.

Le développement des micro-organismes est encore présent, l'emballage a aussi un rôle très important dans la maîtrise de conditions de stockage, notamment sur l'*A_w* et la tension en oxygène qui ont des répercussions sur la croissance des micro-organismes. Les matériaux et les techniques utilisés ne permettent pas toujours de régler les problèmes d'humidité et d'oxydation à la cour du stockage et de la conservation. **(Bourgeois).**

II-8.2 Les facteurs influent sur le stockage :

Les caractéristiques physico-chimiques du milieu jouent un rôle capital dans le domaine de la préservation des aliments, car la plupart des procédés mis en œuvre pour prolonger la durée de la conservation des produits laitiers reposent peu sur des modifications d'environnement. **(Miche) :**

II-8.2.1 La température et l'humidité :

Dans diverses parties de l'établissement, il est bien contrôler la température et l'humidité. Dans les aires d'entreposage, la température dépendra de produit qui est conserve.

Dans les chambres d'entreposage réfrigérées, il est nécessaire de maintenir des conditions d'humidité qui empêcheront la formation de condensation et la croissance bactérienne, moisissure.

On peut utiliser les thermomètres, hygromètres ou dispositifs automatiques appropriés qui ne présentent pas des risques de contamination (thermomètre incassable).

On doit avoir des pièces ou des appareils de remplacement. Il faut consigner dans des registres les conditions de température et d'humidité indiquent que le produit a été conserve de façon appropriée. Ces registres peuvent être des registres manuels ou des graphiques d'enregistrement.

II-8.2.2 La lumière :

Grace au rayon, elle peut être à l'origine de certaines réactions chimiques indésirables, telles que l'oxydation des lipides et de certaines vitamines (B,C), favorisant, ainsi la dénaturation des acides aminés suivants : histidine, tryptophane, tyrosine et des acides soufrés. **(Miche).**

II-8.2.3 La température :

Le choix de l'emballage vis-à-vis la température devient majeure, à l'égard des risques de réchauffement de yaourt dans des équipements de stockages a cause des ouvertures répétés.

Ce phénomène est l'origine de la réactivation de la fores microbienne et qui est néfaste pour la qualité hygiénique des produits dans ces conditions on recommande l'utilisation d'emballage réfléchissant le rayons lumineux (feuilles d'aluminium). (**Miche**).

II-8.2.4 L'oxygène :

Cet élément est indispensable à l'oxydation biochimique qui fournit à partir des éléments nutritionnels, l'énergie nécessaire au métabolisme des micro-organismes (**Miche**).

Il est à l'origine de la majorité des réactions chimiques de la dégradation de l'aliment pendant le stockage qui sont :

- Dénaturation des protéines
- L'oxydation des matières grasses
- Destruction des vitamines hydrosolubles et liposolubles.

(**Caron, 1964**).

Démarche expérimentale :**• Lieu de stage :**

Notre étude a été réalisée au niveau du laboratoire de contrôle de qualité et d'analyse microbiologique et physico-chimique de la laiterie « DANONE DJURDJURA BLIDA », du mois d'avril au mois de juin 2016 pendant 2 mois.

• Objectif du travail :

L'objectif de notre travail se base sur le contrôle de la qualité microbiologique et physico-chimique du yaourt brassé fruité pot, au cours de sa préparation stockage jusqu'à sa DLC + 2jours, conservé à température 6°C.

Sachant que mon travail a été réalisé au niveau du laboratoire des analyses physico-chimique et microbiologique de la laiterie « DANONE DJURDJURA BLIDA », et pour atteindre cet objectif notre étude c'est basée essentiellement sur contrôle de la qualité de la matière première (eau de process, poudre de lait et le sucre) et des produits finis (yaourt brassé), et le suivi de la stabilité microbiologique et physico-chimique des produits finis, à une température (6 °C), ainsi qu'après 2 jours de sa date limite de consommation (DLC).

I- Matériel :**I-1 Matériel biologique :**

Le matériel biologique comporte les différentes matières premières utilisées (poudre de lait, sucre, eau de procès) pour la formulation des essais, et sur lesquelles des analyses microbiologiques et physicochimiques seront effectuées. Les résultats des analyses seront influencés par la qualité de l'échantillon prélevé d'où la nécessité d'un bon plan d'échantillonnage.

- Réactifs, indicateurs, additifs et solutions (Annexe1).
- Milieux de culture (Annexe 2).

I-2 Matériel non biologique :

- Verrerie et Appareillages (Annexe3).

II- Méthode :

II-1 Echantillonnage :

Les prélèvements se font directement à la sortie de la chaîne de fabrication, et avant d'être acheminés vers la chambre froide.

Les pots sont choisis aléatoirement juste après leur conditionnement.

Quatre (04) échantillons de la matière première ont été prélevés pour les analyses microbiologique et physico-chimique, le suivi de la qualité microbiologique et physico-chimique du produit fini (yaourt brassé) a été réalisé le 1^{er} jour de sa mise au point, le 2^{ème} jour, le 10^{ème} jour, le 20^{ème} jour, et le jour de DLC+2.

Les échantillons sont stockés comme suite :

- Le 1^{er} yaourt brassé fruité fraise. (24 pots)
- Le 2^{ème} yaourt brassé fruité poire pêche. (24 pots)
- Le 3^{ème} yaourt brassé fruité figue. (24 pots)
- Le 4^{ème} yaourt brassé fruité abricot. (24 pots)

Des analyses physico-chimiques et microbiologiques sur quatre types de pots de yaourt choisis aléatoirement durant toute la durée de conservation étaient effectuées chaque semaine.

II-1.1 Prélèvement des échantillons :

II-1.1.1 Matières premières :

A. L'eau de procès :

L'eau de procès est stockée dans un tank de capacité de 20000L à une température d'environ 20 à 25°C, ce dernier possède un robinet disposé à sa partie inférieure. Avant le prélèvement, nettoyer le robinet, le désinfecter à la flamme, et laisser couler une certaine quantité de volume, puis récupérer une quantité suffisante de volume dans un flacon stérile.

B. La poudre de lait entier :

La poudre de lait entier est conditionnée dans des sacs en polyéthylène de 25 kg, qui sont doublés ou triplés avec du papier kraft et fermés hermétiquement. Ces sacs sont entreposés dans un magasin à température ambiante disposés sur des palettes en bois afin d'éviter le contact direct avec le sol, et donc son altération. Les prélèvements ont été effectués aseptiquement, à partir des sacs qui sont choisis au hasard, d'un lot à l'aide d'une spatule à

long manche en métal stérile, après avoir écarté la couche superficielle, on procède au prélèvement à partir du centre et du fond du sac d'une quantité suffisante (50-100g), celle-ci est par la suite introduite dans des boîtes de Pétri stériles.

C. Le sucre :

Pour le prélèvement du sucre, on procède de la même manière que pour la poudre de lait. La différence est que le sucre est conditionné dans des sacs de 50 kg.

II-1.1.2 Les produits finis :

Prendre à chaque prélèvement quatre pots de yaourt brassé fruité conservés à une température (6°C) pour la réalisation d'analyse microbiologique et physicochimique. Pour les analyses microbiologiques, la surface des pots est nettoyée à l'aide d'une pièce de coton à usage unique imbibé d'alcool, l'ouverture de l'emballage et le prélèvement de l'échantillon se fait près de la flamme du bec benzène dans la zone stérile, à l'aide d'une spatule à long manche en métal après l'avoir flamber et stérilisé.

- **Les analyses effectuées selon le J.O.R.A (1998) :**

Les analyses physico-chimiques :

- Potentiel d'hydrogène (pH).
- Extrait sec total (EST).
- Matière grasse (MG).
- Dosage fruit.

Les analyses microbiologiques :

- Les coliformes :
 - Coliformes totaux.
 - Coliformes fécaux.
 - Les entérobactéries.
- Levures et moisissures.
- Clostridium sulfite-réducteur
- Salmonelle.
- *Staphylococcus aureus*.

Pour effectuer une analyse, il faut appliquer une série d'opérations très importantes et cela dépend de la qualité des résultats d'analyses. Il faut choisir des échantillons ou définir le lieu et les conditions des prélèvements et le transmettre dans des conditions au laboratoire d'analyse.

III- Les analyses physico-chimiques :

- **Objectifs**

Le contrôle physico-chimique a une grande importance car il peut détecter les différentes anomalies qui peuvent présentes dans la matière première ou dans les autres ingrédients ainsi il offre souvent la possibilité de donner une évaluation qualitative comme la valeur nutritionnelle et la stabilité du produit fini durant le stockage.

III-1 les analyses physico-chimiques :

III-1.1 Les analyses physico-chimiques de l'eau de procès :

III-1.1.1 Détermination du pH :

Le présent mode opératoire a pour but de décrire la méthode de détermination du pH du lait ou produit laitier. Le pH est le potentiel chimique des ions H^+ dans une solution. Il est mesuré à l'aide d'un pH mètre. Le pH mètre est équipé d'une sonde de température et une sonde de pH. Cet équipement doit être étalonné chaque matin avant de commencer l'analyse.

- **Principe :**

Le pH est une grandeur mesurant la concentration des ions hydrogène dans une solution, c'est une mesure de l'acidité de la solution. Il correspond à l'opposé du logarithme de la concentration des ions H^+ (proton).

$$pH = - \log_{10} [H^+]$$

$[H^+]$: concentration des ions (H^+ moles / l).

- **Mode opératoire (AFNOR, 1986) :**

- effectuer l'étalonnage de l'appareil (pH-mètre) avec deux solutions tampon :
- La première à pH 4, attendre la stabilité du pH et lire la valeur affichée, rincer les deux sondes à l'aide de l'eau distillée ;
- Introduire l'électrode dans la deuxième solution tampon pH 7, lire la valeur affichée, puis rincer les deux sondes ;
- Plonger ensuite les deux sondes dans l'échantillon à analyser, on attend la stabilisation du pH pour lire la valeur affichée.

- **Expression des résultats :**

Les valeurs du pH sont directement lues sur l'appareil.

III-1.1.2 Détermination du chlore libre dans l'eau :

- **Principe :**

On détermine la valeur du chlore libre Cl_2 dans l'eau de process à l'aide du comparateur palintest, qui s'utilise avec des disques colorés interchangeable, il sert à comparer la couleur produite dans le teste avec celle du disque, des disques colorés existent pour la plupart des paramètres chimiques de l'eau. Le comparateur palinest utilise des tubes carrés de 10 ml et de 13,5 mm. Le comparateur palinest, les disques et les tubes sont conformes aux dimensions internationales et s'adaptent à tout les types de comparateurs standard.

- **Mode opératoire (NA 2063 (ISO 7393-3 :1990) :**

- remplir le tube avec 10 ml l'échantillon;
- ajouter une pastille de diethylparaphenylene diamin (DPD) ;
- placer le tube traité sur le coté droit du compartiment au dos du comparateur ;
- placer un deuxième tube ne contenant que l'eau à analyser sur le coté gauche, afin de tenir compte de la couleur éventuelle de l'échantillon ;
- positionner face à une source de lumière blanche, puis faire tourner le disque jusqu'à l'obtention de deux couleurs identiques.

- **Expression des résultats :**

Le résultat apparaît directement dans le tour sur le devant du boîtier.

III-1.1.3 Dosage des chlorures libres dans l'eau par la méthode de MOHR :

- **Principe :**

Le dosage des chlorures libres est une méthode qui décrit la mesure de la concentration du chlore libre ou Cl^- dans l'eau. Les chlorures sont dosés en milieu neutre, par une solution de nitrate d'argent (AgNO_3) en présence de bichromate de potassium K_2CrO_4 comme indicateur coloré. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge brique caractéristique du chromate d'argent.

- **Mode opératoire (NA 6917 (ISO 9297 : 1989)) :**

- introduire dans un bêcher de 250 ml, 100ml d'eau à analyser et 10 gouttes de la solution de bichromate de potassium K_2CrO_4 à 10%.

- titrer avec la solution de nitrate d'argent à 0,1 N jusqu'à virage du jaune au rouge brique.

- **Expression des résultats :**

$$Cl^- = (V - 0,9) \cdot 35,5$$

- 0,9 : volume d' $AgNO_3$ nécessaire pour l'obtention de la même teinte rouge dans un essai avec 100 ml d'eau distillée.

- 3,35 : masse molaire de chlore en g/mole.

- **V** : volume de nitrate en ml utilisé pour l'eau (lu sur la burette).

- Les chlorures sont exprimés en mg de Cl^- par litre d'eau (mg/l).

III-1.1.4 Détermination du titre alcalimétrique :

- **Principe :**

Le titre alcalimétrique ou TA permet de connaître la teneur de l'eau à analyser en hydroxydes et carbonates, elle est basée sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide sulfurique dilué en présence d'un indicateur coloré.

- **Mode opératoire (AFNOR, 1986) :**

- introduire dans un bêcher de 200ml, 100 ml d'eau à analyser et 2 gouttes de phénolphthaléine comme indicateur coloré ;

- une coloration rose doit se développer si la réaction est positive ; dans le cas contraire (pas de coloration), le TA est nul ($TA=0$) ce qui est produit en générale pour les eaux naturelles dont le pH est inférieur à 8,3 ;

- dans le cas où la réaction est positive, on verse doucement de l'acide sulfurique (0,02N) dans le bêcher à l'aide d'une burette, en agitant constamment, et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution.

- **Expression des résultats :**

- Absence de coloration : $TA=0$
- Présence de colorations : $TA = V$

- **TA** : titre alcalimétrique en degré français (°F).

- **V** : volume de l'acide sulfurique en ml, pour obtenir le virage de la disparition de la couleur rose.

✚ **Remarque** : Un degré français (1°F) équivalent à 4 mg de calcium par litre et à 2,4 mg de magnésium par litre (Goudet et Kowalski, 2011).

III-1.1.5 Détermination du titre alcalimétrique complet :

- **Principe :**

Le titre alcalimétrique complet ou TAC permet de connaître la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates, elle est basée sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide sulfurique dilué en présence d'un indicateur coloré.

- **Mode opératoire (AFNOR, 1986) :**

- Utiliser l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement primitif (utiliser pour le TA) s'il n'y a pas eu de coloration ;
- ajouter 2 gouttes de méthyle orange ;
- titrer de nouveau avec la même solution acide jusqu'au virage du jaune au jaune orangé (pH=4,3) ;
- s'assurer qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage du jaune orange au rouge orangé (pH=4).

- **Expression des résultats :**

$$TAC = V$$

- **TAC** : titre alcalimétrique complet en °F.

- **V** : volume de l'acide sulfurique en ml versé depuis le début du dosage.

III-1.1.6 Détermination du titre hydrométrique :

- **Principe :**

Le titre hydrométrique ou TH représente la dureté totale de l'eau exprimée par la présence des sels de calcium et de Magnésium. Elle permet de doser rapidement les ions de calcium et de

magnésium. Son principe est basé sur le titrage par complexométrie du Calcium et du Magnésium avec une solution aqueuse de sel disodique d'acide éthylène-diamine tétra acétique (EDTA) 0,02 N, solution tampon de pH = 10, et d'un indicateur coloré qui est le noir eriokrome-T (NET), qui donne une couleur rouge foncée ou violette en présence de Magnésium. Lors du titrage, l'EDTA réagit d'abord avec les ions Ca^{++} et Mg^{++} libres en solution puis au point d'équivalence avec les ions Ca^{++} et Mg^{++} combinés, ce dernier est libéré et provoque un changement de couleur du violet au bleu.

- **Mode opératoire (AFNOR, 1986) :**

- Introduire dans un bêcher de 250 ml, 100 ml d'eau à analyser, 10 ml de solution tampon pH = 10 et 2 gouttes de l'indicateur coloré NET. La solution doit être colorée en violet ;
- titrer ensuite avec l'EDTA (0,02 N) tout en agitant constamment jusqu'au virage de la couleur du violet au bleu. Le point final du virage est atteint lorsque la dernière nuance violette a disparu.

- **Expression des résultats :**

$$\text{TH} = \text{V} \cdot 2$$

- **TH** : titre hydrométrique en °F.
- **V** : volume de la solution EDTA utilisé pour le titrage (ml)

III-1.2 Les analyses physico-chimiques de la poudre de lait

III-1.2.1 Détermination de l'acidité titrable:

- **Principe :**

L'acidité du lait ou d'un produit laitier est la quantité d'acide lactique libérée par transformation du lactose en acide lactique en présence des bactéries lactiques, le principe repose sur le titrage de l'acide lactique par une solution alcaline (NaOH 0,11 mol/l) en présence d'un indicateur de couleur qui est la phénolphthaléine.

- **Mode opératoire (NF V04-206, 1969) :**

- dans un bêcher préparer le lait reconstitué en introduisant 20ml d'eau distillée aux 2 g de la poudre de lait entier et en agitant vigoureusement, laisser reposer 20 minutes ;
- ajouter 4 gouttes de l'indicateur coloré phénolphthaléine ;

- titré le contenu du bêcher par addition de la solution sodique à l'aide de la burette, jusqu'au virage de la couleur au rose. La coloration doit persister au moins 10 secondes (elle peut disparaître ensuite lentement mais il ne faut pas en tenir compte). Il est ensuite utile de comparer à un témoin constitué par le lait reconstitué.

- **Expression des résultats :**

L'acidité titrable = $2.V$ où V est le volume en ml de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour le titrage :

$$\text{Acidité} = V / 2 \text{ } ^\circ\text{D}$$

Le degré Dornic ($^\circ\text{D}$) correspond à 0,1 g/l d'acide lactique (Goudet et Kowalski, 2011).

III-1.2.2 Détermination de la matière grasse (MG):

- **Principe :**

La méthode acido-butyrométrique dite GERBER est une technique conventionnelle permettant d'évaluer la teneur en matière grasse des produits laitiers (yaourt), correspondant au nombre de gramme de substance de matière grasse (MG) dans un litre de yaourt (g/l), son principe est l'attaque du lait par l'acide sulfurique et la séparation par centrifugation en présence d'alcool iso amylique de la matière grasse libéré. Le butyromètre est gradué de manière à donner par lecture directe le pourcentage en matière grasse.

- **Mode opératoire (AFNOR, 1975) :**

- dans un butyromètre GERBER, introduire: 10 ml d'acide sulfurique et ajouter 11ml de l'échantillon à analyser à l'aide de la pipette graduée sans mouiller le col de butyromètre, et éviter un mélange prématuré de l'échantillon à analyser avec l'acide ;
- verser à la surface de l'échantillon 1 ml d'alcool iso-amylque et boucher avec soin le butyromètre ;
- agiter énergiquement le butyromètre mais avec précaution, jusqu'à disparition des grumeaux ;
- centrifuger pendant 10 minutes (1500 tours/minute);
- a la fin de la centrifugation, régler le bouchon pour que la phase lipidique se place exactement dans l'échelle graduée.

- **Expression des résultats :**

On maintient le butyromètre verticalement et on ajuste avec le bouchon afin de coïncider la phase liquide avec une division et on fait la lecture rapidement. Le résultat est exprimé en pourcentage massique. Le pourcentage (%) de MG = La valeur lue sur le butyromètre.

III-1.2.3 Détermination de l'extrait sec (EST) (NF T90-029) :

L'extrait sec d'un produit est le pourcentage des matières sèches existant dans le produit.

- **Principe:**

Le principe de la mesure de l'extrait totale par la méthode de thermobalance repose sur l'évaporation de l'eau contenu au niveau de l'échantillon analysé, par une source de chaleur.

- **Mode opératoire (AFNOR, 1970) :**

- Effectuer la tare de l'appareil (thermobalance) en appuyant sur la barre à cet effet ;
- dans une coupelle en aluminium séchée et tarée, on pèse 2g du produit à analyser et l'étaler sur toute la surface de la coupelle en faisant attention de ne pas toucher les bords de la coupelle ;
- la coupelle est mise dans l'appareil, et ce dernier est mis en marche en baissant le couvercle et en appuyant sur START.

- **Expression des résultats :**

Après 19 minutes, un bip sonore indique la fin de l'opération de dessiccation, et le résultat s'affiche sur l'écran de l'appareil en pourcentage (%) massique de matière sèche par rapport au totale.

III-1.2.4 Détermination de taux d'humidité (la teneur en eau) :

$$H\% = 100 - EST$$

III-2 Les analyses physico-chimiques des produits finis :

III-2.1 Mesure de la teneur en matière grasse par la méthode acido-butyrométriques (Méthode de GERBER) :

- **Principe :** la mesure de la teneur en matière grasse (MG) du produit fini est réalisée de la même manière que pour la poudre du lait.

- **Mode opératoire (AFNOR, 1975) :**

- Préparer une dilution de notre produit à analyser :
- dans un bêcher, introduire : 30g de yaourt et 30g d'eau distillée ;
- dans un butyromètre GERBER, introduire: 10 ml d'acide sulfurique et ajouter 11ml de la dilution de l'échantillon à analyser à l'aide de la pipette graduée sans mouiller le col de butyromètre, et éviter un mélange prématuré de l'échantillon à analyser avec l'acide ;
- verser à la surface de l'échantillon 1 ml d'alcool iso-amylque et boucher avec soin le butyromètre ;
- agiter énergiquement le butyromètre mais avec précaution, jusqu'à disparition des grumeaux ;
- centrifuger pendant 10 minutes (1500 tours/minute);
- a la fin de la centrifugation, régler le bouchon pour que la phase lipidique se place exactement dans l'échelle graduée.

- **Expression des résultats :**

Le pourcentage (%) de MG = 2. La valeur lue sur le butyromètre.

- ❖ **Remarque :** on multiplie par deux (2) parce qu'on a effectué une dilution.

III-2.2 dosage de fruit :

- **Principe:**

Le dosage de fruit se base sur la technique de tamisation, par la pesée de la quantité du fruit contenu dans le pot de yaourt brassé fruité.

- **Mode opératoire :**

- prendre un tamis et déposer sur lui le contenu de pot (yaourt fruité) puis rincer avec l'eau.
- prendre le contenu à l'aide d'une cuillère, effectuer la tare de l'appareil (thermobalance) en appuyant sur la barre et le peser.

- **Expression des résultats :**

Le résultat est affiché sur l'écran de l'appareil (thermobalance) en pourcentage (%) massique.

IV- Les analyses microbiologiques :

IV-1 Les analyses microbiologiques de l'eau de procès :

A. Recherche et dénombrement des germes totaux :

- **Principe :**

Les germes totaux sont des microorganismes aérobies et anaérobies stricts capable de pousser sur gélose PCA sous forme de colonies lenticulaires soit à 20°C pour les germes à tendance psychrophiles, soit à 37°C pour les mésophiles (**Joffin et Joffin, 1999**).

- **Mode opératoire (NF T90-401, 1984) :**

- à partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 2 fois 1ml dans deux boites de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées ;
- compléter ensuite chacune des boites avec environ 15 à 20 ml de gélose Plat Count Agar (PCA) fondue puis refroidie à 45±1°C ;
- faire ensuite des mouvements circulaires de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose ;
- laisser solidifier sur paillasse ;
- incuber la première boite, couvercle en bas à 22°C et le second couvercle en bas, à 37°C.

• Dénombrement :

Le dénombrement se fait après 24 heures et 48 heures à 37°C et après 72 heures à 22°C, en prenant compte du nombre des colonies revivifiées compris entre 30 et 300.

Les résultats sont exprimés en nombre de colonies par ml de l'eau analysée.

B. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux :**• Principe :**

Les coliformes totaux sont des germes aérobies facultatifs, ils ont le pouvoir de fermenter le lactose à 37°C avec production de gaz et d'acide lactique, qui se traduit par un virage de la couleur du milieu BCPL du violet au jaune par l'indicateur de pH : le pourpre de bromocrésol ; par contre les coliformes thermotolérants notamment *E. coli* ont la capacité de fermenter le mannitol présent dans le milieu Schubert avec production de gaz et de produire l'indole à partir du tryptophane à 44°C, qui réagit avec le réactif de Kovacs formant un anneau rouge en surface du milieu (**Joffin et Joffin, 1999**).

• Mode opératoire (NF T90-413, 1985). (Voir la figure n° 04)

- **Test de présomption :** Réservé à la recherche des coliformes totaux (C.T).
- à partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :
 - 50ml dans un flacon contenant 50ml de milieu BCPL (D/C) muni d'une cloche de Durham.
 - 5 fois 10ml dans 5 tubes contenant 10ml de milieu BCPL (D/C) muni d'une cloche de Durham.
 - 5 fois 1ml dans 5 tubes contenant 10ml de milieu BCPL (S/C) muni d'une cloche de Durham.
- chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélangé le milieu et l'inoculum.
- incubé l'ensemble de tube à 37°C pendant 24 à 48 heures.

• **Lecture** : Sont considérés comme positifs (présence des C.T) les tubes présentant à la fois :

- un dégagement gazeux (au moins égale au $1/10^{\text{ème}}$ du total de la cloche).
- un trouble microbien accompagné d'un virage de la couleur du milieu du violet au jaune.

Les résultats sont exprimés en nombre de coliformes totaux /100ml de l'eau analysée selon la table du NPP (Annexe 4).

➤ **Test de confirmation:**

- prélever aseptiquement à partir des tubes BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des coliformes totaux 3 à 4 gouttes ; puis repiquer sur milieu Schubert pourvu d'une cloche de Durham avec addition de 3 à 4 gouttes de réactif Kovacs ;

- chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum ;

- incuber les tubes à 44°C pendant 24 heures.

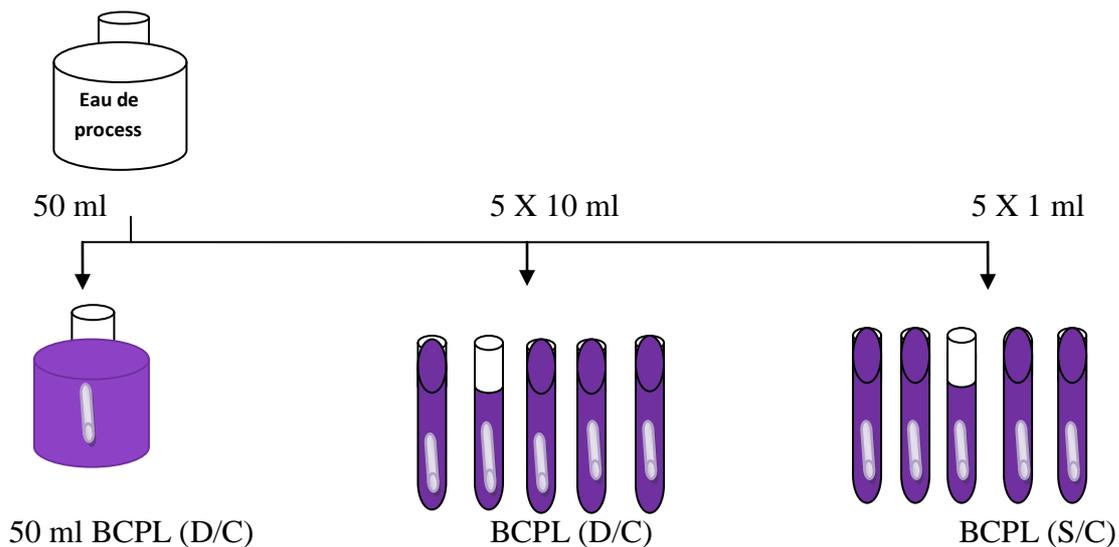
• **Lecture** : Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- un dégagement gazeux (au moins égale au $1/10^{\text{ème}}$ du total de la cloche) ;

- un trouble microbien accompagné d'un anneau rouge en surface après adjonction de 2 ou 3 gouttes du réactif de Kovacs ;

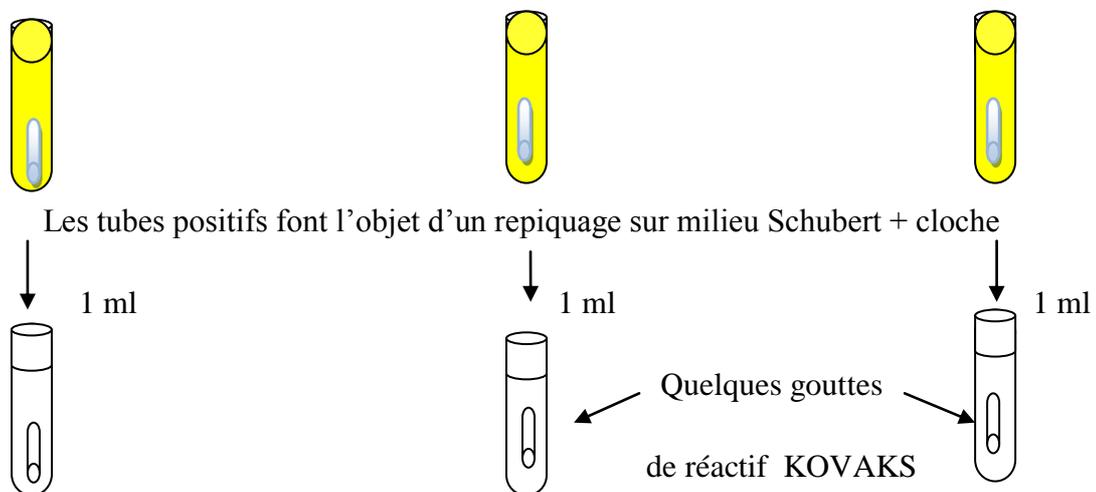
L'expression des résultats se fait selon la méthode de NPP ; par référence à la table de Mac-Grady (Annexe 4). Notons que les résultats sont exprimés en germes/100ml d'eau analysée.

- **Test présomptif**



Incubation à 37°C pendant 24 – 48 h

- **Test confirmatif**



Incubation à 44°C pendant 24 h

Figure 02 : Recherche et Dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau de procès.

C. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux :

- **Principe :**

Selon **Larpent (1997)** et **Joffin et Joffin (1999)**, les streptocoques fécaux sont des germes anaérobies facultatifs dont leur nombre est en général peu élevé, capable de se développer dans un premier temps ; sur un milieu d'enrichissement relativement sélectif par l'azide de

sodium (milieu Rothe), donnant un louche microbien et dans un deuxième temps ; le milieu Eva Litsky sélectif par l'azide de sodium et l'éthyl-violet, qui est confirmée par un trouble homogène avec parfois un dépôt violet au fond du tube.

- **Mode opératoire (NF T90-411, 1989) :** (voir la figure n° 05).

- **Test de présomption :**

- à partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 50 ml dans un flacon contenant 50ml de milieu ROTHE (D/C) ;
- 5 fois 10ml dans 5 tubes contenant 10ml de milieu ROTHE (D/C) ;
- 5 fois 1ml dans 5 tubes contenant 10ml de milieu ROTHE (S/C).
- mélanger le milieu et l'inoculum ;
- incuber les tubes à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture :**

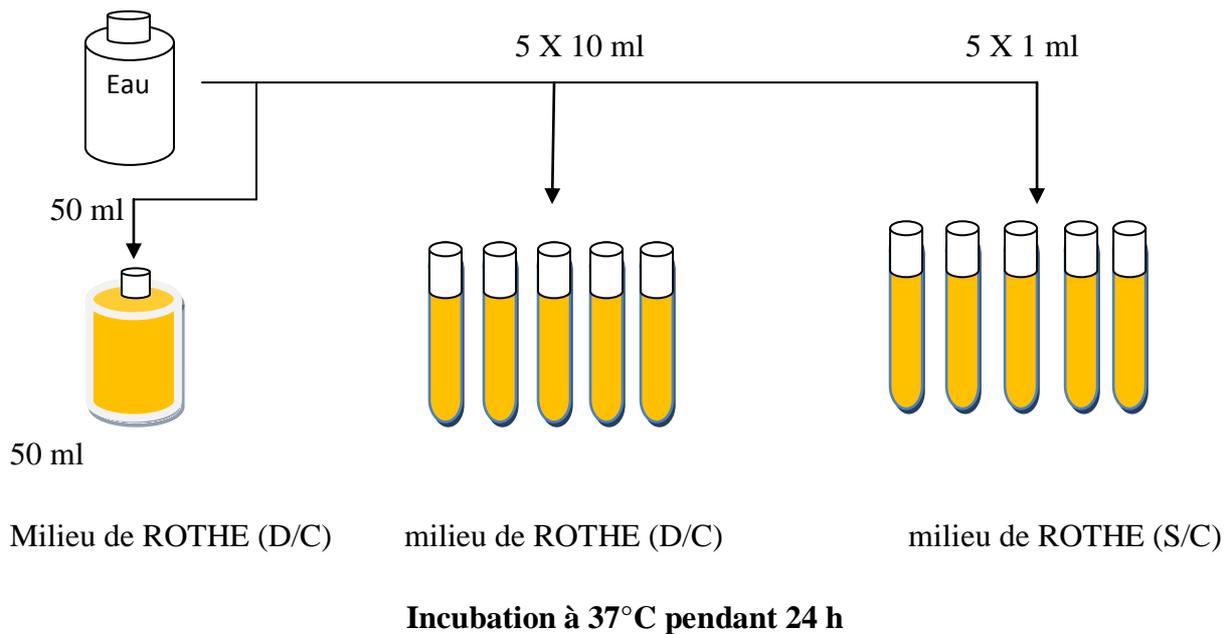
Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien, ces derniers ne doivent en aucun cas faire l'objet de dénombrement, par contre ils doivent absolument faire l'objet d'un repiquage sur milieu Eva Litsky dont le but d'être confirmés.

- **Test de confirmation :**

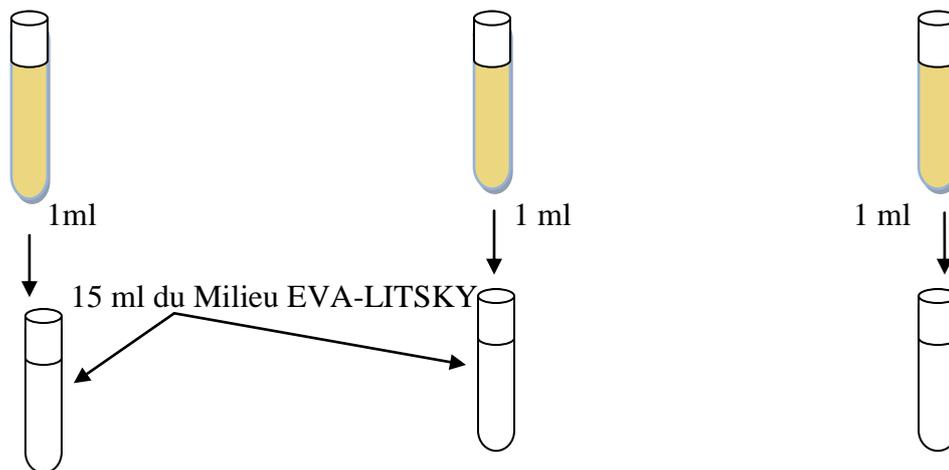
- Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption.
- à partir des tubes de ROTHE trouvés positifs, on transfère à l'aide d'une pipette stérile 3 à 4 gouttes sur milieu Eva Litsky ;
- mélanger le milieu et l'inoculum ;
- incuber les tubes cette fois-ci à 37°C pendant 24 heures.

- **Lecture :** Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois : un trouble microbien ; et une pastille violette au fond des tubes.

L'expression des résultats se fait selon la méthode de NPP par référence à la table de Mac-Grady (Annexe 4). Notons que, les résultats sont exprimés en germe/100ml d'eau analysée.

❖ **Test de présomption**❖ **Test de confirmation**

Les tubes positifs feront l'objet d'un repiquage sur milieu d'EVA-LITSKY



Incubation à 37°C pendant 24 h

Figure 03 : Recherche et Dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau de procès.

D. Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfito réducteurs* :

- **Principe :**

Les *Clostridium sulfito réducteurs* (C.S.R) sont des germes anaérobies stricts, ils ont le pouvoir de réduire les sulfites générant le dégagement d' H_2S qui réagit avec l'Alun de fer

pour former un précipité de sulfure de fer noir, insoluble qui se dépose autour des colonies et permet ainsi de les caractériser (**Bourgeois et al., 1996**).

• **Mode opératoire (NF T90-415, 1985) :**

À partir de l'eau à analyser :

- prendre environ 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C au bain marie pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des CSR éventuellement présentes.
- après chauffage, refroidir immédiatement le tube en question, sous l'eau de robinet.
- répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 5 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.
- ajouter environ 15 ml de Gélose viande foie en surfusion à 45°C, additionnée de 1ml de la solution de sulfite de sodium et 0.5ml de la solution d'alun de fer.
- mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.
- laisser solidifier sur paillasse à température ambiante pendant 30 minutes environ.
- incuber les tubes à 37°C pendant 24 à 48 heures.

• **Lecture :**

La première lecture doit absolument être faite après 16 heures, car très souvent les colonies des CSR sont envahissantes ; auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible ; l'analyse sera à refaire en utilisant des dilutions décimales de 10^{-1} voire 10^{-2} , la deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième et la dernière lecture à 48 heures.

Dénombrer toute colonie noire entourées d'un halo noir de 0.5mm de diamètre, poussant en masse.

Les résultats sont exprimés en nombre de spores par 20ml d'eau de procès analysé.

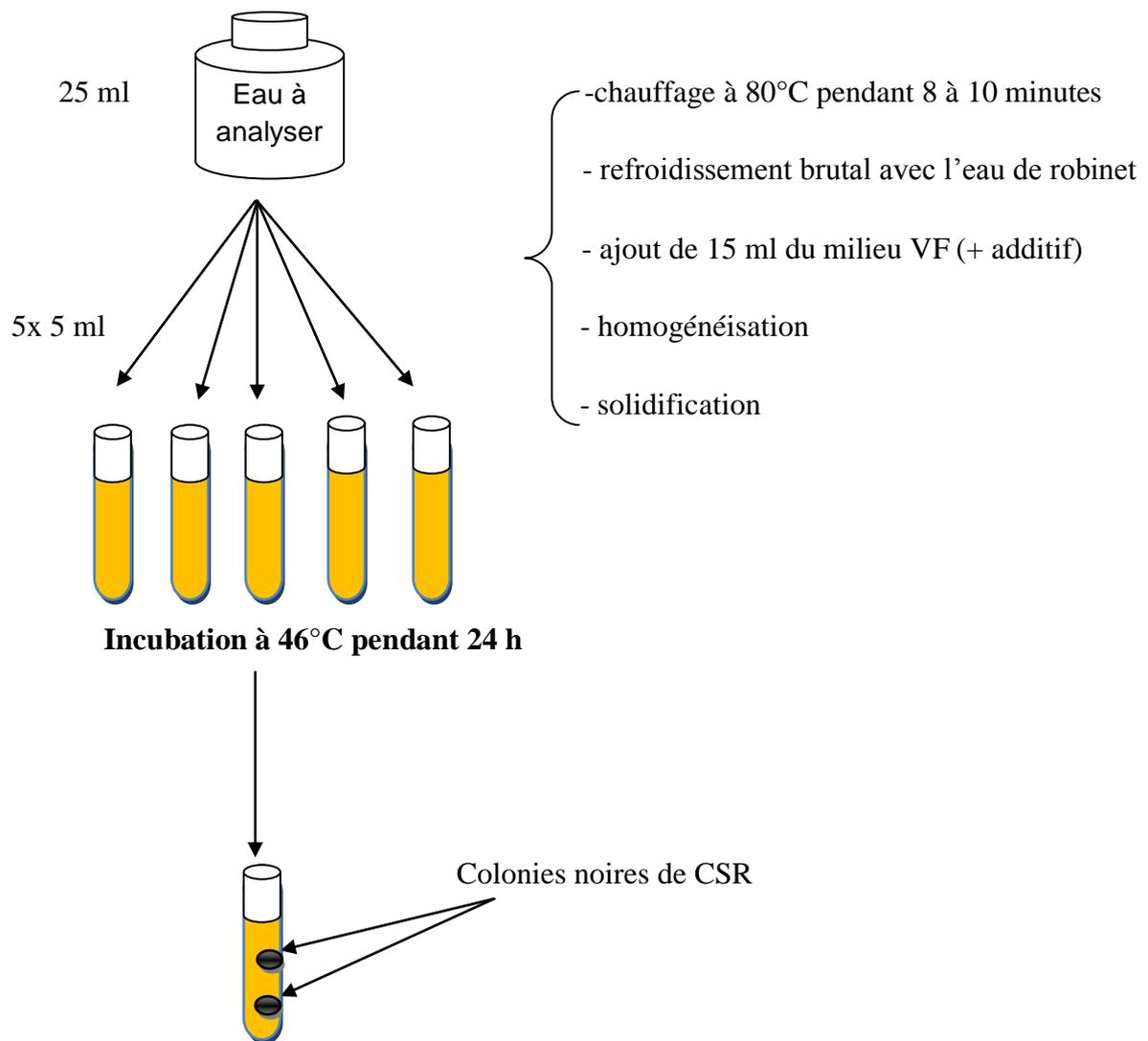


Figure 04 : Recherche et Dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs dans l'eau de procès.

IV-2 les analyses microbiologiques de la poudre de lait entier, du sucre et des produits finis:**A. Préparations de la dilution mère et des dilutions décimales :****• Mode opératoire (V08-010, 1996/ ISO 6887) :**

Pour l'ensemble des échantillons; les dilutions mères et les dilutions décimales sont préparées de la même manière :

- Réaliser une suspension qui constitue la dilution mère:
- ❖ dans un flacon stérile contenant préalablement 225ml de TSE, on introduit aseptiquement 25g de l'échantillon à analyser ; après agitation manuelle, on obtient une suspension homogène représentant la solution mère et correspond donc à la dilution au 1/10 ou 10^{-1} .
- Pour les dilutions décimales:
- ❖ On prélève 1ml de la dilution 10^{-1} pour l'introduire dans un tube à vis stérile contenant 9ml du TSE ainsi on obtient la dilution 1/100 ou 10^{-2} ; de cette dernière et après homogénéisation on introduit aseptiquement 1ml dans un tube à vis stérile contenant 9ml du TSE ; c'est la dilution au 1/1000 ou 10^{-3} .

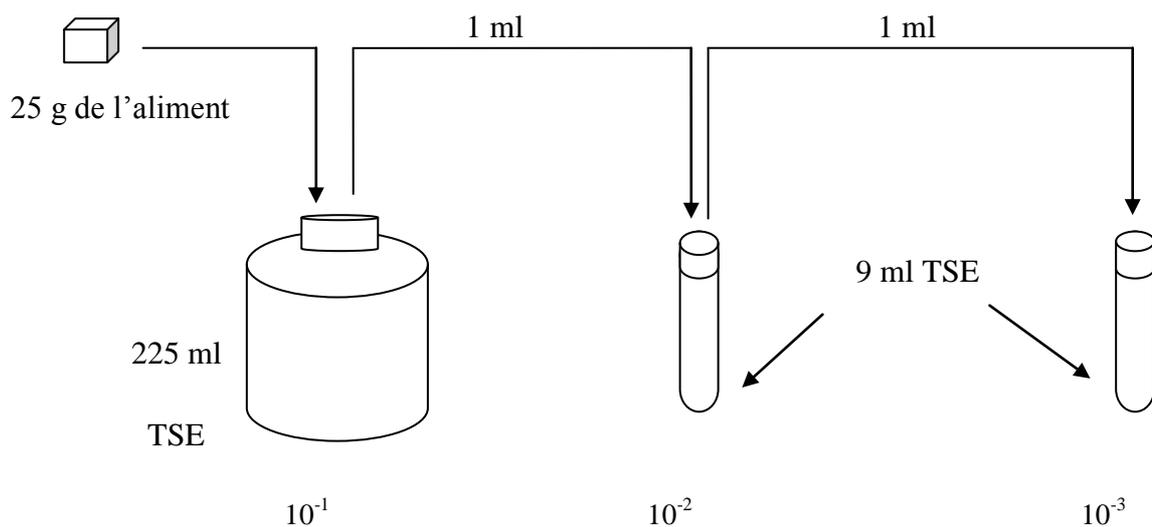


Figure 05 : Préparation des dilutions décimales

B. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles :**• Principe :**

Les germes recherchés sont des microorganismes aérobies mésophiles, capable de pousser sur gélose PCA sous formes de colonies lenticulaires à 30°C (Joffin et Joffin, 1999).

• Mode opératoire (NF 08-051,1992/ ISO 4833) :

- à partir des dilutions décimales allant de 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de Pétri vide préparée à cet usage et numérotée ;

- compléter ensuite avec environ 15 à 20 ml de gélose PCA 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 se mélanger à la gélose ;

- laisser solidifier sur paillasse ; puis incuber les boîtes couvercle en bas à 30°C pendant 72 heures.

• Lecture :

Le dénombrement est effectué en prenant en compte le nombre des colonies lenticulaires en mase compris entre 30 et 300. On multiplie le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution. Les résultats finaux sont exprimés en UFC/ml ou UFC/g de produit analysé (loi de KOSS)

A partir des dilutions décimales

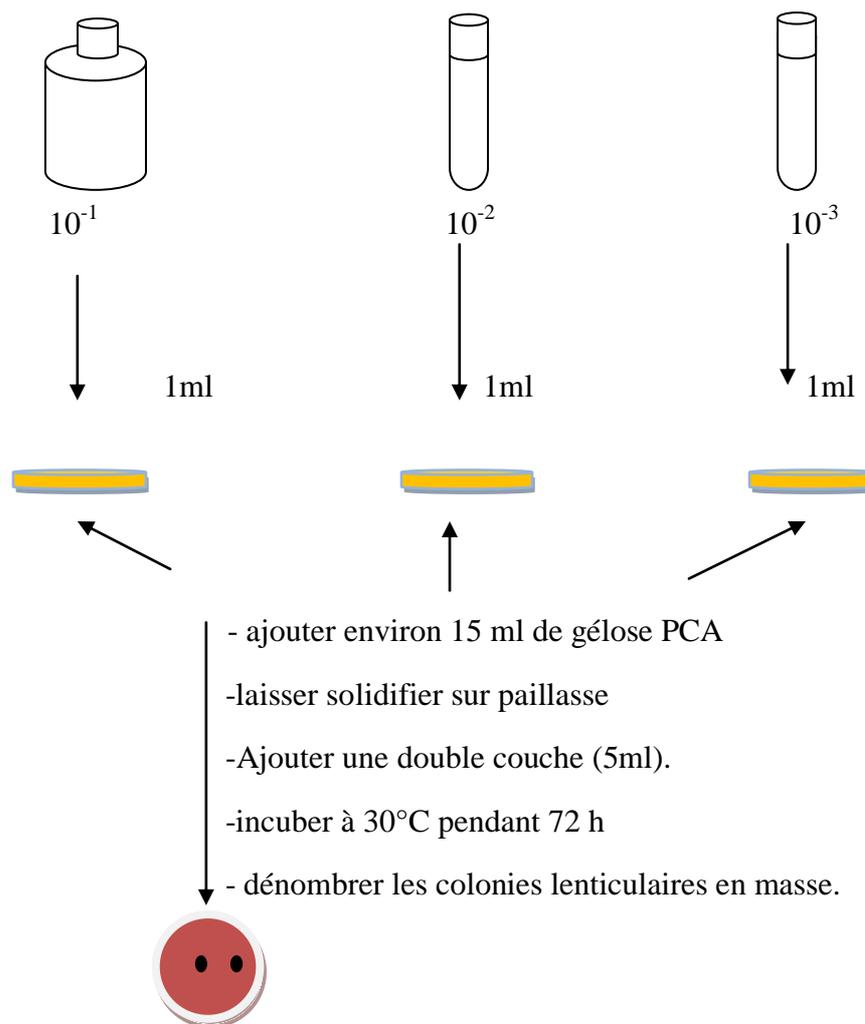


Figure 06 : Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles.

C. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux :

• Principe :

Selon **Joffin et Joffin (1999)** et **Joffin et Leyral (2001)**, les coliformes sont des germes aérobies facultatifs, caractérisés par leur aptitude à fermenter le lactose avec production de gaz et d'acide lactique qui réagit avec le rouge neutre (indicateur de pH) présent dans la gélose au Désoxycholate (DCLA) pour donner des colonies de coloration roses-rouges.

• Mode opératoire (NA 26 91, 1993) :

- à partir des dilutions décimales allant de 10⁻³ à 10⁻¹, porter aseptiquement 2 fois 1 ml dans deux boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées ;

- compléter ensuite chaque boîte avec environ 15 ml de gélose au Désoxycholate (DCLA) à 1 ‰ 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 ;

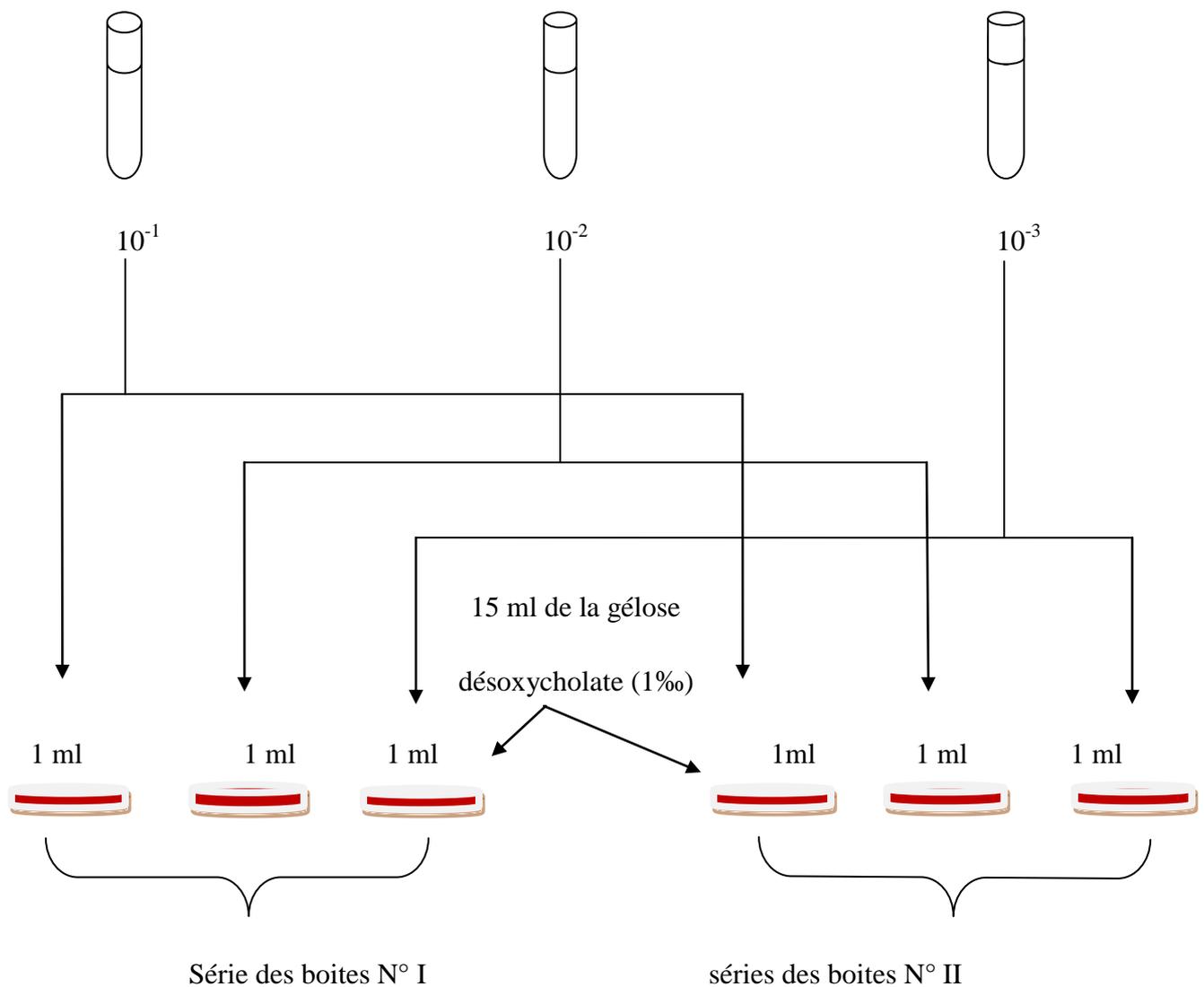
- incuber une série de boîte couvercle en bas à 37°C pendant 24 à 48 heures pour les coliformes totaux et une deuxième série couvercle en bas à 44°C pendant 24 à 48 heures pour les coliformes fécaux.

• **Lecture :**

Dénombrer les colonies lenticulaires roses-rouges comprises entre 30 et 300. Et ensuite ; on multiplie le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.

Le résultat est exprimé en UFC/g ou UFC/ml de produit analysé.

A partir des dilutions décimales



- Pour les boîtes de série N° I, l'incubation se fait à 37°C pendant 24 h.
- Pour les boîtes de série N° II, l'incubation se fait à 44°C pendant 24 h.

Figure 07 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux.

D. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus* :

• Principe :

Les *staphylococcus aureus* sont des germes aéro-anaérobie facultatifs, possédant une catalase, sont capable de réduire le tellurite de potassium en tellure métallique, qui se traduit par un virage du milieu Giolliti Cantoni au noir ; elles ont la particularité d'utiliser le mannitol présent dans le milieu Chapman avec production d'acide, qui se traduit par un

virage du rouge de l'indicateur coloré (rouge de phénol) au jaune ; donnant des colonies pigmentées en jaune (Bourgeois et Leveau, 1980).

• **Mode opératoire (NF V08-014, 1994) :**

La recherche de *Staphylococcus aureus* se fait en deux étapes :

➤ **Enrichissement :**

- prendre aseptiquement 1ml des dilutions décimales dans des tubes contenant 15ml du milieu de GIOLITTI CANTONI additionné de tellurite de potassium ;

- mélanger soigneusement le milieu et l'inoculum ;

- incuber les tubes à 37°C pendant 24 à 48 heures.

• **Lecture :**

Les tubes ayant virés au noir sont considérés comme positifs.

➤ **Isolement :**

- Les tubes ayant virés au noir, doivent faire l'objet d'une confirmation par isolement sur gélose Chapman préalablement fondue et coulée en boîtes de pétri et bien solidifiée ;

- incuber les boîtes de Chapmanensemencées à 37°C pendant 24 à 48 heures ;

Après ce délai, repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune et pourvues d'une catalase et d'une coagulase.

• **Lecture :**

Après l'incubation, dénombrer les colonies circulaires, lisses, brillantes et pigmentées en jaune due à la fermentation du mannitol ; comprises entre 30 et 300 colonies.

Les résultats sont exprimés en UFC/ml ou UFC/g.

***Note :** Si le résultat est positif on procède à la confirmation pour l'eau oxygénée.

A partir des dilutions décimales

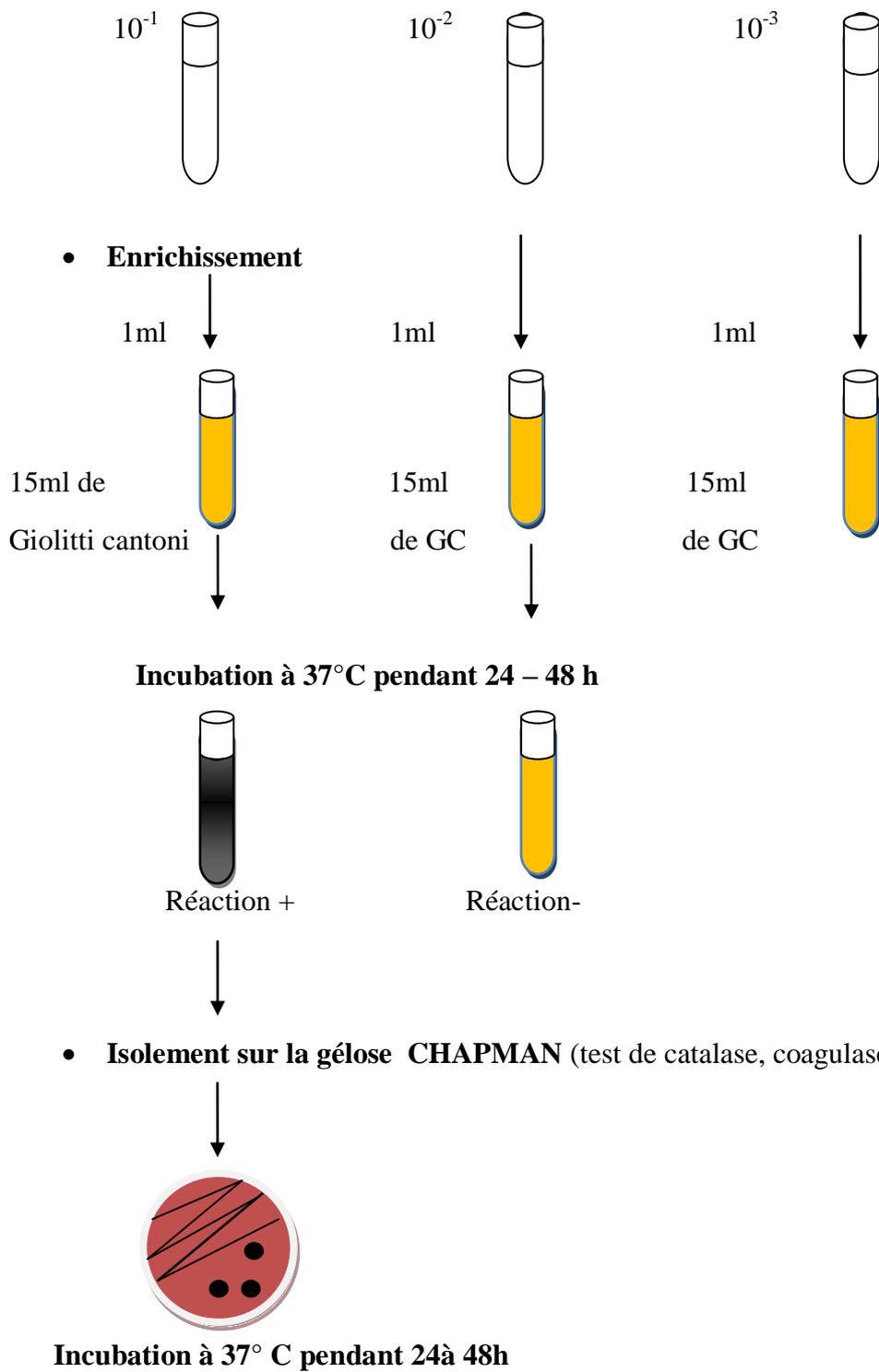


Figure 08 : Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus* par la méthode de Giolitti Cantonii.

E. Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs* :**• Principe :**

Les *Clostridium sulfito réducteurs* sont des spores anaérobies stricts, ils ont le pouvoir de réduire les sulfites générant le dégagement d'H₂S qui réagit avec l'Alun de fer pour former un précipité de sulfure de fer noir, insoluble qui se dépose autour des colonies et permet ainsi de les caractériser (Bourgeois et *al.*, 1996).

• Mode opératoire (NF V59-109, 1982) :

➤ Prévoir une série de tubes stériles à raison de deux tubes par dilution ; répartir l'échantillon à analyser comme suit :

- 1ml de la dilution décimale 10⁻¹ dans chacun des deux premiers tubes ;
- 1ml de la dilution décimale 10⁻² dans chacun des deux tubes suivants ;
- 1ml de la dilution décimale 10⁻³ dans chacun des deux derniers tubes.

- chauffer les tubes au bain marie à 80°C pendant 10 minutes, puis refroidir brutalement sous un jet d'eau du robinet, afin de créer un choc thermique pour éliminer toute forme végétatives et ne laisser que les formes sporulées ;

- ajouter à chaque tube, 20ml de gélose VF (viande foie) en surfusion à 45°C, 1ml de sulfite de sodium et 0.5ml d'Alun de fer ;

- homogénéiser et laisser solidifier sur pailleasse à température ambiante ;

- incuber les tubes à 46°C pendant 24 à 48 heures.

• Lecture :

Le résultat positif concerne les tubes renfermant des colonies noirâtres de spore de *Clostridium sulfito-réducteurs*.

Les résultats sont exprimés en nombre de spores par ml ou g de produit analysé.

A partie des dilutions décimales

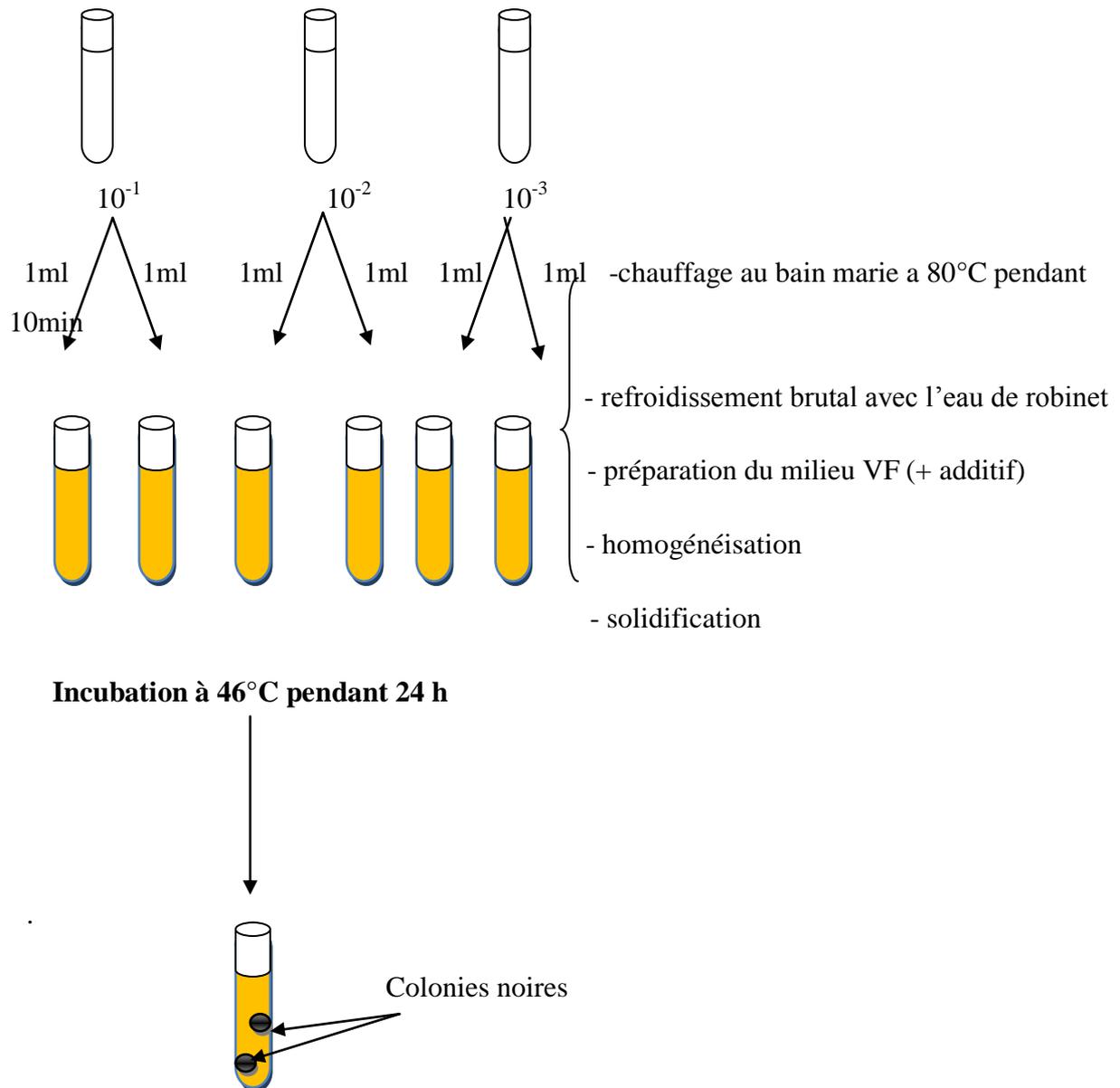


Figure 09 : dénombrement des spores de *Clostridium sulfite-réducteur*.

F. Recherche de Salmonelles :**• Principe :**

Les Salmonelles sont des bactéries difficiles à être isolé, vu leur nombre très faible ; pour cela, il est nécessaire de procéder à un pré enrichissement qui permet aux bactéries stressées de récupérer toutes leurs potentialités et à un enrichissement qui favorise leur multiplication (Larpen, 1997). Ce sont des anaérobies facultatifs, ne fermentent pas le lactose mais fermentent le glucose avec production de gaz de l'hydrogène sulfuré (H₂S) à partir de thiosulfate ce qui est traduit par des colonies bleu-vertes avec ou sans centre noir (Joffin et Joffin, 1999).

• Mode opératoire (NF V08-052, 1993) :La recherche des Salmonelles passe par quatre étapes :

➤ **Pré-enrichissement :** Le pré-enrichissement est destiné à revivifier les cellules de façon à faciliter la culture dans les bouillons d'enrichissement sélectif.

-introduire aseptiquement 25g de l'échantillon à analyser dans un flacon contenant 225ml de tryptone sel-eau stérile(TSE) constituant ainsi la solution mère ;

-incuber le flacon à 37°C pendant 18 à 24 heures.

➤ **Enrichissement primaire :**

- à partir du milieu de pré-enrichissement, prélever un volume de 10 ml dans un flacon stérile contenant 100ml de milieu sélectif SFB (D/C+cystéine) ;

- incuber le flacon à 37°C pendant 24 heures.

- le résultat positif se traduit par un virage de la couleur du milieu du jaune au rouge.

➤ **Isolement et enrichissement secondaire :**

- à partir du milieu d'enrichissement primaire positif: isoler 0.1ml sur gélose HECTOENE+additif SFB sélénite azide de sodium (une ampoule par flacon de gélose) coulée et solidifiée dans de boites de pétri ; et prélever 1ml dans un tube stérile contenant 9ml du SFB (S/C+cystéine) pour un enrichissement secondaire.

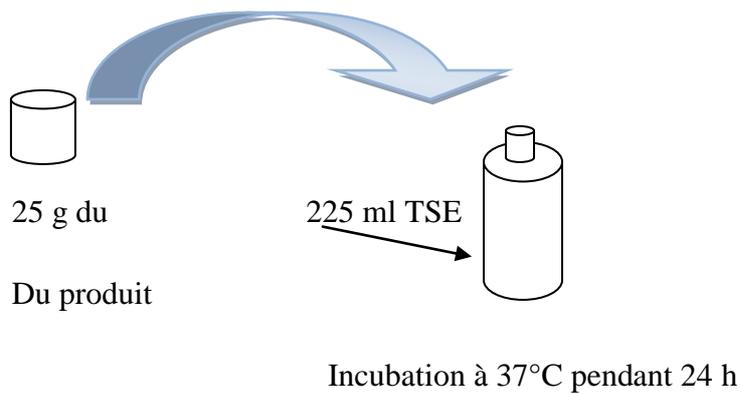
- incuber les deux à 37°C pendant 24 heures.

➤ **Isolement et lecture :**

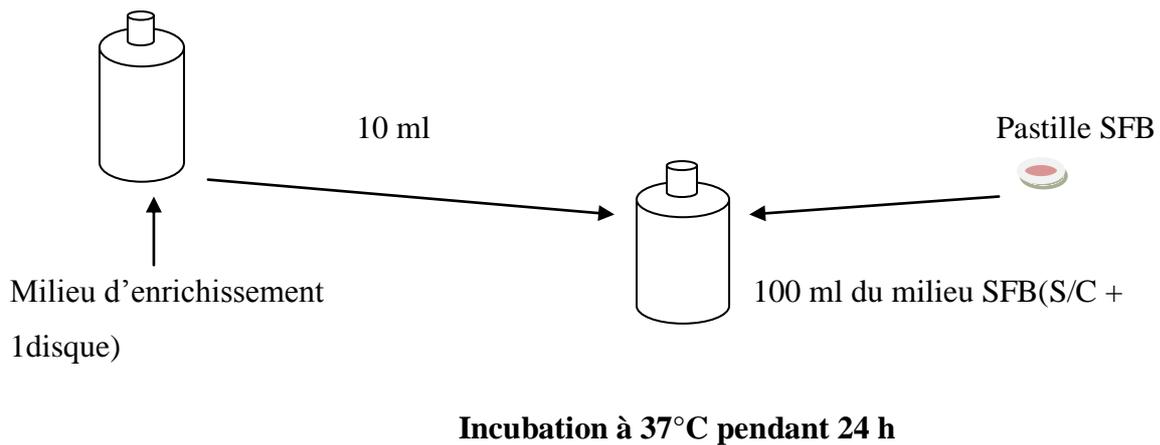
- à partir du milieu d'enrichissement secondaire ; isoler 0.1ml sur gélose HECTOENE+additif SFB sélénite azide de sodium (une ampoule par flacon de gélose) coulée et solidifié dans de boites de pétri pour un deuxième isolement ;

- les colonies Salmonelles apparaissent sur la gélose HEKTOENE en couleur bleu verdâtre ou gris bleu avec ou sans centre noire.

• **Préparation du milieu d'enrichissement**



• **Enrichissement primaire**



- **Enrichissement secondaire**

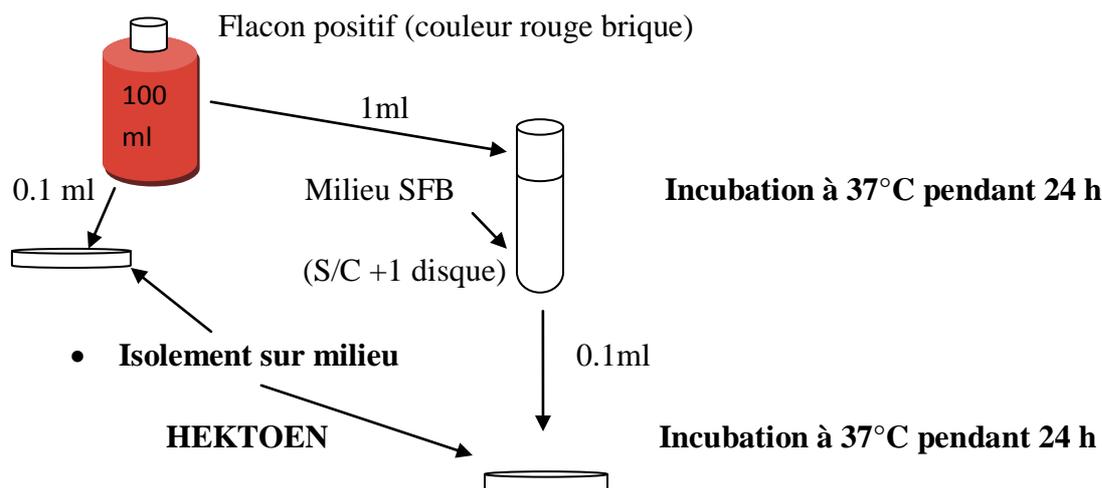


Figure 10: Recherche des Salmonelles dans la poudre de lait.

- **Lecture :** Les colonies se présentent en bleu vert à centre noir dû à la production d' H_2S

G. Recherche et dénombrement des levures et moisissures :

- **Principe :**

Les levures et les moisissures peuvent pousser sur milieu Sabouraut sélectif par addition de chloramphénicol (antibiotique très actif sur les bacilles Gram-) (**Bourgeois et Leveau, 1980**).

- **Mode opératoire (NA 59 11, 1996) :**

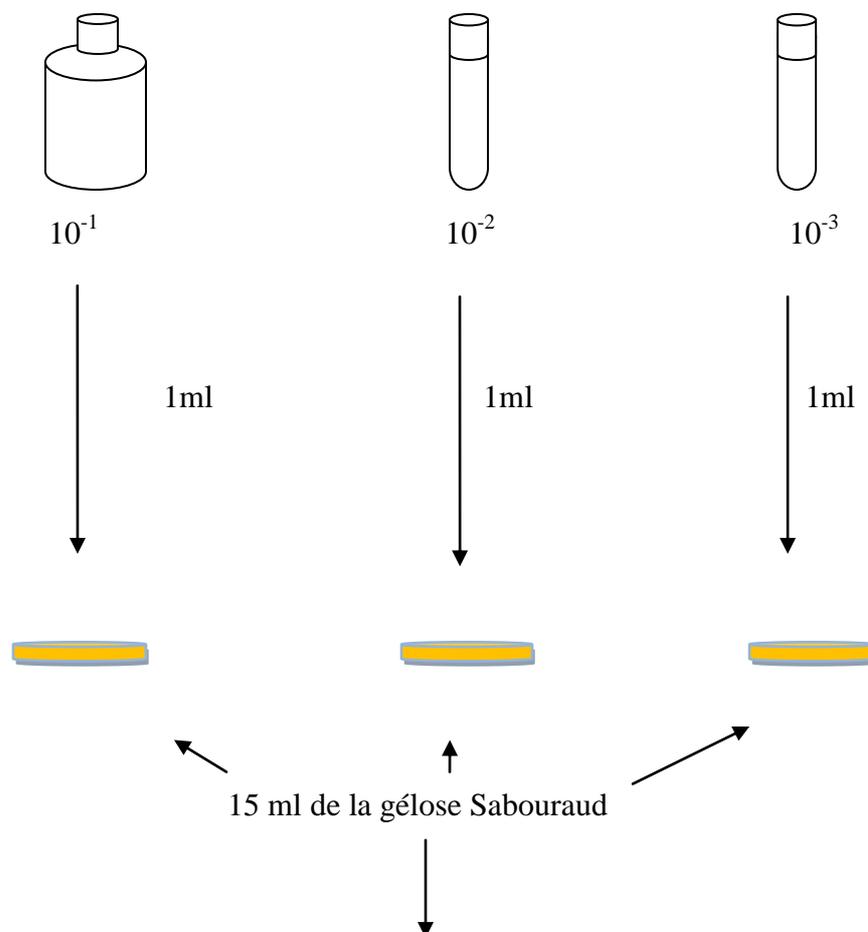
- à partir de la suspension mère ou des dilutions décimales, transférer aseptiquement 1ml de produit à analyser dans des boîtes de pétri stériles ;
- couler dans chacune des boîtes de pétrie, environ 15ml de gélose Sabouraut au Chloramphénicol, fondu puis refroidie et maintenue à $47\pm 2^\circ C$ dans un bain d'eau ;
- mélanger soigneusement avec des mouvements de va et vient et en forme de «8» pour bien homogénéiser la gélose et l'inoculum ;
- laisser le mélange se solidifier sur une paillasse et horizontale pendant 15 minutes ;
- incuber les boîtes couvercle en bas à $25^\circ C$ pendant 5 jours.

• Lecture :

Pour le dénombrement des colonies, faire la distinction entre les levures et les moisissures selon leur aspect macroscopique : les moisissures sont des colonies toujours pigmentées, à l'aspect velouté plus ou moins renflés et les levures sont des colonies ressemblant à celle des bactéries, peuvent avoir des bords réguliers ou irréguliers, des formes convexes ou plates et sont souvent opaques.

Multiplier le nombre trouvé par l'inverse de la dilution et les résultats sont exprimés en UFC/ml ou UFC/g de produit analysé (loi de KOSS).

A partir des dilutions décimales



Incubation à 22°C pendant 5 jours.

Figure 11 : Recherche et Dénombrement des levures et moisissures.

III Les résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques :

III.1 Les résultats des analyses physico-chimiques :

Les analyses physico-chimiques, ont portés sur la matière première (eau de procès, lait entier en poudre, et sucre) et sur les produits finis

III.1.1 Résultats d'analyses physico-chimiques des matières premières :

III.1.1.1 Eau de procès :

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau de procès sont présentés dans le tableau VIII.

Tableau VIII : les paramètres physico-chimiques de l'eau de procès.

Paramètres étudiées N° d'échantillon	pH à 20°C	Cl 2 (mg/l)	Cl (mg/l)	Titre alcalimétrique (°F)	Titre alcalimétrique Complet (°F)	Titre hydrométrique (°F)
1	7.88	0	56.8	0	27.5	12
2	7.87	0	56.8	0	28	15
3	7.7	0	56.8	0	26.5	11
4	7.86	0	56.8	0	27.5	14
Norme AFNOR (1986)	7-8	0	< 100	0	< 30	10 - 15

Les résultats des paramètres physico-chimiques, ont montré que le pH de l'eau de procès est de 7.7 et 7.88, d'où sa conformité aux normes **AFNOR (1986)** qui exigent une valeur comprise entre 7 et 8.

D'après **Brèmaud (2006)**, le potentiel d'hydrogène (pH) est un coefficient qui caractérise l'acidité ou la basicité d'une eau. Le pH d'une eau inférieur à 7, ou acide, peut provoquer une corrosion des tuyauteries métalliques ; supérieur à 8, il entraîne une diminution de l'efficacité du processus de désinfection au chlore, et peut conduire à des dépôts incrustants dans les circuits de distribution. Et selon **Lauze (2002)**, le pH varie en fonction de la température de l'eau. Pour la consommation humaine, sa valeur doit être la plus proche possible de la

neutralité. On considère que les normes de santé sont respectées si, le pH est compris entre 6,5 et 8, à une température de 20°C.

La teneur en Cl₂ est nulle pour l'échantillon étudié, ce qui est conforme aux normes **AFNOR (1986)**.

En (1997), **Desjardins** dans une étude, a montré que les produits chimiques les plus utilisés pour obtenir une désinfection des eaux par le chlore est l'hypochlorite de sodium (eau de javel). Après traitement de l'eau par le chlore, on utilise le charbon actif pour éliminer le chlore résiduel (quantité totale de chlore, libre et combiné aux impuretés), dans le but d'éliminer le goût et les odeurs indésirables causés par le traitement, qui peuvent influencer sur la qualité du produit.

• Nous avons obtenu un taux de Cl⁻ de 56.8 mg/l, cette valeur est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent une valeur inférieure à 100 mg/l.

Une teneur élevée en chlore dans l'eau de process, est un risque pour la santé du consommateur et pour la technologie agroalimentaire, car par réaction avec d'autres composés organiques solubles dans l'eau, il forme des substances chlorées dangereuses dites organochlorés pour la santé (**Bliefert et Perraud, 2001**).

• La valeur du TA est nulle. Par contre la valeur du TAC est de 26 à 28 °F. Ces valeurs sont conformes aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent pour le TA une valeur nulle, et pour le TAC une valeur inférieure de 30 °F.

L'alcalinité d'une eau TA et TAC, est mesurée par la somme des concentrations en ions hydrogencarbonates, carbonates, et hydroxydes alcalins (Na) ou alcalino-terreux (Ca, Mg), et est exprimée par le titre alcalimétrique complet TAC (**Berné, 1991**). La connaissance de ces valeurs permet l'étude de la dureté d'une eau, si elle est riche en sels minéraux dissous, comme le calcium ; ou l'agressivité de l'eau, si elle est très déminéralisée (**Anonyme, 2009**).

• La valeur du TH, est de 11 à 15 °F, cette valeur est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent des valeurs comprises entre 10 et 15 °F.

Selon **Desjardins (1997)**, la dureté de l'eau est associée à la présence d'ions métalliques bivalents en solution (Ca²⁺, Mg²⁺, etc.). Lorsque la dureté de l'eau dépasse les normes, elle entraîne l'entartrage et la corrosion des installations et des tuyauteries, et elle est de moindre qualité, ce qui peut influencer sur la qualité du produit dans lequel cette eau sera utilisée, et est

même inacceptable pour la plupart des utilisations domestiques. D'après **Anonyme (2009)**, la dureté de l'eau dépend essentiellement de la nature du sous-sol dans la quelle elle est puisée.

III.1.1.2 la poudre de lait :

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur la poudre de lait sont présentés dans le tableau IX.

Tableau IX : Résultats de quelques paramètres physico-chimiques de la poudre de lait entier.

Paramètres étudiées N° d'échantillon	Extrait sec (%)	Humidité (%)	Matière Grasse		Acidité (°D)	pH
			0%	26%		
1	96.38	3.62	0	26	12	6.62
2	97.09	3.49	0	26	14	6.64
3	96.52	3.26	0	26	12.5	6.65
4	96.4	3.6	0	26	13	6.66
Norme ANFOR (1986)	95 - 97	3 – 5	0 – 0.8	26–26.8	12 - 15	6.6–6.7

Les résultats des paramètres physico-chimiques portés dans le tableau IX, ont montré que l'extrait sec est de 96 à 97%, ce résultat est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent des valeurs comprises entre 95 et 97%. Et ont montré aussi que l'humidité est de 3,26 à 3,6 ce résultat est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent des valeurs comprises entre 3 et 5 %.

La teneur en eau des laits en poudre doit être inférieure à 5%, pour tout les types de lait (écrémé, semi écrémé, ou entier), en fait pour des raisons technologiques et qualitatives (**Pointurier, 2003**) ; selon **Dilmi-Bouras (2004)**, l'altération des aliments peut avoir lieu pendant le stockage, comme l'altération biochimique qui causera l'oxydation (rancissement), qui est la dégradation des acides gras, ce qui provoque une altération de l'odeur, de la couleur et du goût de l'aliment. Ces altérations sont plus importantes en fonction de la teneur en eau des produits alimentaires.

Nous avons obtenus un taux de matière grasse (MG) conforme aux normes **AFNOR (1986)**, avec une valeur de 0% qui exigent des valeurs comprises entre 0 et 0.8% pour la poudre de lait 0% de matière grasse et pour la poudre de lait 26% de matière grasse nous avons obtenus

aussi un taux de matière grasse (MG) conforme aux normes **AFNOR (1986)**, avec une valeur de 26 à 26,8%.

La composition du lait est souvent adaptée pour répondre aux exigences technologiques et normatives au niveau du produit fini, cette adaptation concerne en particulier la modification quantitative des teneurs en matière grasses (**Jeanet et al., 2001**), elle est de 26% au moins pour la poudre de lait entier (**Pointurier, 2003**), et selon **Luquet (1986) et Alais et al., (2003)**, un lait en poudre entier est un produit assez fragile, et lorsque sa teneur en matière grasse dépasse les normes, sa augmente les risques d'oxydation et de rancissement.

Les résultats physico-chimiques portés ce tableau, ont montré que l'acidité titrable est de 12 à 14°D, ce résultat est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent des valeurs comprises entre 12 et 15 °D.

Un faible changement du pH, du coté acide, a des effets importants sur l'équilibre des minéraux (forme solubles et insolubles), et sur la stabilité de la suspension colloïdale de la caséine (**Alais et al., 2003**).

III.1.1.3 le sucre :

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur le sucre sont présentés tableau X.

Tableau X : Résultats des analyses physico-chimiques du sucre.

Paramètres étudiées	Humidité (%)
N° d'échantillon	
1	2.98
2	2.99
3	3.14
4	3.27
Norme AFNOR (1986)	1 – 3

Les résultats du tableau X ont montré que la teneur en eau dans le sucre a légèrement dépassé les normes **AFNOR (1986)**.

Selon **Multon (1992)** et **Alais et al., (2003)**, il convient souvent de réduire la teneur en eau au maximum du sucre, car une teneur élevée le rend mou et collant, et favorise une croissance microbienne.

III.1.1.4 le produit semi fini au niveau de poudrage :

Tableau XI : Résultats des analyses physico-chimiques du produit semi fini au niveau de poudrage

Paramètres étudiées	Extrait sec (%)	Matière Grasse (%)	pH	Densité
N° d'échantillon				
1	22.09	2.4	6.7	1070
2	22.6	2.5	6.78	1071
3	21.7	2.8	6.81	1073
4	21.56	2.6	6.77	1073
Norme AFNOR (1986)	21.5 – 22.5	2.4 – 2.8	6.6 – 6.9	1070 - 1073

Les résultats physico-chimiques portés sur le tableau XI, ont montré que l'extrait sec est de 21.56 à 22.6 ce résultat est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent des valeurs comprises entre 21.5 et 22.5%. Et ont montré aussi que la matière grasse est de 2,4 à 2,8 ce résultat est conforme aux normes de **AFNOR (1986)**, qui exigent des valeurs comprises entre 2.4 et 2.8 %. Ainsi qu'il montre que le pH est de 6.7 à 6.81 ce résultat est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent des valeurs comprises entre 6.6 et 6.9 et montre aussi que la densité est de 1070 à 1073, ce résultat est conforme aux normes **AFNOR (1986)** qui exigent des valeurs comprises entre 1070 et 1073.

III.1.1.5 le produit semi fini au niveau de procès :

Tableau XII : Résultats des analyses physico-chimiques du produit semi fini au niveau de procès

Paramètres étudiées N° d'échantillon	Température (C°)	pH	Extrait sec (%)	pH d'écaillage
1	40	6.52	22.05	4.41
2	39.8	6.67	22.11	4.4
3	39.9	6.55	21.72	4.4
4	39	6.54	22.16	4.42
Norme AFNOR (1986)	39 – 40	6.5-6.7	21.5-22.5	4.4-4.45

Les résultats physico-chimiques portés sur le tableau XII, ont montré que la température est de 39,8 à 40 ce résultat est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent des valeurs comprises entre 39 et 40°C. Et ont montré aussi que le pH est de 6,52 à 6,67 ce résultat est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent des valeurs comprises entre 6.5 et 6.7. Ainsi qu'il montre que l'extrait sec est de 21,72 à 22,16 ce résultat est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent des valeurs comprises entre 21.5 et 22.5 et montre aussi que le pH de d'écaillage est de 4.41 à 4.4, ce résultat est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent des valeurs comprises entre 4.4 et 4.45.

III.1.1.6 le produit semi fini après refroidissement :

Tableau XIII : Résultats des analyses physico-chimiques du produit semi fini après refroidissement

Paramètres étudiées N° d'échantillon	Extrait sec (%)	pH	Température (C°)
1	21.6	4.18	17°
2	21.95	4.23	16.2°
3	21.68	4.26	16.1°
4	22.1	4.2	15.8°
Norme AFNOR (1986)	21.5 – 22.5	4 – 4.3	15° - 18°

Les résultats physico-chimiques portés dans le tableau XIII, ont montré que l'extrait sec est de 21,6 à 22,1 ce résultat est conforme aux normes de **AFNOR (1986)**, qui exigent des valeurs comprises entre 21,5 et 22,5%. Et ont montré aussi que le pH est de 4,18 à 4,26 ce résultat est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent des valeurs comprises entre 4 et 4,3. Ainsi qu'il montre que la température est de 15,8 à 17 ce résultat est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent des valeurs comprises entre 15 et 18°C.

III.2.1 Résultats D'analyses physico-chimiques des Produits finis :

III.2.1.1 La matière Grasse :

Tableau XIV : les valeurs de la matière grasse des produits finis au cours de la conservation à 6°C.

Les Jours Echantillon	Les Jours					DLC +2	Norme (ISO 11870 : 2000)
	J	J + 1	J + 10	J + 20			
Y.B.F Fraise	2.4	2.4	2.2	2.1		2.1	2 – 3
Y.B.F Pêche	2.3	2.2	2.2	2.2		2.1	2 – 3
Y.B.F Abricot	2.5	2.4	2.3	2.3		2	2 – 3
Y.B.F Figue	2.4	2.4	2.4	2.3		2.2	2 – 3

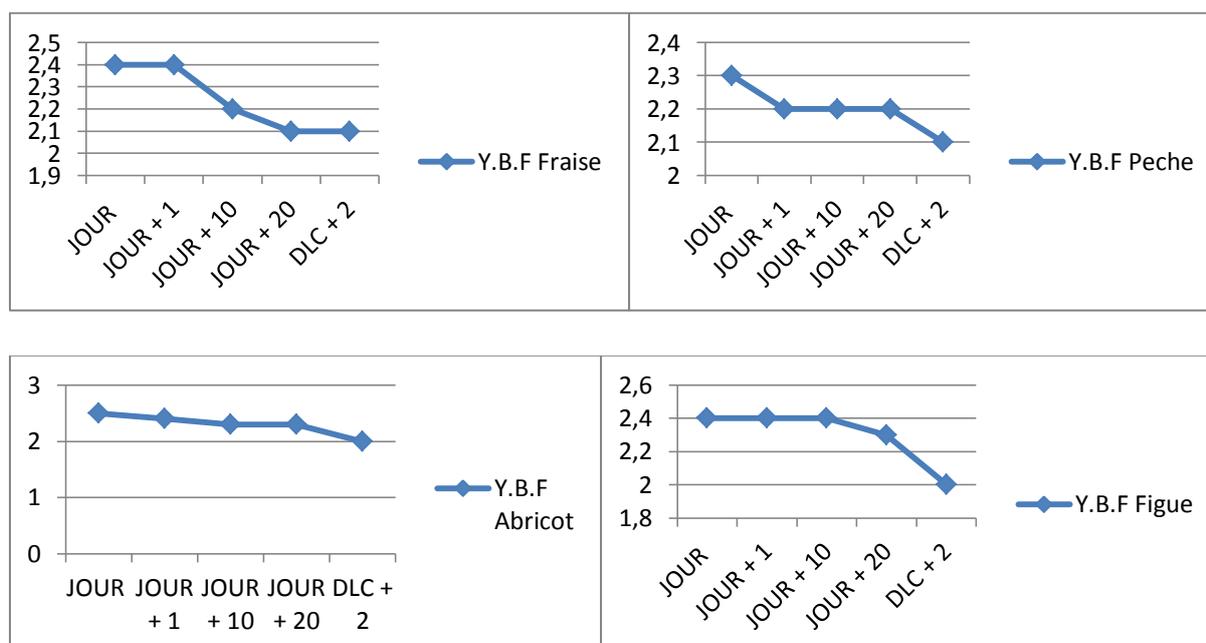


Figure 12 : La variation de la matière grasse des quatre échantillons du yaourt au cours de la conservation a 6 °C.

La teneur en matière grasse montre une faible variation tout au long de la conservation pour les quatre échantillons de yaourt brassé fruité.

Cette variation est notamment exprimée par une très faible activité lipolytique des ferments lactiques du yaourt grâce des enzymes lactiques du yaourt.

D'après **Leyral et Vierling (2001)**, les ferments lactiques du yaourt possèdent une activité lipolytique modérée.

L'activité lipolytique des *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* est très faible, ce qui justifie une légère variation de la teneur en matière grasse.

III.2.1.2 le dosage de fruit des produits finis :

Tableau XV : les valeurs du dosage de fruits des produits finis au cours de la conservation à 6°C.

Echantillon	Les Jours					DLC +2	Norme Laitière DANONE 2001
	J	J + 1	J + 10	J + 20			
Y.B.F Fraise	2.63	2.97	2.25	2.70	2.3	2 – 6%	
Y.B.F Poire Pêche	4.26	2.30	2.84	2.94	3.15	2 – 6%	
Y.B.F Abricot	2.27	2.97	2.20	2.15	2.56	2 – 6%	
Y.B.F Figue	6.01	4.74	2.01	3.19	2.49	2 – 6%	

Les résultats physico-chimiques du tableau XV montrent que toutes les valeurs du dosage de fruits des produits finis sont de 2 et 6 % ce qui signifie que ces résultats sont conformes aux normes de la **laiterie DANONE (2001)**.

III.2.1.3 le pH des produits finis :

Tableau XVI : les valeurs de pH des produits finis au cours de la conservation à 6°C.

Echantillon	Les semaines					DLC +2	Norme AFNOR 1986
	J	J + 1	J + 10	J + 20			
Y.B.F Fraise	4.20	4.19	4.13	4.11	4.03	4 – 4.5	
Y.B.F Poire Pêche	4.23	4.16	4.14	4.13	4.10	4 – 4.5	
Y.B.F Abricot	4.18	4.16	4.12	4.10	4.06	4 – 4.5	
Y.B.F Figue	4.21	4.17	4.14	4.12	4.07	4 – 4.5	

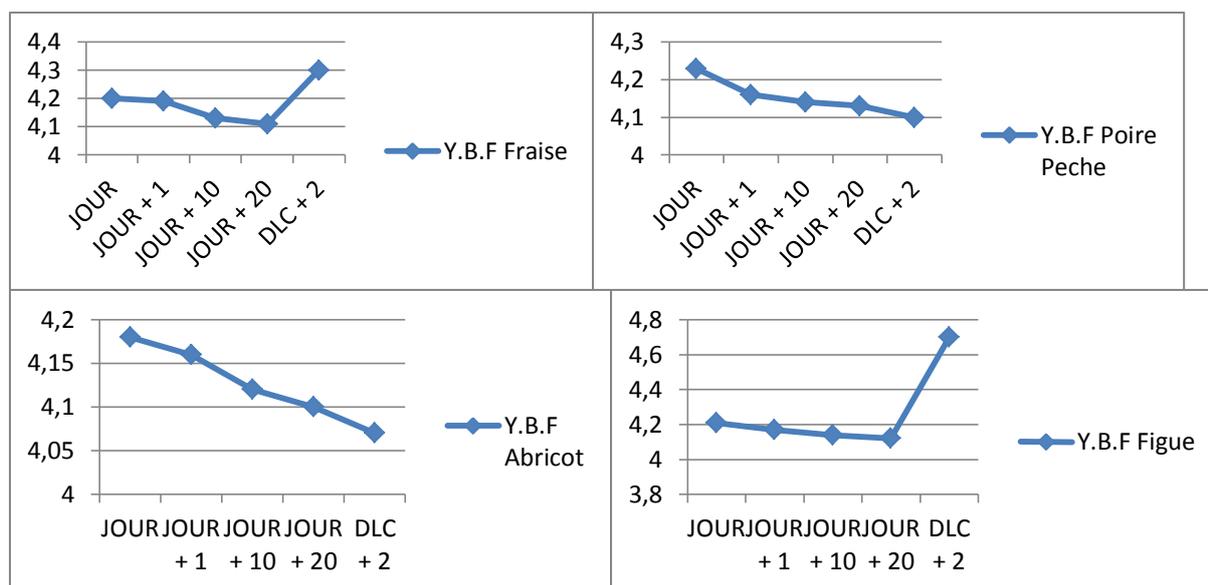


Figure 13 : La variation du pH des quatre échantillons du yaourt au cours de la conservation à 6 °C.

Au 20^{ème} jour nous avons remarqué que, le pH a atteint une valeur de 4.11 pour le yaourt brassé fruité fraise et 4.13 pour le yaourt brassé poire pêche, 4.10 pour le yaourt brassé fruité abricot et 4.12 pour le yaourt brassé fruité figue. À cause de l'acide lactique produit à partir du lactose, ce qui abaisse légèrement le pH et augmente la saveur acide du yaourt (**Bourgeois et Larpent, 1996**)

III.2.1.4 l'extrait sec des produits finis :

Tableau XVII : Les valeurs de l'extrait sec des produits finis au cours de la conservation à 6°C.

Echantillon	Les Jours					Norme (ISO 5534)
	J	J + 1	J + 10	J + 20	DLC + 2	
Y.B.F Fraise	23.39	23.37	22.90	22.84	22.42	22.5 – 23.5
Y.B.F Poire Pêche	23.41	23.39	23.10	22.91	22.55	22.5 – 23.5
Y.B.F Abricot	23.44	23.36	22.9	22.80	22.5	22.5 – 23.5
Y.B.F Figue	23.38	23.28	23.14	22.97	22.51	22.5 – 23.5

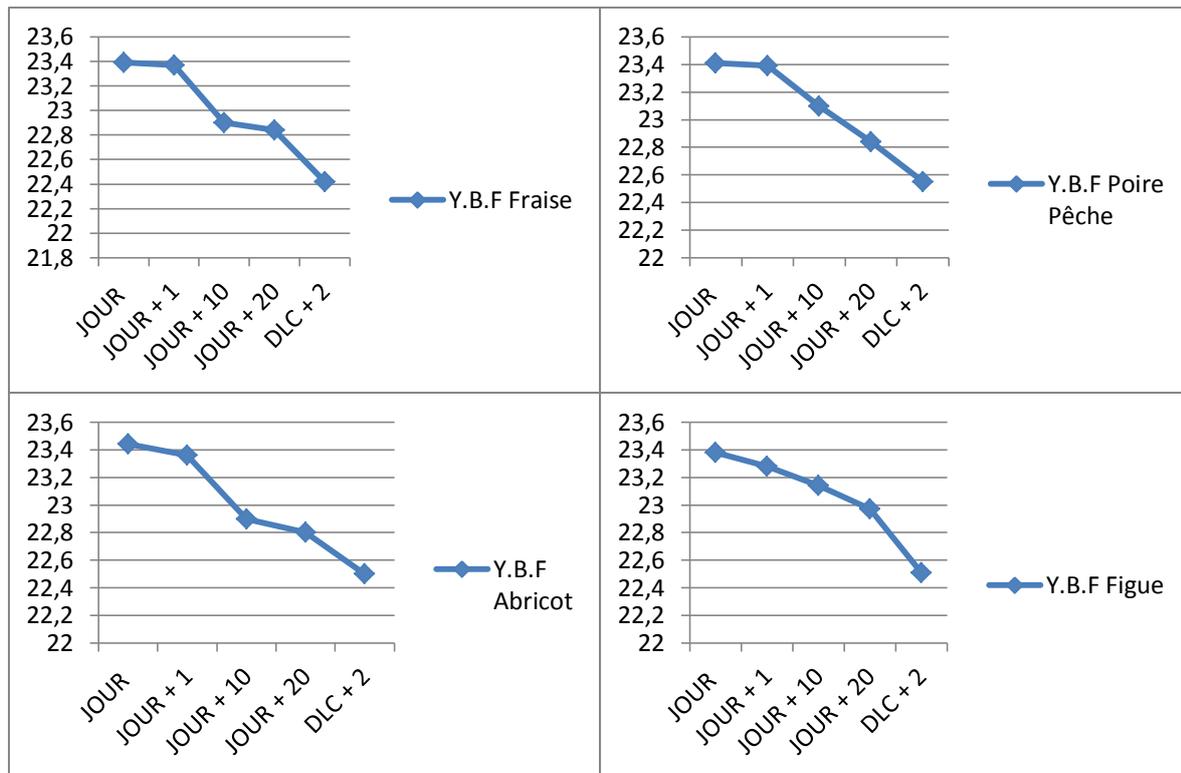


Figure 14 : La variation de l'extrait sec des quatre échantillons du yaourt au cours de la conservation a 6 °C.

La variation de l'extrait sec durant un mois de la conservation mise en évidence une légère différence pour les quatre échantillons de yaourt brassé fruité.

Nous avons remarqué d'après les résultats une légère diminution au cours de cinquième semaines, mais cela est dû à l'hydrolyse des sucres par les complexes enzymatiques et par l'activité protéolytique des bactéries lactiques.

Selon **Leveau et Bouis (1993)**, l'activité protéolytique globale des bactéries lactiques sont considérées comme faible, comparées à celle d'autres genres bactériens. On peut conclure que la teneur en matière sèche du yaourt peut connaître une légère modification.

III.3 Les résultat des analyses microbiologiques :

Les analyses microbiologiques, ont porté sur la matière première (eau de procès, lait entier en poudre, et sucre) et les produits finis.

III.3.1 les résultats des analyses microbiologiques des matières premières :

III.3.1.1 Résultat des analyses microbiologique du l'eau procès :

Tableau XVIII : présente les résultats obtenus lors de l'analyse microbiologique de l'eau de procès.

Germes recherchées	Echantillon				Normes J.O.R.A (1998)
	1	2	3	4	
Germes totaux a 22°C	Abs				< 10 ² germes/ml
Germes totaux a 30°C	Abs				20 germes/ml
Coliformes totaux	Abs				< 10 germes / 100ml
Coliformes fécaux	Abs				Abs / 100ml
Streptocoques fécaux	Abs				Abs / 100ml
Clostridium sulfito-réducteurs	Abs				Abs / 100ml

La recherche des germes totaux à 22°C et 30°C, des Coliformes totaux et fécaux, des Streptocoques fécaux et des Clostridium sulfito-réducteurs; a montré l'absence de l'ensemble de ces germes dans les quartes (04) échantillons de l'eau de procès.

Les paramètres retenus pour déterminer la qualité microbiologique d'une eau est la recherche et le dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs ayant pour but la détermination de l'existence ou non d'une contamination fécale ancienne (car leur spores sont très résistantes), Selon **Joffin (1985)** permet de savoir si le produit présente un risque sur la santé du consommateur

D'après **Jeantet et al., (2006)**, on trouve d'une manière générale assez peu de microorganismes pathogènes dans l'eau, sauf si celle-ci a été en contact avec une source de contamination par des matières fécales qui peut présenter un large éventail de maladies bactériennes. L'ensemble des résultats obtenus reflètent que l'eau de procès est de bonne qualité microbiologique, celle ci est due à l'efficacité du traitement surtout l'addition des composés chimiques à effet bactéricide, tels que le chlore selon **Cardot (1999)** qui permettent

d'éliminer les microorganismes pathogènes et les bactéries ainsi que la majorité des germes banaux, mais nous supposons également que cette bonne qualité est due au contrôle quotidien que subit l'eau de forage au niveau de la laiterie «Danone».

III.3.1.2 Résultats des analyses microbiologiques du sucre :

Tableau XIX : Résultats des analyses microbiologiques du sucre germes/g.

Germes recherchées	Echantillon				Normes J.O.R.A (1998) (Germes / g)
	1	2	3	4	
Germes aérobies mésophiles à 30°C	Abs				20 – 200
Coliformes totaux	Abs				5 – 50
Coliformes fécaux	Abs				Abs
Clostridium sulfito-réducteurs	Abs				1 – 10
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs				Abs
Salmonelles	Abs				Abs
Levures et moisissures	Abs				1 – 10

La recherche des germes aérobies mésophiles à 30°C, des Coliformes totaux et fécaux, des *Clostridium sulfito-réducteurs*, de *Staphylococcus aureus*, des Salmonelles et des levures et moisissure, a montré l'absence de l'ensemble de ces germes ce qui confirme que le sucre a été fabriqué et stocké dans de bonnes conditions.

Le dénombrement de la flore totale aérobie mésophile à 30°C, reste la meilleure méthode permettant d'estimer l'indice de salubrité et de la qualité des aliments dans le contrôle industriel. Selon **Joffin, (1985)**. Un aliment dont la flore totale est trop élevée montrera de mauvaises conditions de conservation et sera considéré comme impropre à la consommation.

Selon **Kleiner (2007)**, le sucre immobilise la croissance de la plus part des microorganismes, en attirant par osmose l'eau vers l'extérieur des germes, ce qui les dessèche.

III.3.1.3 Résultat des analyses microbiologiques du lait entier en poudre :

Tableau XX : Résultats des analyses microbiologiques du lait entier en poudre (germes/g).

Germes recherchées	Echantillon				Normes (1998) (Germes / g)
	1	2	3	4	
Germes aérobies mésophiles à 30°C	3	Abs	Abs	Abs	$2.10^5 - 2.10^6$
Coliformes totaux	Abs	Abs	Abs	Abs	5 – 50
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Clostridium sulfito-réducteurs	Abs	Abs	Abs	Abs	1 – 10
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Salmonelles	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Levures et moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	1 – 10

Les résultats obtenus ont montré une présence faible de germes aérobies mésophiles au dessous de la norme exigée par **J.O.R.A(1998)** avec un taux de 3 germes/g, une absence des coliformes totaux et des coliformes fécaux qui représentent les indices de contamination fécale, une absence totale des germes pathogènes à savoir *Clostridium sulfito-réducteurs*, Salmonelles et *Staphylococcus aureus* et une absence des germes d'altération à savoir les levures et les moisissures.

Effectivement la présence des germes aérobies mésophiles malgré leur faible concentration sont considérés comme une flore banale contaminatrice ; leur apparition est due selon **Bourgeois et Leveau, (1991)** au manque d'hygiène d'une façon générale, à la contamination par l'air ambiant ou encore à la contamination au moment du prélèvement des échantillons.

En (2000), **Mahaut et al.**, énoncent que les propriétés microbiologiques des produits laitiers déshydratés dépendent essentiellement de la qualité initiale du produit, et de la nature des opérations technologiques ; les différents traitements technologiques subits par le produit avant séchage détruisent la flore initialement présente dans le produit, ce qui définit et conditionne la qualité microbiologique de la poudre.

Selon **Prescott et al., (2003)**, le séchage des aliments est l'un des procédés le plus ancien et le plus répandus de conservation car l'eau et sa disponibilité affecte la capacité des microorganismes à coloniser les aliments, en séchant un aliment, on arrive à contrôler ou éviter

la détérioration. De ce fait, selon **Guiraud (1998)**, un lait en poudre n'est pas stérile, mais il est stabilisé par la déshydratation.

L'absence de la majorité des germes recherchés indique que notre lait entier en poudre est de bonne qualité microbiologique ; et que les conditions de transport, de conservation et de stockage ont été respectées.

III.3.2 Résultats des analyses microbiologiques de produits finis :

III.3.2.1 Résultat des analyses microbiologiques du yaourt brassé au cours de la conservation :

Tableau XXI : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt brassé au cours de la conversation

yaourts	YBF Fraise				YBF Poire Pêche				Normes J.O.R.A(1998)
	J	J + 1	J +10	J+20	J	J + 1	J +10	J+20	
Germes recherchés									
Germes aérobies mésophiles	Abs				Abs				ND
Coliformes fécaux	Abs				Abs				10 – 100
Coliformes totaux	Abs				Abs				1 – 10
Clostridium sulfito-réducteurs	Abs				Abs				ND
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs				Abs				10 – 100
Salmonelles	Abs				Abs				Abs
Levures	Abs				Abs				< 10 ²
Moisissures	Abs				Abs				Abs

Les résultats de l'analyse microbiologique des produits finis (yaourt brassé fruité fraise et poire pêche), ont montrés une absence totale des germes pathogènes (Clostridium sulfito-réducteurs, Salmonelles et *Staphylococcus aureus*), de coliformes totaux et fécaux et des germes aérobies mésophiles ainsi que les germes d'altération (levures et moisissures).

Tableau XXII : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt brassé au cours de la conversation

yaourts	YBF Abricot				YBF Figue				Normes J.O.R.A(1998)
	J	J + 1	J +10	J+20	J	J + 1	J +10	J+20	
Germes recherchées									
Germes aérobies mésophiles	Abs				Abs				ND
Coliformes fécaux	Abs				Abs				10 – 100
Coliformes totaux	Abs				Abs				1 – 10
Clostridium sulfito-réducteurs	Abs				Abs				ND
Staphylococcus aureus	Abs				Abs				10 – 100
Salmonelles	Abs				Abs				Abs
Levures	Abs				Abs				< 10 ²
Moisissures	Abs				Abs				Abs

Les résultats de l'analyse microbiologique des produits finis (yaourt brassé fruité abricot et figue), ont montrés une absence totale des germes pathogènes (*Clostridium sulfito-réducteurs*, Salmonelles et *Staphylococcus aureus*), de coliformes totaux et fécaux et des germes aérobies mésophiles ainsi que les germes d'altération (levures et moisissures).

Cette absence totale de la microflore renseigne sur les conditions d'hygiène du matériel et de la qualité de la matière première utilisée lors de la fabrication du yaourt et surtout l'hygiène du personnel ; elle renseigne aussi sur la méthode de pasteurisation car elle joue un rôle très important dont l'élimination ou la réduction de la charge microbienne. D'après **Oteng et Yang (1984)**, les objectifs de la pasteurisation sont nombreux parmi eux: destruction de tous les microorganismes pathogènes non sporulé, prolongation du temps de stockage, destruction des enzymes, les lipases par exemple, destruction des levures, moisissures et de la plupart des cellules végétatives bactériennes.

En finalité nous pouvons dire que le yaourt possède une bonne qualité microbiologique et hygiénique.

Conclusion

Suite à notre étude qui a porté sur le contrôle de la qualité microbiologique et physico-chimique de la matière première (l'eau de procès, la poudre de lait et le sucre) et de produit fini (yaourt brassé aux fruits), ainsi que le suivie de la stabilité microbiologique et physico-chimique de produit fini, après deux jours de la date limite de consommation (DLC).

Les résultats du contrôle de qualité ont montrés :

- Sur le plan microbiologique, la matière première et les produits finis présentent une bonne qualité marquée par une absence totale des germes pathogènes, des germes d'altération et des germes indicateurs d'une contamination fécale.
- Sur le plan physico-chimique la matière première et les produits finis présentent une bonne qualité marquée par une conformité aux normes exigées.

Cependant les résultats de l'étude de la stabilité des yaourts conservés à 6°C ont montré :

- Sur le plan microbiologique nous avons noté une absence totale des germes pathogènes, des germes d'altération et des germes indicateurs d'une contamination fécale durant toute la période de conservation, voir même après deux jours de la DLC.
- Sur le plan physico-chimique, nous avons observé une diminution de pH, une augmentation de l'acidité ainsi qu'une légère diminution de l'extrait sec total qui restent toujours dans la marge des normes, pendant la période de consommation et après deux jours de la DLC.

Ces résultats nous permettent de dire que la matière première est d'une bonne qualité microbiologique et physico-chimique et que les conditions d'hygiène lors de la fabrication, du transport et du stockage ont été respectées, que le yaourt est d'une bonne qualité microbiologique et physico-chimique et que les conditions d'hygiène lors de la fabrication ont été respectées.

Ce travail met en évidence la stabilité du yaourt brassé conservé à une température de 6°C, il confirme qu'une température supérieure à celle recommandée pour la conservation influe sur les paramètres physicochimiques responsables de la dégradation de la qualité à long terme, c'est pour cette raison que le fabricant après avoir déterminer la DLC, a pris en compte la possibilité de la rupture, ou du non respect de la chaine de froid chez les vendeurs, il a réduit

de cette durée de consommation deux jours pour que ce produit soit sans danger pour le consommateur.

Comme perspective, nous proposons de :

- faire une étude sur la stabilité organoleptique du yaourt, pour arriver à maîtriser les saveurs, pour cela nous pouvons faire varier les conditions opératoires, choisir les ferments lactiques, choisir les enzymes, choisir la durée de maturation ect...
- suivre de la cinétique de la fermentation et l'évolution de la flore lactique pour assurer un bon déroulement de la fabrication ainsi que la qualité et la stabilité du produit.
- Un dosage des protéines, du lactose et de la matière grasse pour pouvoir quantifier la vraie valeur énergétique apportée par le produit fini.

Références bibliographiques

1. **Alais. C, Linden. G et Micolo. L, 2003** : Biochimie alimentaire ; 5^{ème} édition de l'abrégé ; DUNOD ; pp 164.
2. **Allo O., Blanc P. et Dalmasso M.A., 2005** : Pharmacie galénique BP 2^{ème} édition. Prophyre.130 p.
3. **Anonyme., 2009**, Institut de l'élevage, Traite des vaches laitières édition France Agricole 555p.
4. **Apfelbaum. M, Forrat. C et Nillus. P, 1999** : Diététique et nutrition.
5. **Béal C et SodiniI., 2003** : Fabrication des yaourts et des laits fermentés, Techniques de l'ingénieur, F6315, 16p.
6. **Berné F.et Cordonnier J., 1991** : Traitement des eaux édition TECHNIP.305P.
7. **Bliefert. C et Perraud. R, 2001** : Chimie de l'environnement : Air, eau, sols, déchets ; De Boeck ; 477 p.
8. **Bonnefoy C, .Guillet F.,Leyral G.et Verne-Bourdais E.,2002** : Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires édition Doin .Paris .245p.
9. **Bourgeois C. M. et Leveau J. Y., 1980:** Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires Le contrôle microbiologique, Volume 3 Tec & Doc Lavoisier-Paris, 332 p.
10. **Bourgeois. C-M ; Mecele. J-F et Zucca. J, 1996** : Microbiologie alimentaire, Tom 1, aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments ; Edition : Paris, Tec & Doc ; 672 p.
11. **Bourgeois. C-M. et Leveau. J- Y, 1991:** Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires, Le contrôle microbiologique ; Tec & Doc Lavoisier, Paris ; 454 p.
12. **Branger, 2003** : Fabrication de produits alimentaires par fermentation : les ferments, volume F3; Édition DOC ; 16p.
13. **Brémaud C.,2006** : Alimentation santé ,qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rur :module MP3 Bac professionnel service en milieu rural édition Educagri .231p.
14. **Cardot. C, 1999:** Techniques appliquées aux traitements des eaux ; Édition Ellipse ; 248 p
15. **Chiaradia –Bousquet J.P, .1994** : Régime juridique du contrôle et de la certification de la qualité des denrées : puissance publique et procédures édition Food and Agriculture Org, Rome 144 p.
16. **Denis F. et Poly M.C., 2007** : Bactériologie Médicale : Technique usuelles édition Food and Masson .573 P.
17. **Desjardins R., 1997** : Le traitement des eaux deuxième ; revue et enrichie, Presse inter

Références bibliographiques

- polytechnique ; 304 p
18. **Dilmi-Bouras A.E.K., 2004** : Biochimie alimentaire édition office des publications universitaires Place centrale de ben Aknoun. Alger. 110 p.
 19. **Elisabeth Vierling, 2008** : Aliments et boissons (filières et produits) ; 3^{ème} édition, Doin éditeur ; Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine ; 277 p.
 20. **F.A.O., 1995** : Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine Food & Agriculture Org. 271 p.
 21. **F.A.O., 1997** : Alimentation et nutrition, 1997 : Manuel sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires Volume 14. Assurance de la qualité dans le laboratoire d'analyse chimique des aliments édition Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture .Rome .134 p.
 22. **F.A.O., 1998** : Alimentation et nutrition n° 28 : le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine .organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 271 P.
 23. **F.A.O., 2007** : Codex Alimentaire .Etiquetage des denrées alimentaires 5^{ème} édition .Rome .50 p.
 24. **Fredot Emilie, 2006** : Connaissance des aliments : bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique ; Edition : Lavoisier Tec & Doc ; 397 p.
 25. **Fredot. E, 2005** : Connaissance des aliments : bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique ; Edition Lavoisier; pp397.
 26. **Gérard. D, 2001** : Lait, nutrition et santé ; Édition : Paris Tec & Doc, 566 p.
 27. **Goudet P. et Kowalski A, 2011**: Physique et chimie .1^{er} et terminal Bac pro édition Educargi. 195 p.
 28. **Gret, 2002** : Transformer les produits laitiers à la ferme édition Educagri, 237 P.
 29. **Guiraud R .J.P. et Rosec J.P., 2004** : Pratique des normes en microbiologie alimentaire AFNORE. Paris ,450 p.
 30. **Guiraud. J-P, 1998** : Microbiologie alimentaire ; Édition : Paris, Technique & Documentation ; DUNOD ; 652 p.
 31. **Jeantet R, Croguennec T, Schuck P, Brulé G 2006** : Science des aliments : biochimie- microbiologie- procédés- produits. Volume 1 : Technologie des produits alimentaires, Edition Tec et Doc Lavoisier, paris, 383p.
 32. **Jeantet R., Roignant M. et Brulé G., 2001** : Génie des procédés appliqué à l'industrie laitière édition Tec et Doc Lavoisier. Paris. 164 p.
 33. **Jeantet. R ; Croguennec. T ; Schuck. P et Brulé. G, 2007** : Science des aliments, volume 2, technologie des produits alimentaires; Lavoisier ; pp 7-11.

Références bibliographiques

34. **Joffin J. N. et Leyral G., 2001:** Microbiologie technique; Dictionnaire des techniques, Volume 1 édition crdp d'Aquitaine, 312 p.
35. **Joffin. C. et Joffin. J. N., 1985:** Microbiologie alimentaire édition centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, 174p.
36. **Joffin. C. et Joffin. J. N., 1999:** Microbiologie alimentaire 5^{ème} édition CRDP d'Aquitaine, 212 p
37. **JORADP n° 69 du 27/10/1993.**
38. **Journal Officiel de la République Algérienne N° 35 du 27/05/1998.**
39. **Kleiner B., 2007 :** Le sucre ou la vie édition Fernard Lanore ,184p.
40. **Larpent J-P, 1997 :** Microbiologie alimentaire : techniques de laboratoire, édition Technique et documentation Lavoisier, 1073p.
41. **Lauze. D, 2002:** Guide pratique de gestion d'un établissement public local d'enseignement, Tome 2 ; ESF ; 320 p.
42. **Leveau. J-Y et bouix. M, 1993 :** Microbiologie industrielle, les microorganismes d'intérêts industriel Tec & Doc ,612 p.
43. **Leyral G. et Beirling E., 2001 :** microbiologie et toxicologie des aliments : Hygiène et sécurité alimentaire 3eme édition, édition CNDP d'aquitaine. 572 p.
44. **Leyral G. et Veirling E., 2007 :** Microbiologie et toxicologie des aliments : hygiène et sécurité alimentaire édition Doin .287 P.
45. **Luquet F. M., 1986:** Lait et produits laitiers, Vaches, Brebis, Chèvre, Tome 3 édition Lavoisier, 445 p.
46. **Luquet. F-M et Corrieu. G, 2005.** Bactéries lactique et probiotiques ; Lavoisier ; pp39-40-42.
47. **Luquet. F-M, 1986 :** Lait et produits laitiers, Vache, Brebis, Chèvre, qualité, énergie et tables de composition, tome 3; Édition Lavoisier, Tec & Doc ; 455p.
48. **Mahaut. M ; Jeantet R ; Brulé. G et Schuck. P, 2000 :** Les produits industriels laitiers ; Édition Technique et Documentation ; pp 178.
49. **Meyer C. et Denis J.P., 1999 :** Elevage de la vache laitière en zone tropicale édition Quae ,316 p.
50. **Miller G., 1995 :** Manuels sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires : Analyse des résidus de pesticides dans les laboratoires de contrôle de la qualité des aliments .Food and Agriculture Org.183 p.
51. **Moll M. et Moll N. 2002 :** Sécurité alimentaire du consommateur 2eme édition Tec et Doc Lavoisier. Paris.442 p.

Références bibliographiques

52. **Multon J.L., 1992** : Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires Tec et Doc Lavoisier, APRIA. 799 p.
53. **Multon. J-L, 1994** : La qualité des produits alimentaires : politique, incitation, gestion et contrôle ; 2^{ème} édition ; Technique et Documentation, Lavoisier ; 754p.
54. **Nauciel C .et Vildé, 2005** : Bactériologie médicale édition Elsevier Masson.257 p.
55. **Oteng K et Yang G, 1984** : Introduction à la microbiologie alimentaire dans les pays chaudes édition Lavoisier ,320 p.
56. **Piter L., 2004** : Les essentiels du pharmacien .La qualité à l'officine édition le Moniteur des pharmaciens Eugene et Armande Peugeot .France .199 p.
57. **Pointurier H., 2003** : La gestion matière dans l'industrie laitière Tec et doc Lavoisier. Paris. 388 p.
58. **Prescott. L-M ; Harley. J-P et Klein D-A, 2003**: Microbiologie ; De Boeck supérieur ; 1164 p.
59. **Roudaut H.et Lefrancq E., 2005** : Alimentation théorique, science des aliments édition Doin, 303 p.
60. **Sauvageot F, Depledt F, 2002** : Evaluation sensorielle des produits alimentaires, Technique de l'ingénieur, F 4000, 24p.
61. **Scriban R., 1999** : Biotechnologie 5eme édition Tec et Doc Lavoisier 1005 p.
62. **Terré S., 1986** : les propriétés technologiques nutritionnelles et physiologiques de *S.thermophilus* et *L. bulgaricus*. Revue technique laitière et marketing .500 p.
63. **Guiraud. J-P, 1998** : Microbiologie alimentaire ; Édition : Paris, Technique & Documentation ; DUNOD ; 652 p.
64. **Veisseyre. R, 1975** : Technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation du lait ; 3^{ème} édition, Paris : la maison Rustique ; 714 p.
65. **Vignola. C-L, 2002** : Sciences et technologie du lait : transformation du lait ; école polytechnique de Montréal ; 600 p.

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	01

Chapitre I : partie bibliographique

I- Le lait.....	02
I-1 Définition du lait	02
I-2 Caractéristique du lait	02
I-3 Composition du lait	02
I-4 Différents types du lait à consommation humaine	04
I-5 Valeur nutritionnelle du lait	05
I-6 Les produits laitiers	06
I-7 La contamination du lait et produits laitiers	06
II- Le yaourt	08
II-1 Définition du yaourt	08
II-2 Les types du yaourt.....	08
II-2.1 Yaourt au lait entier pasteurisé.....	08
II-2.2 Yaourt nature demi-écrémé pasteurisé	08
II-2.3 Yaourt allégé.....	08
II-2.4 Yaourt brassé	09
II-2.5 Yaourt aromatisé ou aux fruits	09
II-2.6 Yaourt à boire	09
II-2.7 Les autres laits fermentés	09
II-3 Composition et valeur nutritionnelle du yaourt.....	10
II-4 Intérêts nutritionnelles et thérapeutiques du yaourt.....	11

II-5 Matières premières utilisées dans la fabrication du yaourt	12
II-5.1 Le lait	12
II-5.1.1 Le lait frais	12
II-5.1.2 La poudre de lait	12
II-5.2 L'eau	12
II-5.3 Le sucre	12
II-5.4 Les bactéries spécifiques du yaourt	12
II-6 Technologie de fabrication du yaourt.....	13
II-7 Les altérations du yaourt	14
II-7.1 Définition des altérations du yaourt	14
II-7.2 Altérations microbiologiques.....	14
II-7.3 Altération physico-chimiques	15
II-8 Les facteurs de détérioration	16
II-8.1 Influence de l'emballage sur le produit	17
II-8.2 Les facteurs influent sur le stockage	17
II-8.2.1 La température et l'humidité	17
II-8.2.2 La lumière	17
II-8.2.3 La température	18
II-8.2.4 L'oxygène	18

Partie expérimentale chapitre II : Matériels et méthodes

1- Démarche expérimentale.....	19
1-1 Lieu de stage	19
1-2 Objectif de travail.....	19
I- Matériel.....	19
I-1 Matériel biologique.....	19
I-2 Matériel non biologique.....	19
II- Méthode.....	20
II-1 Echantillonnage.....	20
II-1.1 Prélèvement des échantillons.....	20
II-1.1.1 Matières premières.....	20

A. L'eau de procès.....	20
B. La poudre de lait entier.....	20
C. Le sucre.....	21
II-1.1.2 Les produits finis.....	21
III- Les analyses physico-chimiques.....	22
III-1 Les analyses physico-chimiques de la matière première.....	22
III-1.1 Les analyses physico-chimiques de l'eau de procès.....	22
III-1.1.1 Détermination du pH.....	22
III-1.1.2 Détermination du chlore libre dans l'eau.....	23
III-1.1.3 Dosage des chlorures libre dans l'eau par la méthode MOHR.....	23
III-1.1.4 Détermination du titre alcalimétrique.....	24
III-1.1.5 Détermination du titre alcalimétrique complet.....	25
III-1.1.6 Détermination du titre hydrométrique.....	25
III-1.2 Les analyses physico-chimiques de la poudre de lait.....	26
III-1.2.1 Détermination de l'acidité titrable.....	26
III-1.2.2 Détermination de la matière grasse.....	27
III-1.2.3 Détermination de l'extrait sec.....	28
III-1.2.4 détermination de taux d'humidité.....	28
III-2 Les analyses physico-chimiques des produits finis.....	29
III-2.1 Mesure de la teneur en matière grasse par la méthode acido-butyrométriques (Méthode de GERBER).....	29
III-2.2 Dosage de fruits.....	29
IV- Les analyses microbiologiques.....	30
IV-1 Les analyses microbiologiques de l'eau de processus.....	30
A. Recherche et dénombrement des germes totaux.....	30
B. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	31
C. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.....	33
D. Recherche et dénombrement des <i>Clostridium sulfito réducteurs</i>	35
IV-2 Les analyses microbiologiques de la poudre de lait entier, du sucre et des produits finis.....	38
A. Préparations de la dilution mère et des dilutions décimales.....	38

B. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles.....	39
C. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux.....	40
D. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	42
E. Recherche et dénombrement des <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>	45
F. Recherche de Salmonelles.....	47
G. Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	49

Partie expérimentale chapitre III : Résultats et discussions

III Les résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques.....	51
III.1 Les résultats des analyses physico-chimiques.....	51
III.1.1 Résultats d'analyses physico-chimiques des matières premières.....	51
III.1.1.1 Eau de procès.....	51
III.1.1.2 la poudre de lait.....	53
III.1.1.3 le sucre.....	54
III.1.1.4 le produit semi fini au niveau de poudrage.....	55
III.1.1.5 le produit semi fini au niveau de procès.....	56
III.1.1.6 le produit semi fini après refroidissement.....	56
III.2.1 Résultats D'analyses physico-chimiques des Produits finis.....	57
III.2.1.1 La matière Grasse.....	57
III.2.1.2 le dosage de fruit des produits finis.....	58
III.2.1.3 le pH des produits finis.....	58
III.2.1.4 l'extrait sec des produits fini.....	59
III.3 Les résultat des analyses microbiologiques.....	61
III.3.1 les résultats des analyses microbiologiques des matières premières.....	61
III.3.1.1 Résultat des analyses microbiologique du l'eau procès.....	61
III.3.1.2 Résultats des analyses microbiologiques du sucre.....	62
III.3.1.3 Résultat des analyses microbiologiques du lait entier en poudre.....	63
III.3.2 Résultats des analyses physico-chimiques de produits finis.....	64

III.3.2.1 Résultat des analyses microbiologiques du yaourt brassé au cours de la conservation	64
---	----

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Annexe : 03

✚ Verrerie et appareillage :

- Autoclave.
- Agitateur magnétique.
- Bain marie.
- Bec bunsen.
- Bêchers 50ml ,100ml, 200ml.
- Boîtes de pétri.
- Burette 50ml.
- Cloche de durham.
- Conductimètre.
- Eprouvettes graduées 250ml.
- Erlen Meyer 250ml.
- Etuve à incubation.
- Fioles jaugées 100ml, 200ml.
- Flacons stériles 250ml, 1000ml.
- Frigo à 6°C et 12°C
- Réfractomètre.
- Balance électrique analytique.
- Comparateur Palintest
- pH-mètre.
- Pipettes graduées 5ml, 50ml.
- Pipettes Pasteur.
- Pissettes d'eau distillée 250ml.
- Portoirs.
- propipette.
- Réfrigérateur.
- Spatule.
- Thermomètre.
- Tubes à essais vassés..



Annexe : 01

✚ Réactifs, indicateur, additifs et solutions :

- Acide sulfurique de densité = 1,825, à 0,02N.
- Additif Alun de fer
- Additif Sulfite de sodium.
- Additif Tellurite de potassium.
- Alcool.
- Alcool iso-amylique.
- Eau distillée.
- EDTA : Sel disodique d'acide éthylène-diamine tétra-acétique 0,01N.
- NET : noir ériochrome-T 0,5 %.
- Papis de DPD.
- Phénolphaléine 1 %.
- Réactif de Kovacs.
- Soude caustique (solution sodique) (hydroxyde de sodium) à 0,11 mole/l (N9).
- Solution de bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) à 10%.
- Solution de nitrate d'argent ($AgNO_3$) à 1%.
- Solution méthylorange.
- Solution saturée de KCl / AgCl (pour la conservation de la sonde du pH).
- Solution tampon pH = 7 (pour l'étalonnage).
- Solution tampon à pH = 4 (pour l'étalonnage).
- Solution tampon ammoniacal à pH = 10.



Annexe : 04

✚ Table de MAC-GRADY ou Table NPP.

1 X 50 ml	5 X 10 ml	5 X 1 ml	Nombre caractéristique	Limites de confiance	
				Inférieure	Supérieure
0	0	0	<1		
0	0	1	1	<0,5	4
0	0	2	2	<0,5	6
0	1	0	1	<0,5	4
0	1	1	2	<0,5	6
0	1	2	3	<0,5	8
0	2	0	2	<0,5	6
0	2	1	3	<0,5	8
0	2	2	4	<0,5	11
0	3	0	3	<0,5	8
0	3	1	5	<0,5	13
0	4	0	5	<0,5	13
1	0	0	1	<0,5	4
1	0	1	3	<0,5	8
1	0	2	4	<0,5	11
1	0	3	6	<0,5	15
1	1	0	3	<0,5	8
1	1	1	5	<0,5	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21
1	2	0	5	<0,5	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	23
1	2	3	12	3	28
1	3	0	8	2	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	4	34
1	3	3	18	5	53
1	3	4	21	6	66
1	4	0	13	4	31
1	4	1	17	5	47
1	4	2	22	7	59
1	4	3	28	9	85
1	4	4	35	12	100
1	4	5	43	15	120
1	5	0	24	8	75
1	5	1	35	12	100
1	5	2	54	18	140
1	5	3	92	27	220
1	5	4	160	39	450
1	5	5	>240		

Annexe : 02

Milieux de culture

Selon le catalogue de la composition des milieux de culture de l'institut Pasteur d'Alger les milieux de culture utilisés sont les suivant :

➤ Milieu HEKTOEN

Milieu sélectif pour l'isolement et la différenciation des Entérobactéries pathogènes à partir des prélèvements les plus divers.

- **Formule en g/l d'eau distillée**
 - Peptone pepsique de viande.....15
 - Extrait de viande3
 - Extrait de levure.....3
 - Salicine.....2
 - Saccharose.....12
 - Lactose.....12
 - Sels biliaires.....4
 - Bleu de bromothymol.....0,064
 - Chlorure de sodium.....5
 - Fuchsine basique.....0,1
 - Agar.....18

pH : 7,4 +/- 0,2

➤ Milieu au Desoxycholate

Milieu nutritif sélectif pour la numération et l'isolement des coliformes dans le lait et les crèmes glacées à partir des prélèvements biologiques.

- **Formule en g/l d'eau distillée**
 - Peptone pepsique de viande.....10
 - Lactose.....10
 - Désoxycholate de sodium.....1
 - Chlorure de sodium.....5
 - Citrate de sodium.....2
 - Rouge neutre.....0,033
 - Agar.....18

pH : 7,1 +/- 0,1

➤ Milieu de la gélose SABOURAUD

Milieu utilisé essentiellement pour l'isolement des moisissures dans les prélèvements peu chargés en bactéries et le contrôle des produits pharmaceutiques, ou alimentaires.

- **Formule en g/l d'eau distillée**
 - Neopeptone.....10
 - Glucose.....20
 - Agar.....20

pH : 6,5

➤ Milieu Agar PCA

Milieu nutritif exempt d'inhibiteurs et d'indicateurs pour la détermination du nombre total de germes dans le lait, les produits laitiers, l'eau et d'autres matériels.

- **Formule en g/l d'eau distillée**
 - Peptone de caséine.....5
 - Extrait de levure.....2,5
 - Glucose.....1
 - Agar..... 18

pH : 7

➤ Milieu Viande Foie Sulfito-Réducteur

La VF SR, est un milieu complet utilisé pour le dénombrement des spores de Clostridium sulfito-réducteurs dans les produits laitiers et autres produits alimentaires.

- **Formule en g/l d'eau distillée**
 - Base viande foie.....30
 - D-glucose.....2
 - Amidon.....2
 - Agar.....20

pH : 7,6 +/- 0,2

➤ Gélose nutritif

Milieu universel pour la culture, la croissance et la numération des germes peu exigeants dans les eaux, les boissons et les produits biologiques.

- **Formule en g/l d'eau distillée**
 - Peptone.....10
 - Extrait de viande.....3
 - Extrait de levure.....3
 - Chlorure de sodium.....5
 - Agar.....18

pH : 7,3 +/- 0,2

➤ Bouillon TSE

Diluant pour les produits alimentaires et plus particulièrement pour la recherche des germes pathogènes.

- **Formule en g/l d'eau distillée**
 - Tryptone.....1
 - Chlorure de sodium.....5

pH : 7,2

➤ **Milieu de ROTHE D/C**

Bouillon glucosé à l'azide de sodium pour la recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux dans les eaux, (test présomptif).

- **Formule en g/l d'eau distillée**
 - Peptone de caséine.....40
 - Extrait de viande.....3
 - Glucose.....8
 - Chlorure de sodium.....10
 - Phosphate dipotassique.....5,4
 - Phosphate monopotassique.....5,4
 - Azide de sodium.....0,4

pH : 6,9+/- 0,1

➤ **Milieu de ROTHE S/C**

- **Formule en g/l d'eau distillée**
 - Peptone de caséine.....20
 - Extrait de viande.....1,5
 - Glucose.....4
 - Chlorure de sodium.....5
 - Phosphate dipotassique.....2,7
 - Phosphate monopotassique.....2,7
 - Azide de sodium.....0,2

pH : 6,9+/- 0,1

➤ **Bouillon GIOLITTI CANTONI BASE**

Milieu d'enrichissement sélectif pour la recherche de Staphylococcus aureus dans les denrées alimentaires.

- **Formule en g/l d'eau distillée**
 - Peptone de caséine.....10
 - Extrait de viande.....5
 - Extrait de levure.....5
 - Pyruvate de sodium.....3
 - Chlorure de sodium.....5

pH : 6,9+/- 0,1

➤ **Milieu de LITSKY (EVA BROTH)**

Bouillon à l'éthyle violet l'azide sodium pour la recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux dans les eaux, c'est un test de confirmation des résultats de milieu de ROTHE.

• **Formule en g/l d'eau distillée**

▪ Tryptone.....	20
▪ Glucose.....	5
▪ Phosphate dipotassique.....	2,7
▪ Phosphate monopotassique.....	2,7
▪ Chlorure de sodium.....	5
▪ Azide de sodium.....	0,4
▪ Ethyle violet.....	0,00083

pH : 6,8

➤ **Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol ; BCPL s/c (10 ml+ cloche/tube)**

Est un milieu non sélectif utilisé pour la détection de bactéries coliformes dans l'eau.

• **Formule en g/l d'eau distillée**

▪ Peptone de caséine.....	7
▪ Extrait de viande.....	1
▪ Lactose.....	5
▪ BCP 1%.....	0,03

pH : 6,7+/- 0,2

➤ **Bouillon SFB s/c + cystine**

Milieu au sélénite acide de sodium + cystine, recommandé pour la recherche et l'enrichissement sélectif des Salmonelles et particulièrement Salmonella pullarum gallinarum dans les produits alimentaires.

• **Formule en g/l d'eau distillée**

▪ Tryptone.....	5
▪ Peptone.....	5
▪ Phosphate disodique.....	4
▪ Mannitol.....	4
▪ L-cystine.....	0,2

Bouillon de SCHUBERT (10 ml + cloche / tube)

Bouillon utilisé comme milieu confirmatif pour la détection des coliformes particulièrement *Escherichia coli*.

- **Formule en g/l d'eau distillée**
 - Peptone.....10
 - Tryptone.....10
 - Acide glutamique.....0,2
 - Tryptophane.....0,2
 - Sulfate de magnésium.....0,7
 - Sulfate d'ammonium.....0,4
 - Citrate de sodium.....0,5
 - Chlorure de sodium.....2
 - Mannitol.....7,5

pH : 7,6 +/- 0,2

Agar de CHAPMAN

- **Formule en g/l d'eau distillée**
 - Peptone.....10
 - Extrait de viande.....1
 - Chlorure de sodium.....5
 - D-mannitol.....10
 - Rouge de phénol.....0,025
 - Agar.....12

pH : 7,4