

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE DE SAAD DAHLAB - BLIDA

FACULTE DES SCIENCES AGRO- VETERINAIRES

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

**Etude de l'influence de la température de conservation sur la
qualité microbiologique, physicochimique et organoleptique d'un
yaourt diététique**

**Projet de fin d'études en vue de l'obtention
d'un diplôme d'un Master Académique
Option : Sciences alimentaires**

M^{lle} DRAI Nour El houda

M^{lle} HENNI Nawal

Devant le jury composé de :

M^{me} Deumandji A.	Maitre de conférences A	USDB	Présidente de jury
M^{me} Benhadja L.	Maitre de conférences A	USDB	Promotrice
M^r Hadj Sadok	Maitre de conférences B	USDB	Examineur
M^r Amalou D.	Maitre assistant A	USDB	Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2010/2011

Dédicace

Je dédie ce travail:

A Mes très chers parents

A la plus belle femme dans le monde « ma mère » que je ne remercierai jamais assez, pour la grande aide qu'elle m'a portée, pour sa grande générosité, sa gentillesse, sa modestie et tous ses sacrifices de côté savoir et sociale. je le dit :

Merci ; merci ;.....

A mon père qui le dieu le garde

A mes belles personnes dans ma vie :

A mon unique frère (Rafik) et mes très chères sœurs (Lili ; Loulou) qui m'ont beaucoup soutenu

A l'adorable férial ; Larine et Daliana

A toute ma famille (mes oncles et tantes) ;

Aux personnes que j'aime et qui m'aident

A mes amies (Rahma, Hanane, ...) et mon binôme Nawal

Nour

Remerciements

Tout d'abord nous remercions الله عزوجل pour nous avoir guidées, pour nous avoir donné le courage et la volonté afin de pouvoir réaliser ce travail.

Ce travail a été réalisé principalement dans la laiterie Trèfle.

Nombreux sont ceux qui nous ont aidé d'une façon ou d'une autre à l'aboutissement de ce mémoire.

Nos plus vifs remerciements iront à notre promotrice Mme Poutkraot maître de conférences A à l'université de Blida, pour nous avoir acceptés de nous encadrer, pour nous avoir guidés, encouragé et pour ses précieux conseils et ses critiques qui nous ont aidés tout au long de ce travail.

Nous tiens à remercier M^{me} Doumandji, maître de conférences A à l'université de Blida, pour nous avoir acceptés de nous encadrer, pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.

A M^r Amalou maître assistant A et M^r Maadj Sadouk maître de conférences A à l'université de Blida nous exprimons notre sincère reconnaissance pour l'honneur qu'ils nous font de juger ce travail et de faire partie du jury de ce mémoire. Qu'ils soient assurés de notre entière reconnaissance

Nous exprimons nos profonds respects et chaleureux remerciements à tout le personnel de l'unité trèfle et plus particulièrement à M^r Mâamar et pour la grande aide qu'il nous a portée, pour son grande générosité, son gentillesse ; et à M^r Briki Wahid qui par leur aide technique a contribué au bon déroulement de nos expériences.

Dédicace

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à dieu, tout puissant pour m'avoir donné le courage et la volonté de mener à bon voit.

Je dédie ce modeste travail à :

A mes chers parents, ma mère et mon père : pour leur compréhension, amour, patience et encouragement pendant toute ma vie

A mes sœurs : Donnia, sisi, fati et koko.

A mes frères : Wahide et Mido

A tous mes proches et surtout mes grands parents

A ma meilleure amie Amina, et mon onôme Nour et sa belle famille

A tous mes camarades et amis de l'université

A tous ceux qui m'ont encouragé de loin ou de près pour la réussite de ce mémoire et de ma vie

En fin a ce pays «ALGERIE »

Nawel

Introduction

Conclusion générale

Annexes

PDF Creator! 4 Trial
www.nuance.com

Chapitre I
Généralité sur le lait fermenté

Chapitre II
Conservation de lait fermenté

Partie bibliographique

Partie expérimentale

Résumé

Une approche intégrée microbiologique, physicochimique et organoleptique a été mise en œuvre pour étudier la stabilité du yaourt diététique en changeant la température de conservation. Nous avons fait un suivi de la stabilité du yaourt au cours de sa conservation à différentes températures (6°C, T°C amb, 30°C et 37°C) afin de déterminer l'influence de la rupture de la chaîne de froid après sa commercialisation. Les résultats des analyses microbiologiques indiquent une absence totale des germes pathogènes, germes de contamination fécales ainsi les germes responsables d'altérations sauf pour le yaourt analysé à Tamanghasset qui présente un taux de levures égale à 20 qui est inférieure à la norme (100) préconisée par l'ANJRA (1998). Les résultats des analyses physicochimiques de tous les échantillons analysés montrent une augmentation progressive de l'acidité de 75 à 100°C pour les échantillons réfrigérés, mais devient plus accentuée lors de la rupture de la chaîne de froid [75 à 135°C] et par conséquent une diminution de pH [4,7 à 3,92]. Ce qui concerne l'EST, nous avons remarqué une légère variation de 13,95 à 13,40 et un taux de MG stable égale à 3,6%. Par ailleurs, les analyses organoleptiques montrent une certaine stabilité pour le yaourt réfrigéré et les échantillons analysés à Tamanghasset, avec quelques modifications pour les yaourts non réfrigérés concernant l'aspect, l'odeur, le goût qui devient plus acide et la viscosité qui diminue.

Mots clés : yaourt diététique, T°C de conservation, chaîne de froid.

ملخص

تم انجاز في هذه الدراسة نهج متكامل يظم التحاليل الميكروبيولوجية، الفيزيوكيميائية، والذوقية لدراسة استقرار الياغورت عن طريق تغيير درجة حرارة التخزين. لقد تم متابعة استقرار الياغورت لايت أثناء التخزين عند درجات حرارة مختلفة (6 درجات مئوية ، حرارة الوسط الخارجي ، 30 درجة مئوية و 37 درجة مئوية) لتحديد تأثير انقطاع سلسلة التبريد بعد تسويقها. النتائج تشير إلى غياب تام للميكروبات و الكائنات المجهرية المسؤولة عن التغييرات الحادثة في الياغورت باستثناء تحاليل تامنغست التي سجل فيها نسبة من الخميرة تساوي 20 أقل من المستوى (100) المذكور في الجريدة الرسمية لسنة 1998. نتائج التحاليل الفيزيائية لجمع العينات أظهرت زيادة تدريجية في الحموضة للعينات المبردة 75 من إلى 100°D ، ولكنه يصبح أكثر وضوحاً خلال انقطاع سلسلة التبريد من 75 إلى 135 °D وبالتالي انخفاض ملاحظ في pH [3,92] و فيما يتعلق بمقدار المادة الجافة فقد لاحظنا تغيراً طفيفاً من 13,95 إلى 13,40.

فيما يخص التحاليل الذوقية فهناك بعض الاستقرار للياغورت المبرد والعينات التي تم تحليلها في تامنغست ، مع بعض التغيرات في الياغورت غير المبرد على المظهر والرائحة والطعم الذي يصبح أكثر حمضية وأقل لزوجة.

الكلمات الجوهرية: ياغورت لايت ، درجة حرارة التخزين ، سلسلة التبريد.

SUMMARY

An integrated approach to microbiological, physicochemical and organoleptic implementation was to study the stability of yogurt Light by changing the storage temperature. We have been monitoring the stability of yogurt during storage at different temperatures (6 ° C, T amb ° C, 30 ° C and 37 ° C) to determine the influence of the breakdown of the cold chain after its commercialization. The microbiologic results indicate a total absence of pathogens, fecal contamination of germs and the germs responsible for changes except for yogurt analyzed Tamarrasset which has a rate of yeast is equal to 20 less than the standard (100) reported by JORA (1998). The results of physicochemical analysis of all samples analyzed show a gradual increase in acidity from 75 to 100 ° D for refrigerated samples, but becomes more pronounced during the breaking of the cold chain [75 to 135 ° D] and therefore a decrease in pH [4.7 to 3.92]. This concerns the East we noticed a slight variation of 13, 95 to 13.40 and a stable rate of MG equal to 3.6%, also the organoleptic tests there is more stability for the chilled yogurt and samples Tamarrasset analyzed with some modifications for non-refrigerated yogurts on appearance, smell, taste becomes more acidic and viscosity decreases.

Key word : Light yogurt, T°C storage, cold chain.

Liste des figures

Figure n° 01 : Schéma des caractéristiques des laits fermentés	03
Figure n°02 : Diagramme de fabrication des yaourts.....	08
Figure n° 03 : Diagramme de la fabrication du yaourt étuvé light de la marque « Trèfle »	16
Figure n°04 : Dessiccateurs à infrarouge.....	30
Figure n°05 : Technique de recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux dans l'eau de procès.....	35
Figure n°06 _a : Technique de recherche et dénombrement des <i>coliformes</i> totaux et fécaux en milieu liquide dans l'eau de procès.....	36
Figure n°06 _b : Technique de recherche et dénombrement des <i>coliformes</i> totaux et fécaux en milieu liquide dans l'eau de procès ;(Test de confirmation).....	39
Figure n°07 _a : Technique de recherche et dénombrement des <i>Streptocoques fécaux</i> en milieu liquide dans l'eau de procès.....	41
Figure n°07 _b : Technique de recherche et dénombrement des <i>Streptocoques fécaux</i> en milieu liquide dans l'eau de procès (Test de confirmation).....	42
Figure n°08 : Technique de recherche et dénombrement des Spores d'anaérobies Sulfitoréducteur dans l'eau de procès.....	44
Figure n°09 : Technique de préparation des dilutions décimales	45
Figure n°10 : Technique de recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (poudre de lait, sucre).....	47
Figure n°11 : Technique de recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux en milieu solide.....	49
Figure n°12 : Technique de recherche et dénombrement des Spores <i>Clostridium Sulfitoréducteur</i> dans la poudre de lait, sucre, yaourt.....	51
Figure n°13: Technique de recherche et dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i> dans la poudre de lait, sucre, yaourt	53
Figure n°14 : Technique de recherche et dénombrement des Salmonelles.....	55
Figure n°15 : Technique de recherche et dénombrement des levures et moisissures (poudre de lait, sucre, yaourt).....	57
Figure n° 16: Fiche de test de dégustation de l'unité trèfle.....	58
Figure n°17 : La variation de pH du yaourt light au cours de conservation à différentes températures.....	62
Figure n°18 : La variation de l'acidité du yaourt light au cours de conservation à différentes températures.....	63
Figure n°19 : La variation de l'EST du yaourt light au cours de conservation à différentes températures.....	64
Figure n°20 : La variation de la MG du yaourt light au cours de conservation à différentes températures.....	65

Liste des tableaux

Tableau I : Quelques exemples de laits fermentés.....	04
Tableau II : Produits allégés, « light », sans sucre	09
Tableau III : les différents types de la poudre de lait selon la teneur en matière grasse.....	25
Tableau IV : Les paramètres étudiés dans les analyses physicochimiques.....	26
Tableau V : Les germes recherchés dans la poudre de lait, le sucre, le produit fini et l'eau de procès.....	33
Tableau VI : Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait.....	59
Tableau VII : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de procès.....	59
Tableau VIII: Résultats des analyses physico-chimiques de l'aspartame.....	60
Tableau IX : Résultats des analyses physico- chimiques du yaourt light au moment de leur production.....	60
Tableau X : Résultats des analyses physico- chimiques du yaourt light au cours de stockage à différentes températures.....	61
Tableau XI: Résultats des analyses physicochimiques du yaourt light après leur commercialisation dans la wilaya de Tamanghasset.....	65
Tableau XII : Résultats d'analyse microbiologique de la poudre de lait.....	66
Tableau XIII : Résultats d'analyse microbiologique de l'eau de procès.....	67
Tableau XIV : Résultats d'analyse microbiologique de sucre.....	67
Tableau XV : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt light au moment de leur production	68
Tableau XVI : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt light après leur conservation à 6°C.....	69
Tableau XVII : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt light après leur conservation à T°C amb.....	69
Tableau XVIII : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt light après leur conservation à 30°C.....	70
Tableau XIX : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt light après leur conservation à 37 °C.....	70
Tableau XX : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt light après leur commercialisation dans la wilaya de Tamanghasset.....	72
Tableau XXI : Résultats des analyses organoleptiques du yaourt light au cours de stockage à différentes température.....	73
Tableau XXII : Résultats des analyses organoleptiques du yaourt light après leur commercialisation dans la wilaya de Tamanghasset.....	74

Liste des abréviations

°C : degré Celsius

°F : degré français

Abs : Absence.

BL : bactéries lactiques

DLC : date limite de consommation

EST : Extrait sec total.

h : heures

MG : Matière grasse.

mL : millilitre

n° : numéro

NPP : Nombre le plus probable

pH : potentiel d'hydrogène

pots/tête/ans : pots par tête par ans.

T₃ : Température de conservation des 10 pots de yaourt à 30°C

T₁ : Température de conservation des 10 pots de yaourt à 6°C

T₂ : Température de conservation des 10 pots de yaourt à T°C ambiante

T₄ : Température de conservation des 10 pots de yaourt à 37°C

Sommaire

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction.....	01

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralités sur le lait fermenté

I-1- Définition	03
I-2- Caractéristiques des laits fermentés	03
I-3- Différents types de laits fermentés	04
I-4- Le yaourt.....	05
I-4-1 Définition	05
I-4-2 Différents types du yaourt	05
I-4-3 Intérêt nutritionnel et thérapeutique du yaourt	06
I-4-4 Diagramme de fabrication des yaourts.....	08
I-5- Le yaourt étuvé light	09
I-5-1 Définition.....	09
I-5-2 Technologie de fabrication du yaourt étuvé light	09
I-5-3 Les étapes de fabrication du yaourt étuvé light	10
I-5-4 Ingrédients.	12
I-6 Les édulcorants.	14
I-6-1 Définition	14
I-6-2 Classification.	15
I-6-3- Interaction entre les édulcorants.	16

Chapitre II : Conservation de lait fermenté

II-1- Conservation de lait fermenté.....	17
II-2- Stabilité d'un yaourt.....	18
II-3- Contamination de yaourt.....	18
II-4- Contrôle de la qualité de produit fini	18
II-5- Stockage et commercialisation	20

ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériels et méthodes

Présentation de l'entreprise Trèfle	21
Objectifs du travail.....	23
I- Matériel.....	24
I-1 Echantillonnage	24
1- Eau de process.....	24
2- Poudre de lait et sucre.....	25
3- Produit fini.....	25
3-1 Conservation du produit fini	25
II-Méthodes d'analyses	26
II-1- Analyses physicochimiques.....	26
II-1-1 Eau de process	27
II-1-2- La poudre de lait, sucre, produit fini.....	30
II-2- Analyses microbiologiques	32
II-2-1- L'eau de process	34

II-2-2- La poudre de lait, sucre, produit fini.....	45
A- Préparation de la solution mère.....	45
B- Préparation des dilutions décimales.....	45
II-3- Analyses organoleptiques de yaourt.....	58
Chapitre II : Résultats et discussions	
I- Analyses physicochimiques.....	59
I-1- Matières premières	59
I-2- Produit fini	60
II- Analyses microbiologiques.....	66
II-1- Matière première.....	66
II-2- Produit fini	68
II-2-1- Au moment de la production (J0).....	68
II-2-2- Après la conservation.....	68
II-2-3- Analyses microbiologiques du yaourt après leur Commercialisation à la wilaya de Tamanghasset.....	71
III- Analyses organoleptiques.....	72
III-1- Analyses organoleptiques du yaourt après leur commercialisation à la wilaya de Tamanghasset.....	74
Discussion générale	75
Conclusion générale	82
Références bibliographiques	
Annexes	
Table de matière	

PDF Create! 4 Trial
www.nuance.com

INTRODUCTION

Depuis plus de 4 000 ans, les bactéries lactiques sont utilisées pour fabriquer bon nombre de produits fermentés et notamment des produits laitiers (yaourts, fromages, ...).

La fermentation confère aux aliments une saveur et une texture particulière, permet de mieux les conserver et apporte aussi certains bénéfices nutritionnels et de santé. Si cette pratique était à l'origine intuitive, ses bases scientifiques sont aujourd'hui mieux comprises. L'évolution des connaissances conduit à la sélection et au développement de nouvelles souches de bactéries lactiques aux propriétés spécifiques (*Lactobacillus delbrueckii* sub sp. *Bulgarius* et *Streptococcus thermophilus*). (World Newsletter, 2009)

Traditionnellement, c'est le yaourt dit « nature » et ferme qui constituait l'essentiel des productions de laits fermentés. Dans les années 1960 -1970, sont apparus les produits sucrés puis aromatisés et aux fruits. Actuellement, ils sont majoritaires sur le marché (60%). (Gérard Brulé et al., 2003) ; d'après les analyses de la situation alimentaire de la population Algérienne (2010), la consommation du yaourt dans la wilaya de Blida est de 73 pots/tête/ans.

Les produits laitiers frais fermentés, comme le yaourt, sont des aliments de grande consommation dans de nombreux pays. La dynamique actuelle du marché des denrées alimentaires oblige les industriels à formuler constamment de nouveaux produits. Ainsi, l'intérêt récent des consommateurs pour des produits allégés en sucre conduit à l'utilisation d'ingrédients tels que les édulcorants.

Lors d'une enquête réalisée par le BVA/ANIA en 2000 pour l'Association Nationale des Industries Alimentaires sur la perception des consommateurs sur la sécurité sanitaire des aliments, 85% des personnes interrogées ont jugé qu'un suivi de la chaîne du froid de produits frais était l'une des actions nécessaires pour améliorer la sécurité alimentaire. (ANIA, 2004)

Les produits doivent voyager à la température réglementaire. Le compartiment isotherme et le système de production de froid des camions frigorifiques répondent à des normes techniques précises, permettant de maintenir le niveau de froid requis durant tout le trajet, y compris en période de canicule. (Le Journal de Carrefour, 2004)

Dans ce domaine là, nous avons suivi la commercialisation du yaourt Light de Trèfle dans la région de Tamanghasset et par la suite nous avons fait des analyses microbiologiques ; physicochimiques et organoleptiques selon le matériel disponible dans cette wilaya.

Les auteurs Lusiani G. et Bianchi B. (1974) ont effectué une recherche sur la survivance des ferments lactiques du yaourt en rapport avec les temps de conservation.

Les résultats obtenus montrent clairement qu'un yaourt fabriqué selon les règles normales et conservé au froid (+ 5 °C) contient encore un nombre considérable de ferments lactiques vivants même après plus de un mois, cela

indépendamment du type de yaourt, c'est-à-dire soit écrémé, soit entier, soit avec adjonction de crème ou de fruits.

Notre étude est la suite d'un travail réalisé par l'étudiant Ali Tahir Seid (2010) qui a réalisé une mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention d'un diplôme d'ingénieur d'état en Biologie et qui a proposé de voir l'influence de la température de conservation sur un yaourt stocké à différentes températures.

A fin d'estimer de la température de conservation du yaourt sur les qualités microbiologiques ; physicochimiques et organoleptiques , nous avons proposé de suivre ses changements toute en changeant la température de conservation l'une à T°C ambiante et l'autre a une température de 30°C et 37 °C , dont le but de pouvoir établir les courbes de changements de la qualité microbiologique et physicochimique de yaourt et les comparés avec les courbes de la température idéale de conservation (T = 6°C).

D'après ces expériences, les fabricants peuvent établir en toute tranquillité (pourvu que la chaîne de froid soit maintenue) un temps de conservation du yaourt d'environ un mois. (Lusiani G.et Bianchi B., 1974); Avec notre résultats obtenues nous pouvons confirmer ou non les résultats obtenues par les chercheurs en 1974.

I-1- Définitions de lait fermenté

Selon la réglementation française Afnor ,2001 : un lait fermenté est un produit laitier composé exclusivement de matières premières d'origine laitière (lait et constituants du lait), ayant subi une pasteurisation et une fermentation par des microorganismes spécifiques et caractérisé par une teneur en acide lactique minimale (0,6 %). Il peut être additionné de certains ingrédients lui conférant une saveur spécifique (sucre, arômes, préparations de fruits) à condition que cette addition n'excède pas 30 % du poids du produit fini.

I-2- Caractéristiques des laits fermentés

Les laits fermentés ont une caractéristique commune : ils sont tous obtenus par le développement d'une flore microbienne, composée à la fois de pro-biotiques qui peuvent générer des pré-biotiques d'origine métabolique ou d'origine laitières par dégradation des constituants (Mahaut et al., 2000)

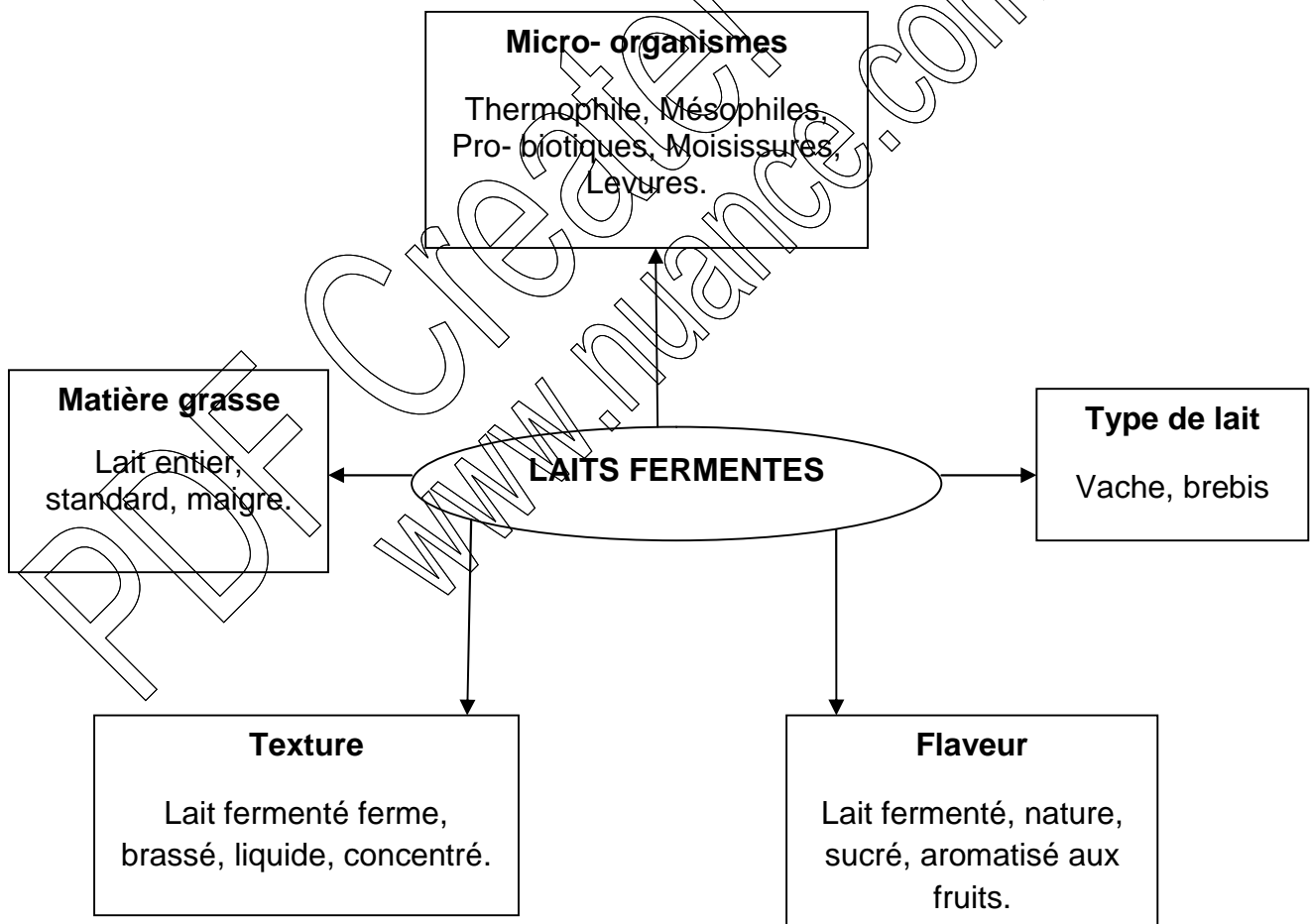


Figure n° 01 : Schéma des caractéristiques des laits fermentés (Beal et Sodini, 2003)

I-3- Les différents types de laits fermentés

Une grande variété de laits fermentés est produite dans le monde : les laits fermentés acides (yaourt, laban), éventuellement concentrés (labneh), les produits acides et légèrement alcoolisés (kéfir, koumiss) et les laits fermentés peu acides (buttermilk, lait ribot), éventuellement épaissis par l'utilisation de cultures spécifiques (villi). (Afnor ,2001)

Le tableau suivant représente quelques exemples de laits fermentés :

Tableau I : Quelques exemples de laits fermentés

Nom	Pays d'origine présumé	Description	Ferments
Yoghourt	Asie, Balkans	Produit ferme ou brassé, acide, arôme caractéristique	<i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. bulgaricus</i> (+ <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium</i> spp.)*
Lait à l'acidophilus	Etas-Unis	Produit ferme, brassé ou liquide, faible arôme	<i>Lb. acidophilus</i>
Kéfir	Caucase	Boisson brassée, consistance crémeuse, arôme et goût caractéristique (CO ₂)	<i>Lc. lactis</i> , <i>Lc. cremoris</i> , <i>Lb. kefir</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Leuconostoc</i> spp, levures
Koumiss	Mongolie	Boisson pétillante, acide, goût rafraichissant et arôme caractéristique	<i>Lb. bulgaricus</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , levures
Lassi	Inde	Boisson laitière aigre diluée avec de l'eau, consommée salée, épicée ou sucrée	<i>Lactococcus</i> spp, <i>Lactobacillus</i> spp, <i>Leuconostoc</i> spp, (levures)
Dahi	Inde	Produit ferme ou brassé, ou boisson liquide ; flaveur agréable, acide ou faiblement acide	<i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. bulgaricus</i> <i>Lc. diacetylactis</i> , <i>Leuconostoc</i> spp
Laban	Moyen Orient	Produit ferme ou brassé, goût et arôme agréable	<i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. bulgaricus</i> <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lc. lactis</i> , levures
Filmjök	Suède	Boisson brassée visqueuse, saveur acidulée	<i>Lc. lactis</i> , <i>Lc. cremoris</i> , <i>Lc. diacetylactis</i> , <i>Ln. cremoris</i>
Villi	Finlande	Produit brassé visqueux, acidulé et goût agréable	<i>Lc. lactis</i> , <i>Lc. cremoris</i> , <i>Lc. diacetylactis</i> , <i>Lc. dextranicum</i> , moisissure (<i>Geotrichum candidum</i>)

I-4- Le yaourt

I-4-1- Définition du yaourt

Le yaourt ou yoghourt est un produit fermenté d'origine animale à base de lait. Sa fabrication fait intervenir des bactéries lactiques dont l'action conduit à la formation d'acide lactique à partir du lactose ou sucre du lait et d'arômes. (Righi, 2006)

Le mot « yoghourt » est en langue turque pure. C'est un lait fermenté le plus consommé. Il résulte de la fermentation du lait par deux bactéries lactiques thermophiles : *Streptococcus salivarius*, subsp. *thermophilus* (anciennement dénommé *Streptococcus thermophilus*) et *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (anciennement dénommé *L. bulgaricus*). Cette fermentation conduit à la prise en masse du lait. Le coagulum obtenu est ferme, sans exsudation de lactosérum. Il peut être consommé en l'état ou après brassage lui donnant une consistance crémeuse ou liquide. Il peut aussi être congelé et consommé comme une glace. (Mahaut, 2002)

I-4-2- Différents types de yaourt

Il existe trois types de yaourt selon le mode de présentation (texture) :

- Le yaourt ferme ou traditionnel, dont la fermentation se fait après conditionnement en pots, généralement nature et aromatisé.
- Le yaourt brassé dont la fermentation se fait en cuve ; le coagulum obtenu est alors brassé pour être rendu plus ou moins visqueux, puis conditionné en pots.
- Le yaourt à boire est un lait fermenté brassé, de faible viscosité, il est normalement aromatisé à l'aide de jus ou de purée de fruits. Il est plutôt consommé comme une boisson rafraîchissante que comme un aliment.

➤ Yaourt ferme (dit aussi en pot, étuvé ou traditionnel)

Le laitensemencé et à bonne température est rapidement réparti en pot (en verre, en carton paraffiné, en matière plastique) d'une contenance habituelle de 12,5 cL. Dans le cas des yaourts sucrés, aromatisés, aux fruits, à la confiture, etc., l'apport des additifs se fait avant ou après le remplissage des pots. (Vignola et Carole, 2002).

L'incubation dure environ de 2 à 3 heures. Les pots sont maintenus dans l'étuve jusqu'à l'obtention d'une acidité de 0,75 (au minimum) à 1% environ d'acide lactique, soit 75 à 100 °D. A ce moment, le caillé doit être ferme, lisse et sans exsudation de sérum. (Beerens, 1987)

➤ Yaourt brassé

Le laitensemencé est maintenu en cuve ou en tank à la même température que le cas des pots (entre 42 et 46 °C) jusqu'à l'obtention de l'acidité voulue. Celle-ci est souvent un peu plus élevée que pour le yaourt ferme : de 1 à 1,2 % d'acide lactique, soit 100 à 120 °D. (Beerens, 1987)

➤ Yaourt à boire

Il s'agit d'un yaourt qui se différencie du brassé par son état liquide qui l'assimile à une boisson. Sa fluidité est obtenue par une diminution de la teneur en matière sèche. Le brassage se fait par passage à l'homogénéisateur sous pression inférieure à 50 atmosphères donne une viscosité inférieure d'environ 50% à celle obtenue par brassage mécanique. Il peut être nature ou aromatisé. (Carole, 2002).

I-4-3- Intérêt nutritionnelle et thérapeutique du yaourt

I-4-3-1- Valeur nutritionnelle

Un pot de yaourt possède la même valeur nutritive qu'un verre de lait :

- Protéine : 4 à 5 g /100g.
- Glucides : 5 à 20 g /100g, selon qu'il est nature ou sucré
- Lipides à un taux variable.

Au cours de la fermentation ; la composition du lait subit un certain nombre de modification, certains de ces modification en font un produit de meilleure valeur nutritionnelle que le lait (Mahaut et *al.*, 2000)

La teneur en vitamines varie en fonction du type de yaourt, de la température de préparation, des souches et des conditions de stockage.

Les minéraux et les oligo-éléments sont naturellement en concentration inchangée dans le lait après fermentation, le cuivre, le zinc et le fer sont partiellement solubilisés alors que le magnésium est totalement.

Le calcium contenu dans le yaourt présente une meilleure biodisponibilité que celui de lait, le calcium est mieux absorbé dans le yaourt que le lait.

En fin la fermentation en particulier les concentrations en vitamines du groupe B, il faut cependant souligner qu'il existe une forte variabilité inter souches. (Tamine et Robenson, 2001)

I-4-3-2- Valeur thérapeutique

Le yaourt est un produit vivant, donc il est presque un médicament antiseptique. Il nettoie le tube digestif grâce à la présence d'acide lactique, il détruit les microbes et assainit la flore intestinale (Mahaut et *al.*, 2000)

- **Amélioration de l'absorption du lactose**

De nombreux individus sont incapables de digérer le lactose, un sucre retrouvé naturellement dans le lait. Grâce au procédé de fermentation, le yaourt contient peu de lactose. de plus, ses bactéries peuvent synthétiser un enzyme « bêta-galactosidase » qui permet de digérer le lactose. (Heyman, 2000)

Plusieurs études indiquent que les individus qui souffrent d'intolérance au lactose tolèrent habituellement mieux le yaourt que le lait, ils présentent moins d'effets secondaires tels que les ballonnements, les gaz et la diarrhée (Hove et *al.*, 1999)

Parmi des nombreuses hypothèses, celles sont étudiées actuellement sont l'induction par les bactéries vivantes de l'activité lactasique de la muqueuse intestinale, et la libération de lactose bactérienne lors de la destruction des bactéries lactiques pendant le transit intestinale le rôle de *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus Thermophilus* semble prépondérant dans cette action. (Decroissant et Luquet, 1994)

- **Amélioration de la digestibilité des protéines**

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

- **Amélioration de la digestibilité des matières grasses**

Bien que l'activité lipolytique des bactéries lactiques peu élevé, il y a une augmentation significative de la teneur en acide gras libre dans le yaourt. De plus l'homogénéisation améliore la digestibilité en augmentant la surface des globules. (Mahaut et al., 2000)

- **Activités antimicrobiennes**

Le yaourt a un rôle préventif contre les infections gastro-intestinales l'intérêt du yaourt dans le traitement des diarrhées infantile a été démontré par de nombreux acteurs.

En dehors de l'acide lactique, les bactéries du yaourt produisent des substances antimicrobiennes et des pré-biotiques. (Mahaut et al., 2000)

- **Stimulation de système immunitaire**

Des études in vitro et chez l'animal ont démontré que la consommation de yaourt stimulerait la fonction immunitaire (Cross et al., 2001)

Les bactéries lactiques favoriseraient la production d'anticorps et de cytokines, qui protègent contre les agents pathogènes présents dans le tube digestif (Adolfsson et al., 2004)

I-4-4 Diagramme de la fabrication des yaourts

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

La figure n° 02, résume les différentes étapes de la fabrication du yaourt brassé et du yaourt ferme. (Luquet, 1990).

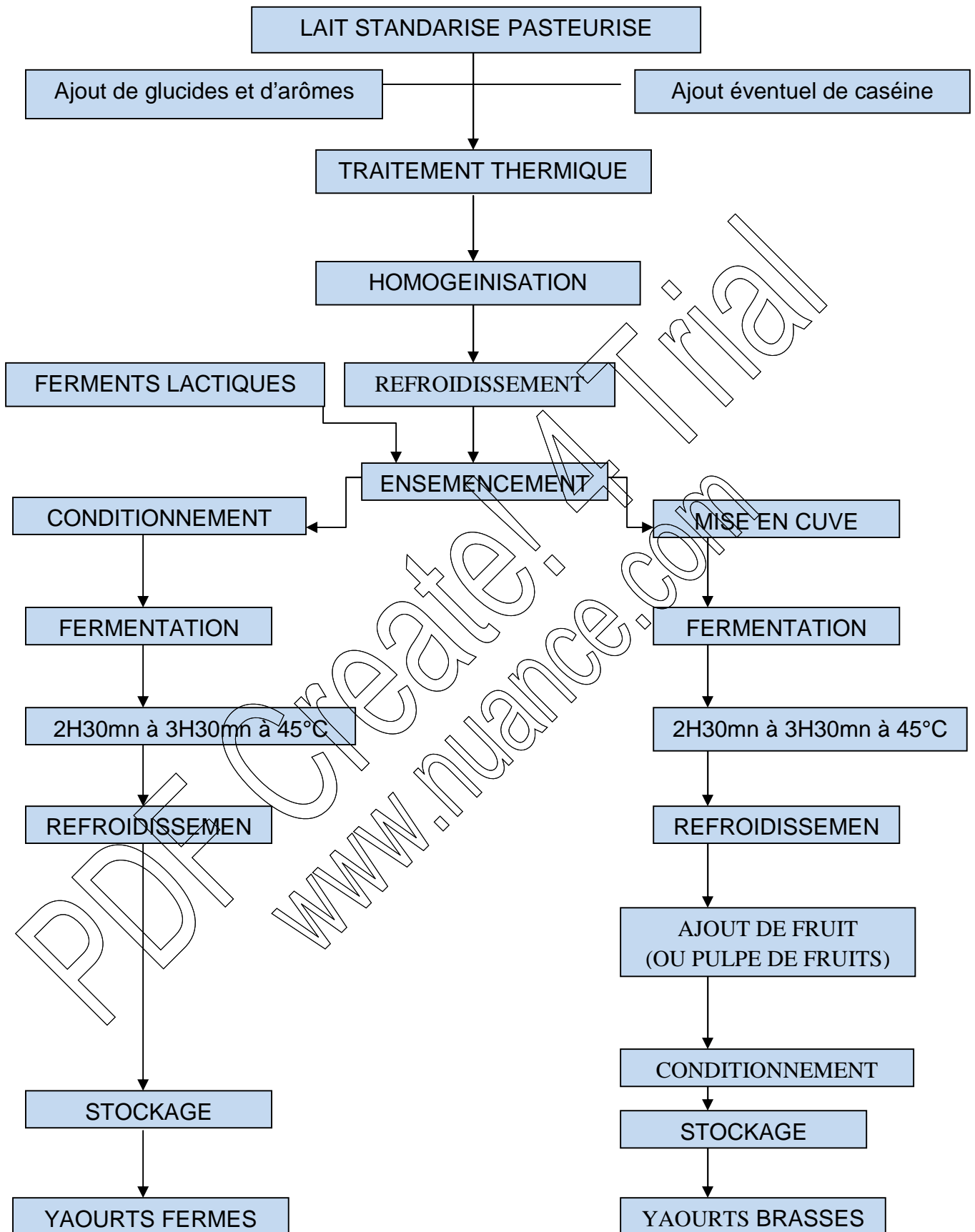


Figure n°02 : Diagramme de fabrication des yaourts (Luquet, 1990)

I-5- Yaourt étuvé Light

I-5-1- Définition

C'est un yaourt dont la fermentation et le refroidissement à lieu en pots, le yaourt ferme a un aspect d'une gelée compacte, généralement nature ou aromatisé. (Luquet 1990), le yaourt Light (Tableau II) peut être maigre (0% MG), demi écrémé, entier ou enrichi en crème, sans sucre avec l'addition des édulcorants (aspartame-acésulfame K)

Tableau II : Produits allégés, « Light », sans sucre

MENTION	DÉFINITION
« ALLÉGÉ » ou « LIGHT » ou « À TENEUR RÉDUITE »	Ces mentions qualifient des produits allégés d'au moins 25 % (en poids) en graisses ou en sucres (ou en sel ou tout autre nutriment) par rapport au produit de référence.
« SANS SUCRE »	Cette mention est attribuée à des produits sans saccharose (sucre issu de la canne à sucre et/ou de la betterave), mais pas forcément sans glucides.
	Indique que le produit ne contient pas de sucres simples. Mais il peut contenir des glucides complexes...

(Novo nordisk, 2007)

I-5-2- Technologie de fabrication du yaourt étuvé Light

Le processus est simple mais délicat, car il exige des parfaites conditions d'hygiène afin d'éviter la présence des bactériophages ou antibiotiques qui peuvent empêcher le développement microbien. D'après (Sodini et Beal ,2003), pour obtenir un yaourt, on ajout d'abord le ferment, à raison de 2%, au lait chauffé à 48 - 50°C maximum. Puis on conditionne le lait en pots après s'être assuré que le lait mis en pots à atteint de 43 - 45°C, on place les pots dans une étuve (ou une chambre chaude) préchauffée également à 43 ou 45°C. L'étuve sert à maintenir la température du lait et non à le réchauffer.

I-5-3- Les étapes de fabrication du yaourt étuvé Light (figure n°05)

I-5-3-1- Préparation du lait

La reconstitution du lait s'effectue dans un tank où l'eau arrive en premier chauffée à une T°C de 44 à 45°C et à laquelle est incluse la poudre de lait, le mélange (poudre de lait, sucre (édulcorants), l'eau) s'effectue en un circuit fermé par voie d'un agitateur qui permet la dissolution de toutes les particules, après une filtration et un dégazage pour éliminer les substances volatiles (FAO, 1995).

I-5-3-2- Traitement thermique

Le lait préparé subit un traitement thermique de pasteurisation dans le but :

- De détruire tous germes pathogènes et indésirables (bactéries, levures, moisissures)
- D'inactiver les globulines et nombreux enzymes
- De favoriser le développement de la flore lactique spécifique (*Streptococcus thermophilus*) pour la formation d'acide formique qui est un facteur de croissance
- Le traitement thermique, par dénaturation des protéines solubles, permet également d'accroître la rétention d'eau.
- D'améliorer la texture du yaourt et sa stabilité (Mahaut et al., 2000)

I-5-3-3- Homogénéisation

L'homogénéisation évite la remontée de la matière grasse pendant la coagulation, améliore la fermeté du produit fini et la rétention d'eau (Alias et Linden, 1997) diminuant ainsi les risques de synerèse durant la conservation du yaourt (Vignola et al., 2002)

Elle est généralement combinée avec un traitement thermique, la pression doit se situer à environ 200 atmosphères à des températures plus élevées (85 - 90°C) (Lemoinier, 1989).

Le lait est ensuite refroidi à une température avoisinante les 43°C pour l'inoculation et l'incubation des ferments

I-5-3-4- Ensemencement

L'ensemencement c'est l'inoculation des deux germes spécifiques du yaourt : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, la quantité d'ensemencement minimum varie selon la vitalité des cultures entre 0,5 - 1%, si elle se situe à environ 5 - 7%, ou si ces valeurs sont dépassées, l'apport d'acide lactique et du caillé peut être trop important (risque de texture granuleuse et d'une acidification trop rapide). (Roissard et Luquet, 1993)

I-5-3-5- Conditionnement en pots

Deux types d'emballages sont utilisés : les pots en verre et des pots en plastiques.

L'ajout des arômes se fait suite à l'ensemencement pour les yaourts fermes (Mahaut et al., 2000)

La mise en pots en verre ou en plastique, le dosage, la fermeture, l'impression de la date limite de consommation sont réalisés par des machines (Assèche, 1996)

I-5-3-6- Etuvage

Il correspond au développement de l'acidité, qui est due à la transformation du lactose en acide lactique par les ferments lactiques, le pH atteint 4,6 à 4,8 ; la production de l'acidité dépend de deux facteurs :

- **La température**

La température optimale de développement de *Streptococcus thermophilus* est entre 24 à 45°C, celle de *Lactobacillus bulgaricus* est entre 37 à 42°C. Il est préférable que les *Streptococcus* assurent le départ de la fermentation lactique, cette température voisine de 42 à 45°C est d'ailleurs la température symbiotique optimale. (Luquet, 1986)

- **La durée d'incubation**

L'incubation dure généralement 2 à 3 heures, l'acidité doit alors atteindre 80 à 100°D (Veisseyere ; 1975)

I-5-3-7- Refroidissement

Lorsque les yaourts ont atteint le degré d'acidité voulu (80 - 90°D) ils passent en chambre froide ventilée ou en tunnel de refroidissement (Bourgois et Larpent, 1989)

I-5-3-8- Conservation

Les yaourts sont préparés selon une technologie rigoureuse et dans des conditions hygiéniques strictes, ces produits peuvent conserver environ de 3 semaines sous réserve d'être maintenus au froid, au cours de la commercialisation, la température ne doit pas excéder 8°C. Dans les pays où la chaîne du froid du fabricant au consommateur n'existe pas, les délais de distribution et de consommation doivent être beaucoup plus courts. (Leyral et al., 2001).

Les enzymes protéolytiques continuent à hydrolyser les protéines et peuvent ainsi entraîner une diminution de la viscosité ou de la rigidité du gel et surtout faire apparaître des peptides à saveur amère (Hermier et Accolas, 1990)

I-5-3-9- Commercialisation

Après leur fabrication, les laits fermentés doivent être maintenus à basse température maximale de + 6°C pendant leur transport et leur entreposage, et de + 8°C lors de la remise au consommateur. (Vignola et Carole, 2002).

I-4- Ingrédients

Les ingrédients indispensables à la fabrication du yaourt étuvé aromatisé Light dans toutes les industries yaourtières sont :

Eau, poudre de lait, sucre (édulcorant), arôme, ferments lactiques.

1-Eau de procès

L'eau est la matière première de tous les types de produits laitiers reconstituées et recombinaées. Elle doit être une eau potable de bonne qualité, dépourvue de microorganismes pathogènes et d'un niveau de dureté acceptable. (Guyot, 1992).

2-Poudre de lait

Les poudres de lait sont des produits résultant de l'enlèvement de l'eau de lait.

Selon la teneur en matière grasse on repartit les poudres de laits en trois groupes (tableau III) :

- La poudre de lait entier.
- La poudre de lait partiellement écrémé.
- La poudre de lait écrémé.

La composition et les propriétés de la poudre de lait doivent répondre à certaines conditions qui permettent de classer chaque type de poudre de lait en différentes catégories (Paci Kora, 2004).

Tableau III : Les différents types de la poudre de lait selon la teneur en matière grasse.

Poudre de lait teneur	Poudre de lait Ecrémé	Poudre de lait Partiellement Ecrémé	Poudre de lait Entier
MG	≤1.2%	1.2%≤ X≤2.5%	≥26.0%

(Paci Kora, 2004)

X : teneur de la poudre de lait en MG.

3 - Sucre et édulcorants

Le principale sucre autorisé par la législation est le saccharose, c'est un sucre naturel, en cristaux de couleur blanche, très répandu dans les végétaux, en particulier dans la betterave, la canne à sucre, le saccharose est un diholoside hétérogène (glucose-fructose) non réducteur. Il n'intervient pas dans la réaction de Maillard et autres réaction non enzymatiques.

Le saccharose bénéficie des propriétés de texturation, de lubrification et de corps (rôle de la viscosité), et d'homogénéisation des arômes, il permet les goûts acides et amers, de fixer l'eau et contribue à accroître la durée de vie des produits.

(Lindin et Lorient, 1994)

De plus le yaourt peut recevoir des sucres dans la limite 30% du produit fini, on distingue le saccharose, le glucose, les dérivés de l'amidon et aussi de l'aspartame pour les personnes au régime (les diabétiques)

4 - L'arôme

L'arôme désigne tout produit ou substance destiné à être dans des denrées alimentaires pour leur donner une odeur, un goût ou les deux en même temps.

(Craizet, 1998)

5- Ferments lactiques

D'après Sodini et Beal (2003), les critères de choix des souches reposent principalement sur les considérations technologiques recherchées par le fabricant (acidification....etc.). Les ferments lactiques les plus utilisés dans les yaourtières sont généralement les produits du « ya lactal » constitués unique par deux souches de bactéries (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, 1990)

L'importance des ferments lactiques est grande dans l'industrie agroalimentaire et en particulier dans l'industrie de transformation laitière.

(Leveau et Bouix, 1993)

I-5- Composition d'un pot de yaourt Light

Selon la laiterie trèfle la composition d'un pot de yaourt Light est :

- Lait entier reconstitué
- Aspartame 0,017%
- Acésulfame K 0,017%
- Arôme
- Ferments lactiques
- Source de phénylalanine

I-6- Les édulcorants

I-6-1- Définition

Ils apportent un goût sucré, leur usage se justifie pour les diabétiques ou les obèses, les enfants ne peuvent en tolérer qu'un peu. Ce sont des composés chimiques n'appartenant pas au groupe des hydrates de carbone et qui présentent un pouvoir édulcorant notablement bien supérieur à celui du saccharose (30 à 5000 fois plus élevé) (Doumandji, 2009)

Ces substances n'ont pas les inconvénients du sucre c'est à dire :

- Apporte peu ou pas de calories
- Son effet sur la glycémie est quasi nul
- Ne favorise pas le développement de caries dentaires (Magali, 2009)

I-6-2- Classification des édulcorants

- Les édulcorants artificiels non nutritifs (intenses ou acaloriques)
- Les édulcorants nutritifs (Les polyols, sucres naturels)

I-6-2-1- Les édulcorants nutritifs

Encore appelés de charge, englobe les sucres traditionnels et les polyols.

Les édulcorants naturels proviennent eux-mêmes du sucre (betterave, canne à sucre.....etc.), ils ont alors pour nom : glucose, maltose.....etc.

Ils sont ainsi caractérisés par leurs pouvoirs conservateurs (les confitures) (Schlienger, 1991)

Les polyols, encore appelés succédanés du sucre, édulcorants « de masse » ou édulcorants « de charge », ces sucres-alcools existent à l'état naturel, mais on les obtient aussi en hydrogénant divers glucides (Multon, 2002)

I-6-2-2- Les édulcorants intenses non nutritifs (artificiels)

Ils sont produits en générale par synthèse chimique et n'ont pas d'autres qualités vis-à-vis du sucre que de posséder un pouvoir sucrant plus élevé allant de 30 à 200 fois que celui du saccharose.

Ces édulcorants sont classés en deux groupes :

- Les édulcorants intenses d'origine végétale
- Les édulcorants intenses de synthèses : Saccharine(E954) ; Aspartame(E951) ; Acésulfame de K(E950). (Dupin, 1996)

I-6-2-2-1- L'aspartame

L'aspartame est l'édulcorant de table (sucrette) et l'additif alimentaire le plus utilisé. Faible en calories, il a un pouvoir sucrant environ 200 fois supérieur à celui du sucre de table. (Liane, 2011)

Plus de 6000 produits, dont 500 pharmaceutiques (vitamines, sirops antitoux) en contiennent et, selon le Réseau environnement santé (RES), 200 millions de personnes dans le monde en prendraient régulièrement. (Liane, 2011)

Leur absorption quotidienne est estimée à 2,5 à 5 mg par kg de poids corporel. La dose journalière admissible établie par l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) est de 40 mg/kg. (Liane, 2011)

I-6-2-2-2- Acésulfame-K (E950)

L'Acésulfame de K appartient à la famille des dioxydes d'oxathiazines et le sel de potassium du 2.2 dioxydes de 6 méthyles 1.2.3 oxathiazine.4 (3 H). Il a un pouvoir sucrant 130 - 200 fois supérieur à celui du saccharose il est désigné sous le code E950, La dose journalière admissible est 15 mg/kg de poids corporel. (A.I.E ; 2009)

I-6-3- Interaction entre les édulcorants

Il y a une synergie entre deux ou plusieurs édulcorants, lorsque le pouvoir sucrant de l'ensemble est supérieur à la somme de chacun d'eux pris isolément.

Les avantages principaux d'une combinaison d'édulcorants sont :

- Formuler des produits dont le goût se rapproche le plus de celui du produit à base du sucre.
- Créer de nouveau goût en utilisant des édulcorants comme on le ferait d'agent aromatisant.
- Réduire les contraintes de prix et ne pas dépendre d'un seul fournisseur.
- Réduire l'ingestion d'un seul et même composé par la population et augmenter ainsi la sécurité.
- Pour atténuer les arrière goûts des édulcorants.

Pour des denrées alimentaires utilisant les édulcorants, le problème est donc de compenser la perte de corps en sucre sans utilisation d'un agent de masse à forte valeur énergétique ce titre, la combinaison d'édulcorants de synthèse avec des polyols, mais ainsi avec le poly-dextrose par exemple peut également être recherchée, ces derniers constituent alors la substance de masse.

(Multon, 1992)

Les mélanges synergétiques de l'acésulfame de K avec l'aspartame permettent de réduire considérablement les doses d'emploi et d'obtenir des résultats particulièrement appréciés à savoir : une saveur sucrée douce, équilibré et stable ces mélanges sont très intéressants dans les applications pratiques.

(Multon, 1992)

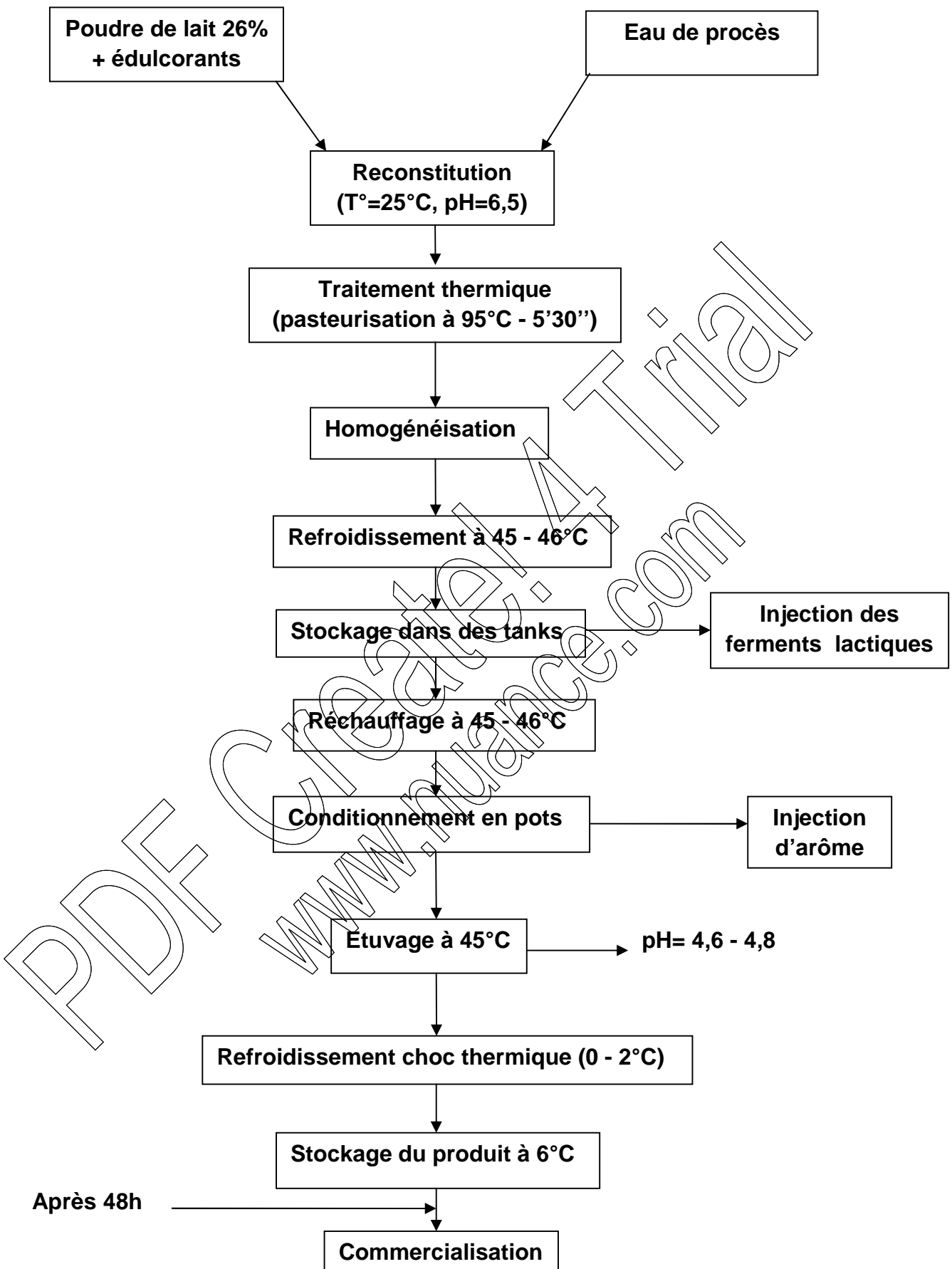


Figure n°03 : Diagramme de la fabrication du yaourt étuvé Light de la marque « Trèfle »

La fermentation est un des moyens de conservation des aliments les plus anciens. Les travaux les plus récents montrent que le pain, qui est l'aliment fermenté dont on a trouvé les traces les plus anciennes, était déjà fabriqué il y a 5 600 ans. Les laits fermentés, la bière et le vin l'étaient déjà il y a 3 500 ans. (Spinnler, 1998)

II-1- Conservation des laits fermentés

II-1-1 Conservation par fermentation

a) pH

C'est avant tout parce qu'elles sont capables de produire de l'acide lactique et en conséquence de diminuer le pH des aliments que les bactéries lactiques contribuent à leur conservation. (Spinnler, 1998)

La plupart du temps, le pH des produits fermentés descend à des valeurs inférieures à 5, à ces valeurs de pH, la plupart des micro-organismes pathogènes sont incapables de se développer. Néanmoins, certains microorganismes comme les levures ou les moisissures peuvent encore se développer après une fermentation lactique. (Spinnler, 1998)

b) Eau oxygénée

De plus, la recherche scientifique a permis de mettre en évidence d'autres mécanismes contribuant à la conservation des aliments ayant subi une fermentation lactique. Les bactéries lactiques produisent en particulier de l'eau oxygénée (H_2O_2). Celle-ci contribue, surtout dans les produits laitiers contenant le système lactoperoxydase, à prévenir le développement de flores indésirables. (Spinnler, 1998)

c) Les germes

Enfin, un dernier facteur contribue à la conservation de l'aliment fermenté, facteur toujours difficile à quantifier, c'est l'occupation du produit par des dizaines de millions de germes par gramme. Cette population, en dehors de son effet sur le milieu, agit sans doute en limitant la croissance d'autres bactéries. Le recours à des microorganismes antagonistes de ceux que l'on cherche à inhiber est une voie intéressante qui conduit aux aliments fermentés. (Leveau et *al.*, 1998)

II-1-2 Conservation par le froid

On ne peut parler des traitements thermiques sans évoquer le rôle de la réfrigération et de la congélation sur la conservation des aliments.

Si la réfrigération a pour effet de ralentir les réactions enzymatiques et chimiques, et par conséquent de ralentir aussi la multiplication et le métabolisme des microorganismes, elle ne permet qu'une conservation relativement courte.

II -2- Stabilité d'un Yaourt

La stabilité est l'aptitude du produit à ne pas s'altérer trop rapidement dans les conditions d'entreposage (Multon, 1992). Il existe deux types de stabilité :

- Stabilité biologique
- Stabilité physicochimique

Qui doivent être maîtrisées pendant toute la période de conservation. (Romain et *al.*, 2006).

II -2-1- Base de la Stabilité biologique

On a l'aptitude de distinguer l'effet de la température sur la croissance des microorganismes et sur leur survie. L'abaissement de la température d'un produit permet de prolonger dans le temps sa conservation et différer sa consommation (Romain et *al.*, 2006).

La stabilité d'un yaourt est assurée par une conservation au froid positif (réfrigération), qui a pour effet de ralentir les réactions enzymatiques et chimiques, et par conséquent la multiplication et le métabolisme des microorganismes, mais elle ne permet qu'une conservation relativement courte (quelques jours). (Romain et *al.*, 2006).

II -2-2- Base de la Stabilité physico-chimique

La cinétique de croissance microbienne est très dépendante de pH du milieu. Il est possible de ralentir les phénomènes biologiques en s'écartant du pH optimal de la réaction, on peut aussi limiter la croissance microbienne par acidification du milieu, c'est-à-dire par une fermentation lactique (Romain et *al.*, 2006).

La diminution du pH entraîne la stabilité des minéraux tels que le calcium et le phosphore liés aux micelles de caséines (Accolas, 1979).

Le pH bas empêche la croissance des germes pathogènes généralement sensibles à l'acidité (Veringa, 1973).

II -3- Contrôle de la qualité de produit fini

La qualité des matières premières et des aliments est définie par les contraintes des transformateurs, les attentes des consommateurs et les exigences réglementaires (Jeantet et *al.*, 2006)

Les produits finis sont systématiquement contrôlés d'un point de vue microbiologique (en référence aux normes), mais aussi physicochimique (matières protéiques, matières grasses, pH, viscosité des yaourts brassés). Des évaluations sensorielles sont parfois conduites. (Brulé et *al.*, 2003)

II -3-1- Contrôle de la qualité microbiologique

La stratégie de maîtrise du risque microbiologique doit intégrer de façon optimale les différentes démarches de prévention, de destruction, d'inhibition, d'élimination et de compétition des microorganismes dans les matières premières et

dans les produits de transformation, au niveau du matériel et de l'environnement de la production. (Leveau et *al.*, 1998)

Les contrôles de la qualité microbiologiques des produits finis portent sur leur qualité hygiénique et leur qualité marchande, et sont plus ou moins importants suivant la nature des produits et leurs destinations. En effet, le contrôle est ramené à une recherche de quelques microorganismes dangereux pour le produit (Scriban, 1999). Afin de vérifier qu'ils répondent aux normes réglementaires (Beal et Sodini, 2003)

II -3-2- Contrôle de qualité physicochimique

La teneur en protéines et en matières grasses est systématiquement contrôlée sur les produits finis. Le pH et/ou l'acidité titrable sont aussi mesurés. (Beal et Sodini, 2003)

II -3-3- Contrôle de la qualité organoleptique

Les contrôles organoleptiques conditionnent l'appétence et le plaisir que procure la consommation du produit, elles intègrent la couleur, la texture, l'odeur, la saveur et l'arôme. (Jeantet et *al.*, 2006)

II -4- Contamination du yaourt

En ce qui concerne la prévention, tout doit être fait afin d'éviter l'apport de microorganismes, en particulier pathogènes, à chacune des étapes de la chaîne agroalimentaire. L'emballage notamment permet de protéger les denrées et les produits du risque de contamination. (Leveau et *al.*, 1998)

Au contraire dans beaucoup de produits laitiers frais (yaourts, fromages blancs, etc.), l'apparition de tels germes est un défaut de présentation gênant. La chute de pH contribue à abaisser le potentiel rédox qui est un facteur qui diminue la possibilité de développement de contaminants. (Spinnler, 1998)

L'élimination de substrats facilement oxydables, sur lesquels pourraient se développer des microorganismes pathogènes est un autre facteur qui protège les produits ayant subi une telle fermentation. (Spinnler, 1998)

Beaucoup d'espèces de bactéries lactiques sont capables de produire des bactériocines. Ce sont des petites protéines qui possèdent des propriétés antibiotiques contre un nombre limité d'espèces. On peut citer la nisine produite par certaines souches de *Lactococcus lactis* ou la sakacine P issue d'une bactérie rencontrée dans les salaisons, *Lactobacillus sakei*. La nisine purifiée peut être ajoutée dans les aliments à risque pour les protéger contre des bactéries pathogènes comme *Listeria monocytogenes*. (Spinnler, 1998)

En effet, des micro-organismes pathogènes se développent encore à 6°C, on peut citer les salmonelles.

Parmi les germes d'altération, les *Pseudomonas*, des moisissures et des levures peuvent se développer dans les réfrigérateurs ménagers.

Une autre altération est fréquente au froid : le rancissement et l'hydrolyse des matières grasses. (Spinnler, 1998)

II -5- Stockage et commercialisation

Une fois le yaourt est fabriqué dans de bonnes pratiques d'hygiène et dans le respect des normes, il est amené dans une chambre froide et stocké à une température qui ne doit pas sortir de l'intervalle de 4°C à 10°C (Mahaut et al., 2000) et qui sera acheminé en fin chez les commerçants tout en respectant la chaîne de froid.

PDF Create! 4 Trial
www.nuance.com

Présentation de l'entreprise

trèfle	Système de management de la qualité ISO 9001-2000	Edition : N°01 Révision : 00
MQ01	Manuel qualité	Date : 16/12/04 Réf.
3	Présentation de l'entreprise	Page : 1/2

Identification

- Forme juridique : entreprise unipersonnelle à responsabilité limitée (EURL)
- Capital social : 200 000 000 DA
- Actionnaire unique en la personne de Mr TLEMSANI KHALED
- N° registre de commerce : 0802672 B 99 du 11/03/1999

Situation géographique

- Siège social : Zone industrielle, site 1, ben Boulaïde-Blida.
- Unité/usine de production
- Adresse : zone : zone industrielle, site 1, ben Boulaïde-Blida.
- Tel : 025 41 70 80
- Fax : 025 41 28 88
- E-mail : trèfle@gecos.net

Créé en 1983, trèfle s'est lancé dans la production du yaourt brassé avec une capacité de 3500 pots/heure.

En 1990, acquisition d'une nouvelle conditionneuse de capacité 6500 pots /heure, en utilisant le même process. Puis, la même année, acquisition d'une chaîne de fromagerie (pâte molle et pâte pressée).

Après un période de stagnation due à la situation économique et sociale en Algérie, trèfle a acquis en avril 1998 sa première ligne de conditionnement en yaourt étuvé (Arcil1), de capacité de production 12 500 pots/heure. Au mois de septembre de la même année, acquisition d'une deuxième ligne de conditionnement en crème dessert et yaourt aux fruits (Arcil2).

En 2000, acquisition d'une troisième ligne de conditionnement en yaourt étuvé (Arcil3), de capacité 12 500 pots/heure. C'est en 2001 qu'il y a eu lancement du nouveau complexe, avec transfert des équipements initiaux et acquisition d'une quatrième ligne de production en yaourt étuvé (Arcil4), de capacité 40 000 pots/heure, le tout alimenté par un atelier moderne de process APV, entièrement automatisé, portant la capacité totale de production à 77 500 pots/heure.

En 2002, renforcement de l'unité par deux nouvelles lignes de conditionnement (Arcil5 et Arcil6), pour la production du yaourt brassé et fromages frais ainsi que une ligne SIDEL.

Pour les produits frais et UHT en bouteilles avec une capacité de 120 000 bouteilles/heure.

Puis en Décembre 2003, acquisition d'une septième ligne de conditionnement (Arcil7), de capacité 40 000 pots/heure en yaourt étuvé et crème dessert.

L'entreprise trèfle n'a cessé de se développer pour répondre à la demande, en lançant en septembre 2004, l'acquisition d'une nouvelle unité de conditionnement en bouteilles PET, de produits frais, de capacité 22 000 bouteilles/ heure.

Ainsi, trèfle une entreprise en pleine expansion travaillant avec un système de management de la qualité ISO 9001 – 2000 et a connu un développement fulgurant notamment depuis la création de l'actuel complexe. Ce développement est venu répondre à la demande exprimée par le marché en produits laitiers, demande qui résulte de la tendance observée chez le consommateur algérien, à introduire le produit laitier comme dessert, quelque fois en substitution aux fruits. Il faut signaler, en outre, que ce développement n'a été rendu possible que grâce à la politique adoptée par le pays en matière d'encouragement de l'investissement.

Mission

L'entreprise a pour mission la production ainsi que la commercialisation de produits laitiers et dérivés savoir : tous types de yaourts, crèmes desserts, flan, fromages frais natures et aromatisés, leben, laits stérilisés, laits stérilisés aromatisés et pâte molle

Organisation

❖ Organisation générale

L'entreprise trèfle possède une organisation classique, de type hiérarchique, avec une direction générale, reposant sur des structures opérationnelles, fondées sur le principe des fonctions, à savoir :

- Direction générale
- Direction administration générale (DAG)
- Direction production (DP)
- Direction maintenance (DM)
- Direction qualité (DQ)
- Direction approvisionnement (DAP)
- Direction finances et comptabilité (DFC)
- Direction vente (DV)

Objectif du travail

Notre objectif de travail porte sur le suivi de la qualité du yaourt diététique au cours de stockage à différentes températures $T_1 = 6^\circ\text{C}$, $T_2 = T^\circ\text{C}$ ambiante, $T_3 = 30^\circ\text{C}$ et $T_4 = 37^\circ\text{C}$.

Sur le marché, la température de la conservation des yaourts n'est pas respectée, pour cette raison notre travail s'est penché sur un certain nombre de contrôles microbiologiques, physicochimiques et organoleptiques afin de révéler les facteurs qui pourraient déstabiliser le produit au cours de son stockage (35 jours) en cas d'une coupure de l'électricité; dont en indiquant l'intérêt de respect des normes de stockage, notamment la température pour la santé des consommateurs.

I- Matériel

A. Eléments contrôlés

Eau de process, Poudre de lait, édulcorant, yaourt étuvé aromatisé.

B. Verreries

- Boîtes de Pétri
- Bêchers
- Burettes graduées
- Capsules métalliques ou en porcelaine
- Eprouvettes graduées de capacités différentes : 500 mL, 1000 mL
- Flacons en verre de 250 mL et 500 mL
- Pipettes Pasteur
- Pipettes graduées : 1 mL, 10 mL
- Tubes à essais en verre de 25 mL

C. Appareillages

- Bec Benzène
- Bain marie
- Etuves d'incubations
- Pincés stériles
- Réfrigérateurs pour stocker les milieux de cultures et les échantillons
- Thermomètre approprié destiné à vérifier la température du bain d'eau
- Four Pasteur (MEMMERT)
- Centrifugeuse
- Butyromètre
- Densitomètre
- pH mètre
- Acidimètre
- Dessiccateur

I-1 Echantillonnage

L'échantillonnage est une opération importante qui doit être menée avec le plus grand soin ; elle consiste à prélever correctement les échantillons les plus représentatifs d'un lot du produit.

Les échantillons destinés aux analyses microbiologiques doivent être prélevés en premier ; dans des conditions d'asepsie satisfaisantes, avec des matériels et des récipients propres et stérilisés avant l'utilisation. (Bourgeois et Leveau ,1991)

I-1-1 Eau de process

La première étape du prélèvement de l'eau de process consiste évidemment à nettoyer le robinet, le désinfecter de préférence à la flamme, et laisser couler une certaine quantité de liquide avant de faire le prélèvement, ce dernier s'effectue en soutirant une quantité suffisante de liquide dans un flacon stérile (Bourgeois et Leveau, 1991).

I-1-2 Poudre de lait et sucre

Les analyses ont porté sur 2 sacs du même lot, les sacs sont ouverts à l'aide d'un cutteur. Ce dernier est bien nettoyé à l'alcool et flambé. Après chaque utilisation du cutteur écouler la couche superficielle de la poudre au moyen d'une spatule stérilisée par flambage. En se servant d'un piston métallique stérile, prélever les échantillons de la poudre de lait à analyser en se rapprochant le plus possible du centre de la masse. (Tableau III)

A cet effet nous avons procédé de la manière suivante pour réaliser notre échantillonnage de la poudre de lait et de sucre.

Tableau III : Prélèvement des échantillons

Echantillon (sac)	Poudre de lait		Sucre
	1	2	1
Lieu de stockage	magasin		magasin
Conditionnement	25kg		50kg
T°C de stockage	T°C ambiante		T°C ambiante
Durée de vie	2 ans		
Quantité Prélevée	50 g		50 g
Date d'analyse	20/02/11		20/02/11

I-1-3 Produit fini

Les prélèvements du produit fini se font au hasard directement à la sortie de la chaîne de fabrication, et avant d'être acheminés vers la chambre froide, la quantité prélevée est de 40 pots appartenant au même lot.

I-1-3-1 Conservation du produit fini

Les pots de yaourt prélevés (40 pots) sont arrivés au laboratoire pour subir des analyses microbiologiques, physicochimiques et organoleptiques.

Nous avons les répartis comme suites :

- 10 pots stockés à $T_1 = 6^\circ\text{C}$
- 10 pots stockés à $T_2 = T^\circ\text{C}$ ambiante
- 10 pots stockés à $T_3 = 30^\circ\text{C}$
- 10 pots stockés à $T_4 = 37^\circ\text{C}$

Les analyses ont été réalisées chaque semaine. Pendant une période de stockage de 35 jours donc après une semaine de la DLC

D'autre part, après 4 jours de fabrication du yaourt light, le même lot est arrivé à la wilaya de Tamanghasset et juste après leur commercialisation dans des magasins, nous avons prélevé au hasard des échantillons représentatifs qui sert aux analyses microbiologiques, physicochimiques et organoleptiques.

Avant de commencer l'analyse, la surface des couvercles des pots est nettoyée à l'alcool, l'ouverture de l'emballage et le prélèvement de l'échantillon se font près de la flamme.

II- Méthodes d'analyse

II-1- Analyses physicochimiques

Le contrôle physicochimique à une grande importance, car il peut détecter les différents anomalies qui peut être présentes dans le produit, il offre souvent la possibilité de donner une évaluation quantitative comme la valeur nutritionnelle et la stabilité du produit durant le stockage (pendant la DLC).

Les analyses physicochimiques réalisées au niveau de laboratoire de l'unité trèfle ont porté sur la matière première, et le produit fini comme indique le tableau suivant :

Tableau IV: Les paramètres étudiés dans les analyses physicochimiques.

Produits	Les paramètres déterminés	Appareil et réactif utilisé
Poudre de lait	Acidité	Acidimètre
	Teneur en matière grasse	Butyromètre
	Extrait sec total	Dessiccateur
	Humidité	100% - EST
L'eau de Process	Température	Thermomètre électronique
	pH	pH-mètre électronique
	Titre alcalimétrique (TA)	Phénolphtaléine
	Titre alcalimétrique complet (TAC)	Acide fort (H ₂ SO ₄ , HCl) Méthylorange
	Titre hydrométrique (TH)	Solution de sel disodique d'acide EDTA de 0,01N Noir d'erichrome T (NET) Solution tampon PH=10
	Dosage de chlorure	Acide nitrique pure
	Dosage de chlore libre	Solution de nitrate d'argent de 0,1N
Sucre	Humidité	Dessiccateur 100%-EST
Produit fini	Température	Thermomètre électronique
	pH	pH-mètre électronique
	Acidité titrable	Acidimètre
	matière grasse	Butyromètre
	Extrait sec total	Dessiccateur

II-1-1- Eau de process

1. Détermination de pH

▪ Définition

C'est le potentiel chimique des ions H^+ dans une solution. Il est mesuré à l'aide pH-mètre : qui est équipé d'une sonde de température et une sonde de pH ; et il doit être toujours étalonné chaque matin avant toute utilisation.

▪ Mode opératoire

On fait plonger les deux sondes du pH-mètre dans notre produit, et lire directement la valeur indiquée par l'appareil du pH-mètre.

2. Détermination de l'alcalinité (TA, TAC) de l'eau de process

▪ Définition

Le titre alcalin ou TA mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes et de la demi-concentration en ions carbonates (Hakmi, 1994).

$$TA = [OH^-] + 1/2 [CO_3^{2-}]$$

Le titre alcalimétrique compte ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres La demi-concentration en ions carbonates et le bicarbonate (Hakmi, 1994).

$$TAC = [OH^-] + 1/2 [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-]$$

▪ Principe

La détermination de ces deux paramètres est basée sur la neutralisation d'un certain volume de l'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.

▪ Mode opératoire

→ Détermination du TA (titre alcalimétrique)

- Dans un bécher, prélever 100mL de l'eau à analyser.
- Ajouter 2 gouttes de phénol phtaléine (indicateur coloré).
- une coloration rose doit se développer, dans le cas contraire (pas de coloration) la valeur de TA=0.
- une coloration rose doit se développer, dans le cas contraire (pas de coloration) la valeur de TA=0.
- verser ensuite doucement l'acide sulfurique (cas de coloration rose) à l'aide d'une burette, en agitant constamment et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution.

▪ Expression des résultats

S'il n'y a pas de coloration, la valeur de TA=0, sinon V est le volume de l'acide sulfurique nécessaire pour la décoloration de la solution qui est exprimé en degré français (F°), ou V/5 exprime le titre alcalimétrique en milliéquivalent gramme par litre.

$$TA = V$$

TA : Le titre alcalimétrique exprime en degré français (F°).

V : le volume d'acide sulfurique en mL pour obtenir le virage.

➤ Détermination de TAC (titre alcalimétrique compte)

- Prélever 100mL de l'eau à analyser dans un bécher.
- Ajouter 2 gouttes de méthyle orange, et le titrer de nouveau avec l'acide sulfurique à 0,002 N jusqu' au virage du jaune au jaune orangé (pH = 4,3), soit V1 le volume l'acide sulfurique à 0,002 N versé depuis le début du dosage.

$$TAC = V1$$

TAC : titre alcalimétrique compte en (F°).

V1 : volume de l'acide sulfurique en mL versé depuis le début du dosage.

▪ Expression des résultats

Le résultat du TAC est donné par lecture directe sur la burette du volume de l'acide sulfurique utilisé pour titrage.

➤ Titre hydrométrique (TH)

▪ Définition

Le titre hydrométrique (TH) indique la teneur totale de l'eau en sel de calcium et magnésium, la dureté d'une eau est proportionnelle au nombre total d'atome de calcium et de magnésium qu'elle renferme (Lauze, 2002).

$$TH = [Ca^{+2}] + [Mg^{+2}]$$

▪ Principe

Il consiste à doser un échantillon d'eau avec l'acide éthylène-diamine -tétra-acétique (EDTA) en présence de noir ériochrome comme indicateur coloré dans un milieu tampon.

▪ Mode opératoire

- On prélève 100 mL d'eau à analyser et on les transfère dans un erlenmeyer de 250mL.
- Puis, on ajoute 10 mL de la solution tampon ammoniacal « pH= 10 ».
- Ensuite on additionne 2 gouttes de noir ériochrome :
- Si la coloration vire au bleu, TH= 0.
- Si la coloration vire vers le violet, on titre avec la solution EDTA (0,02N) jusqu' à coloration bleu.

▪ Expression des résultats

Le volume de l'EDTA correspond au titre hydrométrique (TH) exprimé en degré français « °F ».

$$TH (°F) = V$$

3. Dosage de chlorure (Cl⁻)

▪ Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium.

Le résultat est indiqué par l'apparition d'une couleur rouge caractéristique du chromate d'argent.

▪ Mode opératoire

- Prélever 100 mL de l'eau dans un bécher.
- Ajouter 4 à 5 gouttes de chromate de potassium (K₂CrO₄) : coloration jaune.
- Titrer la solution avec nitrate d'argent à (0,1N) jusqu'au virage du jaune au rouge brique.

▪ Expression des résultats

La concentration en ions chlorés est donnée par les formules suivantes :

$$\text{Cl}^- (\text{mg} / \text{L}) = (V - 0,9) \times 35,5$$

V : volume de AgNO₃ (0,1N) qui servi au titrage.

0,9 : volume d'AgNO₃ (0,1N) nécessaire pour l'obtention de la même teinte rouge dans un essai à blanc avec 100 mL d'eau distillée.

35,5 : masse moléculaire du chlore.

4. Dosage de chlore libre (Cl₂) (Méthode par comparateur palintest)

▪ Principe

Le comparateur palintest fonctionne avec des disques colorés interchangeables, il sert à comparer la couleur obtenue dans le test avec des cellules (couleurs) du disque coloré.

▪ Mode opératoire

- Remplir l'échantillon dans un tube de 10mL et ajouter après la pastille DPD.
- Placer le tube traité sur le coté droit du compartiment au dos du comparateur.
- Placer un deuxième tube ne contenant que l'échantillon à analyser sur le coté gauche a fin de tenir compte de la couleur éventuelle de l'échantillon.
- Positionner face à une source de lumière blanche, et faire tourner le disque jusqu'à l'obtention de deux couleurs identiques.

▪ Expression des résultats

Le résultat apparait directement dans le trou sur le devant du boitier.

II-1-2- La poudre de lait, sucre, produit fini

1. Détermination de pH

Ces analyses se font de la même manière que celle de l'eau.

2. Détermination de la l'acidité titrable (la poudre de lait, produit fini)

▪ Principe

Il consiste à titrer l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur limitant la neutralisation par changement de couleur.

▪ Mode opératoire

- A l'aide d'une pipette de 10 mL on prélève 10 mL d'échantillon à analyser (dans le cas de la poudre de lait, on dilue 2g de poudre dans 20 mL d'eau distillée).
- On ajoute deux gouttes de phénolphtaléine.
- Puis on titre avec la soude (N/9) jusqu' au virage au rose qui persiste environ 10 secondes.

▪ Expression des résultats

L'acidité (A) est exprimée en degré Dornic et est donnée par la relation suivante :

$$A = 10 \cdot V$$

V : volume en mL de la solution sodique utilisé pour le titrage.

10 mL : la prise d'essai.

▪ Cas de poudre de lait

$$A = V/2$$

3. Détermination de l'extrait sec total (la poudre de lait, produit fini)

▪ Principe

Il repose sur la dessiccation par évaporation de l'eau que contient l'échantillon à analyser sous l'effet d'une source de chaleur qui est la lumière de l'infrarouge.

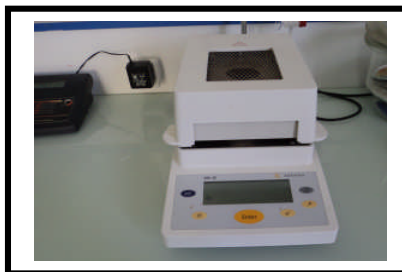


Figure n°04 : Dessiccateur à infrarouge

▪ Mode opératoire

La teneur en extrait sec total est déterminée par une méthode simple, rapide donnant des valeurs approximatives et répondant aux exigences de l'unité par la remise des résultats en espace de quelques minutes, elle répond au mode opératoire suivant :

- Peser 2 g du produit à analyser dans une coupelle en aluminium (ou inox).
- Après on l'étale à l'aide d'une spatule sur toute la surface de la coupelle, en faisant attention de ne pas toucher les bords.
- Mettre le tout dans un dessiccateur électronique afin d'absorber l'humidité et attendre 10 mn.

▪ Expression du résultat

Après 10 mn, le résultat s'affiche directement sur l'écran de l'appareil en pourcentage massique de matière sèche par rapport au totale.

4. Détermination de la matière grasse

▪ Principe

La détermination du taux de la matière grasse se fait selon la méthode de Gerber basée sur l'utilisation de l'acide sulfurique pour la dissolution des protéines et l'addition d'alcool iso-amylque pour la séparation de la matière grasse.

▪ Mode opératoire

➤ Cas de la poudre de lait

Dans le butyromètre on introduit :

- 10 mL de l'acide sulfurique.
- 10 mL d'eau distillée
- 2,5 mL de la poudre de lait
- 1 mL d'alcool iso-amylque
- Fermer le butyromètre avec un bouchon propre et sec.
- Tourne le, 3 à 4 fois en position verticale, jusqu'à la dissolution des éléments de l'échantillon et enfin centrifuger à 1200 tours/mn pendant 5 mn à température de 55°C.

➤ Cas du yaourt

- Introduire 10 mL d'acide sulfurique dans le butyromètre à l'aide d'un doseur, sans mouiller le col avec l'acide.

- Peser 10g de produit à analyser à l'aide d'une balance analytique, puis ajouter 10mL de l'eau distillée et mélanger bien.
- Ajouter 11mL du produit dilué au long des parois du butyromètre pour éviter la brulure du produit.
- Verser doucement à la surface 1mL d'alcool iso-amylque.
- boucher avec soin, puis secouer d'abord horizontalement le butyromètre initialement maintenu dans une position verticale.
- secouer le butyromètre à plusieurs reprises afin de rendre le liquide homogène.

- Maintenir le butyromètre (lorsque le lait est complètement dissout) de façon que le bouchon vers le haut et attendre que le mélange est entièrement rempli l'ampoule terminale.
- Mettre le butyromètre dans une centrifugeuse réglée à 1200 tours/mn pendant 5 mn à température de 55°C.
- Retirer le butyromètre de la centrifugeuse et ajuster le bouchon si nécessaire pour ramener la colonne de la matière grasse dans la partie graduée.

▪ Expression du résultat

La teneur en matière grasse du produit exprimé en pourcentage massique est déterminée par l'expression suivante :

$$MG = n_1 - n_2$$

MG : Matière grasse en %.

n_1 : Valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne grasse en %.

n_2 : Valeur atteinte par le niveau inférieur de la colonne grasse en %.

5. Détermination du taux d'humidité (la poudre et le sucre)

▪ Mode opératoire

Elle se fait suite au calcul de l'EST dans un dessiccateur, suivant le mode opératoire précédemment décrit et est exprimée en pourcentage de masse et donnée par la formule suivante :

$$H\% = 100\% - EST$$

H% : teneur en eau en%.

EST : extrait sec total.

II-2-Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques visent la recherche et le dénombrement de la microflore à incidence sanitaire et technologique, c'est-à-dire les germes responsables des accidents de fabrication et /ou ceux impliqués dans des altérations de la qualité organoleptique et marchande du produit.

Ils permettent également de s'assurer que les laits fermentés seront stables pendant toute la durée de commercialisation. Pour cela on a réalisé :

- ❖ La recherche et le dénombrement des germes indicateurs de la contamination fécale tels que *les coliformes fécaux et totaux*.
- ❖ La recherche et le dénombrement des germes *aérobies mésophiles* et les *Streptocoques fécaux*.
- ❖ La recherche des germes pathogènes tels que les *Staphylococcus aureus*, les *Clostridium sulfitoréducteur* et les *salmonelles*.

❖ La recherche des levures et moisissures.

L'ensemble des analyses microbiologiques effectuées sur la matière première (la poudre de lait et l'eau de process), les ingrédients (le sucre) et le produit fini sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau V : Les germes recherchés dans la poudre de lait, le sucre, le produit fini et l'eau de process.

Produit	Germes recherchés	Milieu de culture utilisé	Incubation
• Poudre de lait	<i>Germes aérobies mésophiles totaux</i>	PCA	30°C / 72h
	<i>Coliformes totaux</i>	VRBL	37°C / 24h à 48h
	<i>Coliformes fécaux</i>	VRBL-Eau peptoné kovacs	44°C / 24h à 48h
• Sucre	<i>Staphylococcus aureus</i>	Giolitti (Cantonii, Chapman)	37°C / 24h à 48h
	<i>Clostridium sulfitoréducteur</i>	VF	37°C / 24h à 48h
	<i>Salmonelles</i>	SFB (Enrichissement)-Hektoène	37°C / 24h à 48h
• Produit fini	Levures et moisissures	Sabouraud	20°C / 5j
• L'eau de process	<i>Germes aérobies mésophiles totaux</i>	PCA	37°C / 72h
	<i>Coliformes totaux</i>	BCPL	37°C / 24h à 48h
	<i>Coliformes fécaux</i>	BCPL + Schubert	44°C / 24h à 48h
	<i>Clostridium sulfitoréducteur</i>	VF	37°C / 24h à 48h
	<i>Streptocoques fécaux</i>	Rothe + milieu Eva-Litsky	37°C / 24h

II-2-1- L'eau de process

1- Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux à 22°C et à 37°C

▪ Principe

La recherche et le dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux dans l'eau se réalisent à deux températures différentes afin de cibler à la fois les micro-organismes à tendance psychrophiles soit à 20°C et ceux franchement mésophiles soit à 37°C (Bontoux, 1993).

▪ Mode opératoire

- A partir de l'eau du process à analyser, porter aseptiquement 2 fois 1 mL dans deux boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées comme l'indique la figure n°05.
- Compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 20 mL de gélose PCA (Plate Count Agar) préalablement fondue et refroidie.
- Faire ensuite de mouvements circulaires en forme de « 8 » et de va-et-vient pour permettre le mélange de l'inoculum à la gélose.
- Laisser solidifier sur pailleasse.

▪ Incubation

- La première boîte sera incubée, couvercle en bas à 22°C, pendant 72 heures.
- La seconde sera incubée, couvercle en bas à 37°C, pendant 72 heures.

▪ Lecture

Les germes aérobies mésophiles se présentent dans les deux cas sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse.

▪ Dénombrement

Il s'agit de dénombrer toutes les colonies, en tenant compte de deux remarques suivantes :

1-Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.

2-Le résultat sera exprimé en UFC par millilitre d'eau analysée à 22° et à 37°C.

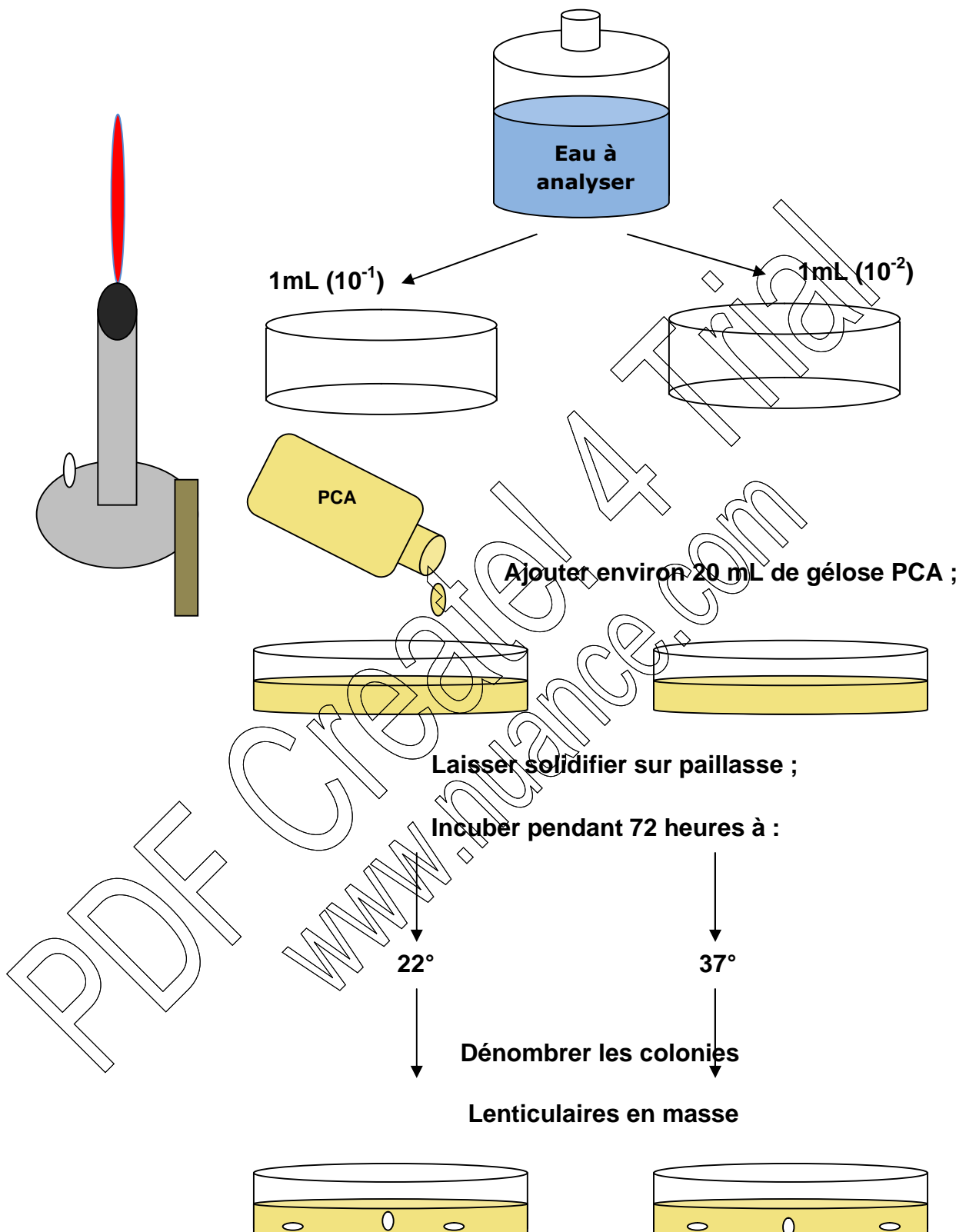


Figure n°05 : Technique de recherche et dénombrement des *germes aérobies mésophiles totaux* dans l'eau de process.

2- Recherche et dénombrement des *Coliformes totaux et fécaux*

▪ Principe

La recherche et le dénombrement des *Coliformes* dans l'eau, se font en milieu liquide sur BCPL (Bouillon Lactosé au pourpre de promocrésol) de couleur violet par la technique du NPP (Nombre le plus probable).

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs :

❖ Le test de présomption

Réservé à la recherche des *coliformes* totaux.

❖ Le test de confirmation

Appelé encore test de Mac Kenzie et réservé à la recherche des *coliformes* fécaux à partir des tube positifs du test de présomption.

▪ Mode opératoire

Selon Guiraud, 1998 et Rodier, 1996, la technique de recherche et dénombrement des *coliformes* totaux et fécaux dans l'eau est la suivante :

▪ Le test de présomption

A partir de l'eau du process à analyser, porter aseptiquement :

- Un flacon contenant 50 mL de BCPL (D/C) + la cloche de Durham par 50 mL d'échantillon à analyser.
- 5 tubes contenant chacun 9 mL de BCPL (D/C) + la cloche de Durham par 10 mL d'échantillon à analyser.
- 5 tubes contenant chacun 9 mL de BCPL (S/C) + la cloche de Durham par 1 mL d'échantillon à analyser, comme indique la figure n°06_a.

Homogénéiser et incuber les tubes dans une étuve à 37°C pendant 24 à 48h.

▪ Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10^{ème} du volume de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP qui figure en annexe.

▪ Le test de confirmation ou test de Mac Kenzie

Le test de confirmation ou test de Mac Kenzie est basé sur la recherche des *coliformes* thermotolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*.

Les *coliformes* thermotolérants ont les mêmes propriétés de fermentation que les *coliformes* mais à 44°C.

Escherichia coli est un coliforme thermotolérant qui entre autre produit de l'indole à partir du tryptophane à 44°C.

Les tubes de BCPL trouvés positif lors du dénombrement des *coliformes* totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans un tube contenant le milieu de Schubert muni d'une cloche de Durham, comme indique la figure n°06_b.

Homogénéiser et incuber les tubes dans une étuve à 44°C pendant 24 à 48h.

▪ Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux, et
- Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli*

Après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP qui figure en annexe.

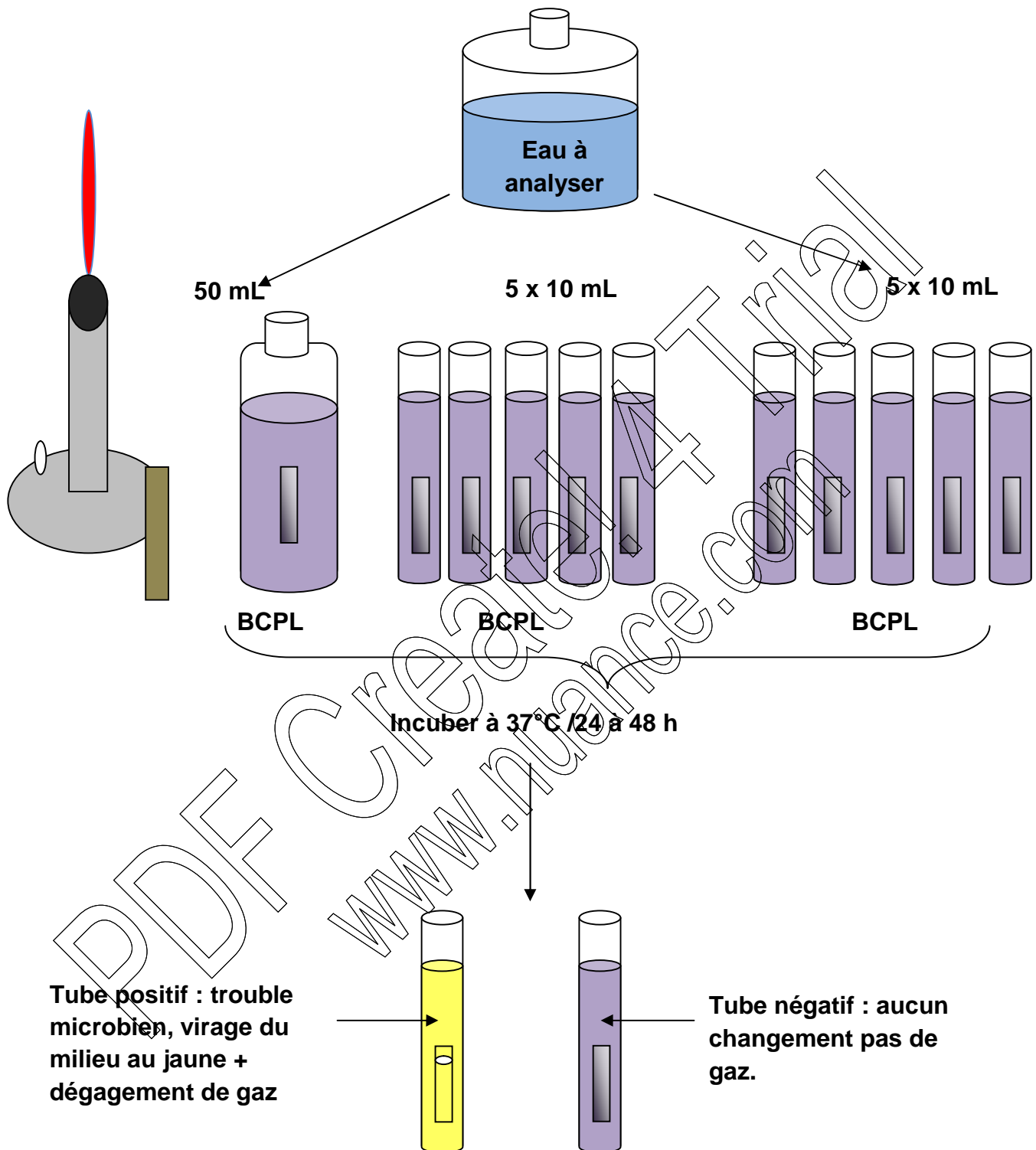
Test de présomption

Figure n°06_a : Technique de recherche et dénombrement des *coliformes totaux* et *fécaux* en milieu liquide dans l'eau de process.

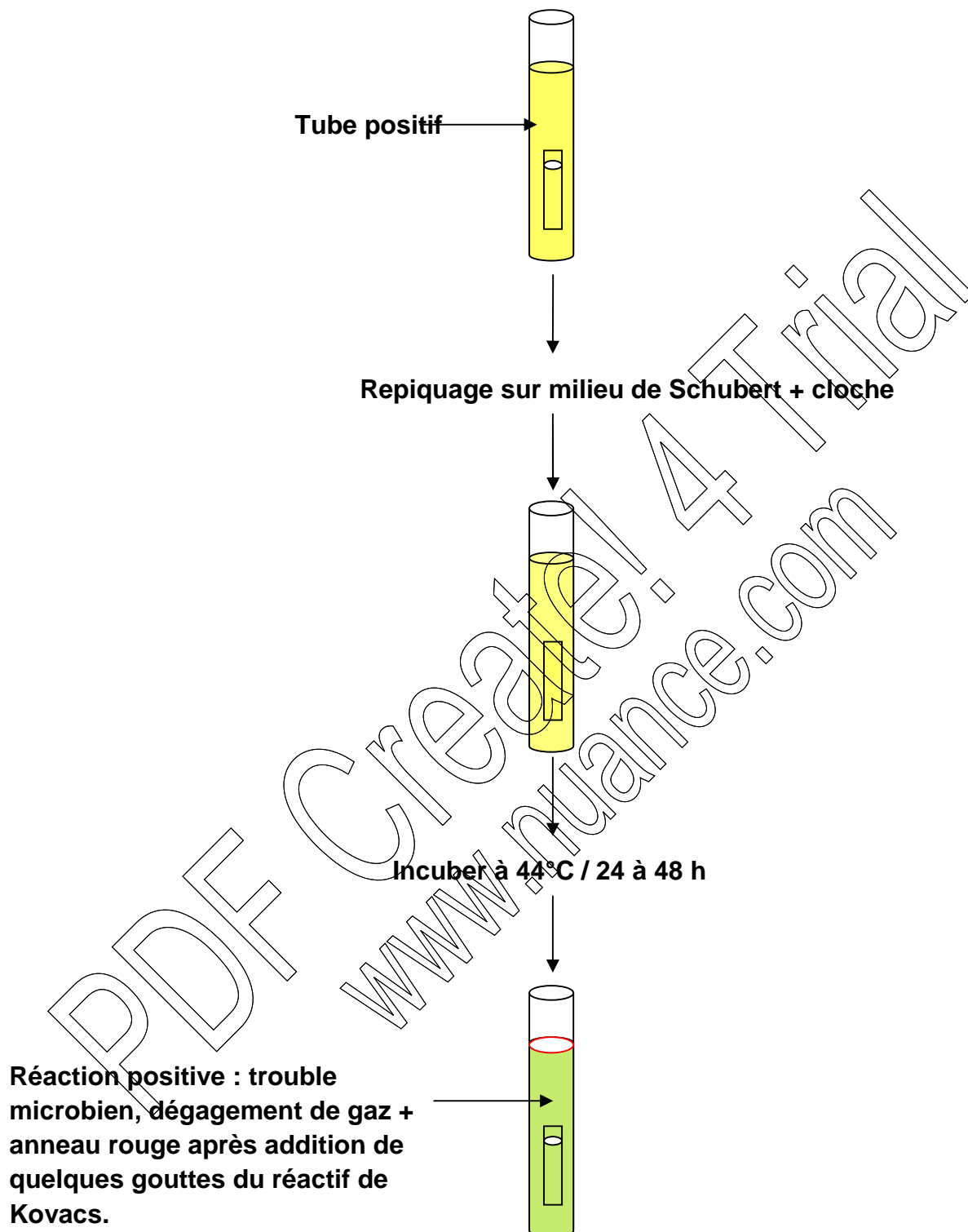
Test de confirmation

Figure n°06_b : Technique de recherche et dénombrement des *coliformes* totaux et fécaux en milieu liquide dans l'eau de process.

2- Recherche et dénombrement des *Streptocoques fécaux*

▪ Principe

La technique de numération des *Streptocoques* est basée sur la succession d'un milieu sélectif présomptif (milieu Rothe) et d'un milieu sélectif de confirmation (milieu liquide de Litsky et au cristal violet).

▪ Mode opératoire

D'après Rodier, 1996, cette recherche est réalisée en deux tests :

▪ Le test de présomption

L'ensemencement se fait par une série des tubes :

- 50 mL de l'eau à analysé dans 50 mL de Rothe D/C.
- 5 tubes contenant 10 mL d'eau à analysé dans 10 mL de Rothe D/C.
- 5 tubes contenant chacun 1 mL d'eau à analysé additionnés 9 mL de milieu Rothe S/C, comme indique la figure n° 07a.
- Incuber à 37°C pendant 24 à 48h.

▪ Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien.

▪ Le test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des *Streptocoques fécaux* éventuellement présent dans le test de présomption.

Les tubes de Rothe trouvés positif feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans un tube contenant le milieu Eva Litsky, bien mélange le milieu et l'inoculum.

L'incubation se fait 37°C pendant 24h.

▪ Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- un trouble microbien, et ou
- une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

La lecture finale s'effectue également selon ses prescriptions de la table du NPP.

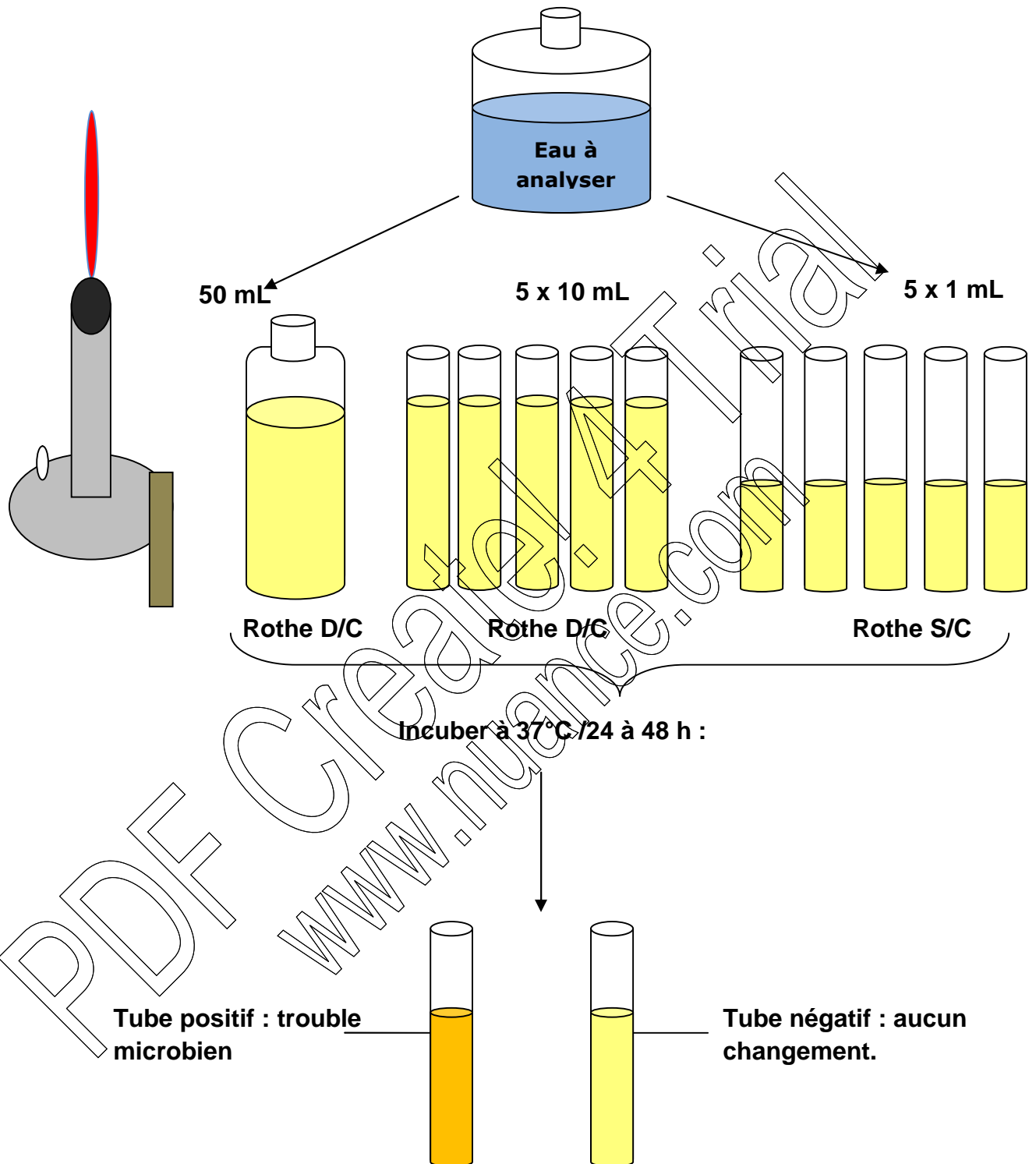
Test de présomption

Figure n°07_a : Technique de recherche et dénombrement des *Streptocoques fécaux* en milieu liquide dans l'eau de process.

Test de confirmation

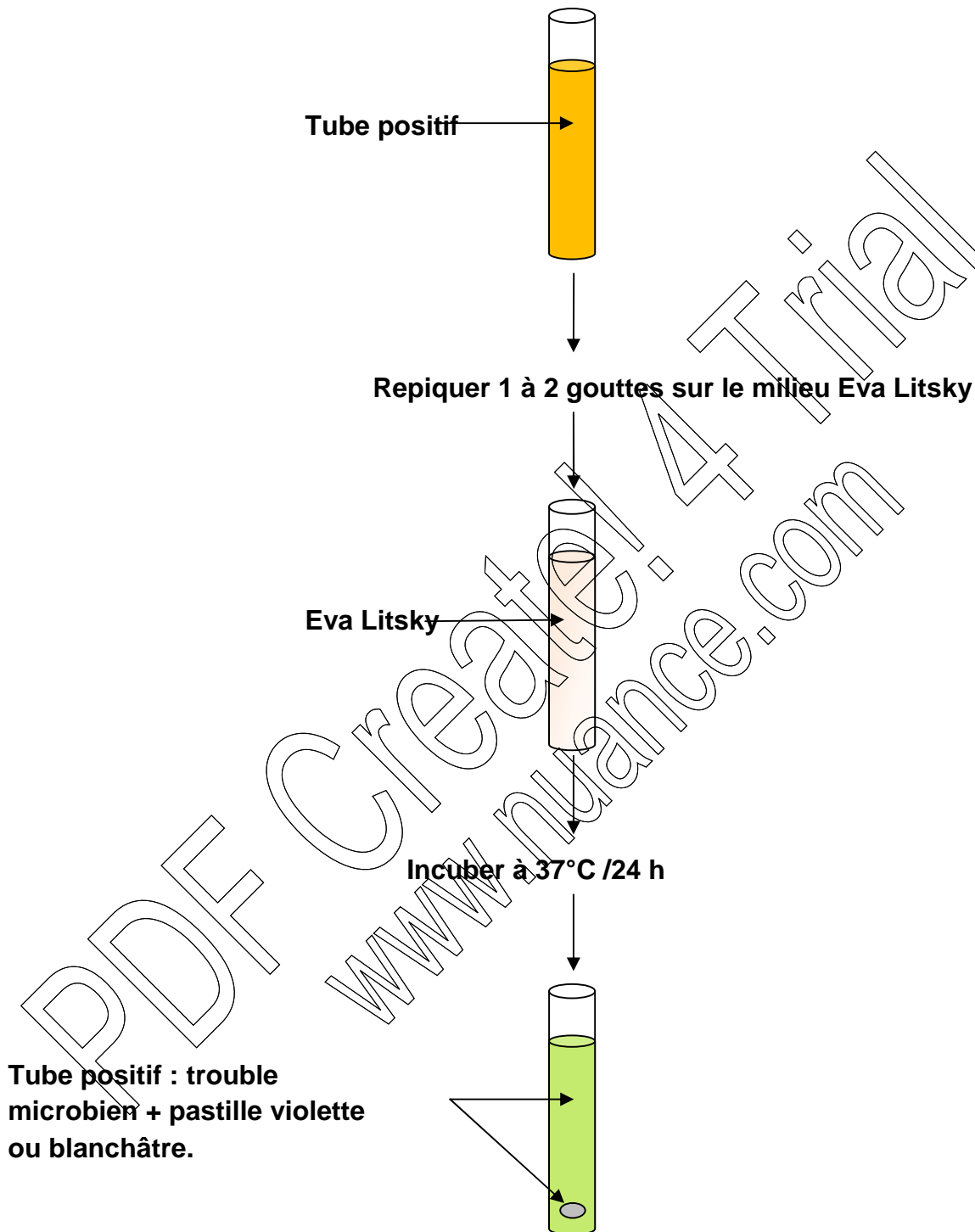


Figure n°07_b : Technique de recherche et dénombrement des *Streptocoques fécaux* en milieu liquide dans l'eau de process.

4- Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfitoréducteur*

▪ Principe

Les anaérobies sulfitoréducteur (ASR) se présentent sous forme de bactéries Gram positif, se développant en 24 à 48 heures sur une gélose viande foie en donnant des colonies typique réduisant le sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{2+} donne FeS (sulfure de fer) de couleur noire.

▪ Mode opératoire

- A partir de l'eau du process à analyser prendre 25 mL dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis a un chauffage à 80 °C pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes :
- Après chauffage, refroidir immédiatement le tube en question, sous l'eau de robinet.
- Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5mL par tube (figure n°08).
- Ajoute environ 18 à 20 mL de gélose VF, fondue puis refroidie à 45°C.
- Mélange doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.
- Laisser solidifier sur le paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à 37°C, pendant 24 à 48 heures.

▪ Lecture

- La première lecture doit absolument être faite à 16 heures car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible.

La deuxième lecture se fera à 24 heures et la dernière et la troisième et dernière à 48 heures.

- Dénombrer les colonies caractéristiques de couleur noire et de 5 mm de diamètre.
- Le résultat est exprimé en nombre de spores / 20 mL d'eau à analyser.

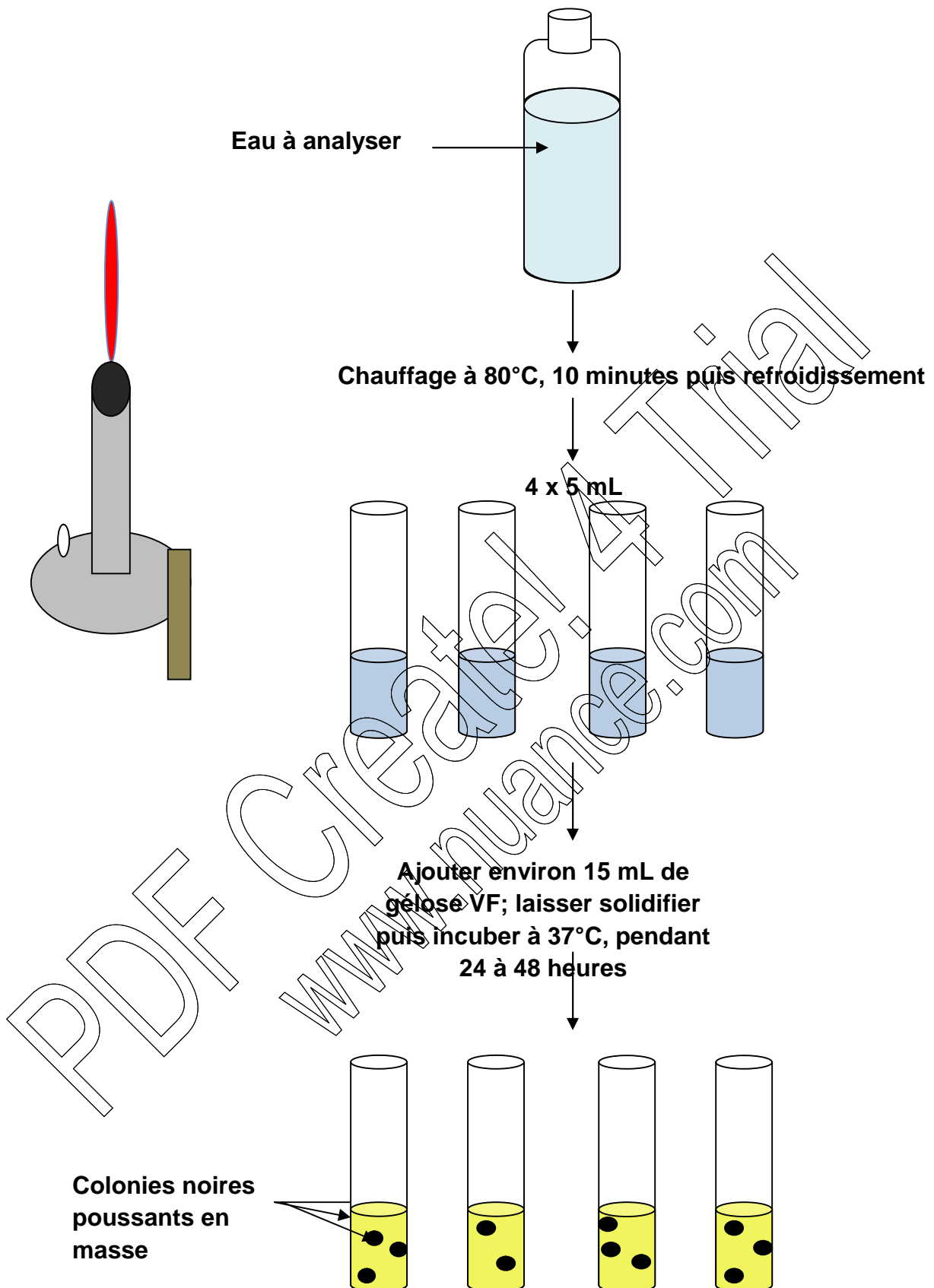


Figure n°08 : Technique de recherche et dénombrement des Spores d'Anaérobies Sulfitoréducteur dans l'eau de process.

II-1-2- La poudre de lait, sucre, produit fini

A- Préparation de la solution mère

- Introduire aseptiquement 25g de produit à analyser à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile dans un flacon stérile contenant au préalable 225 mL de TSE (Tryptone, Sel, Eau).
- Homogénéiser par des mouvements de va et vient pendant 3 à 5 minutes, pour obtenir une suspension homogène. Cette suspension correspond à la dilution 10^{-1} .

B- Préparation des dilutions décimales

- A partir de la solution mère 10^{-1} prélever aseptiquement à l'aide d'une pipette graduée un volume de 1mL et l'introduire dans un tube stérile contenant 9 mL de TSE.
- Homogénéiser pour obtenir la dilution 10^{-2} .
- Prélever ensuite aseptiquement 1 mL de la dilution précédente (10^{-2}) qu'introduire dans un autre tube stérile contenant de TSE.
- Homogénéiser bien pour obtenir la dilution 10^{-3} (figure n°09).

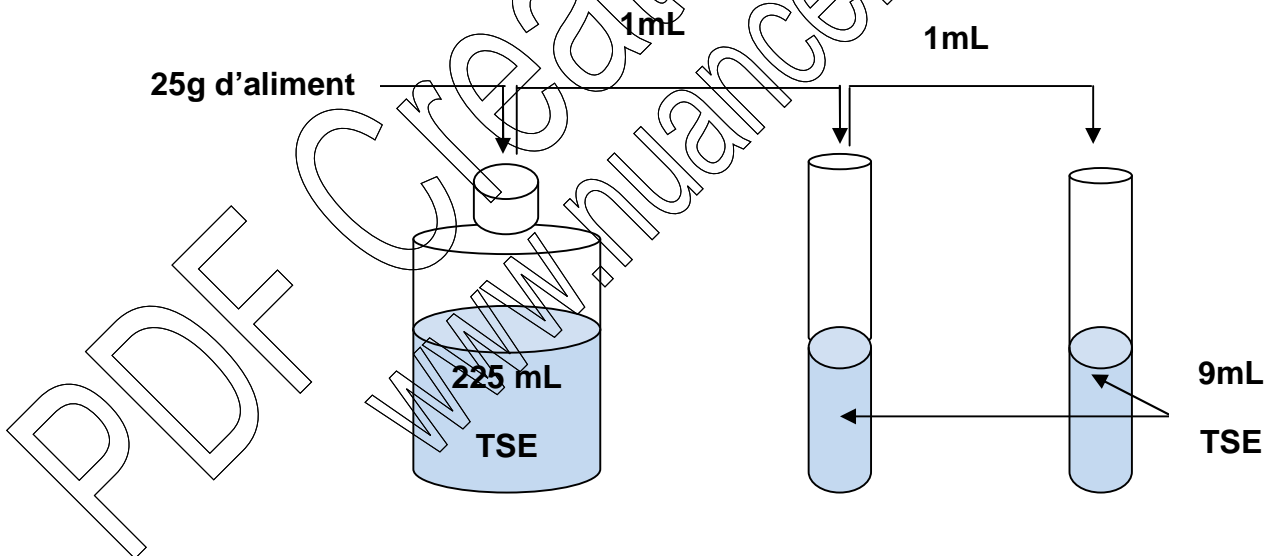


Figure n° 09 : Technique de préparation des dilutions décimales.

1- Recherche et dénombrement des *germes aérobies mésophiles totaux*

La microflore aérobie mésophile totaux est l'ensemble des micro-organismes aptes à se multiplier à l'air et aux températures moyennes, plus précisément ceux dont la température optimale de croissance est située entre 25° et 40°C.

On peut dire que le dénombrement de la flore totale reste la meilleure méthode d'appréciation de la qualité microbiologique générale des aliments (Bourgeois, 1980).

▪ Principe

Le dénombrement des germes aérobies mésophiles est réalisé sur gélose PCA par un ensemencement en masse, et comptage des colonies lenticulaires obtenus.

▪ Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales allant de 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 1 mL dans chacune des boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées, puis ajouter environ 15 mL de gélose PCA préalablement fondue et maintenue en surfusion.
- Faire ensuite des mouvements circulaires en forme de « 8 » et de va-et-vient, pour permettre le mélange de l'inoculum à la gélose utilisée, laisser les boîtes solidifier sur la paille environ 30 mn (figure n°10).
- Les boîtes sont incubées couvercle en bas à 30°C pendant 24, 48 à 72 heures.

▪ Lecture

A prés 24 h d'incubation, dénombrer les colonies lenticulaires en masse (blanchâtres).

▪ Dénombrement

La lecture s'effectue par comptage visuel.

Le dénombrement est effectué seulement sur les boîtes contenant entre 30 à 300 colonies et le résultat final est exprimé en UFC / g de produit analysé.

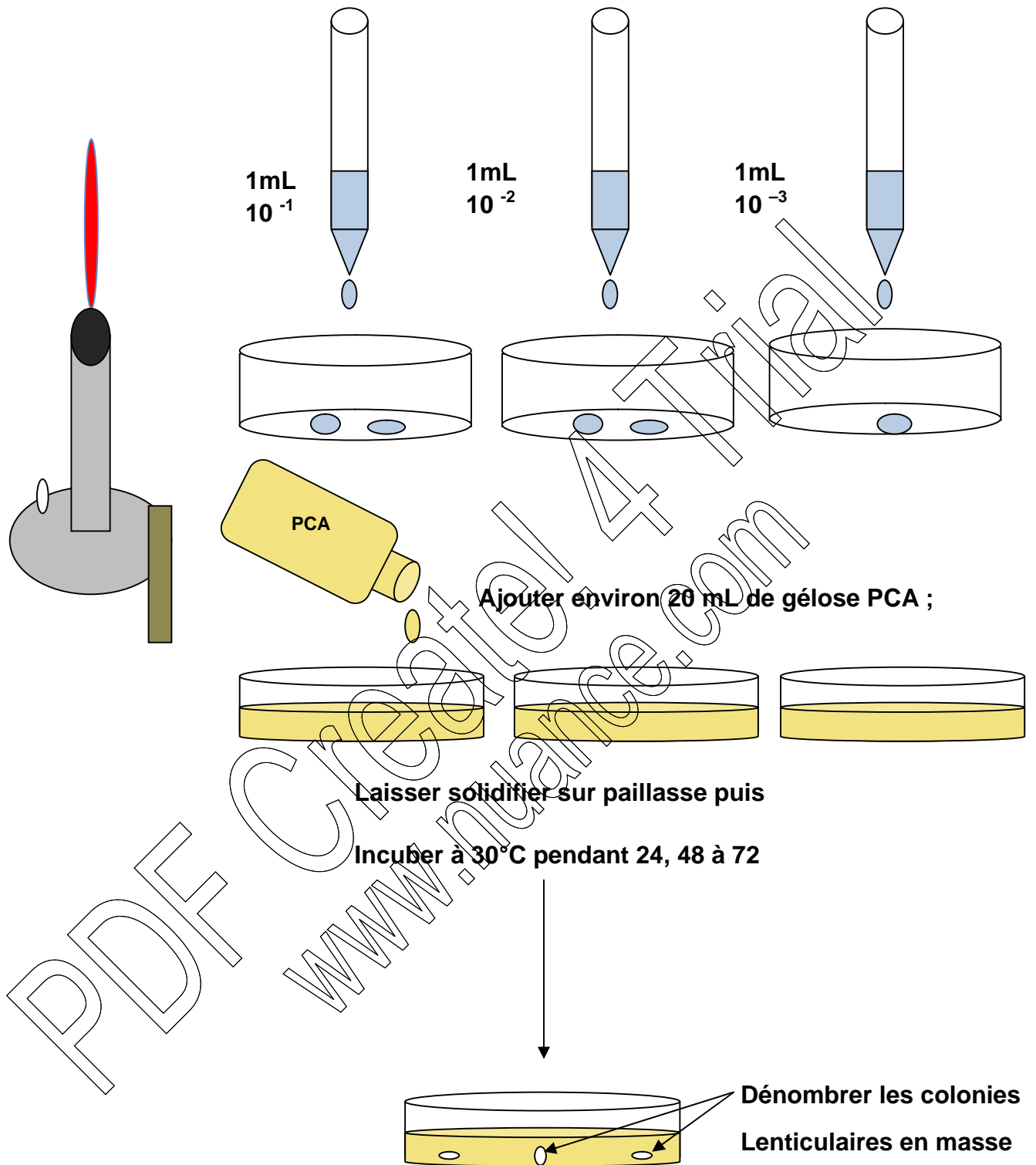


Figure n°10 : Technique de recherche et dénombrement des *germes aérobies mésophiles totaux* (poudre de lait, Sucre)

3- Recherche et dénombrement des *Coliformes totaux et fécaux*

Ce groupe contient toutes les bactéries aérobies ou anaérobies facultatifs, gram négatif, asporulées, en forme de bâtonnets, mobiles ou non.

Ces bactéries disposent d'un métabolisme respiratoire et fermentaire les rendant capables de fermenter le lactose en produisant de l'acide et du CO₂ à 35°C.

La présence des *coliformes* totaux dans les aliments indique un traitement thermique inefficace ou une contamination subséquente au traitement. Ils peuvent aussi démontrer un mauvais nettoyage et une mauvaise désinfection des matériels de transformation (Cardinal et al., 2003)

▪ Principe

Sur le gélose VRBL (Gélose Lactose au Biliée Cristal Violet et au Rouge neutre), le développement de plupart des bactéries n'appartenant plus à la famille des entérobactéries est inhibé par le cristal violet et les sels biliaires. La fermentation du lactose est mise en évidence par le virage de l'indicateur au rouge (Guiraud, 1998).

▪ Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales 10⁻³ à 10⁻¹, porter aseptiquement 2 fois 1mL de chaque dilution dans deux boîtes de Pétri vide préparée à cet usage (figure n°11).
- Compléter ensuite chaque boîte avec 15 mL de gélose VRBL préalablement fondue et refroidie. - puis faire ensuite des mouvements circulaires en forme de « 8 » et de va-et-vient pour bien mélanger la gélose à l'inoculum.
- Laisse solidifier les boîtes sur le paillasse
- Les boîtes seront donc incubées couvercle en bas pendant 24 à 48 h à :
- 37°C pour la première série qui servira à la recherche des *coliformes* totaux.
- 44°C pour la deuxième série qui servira à la recherche des *coliformes* fécaux.

▪ Lecture

On va dénombrer les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies de couleur rouge foncé, brillantes de 0,5mm de diamètre.

En fin multiplier le nombre trouvé par l'inverse de la dilution.

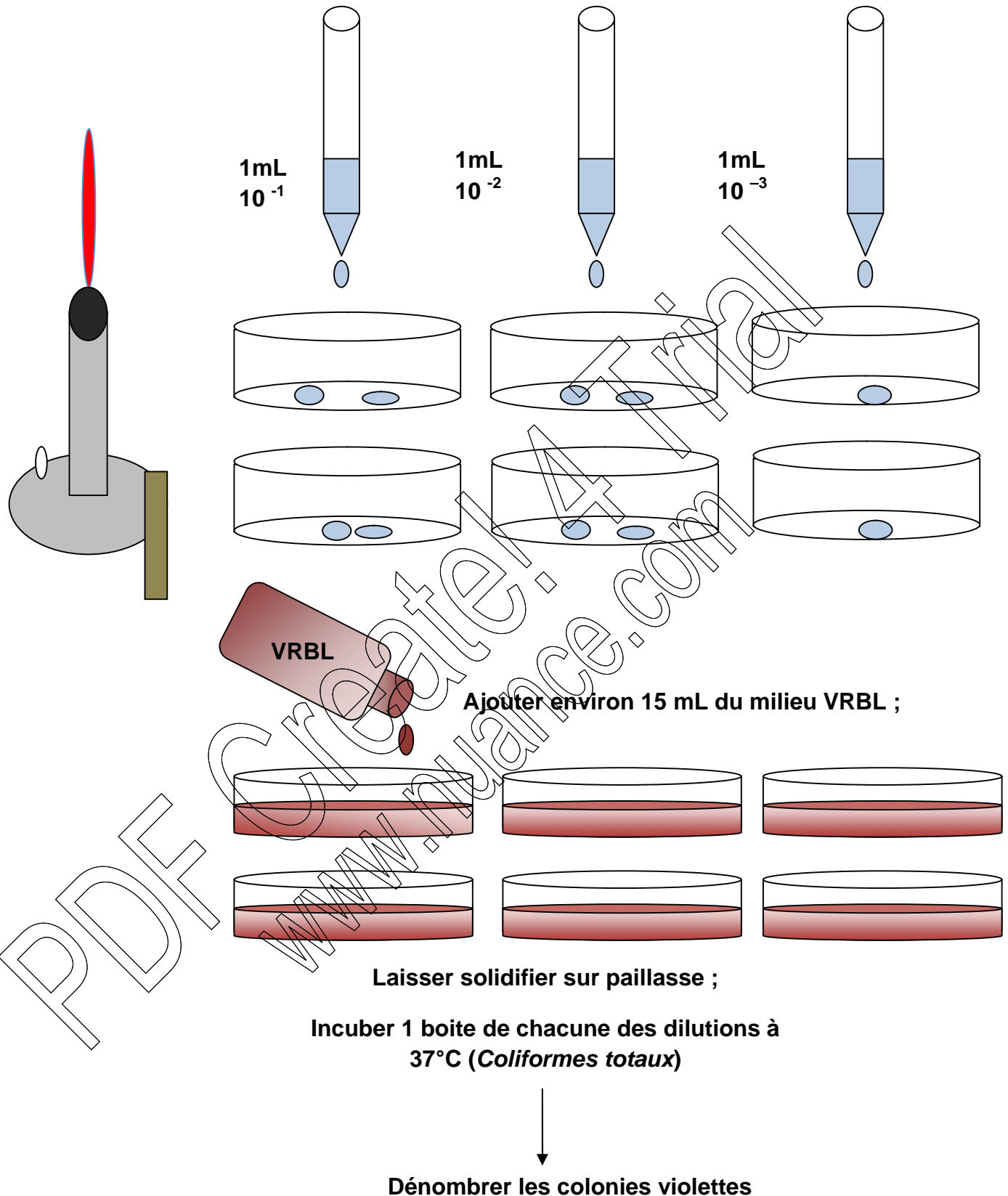


Figure n°11 : Technique de recherche et dénombrement des *coliformes totaux* et *fécaux* en milieu solide (poudre de lait, Sucre, yaourt)

4- Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfitoréducteur*

▪ Mode opératoire

- A partir des dilutions 10^{-2} et 10^{-1} , on prépare 2 tubes stériles contenant chacun 1 mL.
- Mettre les tubes au bain thermostaté réglé à 80°C pendant 10 mn et les refroidir immédiatement sous courant d'eau (figure n°12).
- Verser dans chacun des 2 tubes 15 mL de la gélose VF additionnée d'alun de fer et d'une ampoule de sulfite de sodium.
- Homogénéiser sans introduire des bulles d'air.
- Laisser solidifier sur le paillasse puis les incuber à 37°C pendant 24 à 48 h.

▪ Lecture

- Les colonies, dans la profondeur de la gélose, donc en anaérobiose, entourées d'un halo noir (réduction des sulfites en sulfure et précipitation du sulfure de fer) sont des colonies correspondant aux spores thermorésistantes d'ASR.
- Le résultat exprimé en nombre de spores / mL.

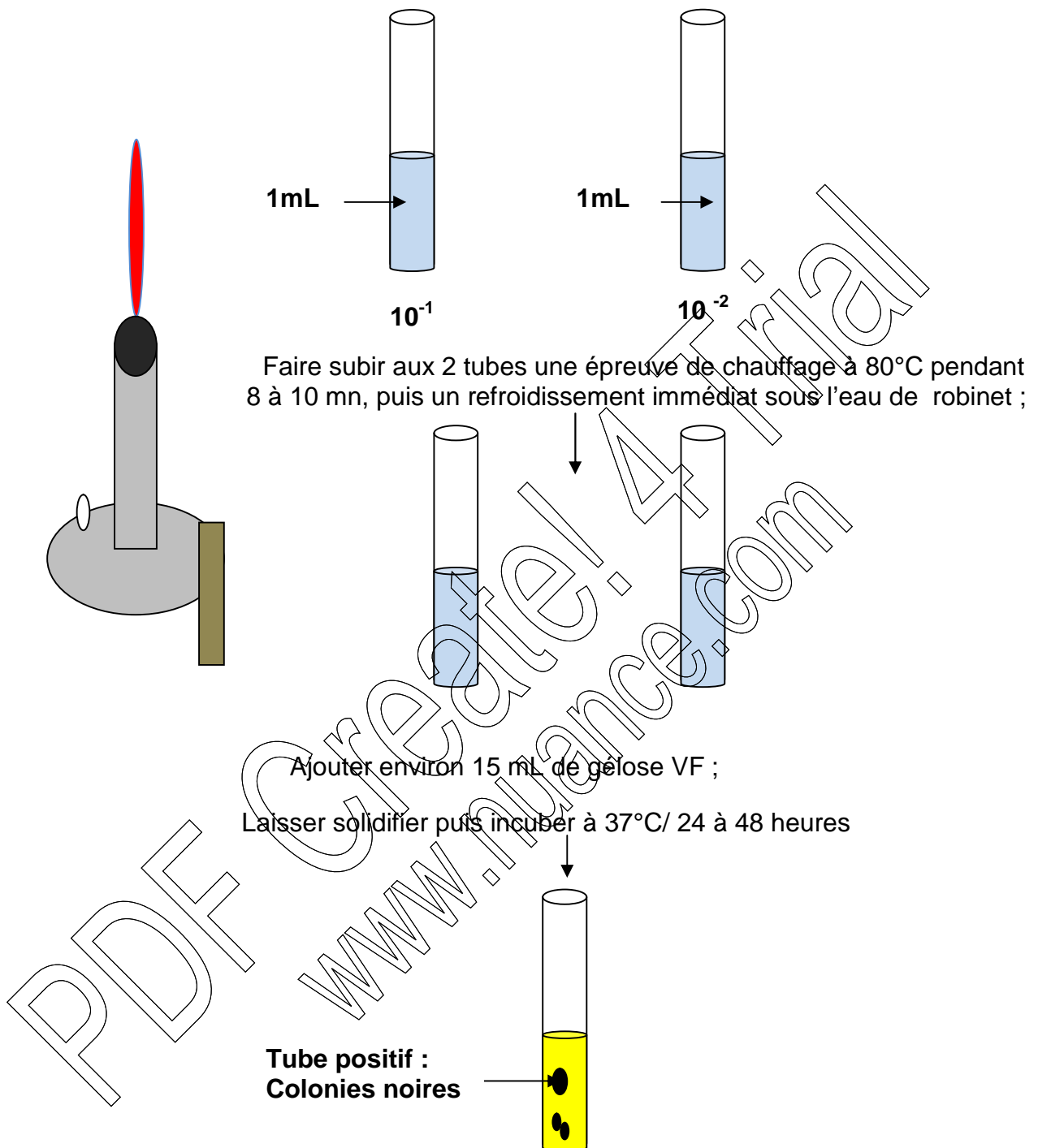


Figure n °12: Technique de recherche et dénombrement des *Clostridium Sulfitoréducteur* dans (la poudre de lait, sucre, yaourt).

4- Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*

Les *Staphylococcus aureus* se présente sous forme de cocci, en grappe de raisin, se sont des bacilles gram positif, possèdent une catalase (+), coagulase (+), se sont des germes pathogènes, toxinogènes que l'on trouve particulièrement dans le pus, le germe n'est pas thermostable, mais sa toxine est thermostable.

▪ Principe

L'enrichissement sur milieu Giolitti Cantonii (GC) permet une revérification idéale des souches stressé par la réduction de téllurite de potassium en tellure responsable de la coloration noire, de plus le téllurite de potassium à un effet inhibiteur sur les autres germes.

L'isolement sur le milieu Chapman sélectionne les *Staphylococcus aureus*.

Sa teneur élevée en chlorure de sodium, permet inhibition des autres germes.

La fermentation du mannitol est mise en évidence par le virage du rouge de phénol au jaune.

▪ Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 1 mL par dilution dans un tube à vis stérile.
- Ajouter par la suite environ 15 mL du milieu d'enrichissement GC, auquel est ajouté du téllurite de potassium. Bien mélanger le milieu et l'inoculum (figure n°13).
- Les tubes sont incubés à 37°C pendant 24 à 48 h.

▪ Lecture

- Seront considérés positifs, les tubes ayant virés au noir.
- pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *Staphylococcus aureus*, ces tubes feront l'objet d'une confirmation par l'isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîte de Pétri séchée.
- Les boîtes de Chapman ainsiensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48 h.
- Après ce délai, repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune, entourées d'un halo jaune.

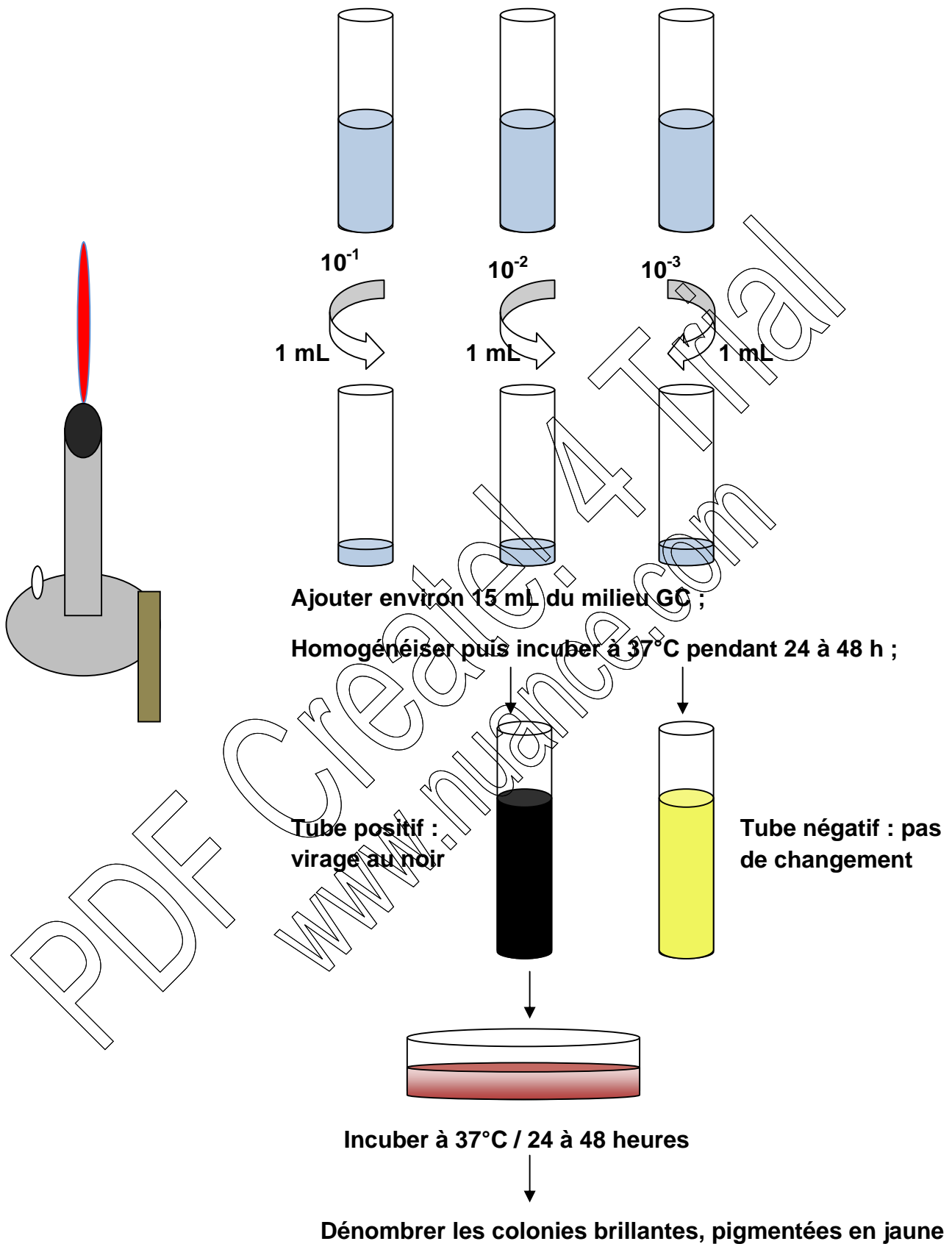


Figure n°13 : Technique de recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus* (poudre de lait, Sucre, yaourt)

5- Recherche et dénombrement des *Salmonelles*

Les *salmonelles* sont des entérobactéries qui se présentent sous forme de bacilles gram (-), ne fermentent pas le lactose, mais fermentent le glucose avec production de gaz et H₂S, elles se divisent en deux grands groupes : les mineurs et les majeur (hautement pathogènes) (Bourgeois, 1980).

▪ Principe

Les *salmonelles* sont des bactéries difficiles à isoler, vu leur nombre, pour cela leur recherche nécessite le passage par différentes étapes, d'abord un pré-enrichissement puis un enrichissement sur le milieu sélectif, et à fin isolement sur milieu Hektoen (Bourgeois, 1989).

▪ Mode opératoire

La de *salmonella* comporte plusieurs étapes qui sont les suivantes :

Etape 1: Pré-enrichissement

Il consiste à préparer une suspension mère en prélevant 25g de produit à analyser que l'on introduit dans 225 mL d'eau peptonée tamponnée (EPT). Cette dernière sera incubée à 37°C pendant 18 à 20 heures (figure n°14).

Etape 2 : Enrichissement primaire

On ensemence 10 mL du milieu de pré-enrichissement dans 100 mL du milieu liquide SFB D/C (+additif SFB) qui sera incubé à 37°C pendant 24 h.

La présence des salmonelles se traduit par un virage de la solution au rouge brique.

Etape 3: Enrichissement secondaire et isolement sur Héктоén

Cette étape permet d'une part, l'isolement du milieu d'enrichissement primaire dans une gélose Héктоén, d'autre part un second enrichissement qui consiste à ensemencer 0,5 mL du milieu d'enrichissement primaire dans un bouillon sélénite cystine contenue dans un tube de 10 mL et l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

Etape 4 : Isolement sélectif

A partir du milieu d'enrichissement secondaire, un second isolement est réalisé sur gélose Héктоén et une lecture de la boîte incubée la veille.

La boîte ensemencée est incubée à 37°C pendant 24 heures.

Les colonies de salmonella se présentent sous forme de colonies gris bleu, gris vert bleu vert avec ou sans centre noir.

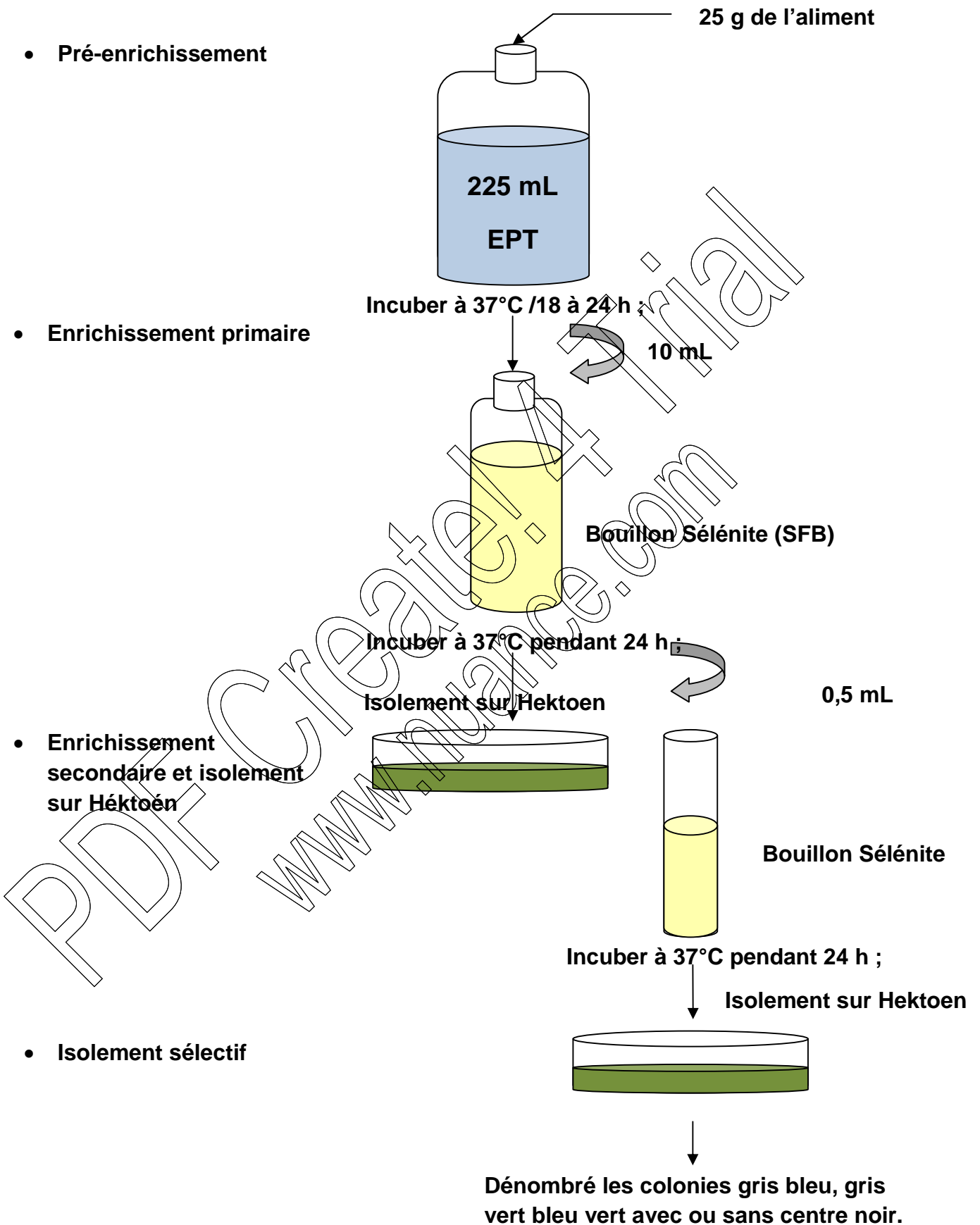


Figure n°14 : Technique de recherche et dénombrement des *Salmonelles*

6- Recherche et dénombrement des levures et moisissures

Les levures sont des champignons microscopiques qui par leur développement dans les produits alimentaires finis, peuvent produire des altérations de leur qualité marchande par formation de troubles, d'odeurs ou de goûts ou par gonflement des produits ou/et de leur emballage (CO₂) (Bouix et Leveau, 1980). La plupart des denrées alimentaires, au cours de leur préparation mais surtout de leur entreposage, sont susceptibles, d'être détériorées par les moisissures. Les pertes qui leur incombent sont considérables. Parfois l'altération des denrées aboutit à une modification de la valeur nutritionnelle du produit, et à l'apparition de saveurs indésirables (Moreau, 1980).

▪ Principe

Les levures et moisissure sont des microorganismes qui, après ensemencement en surface sur le milieu inhibiteur pour les bactéries (gélose Sabouraud au chloramphénicol) forment des colonies après une incubation à 20 - 25°C pendant 5 jours (Guiraud, 1998).

▪ Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales allant de 10⁻³ à 10⁻⁷, porter aseptiquement 4 gouttes dans chacune des 3 boîtes de Pétri contenant la gélose Sabouraud au chloramphénicol (figure n°15).
- Etaler les gouttes à l'aide d'une pipette râteau stérile, puis incuber les boîtes couvercle en haut à 22°C pendant 5 jours.

▪ Lecture et interprétation

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

Les colonies des levures ressemblent aux colonies bactériennes, elles sont de consistance crémeuse, ronde ou ovale et souvent opaque.

Les moisissures sont pigmentées à aspect velouté et duveteuses.

Etant donné d'une part qu'on a pris 4 gouttes de la dilution décimale, et qu'on considère que 1 mL est l'équivalent à 20 gouttes, pour revenir donc à 1 mL, il faut multiplier par l'inverse de la dilution, puis faire la moyenne arithmétique des différentes boîtes et exprimer le résultat final par mL de produit analysé.

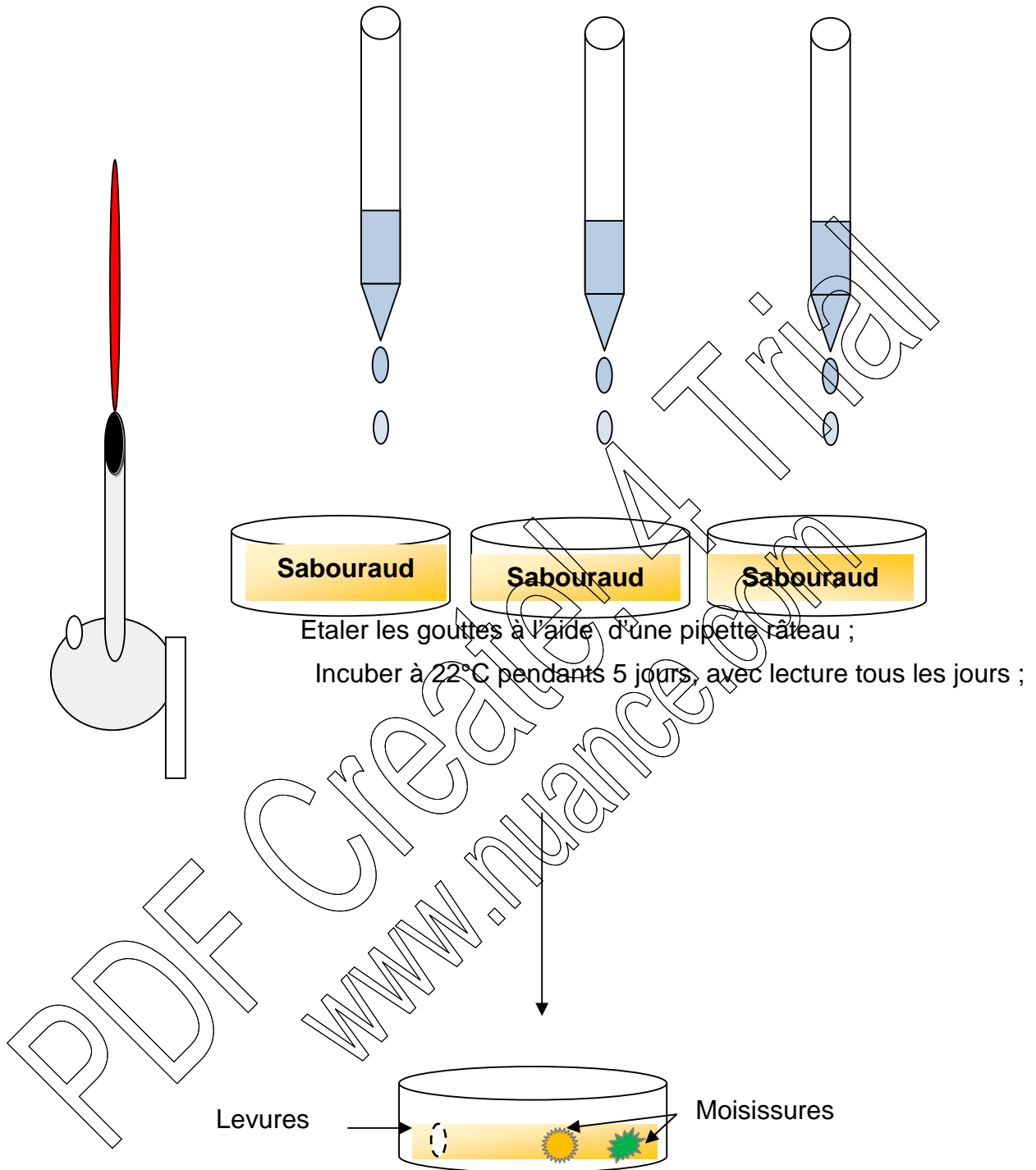


Figure n°15 : Technique de recherche et dénombrement des levures et moisissures (poudre de lait, sucre, yaourt).

II-3 Analyses organoleptiques

Les caractéristiques organoleptiques d'un produit sont des critères importants pour l'acceptabilité de produit.

Les analyses physicochimiques d'un produit est bien évidemment incontrôlables, mais elle ne suffit pas à la décrire, car elle est toute à fait insuffisante pour refléter ce que perçoit le consommateur sur le plan sensoriel (Luquet et Corrieu, 2005)

Cette notion est subjectifs car l'instrument principal est l'homme ; les dégustateurs sont de deux sexes, d'âge différent et sont tous des étudiants ou des techniciens dans le domaine de contrôle de qualité.

Ainsi chaque dégustateur donne son jugement séparément des autres, le jugement final porté sur le tableau des résultats est celui mis par la majorité.

Pour cela un formulaire a été proposé pour l'examen organoleptique ou la distribution des notes est effectuée selon une échelle de 1 à 4 pour donner une appréciation du produit qui nous a été donné par la laiterie trèfle. (Figure n°16)

Tableau N°18 : fiche de dégustation. (Anonyme In, 2009)

Type produit		N° De ref	Aromatisation			texture			Gout	Couleur	Odeur	Autre commentaires
			Arôme	Caractéristique	Note De tête	Note De cœur	Note De fond	Aspect	viscosité	Monthfeel (aspect en bouche)		
YOG Aux fraises												
YOG Aux fraises												
YOG Aux fraises												
YOG Aux fraises												
YOG Aux fraises												

NB : Evaluation de 1-4 (1 très bon ; 2 bon ; 3 moyen ; 4 médiocre)

Figure n° 16: Fiche de test de dégustation de l'unité trèfle

I-Analyses physicochimiques

I-1- Matières premières

I-1-1- Poudre de lait

Tableau VI : Résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait.

	Acidité (D°)	MG%	EST%	Humidité %
Echantillon	12,75	26,25	95,98	4,02
Normes	12 à 14	26 à 26,7	95 à 97	3 à 5

A partir des résultats du tableau VI, concernant les analyses physicochimiques de la poudre de lait, nous remarquons que :

Les teneurs des paramètres (Acidité, EST, H%, MG) sont conformes aux normes exigées par JORA (1998).

La présence de la MG accroît les risques d'oxydation et de rancissement très légèrement au cours de la conservation et surtout lorsque les boîtes sont ouvertes, ce qui a été confirmé par Keilling et Dewilde, (1986)

Concernant l'humidité avec un taux de 6%, elle peut engendrer des transformations rapides accompagnant les cristallisations du lactose (prise en masse, acidification, brunissement, diminution de la solubilité, mauvaise odeur) (Trémière et *al.*, 1984)

Selon Hempen (2003) les bonnes conditions de fabrication, de transport et de stockage ainsi que l'hygiène, peuvent avoir un effet positif sur la qualité de la poudre de lait.

I-1-2- Eau de process

Tableau VII: Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process

	T°C	pH	TH	TA	TAC	Cl ⁻	Cl ₂
Echantillon	22	7,55	15	0	25	36	0
Normes	25	6,5 à 8,6	12 à 15	0	26	39	0

A partir des résultats du tableau VII, nous remarquons que l'eau de process a un pH voisin de la neutralité (pH = 7,55) avec un caractère plus ou moins alcalin.

En effet, l'acidité de l'eau provoque une corrosion des tuyauteries métalliques conduisant à une augmentation des concentrations de certaines substances métalliques, et la basicité de l'eau entraîne un dépôt de calcaire dans les canalisations et aussi une diminution de l'efficacité du processus de désinfection au chlore. (Claisse et *al.*, 2006)

Le TA et le TAC sont de 0°F et 25°F respectivement, donc ils sont conformes aux valeurs du JORA, cela s'explique par le fait que cette eau appartient à une eau naturelle sans traitement.

Pour le TH, la valeur trouvée est de 15°F, qui est conforme aux normes, cela s'explique par l'efficacité de l'adoucissement.

Selon : Potelon et Zysmank(1998) ; la composition des eaux de sources en sels minéraux dépend de la nature du matériel géologique par le quel les eaux souterraines se déplacent à travers les roches (roches calcaires, magnésium), et les sols sédimentaires qui peuvent absorbées un éventail de composé tel que les ions Mg et le Ca.

I-1-3- Sucre (édulcorants)

Tableau VIII : Résultats des analyses physicochimiques de sucre

	T°C	EST%	H%
Echantillon	20	97,30	2,70
Normes	20	96 - 98	2 à 4

Les résultats de l'analyse physicochimiques de l'aspartame montrent que la température est de 20°C, ce qui est conforme aux conditions tolérées, et cela indique que le sucre est bien conservé, ce qui évitera sa détérioration par des microorganismes (levures et moisissures).

Pour l'humidité, la valeur trouvée est de 2,70 %, ce qui révèle un bon stockage de cette matière, permettant ainsi d'éviter l'activité enzymatique des germes.

I-2- Produit fini

I-2-1- Au moment de la production (J0)

Les résultats d'analyses physicochimiques du produit fini avant le stockage sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau IX : Résultats des analyses physicochimiques du yaourt Light au moment de sa production

Paramètres	pH	Acidité (D°)	EST(%)	MG(%)
Produit	4,70	75	13,95	3,6
Normes	4,1- 4,7	75 – 105	12,5 - 14	3 – 4

Normes de JORA(1998)

L'analyse physicochimiques des échantillons de notre produit, à leur réception et avant d'être acheminé vers la conservation, montre qu'il s'agit d'un produit dont les constituants et paramètres sont conformes aux normes, ce qui pourrait s'expliquer par :

- La qualité de la matière première (poudre de lait, ferments...)
- Les traitements du lait, les procédés utilisés et la conduite des différentes phases de préparation.
- La sélection des cultures et la technique de fermentation.
- Le respect du cahier de charges.

I-2-2- Au cours de la conservation

Tableau X : Résultats des analyses physicochimiques du yaourt Light au cours du stockage à différentes températures

Paramètres	T°C	pH	Acidité	MG	EST
J0	T ₁ (6°C)	4,70	75	3,6	13,95
J7	T ₁ (6°C)	4,59	90	3,6	13,85
	T ₂ (T amb °C)	4,32	112	3,6	13,83
	T ₃ (30°C)	4,22	115	3,6	13,81
	T ₄ (37°C)	4,14	119	3,6	13,80
J14	T ₁ (6°C)	4,29	100	3,6	13,73
	T ₂ (T amb °C)	4,05	115	3,6	13,79
	T ₃ (30°C)	3,98	122	3,6	13,71
	T ₄ (37°C)	3,92	128	3,6	13,72
J21	T ₁ (6°C)	4,37	96	3,6	13,62
	T ₂ (T amb °C)	4,10	121	3,6	13,71
	T ₃ (30°C)	4,02	129	3,6	13,61
	T ₄ (37°C)	3,95	135	3,6	13,62
J28	T ₁ (6°C)	4,36	98	3,6	13,51
	T ₂ (T amb °C)	4,12	113	3,6	13,62
	T ₃ (30°C)	4,03	125	3,6	13,52
	T ₄ (37°C)	3,96	131	3,6	13,5
J35	T ₁ (6°C)	4,38	95	3,6	13,43
	T ₂ (T amb °C)	4,10	114	3,6	13,51
	T ₃ (30°C)	4,02	129	3,6	13,43
	T ₄ (37°C)	3,95	135	3,6	13,40

➤ pH

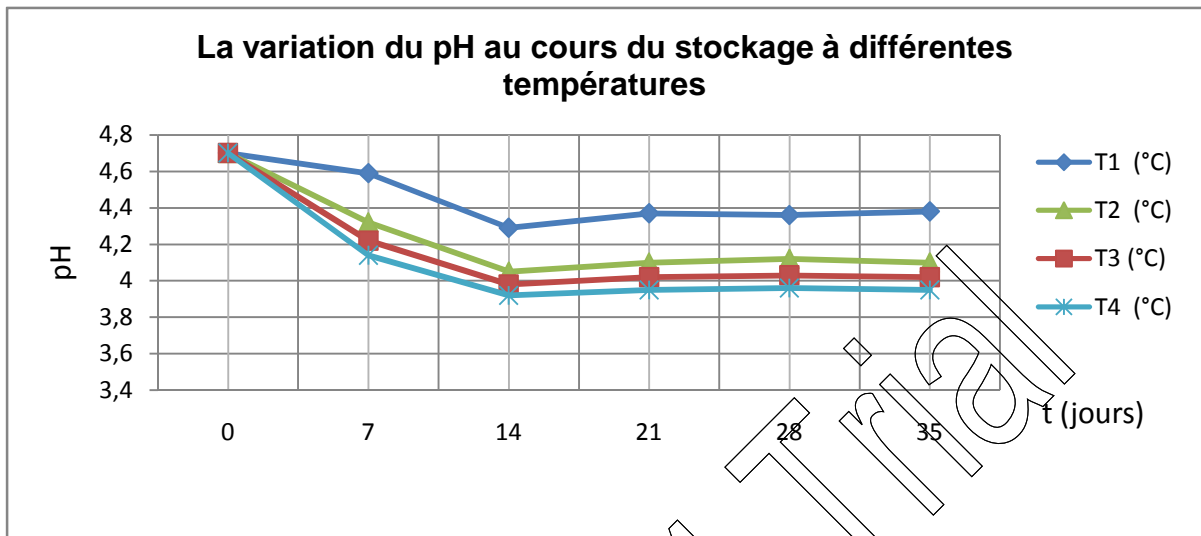


Figure n°17 : variation du pH du yaourt Light au cours de sa conservation à différentes températures

D'après les résultats d'analyses effectuées sur le yaourt Light aromatisé stocké à différentes températures T_1 (°C), T_2 (°C), T_3 (°C) et T_4 (°C) durant toute la durée de stockage de 35 jours, deux phases se distinguent : 1^{ère} phase d'abaissement du pH des différents échantillons analysés suivit par une deuxième phase de stabilité.

Les résultats d'analyses des échantillons stockés à T_1 (°C) sont conformes aux normes exigées par le JORA [4,7 à 4,29] pendant les 35 jours du stockage.

Au jour 0 où le pH mètre indique la valeur 4,7 (qui est la valeur maximale) par la suite au cours des jours de conservation, nous remarquons qu'il y a abaissement significatif du pH qui atteint la valeur de 4,29 au jour 14, cette diminution de pH s'explique selon Brulé (2003) par l'activité microbienne qui n'est pas inhibé totalement ainsi que l'acide lactique qui est encore produit à partir de lactose ce qui abaisse légèrement le pH.

Par la suite, nous avons remarqué qu'il y a une stabilité du pH du J14 au J 35 et cette stabilité s'explique par le fait que les bactéries lactiques entrent dans la phase stationnaire selon la courbe de croissance microbienne.

Par contre pour les résultats d'analyse des échantillons stockés à T_2 (°C), T_3 (°C) et T_4 (°C), le pH dépasse les valeurs préconisées par la norme.

T_2 (°C), le pH varie de 4,7 jusqu'à 4,05 comme valeur minimale ce qui ne correspond pas aux valeurs préconisées par la norme.

T_3 (°C) : le pH varie de [4,7 à 3,98] qui ne correspond pas aux valeurs préconisées par la norme.

T_4 (°C) : le pH varie de 4,7 jusqu'à 3,92 comme valeur minimale qui ne correspond pas aux valeurs préconisées par la norme.

Donc en général , le pH dépasse les valeurs de la norme, selon Béal et Sodini, (2003) cela est probablement dû au dépassement de la date limite de consommation qui provoque la production d'acide lactique qui se traduit par l'abaissement du pH d'un part et d'autre part par l'augmentation de T°C de conservation donc le non respect de la chaine de froid.

➤ Acidité

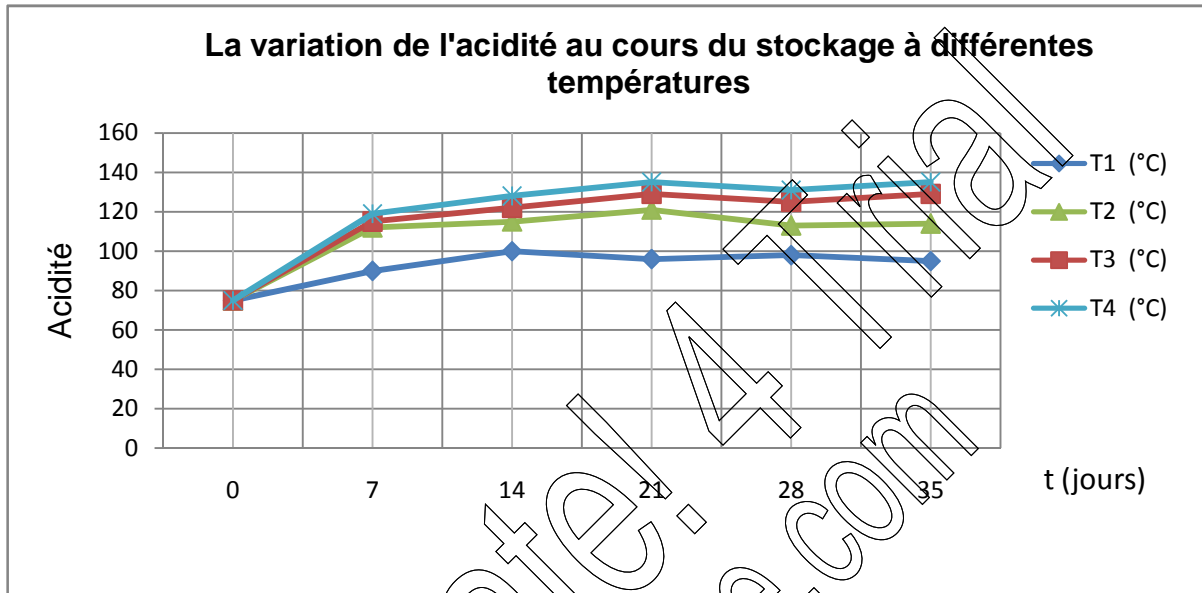


Figure n°18 : variation de l'acidité du yaourt Light au cours de conservation à différentes températures

D'après les résultats d'analyses effectuées sur le yaourt Light aromatisé stocké à différentes températures (°C) (T_1 , T_2 , T_3 et T_4) durant toute la durée de stockage de 35 jours.

Nous remarquons une augmentation progressive d'acidité titrable pour les différents échantillons analysés donc nous pouvons dire que les courbes de l'acidité représentées dans la figure n°18 ont une tendance croissantes durant toute la période d'analyse.

Selon Beal et Sodini, (2003), la diminution de pH a favorisé l'activité des ferments lactiques qui se traduits par la production en masse d'acide lactique.

Pour les résultats d'analyses des échantillons stockés à T_1 (°C) sont conformes aux normes exigée par le JORA de 100 jusqu'à 75 comme une valeur minimale, selon Elizabeth (2008) « la teneur en acide lactique doit être au moins 0,7 g/L à la vente du yaourt »

Nous commençons par le jour 0 où l'acidité est de 75°D qui est la valeur minimale par la suite au cours des jours nous remarquons qu'il y a accroissement significative de l'acidité car selon la FAO(2000), le maintien des yaourts au froid n'arrête pas complètement l'activité métabolique bactérienne, bien que lente la production d'acide lactique.

Cette augmentation probablement due à la dégradation du lactose par les bactéries lactiques, qui aboutissent principalement à la production d'acide lactique responsable de cette acidité du yaourt, bien que ce dernier soit conservé à basse température.

Par contre pour les résultats d'analyses des échantillons stockés à T_2 (°C), T_3 (°C) et T_4 (°C), l'acidité dépasse les valeurs de la norme, c'est due probablement selon Lonnes (1994) à l'acidité trop forte, qui est la conséquence d'une conservation à une température trop élevée.

A T_2 (°C), l'acidité varie de [75°D -121°D] donc à partir de jour 7 l'acidité dépasse les valeurs préconisées par la norme.

A T_3 (°C), l'acidité varie de [75°D-129°D] donc à partir de jour 7 toutes les valeurs n'appartiennent pas aux valeurs préconisées par la norme.

A T_4 (°C), l'acidité varie de [75°D-128°D] donc à partir du jour 7 toutes les valeurs n'appartiennent pas aux valeurs préconisées par la norme.

➤ **EST**

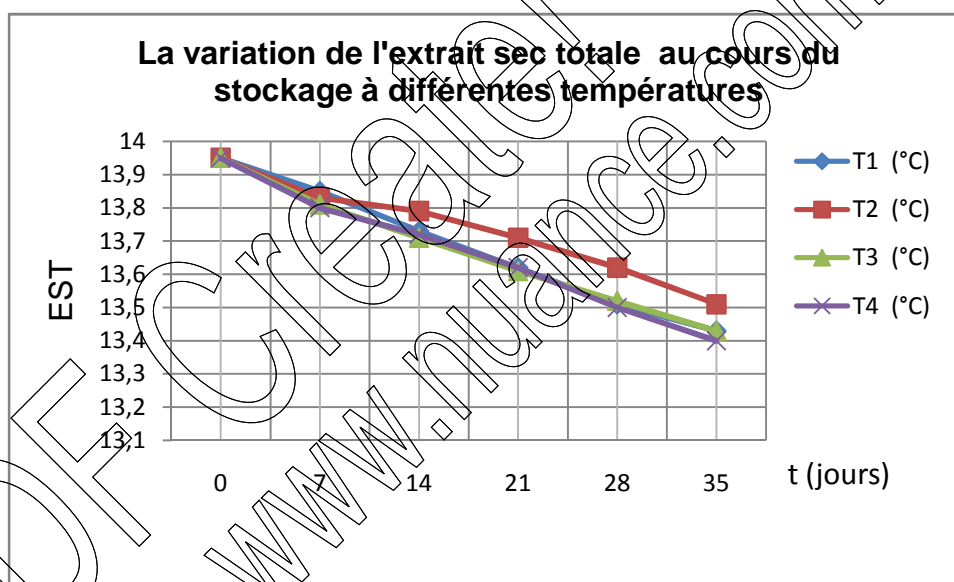


Figure n°19 : variation de l'EST du yaourt Light au cours de conservation à différentes températures

Les courbes de l'EST ont une tendance décroissante pendant toute la période de conservation et cela à toutes les T°C de stockage considérées.

La protéolyse par les enzymes protéases qui hydrolysent les caséines en constituants plus petits (polypeptides, peptides et acides aminés) implique ainsi la diminution de la matière sèche totale (Lorient et Philippe, 1998)

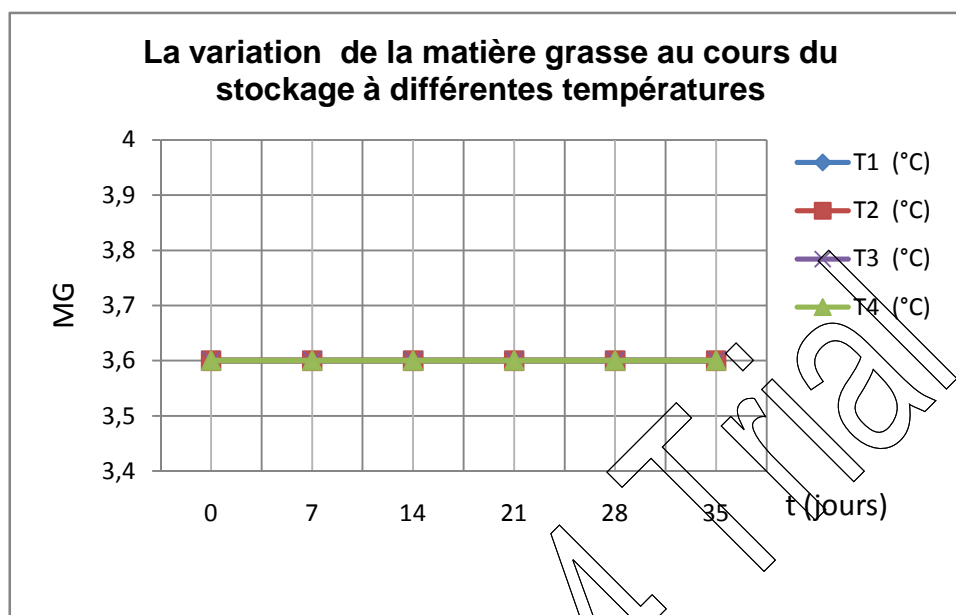
➤ **MG**

Figure n°20 : variation de la MG du yaourt Light au cours de conservation à différentes températures

D'après les résultats d'analyses effectuées sur le yaourt, nous observons que la teneur en matière grasse du yaourt qui est de 2,8% reste stable durant la période de stockage. Ceci est du selon Luquet (1986) aux conditions de stockage : à l'abri de l'air, l'abri de la lumière, et à l'abri de la chaleur et selon Bonnefoy et *al.*, (2002), Ceci est également du à la non contamination par la flore lipolytique, y compris les Levures et les Moisissures.

D'après Vignola (2002), un yaourt peut avoir un contenu en gras situant entre 0,1 et 10%.

I-2-3- Analyses physicochimiques du yaourt après sa commercialisation à la wilaya de Tamanghasset

Tableau XI: Résultats des analyses physicochimiques du yaourt Light après la commercialisation dans la wilaya de Tamanghasset

Paramètres	pH	Acidité	MG	EST
Résultats	4,27	99	3,6	13,6
Normes	4,1- 4,7	75 -105	3 - 4	12,5 -14

D'après le tableau XI, nous remarquons que les résultats sont conformes aux normes signalées par la laiterie Trèfle et donc le produit est consommable.

cela pourrait expliquer par les bonnes conditions du transport, du stockage et du vente.

D'après Biatcho (2006) : « Le yaourt au moment de la vente au consommateur ne doit pas contenir moins de 0,8 g d'acide lactique pour 100 g de lait »

II-Analyses microbiologiques

II-1- Matière première

II-1-1- Poudre de lait

Les résultats d'analyse microbiologiques de la poudre de lait sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau XII : Résultats d'analyses microbiologiques de la poudre de lait.

Germes recherchés	Echantillon	Normes (JORA, 1998)
<i>Germes totaux</i>	Abs	$2 \cdot 10^5$ UFC / g
<i>Coliformes totaux</i>	Abs	1 UFC / g
<i>Coliformes fécaux</i>	Abs	Abs / g
<i>Clostridium sulfitoréducteur</i>	Abs	Abs / g
<i>Salmonelles</i>	Abs	Abs / 25 g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs / g
Levures	Abs	< 10 UFC / g
Moisissures	Abs	< 10 UFC / g

Les résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait au niveau de l'unité Trèfle montrent que les échantillons examinés, répondent aux normes fixés par la législation nationale du journal officiel de la république Algérienne.

Nous constatons une absence totale des germes, ce qui indique que notre poudre de lait est de bonne qualité microbiologique et que les conditions de transport (du pays d'origine, au port et jusqu'à l'usine), de conservation et de stockage sont satisfaisantes.

Selon François et *al.*, (1986), la poudre de lait doit avoir un goût agréable, une bonne salubrité, une bonne qualité hygiénique et une bonne conservation de la valeur nutritionnelle.

II-1-2- Eau de process

Les résultats de l'analyse microbiologiques de l'eau de process sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau XIII : Résultats d'analyse microbiologique de l'eau de process.

Germes recherchés	Echantillon	Normes (JORA, 1998)
<i>Germes totaux</i>	Abs	<10 ² UFC/ mL
<i>Coliformes totaux</i>	Abs	Abs / 100 mL
<i>Coliformes fécaux</i>	Abs	Abs / 100 mL
<i>Clostridium sulfitoréducteur</i>	Abs	< 5spores / 20 MI
<i>Streptocoques fécaux</i>	Abs	Abs / 100 mL

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process sont conformes aux normes, ce qui indique une absence totale des germes d'indice de contamination fécale (*Coliforme totaux et fécaux* et *Streptocoque fécaux*), des germes pathogènes (anaérobies *Sulfitoréducteur*) et saprophytes (FAM).

Ces résultats sont dus au fait que cette eau avant son arrivée au niveau du robinet a subi des traitements tels que la pré-chloration, la filtration sur charbon actif, l'adoucissement, la désinfection par UV, ainsi le contrôle quotidien de l'eau pour détecter toute défaillance et le rectifier.

Selon Larpent, 1991, l'eau de reconstitution présente une grande proportion dans la composition du lait donc elle doit être de bonne qualité bactériologique, dépourvue de pesticides, et débarrassée de sels de chaux et de magnésium afin d'éviter l'entartage des appareils et des conduites, avec une pureté chimique satisfaisante, dépourvue d'ions métalliques.

II-1-3- Sucre (édulcorants)

Les résultats des analyses microbiologiques du sucre sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau XIV : Résultats d'analyse microbiologique de sucre.

Germes recherchés	Echantillon	Normes (JORA, 1998)
<i>Germes totaux</i>	Abs	20 germes / g
<i>Coliformes totaux</i>	Abs	5 germes / g
<i>Coliformes fécaux</i>	Abs	Abs / g
<i>Clostridium sulfitoréducteur</i>	Abs	Abs / g
<i>Salmonelles</i>	Abs	Abs / g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs / g
Levures	Abs	1 germes / g
Moisissures	Abs	1 germes / g

Les résultats microbiologiques représentés dans le tableau XIV montrent que l'aspartame entrant dans la fabrication du yaourt répond aux normes indiquées dans le JORA par l'absence totale des germes saprophytes ou pathogènes, cela

s'explique par le bon traitement de ses ingrédients lors de la fabrication, les bonnes conditions de stockage telle que la température, l'aération, l'humidité, et une bonne manipulation lors de l'analyse microbiologiques. Auclair et Richard (1986), confirment que l'humidité élevée dans un lieu de stockage favorise d'une part l'activité métabolique surtout dans les milieux riches en sucre ou en lactose ce qui va déclencher la réaction de Maillard et d'autre part la prolifération des germes saprophytes surtout les levures et les moisissures pouvant détériorer le produit.

II-2- Produit fini

II-2-1- Au moment de la production (J0)

Tableau XV : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt Light au moment de sa production

Germes recherchés	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>salmonella</i>	<i>Clostridium Sulfitoréducteur</i>	Levures	Moisissures
Produit	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Normes (JORA) (germes/mL)	10	1	10	Abs	50	<100	Abs

D'après ces résultats, nous remarquons une absence totale des germes pathogènes (*coliformes totaux* et *fécaux*, *salmonella*, *Staphylococcus aureus*), d'après Hermier, (1992) : la présence dans les produits laitiers de ces germes, causerait des nocivités au consommateur. Ainsi, *Staphylococcus aureus* peut produire des entéro-toxines dont l'ingestion provoque des vomissements, souvent accompagnés de diarrhée. *Salmonella* peut provoquer les mêmes symptômes caractéristiques d'une toxi-infection alimentaire.

Nous remarquons également une absence des germes témoignant la contamination fécale (*coliformes fécaux*), selon Beerens et Luquet (1987) : la présence des coliformes totaux et fécaux dans le produit fini, indiquerait une faute hygiénique révélant soit la mauvaise qualité des matières premières ou l'insalubrité des matériels utilisés pour la fabrication.

Ainsi que l'absence des levures et moisissures que selon Joffin (2000) : la présence de ces germes provoque une pollution microbienne du produit qui se traduit par un défaut d'aspect des yaourts, et par l'apparition de mauvais goûts, de même *Geotrichum Candidum* peut devenir un agent d'altération (défaut de texture et de goût)

II-2-2- Au cours de la conservation

Dans le produit fini, les microorganismes doivent être à l'état viable et en quantités abondantes (Biatcho ,2006)

Tableau XVI: Résultats des analyses microbiologiques du yaourt Light après sa conservation à $T_1 = 6^\circ\text{C}$

Germes \ Jours	J0	J7	J14	J21	J28	J35	Normes JORA(1998)
<i>Coliformes totaux</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
<i>Coliformes fécaux</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	1
<i>Clostridium Sulfitoréducteur</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	50
<i>Salmonelles</i> (germes/25g)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
Levures (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	<100
Moisissures (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence

Les résultats de l'analyse microbiologiques du produit fini à T_1 ($^\circ\text{C}$) montrent l'absence totale de tous les germes pathogènes ou d'altérations recherchés : coliformes, *Staphylococcus aureus*, salmonelles, levures et moisissures et même après une semaine de la date limite de consommation (J35) ce qui indique que le produit présente une bonne qualité microbiologique.

Tableau XVII : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt Light après sa conservation à $T_2 = T^\circ\text{C amb}$

Germes \ Jours	J0	J7	J14	J21	J28	J35	Normes JORA(1998)
<i>Coliformes totaux</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
<i>Coliformes fécaux</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	1
<i>Clostridium Sulfitoréducteur</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	50
<i>Salmonelles</i> (germes/25g)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
Levures (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	<100
Moisissures (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence

Tableau XVIII : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt Light après sa conservation à $T_3 = 30^\circ\text{C}$

Germes \ Jours	J0	J7	J14	J21	J28	J35	Normes JORA(1998)
<i>Coliformes totaux</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
<i>Coliformes fécaux</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	1
<i>Clostridium Sulfitoréducteur</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	50
<i>Salmonelles</i> (germes/25g)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
Levures (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	<100
Moisissures (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence

Tableau XIX : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt Light après la conservation à $T_4 = 37^\circ\text{C}$

Germes \ Jours	J0	J7	J14	J21	J28	J35	Normes JORA(1998)
<i>Coliformes totaux</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
<i>Coliformes fécaux</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	1
<i>Clostridium Sulfitoréducteur</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	50
<i>Salmonelles</i> (germes/ 25g)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
Levures (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	<100
Moisissures (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence

Les résultats de l'analyse microbiologiques du produit fini à différentes températures T_2 (°C), T_3 (°C) et T_4 (°C) montrent l'absence totale de tous les germes pathogènes ou d'altération recherchés : *coliformes*, *Staphylococcus aureus*, *salmonelles*, levures et moisissures et même après une semaine de la DLC (jour 35) ; ce qui indique que le produit présente une bonne qualité microbiologique.

Ces résultats confirment :

- L'utilisation d'une matière première de bonne qualité hygiénique.
- Les bonnes conditions opératoires lors de fabrication du yaourt.
- Les bonnes conditions de stockage dans des chambres froides à température adéquate + 6°C à + 4°C et selon Spinnler, (2004).

Aussi, au cours de toute la durée de conservation du yaourt étuvé Light, nous n'avons pas observé d'anomalies telles que le gonflement des pots, dégagement d'odeurs désagréables même à température de conservation T_4 (°C), qui s'expliquent par l'absence totale des germes de détérioration et d'altération vue le traitement thermique qu'avait subit le produit lors de sa fabrication. et même une absence des levures et moisissures qui aiment l'acidité ; cela s'explique par le fait que les matériaux d'emballages utilisés résistent à l'acidité et évitent la perte d'arôme, sont imperméable à l'oxygène ce qui empêche la croissance des levures et des moisissures pendant la conservation (Beal et Sodini, 2003).

Le froid a pour effet de ralentir les réactions enzymatiques et chimiques, et par conséquent de ralentir aussi la multiplication et le métabolisme des micro-organismes. (Guiraud, 1998)

Les yaourts ont une conservation relativement longue par rapport à d'autres produits frais car le pH acide inhibe la croissance des autres bactéries. (Figarella et al., 2001)

L'inhibition de la croissance microbienne peut être obtenue en appliquant des conditions de température, de pH et d'activité de l'eau défavorables. Elle peut aussi être obtenue en introduisant dans l'aliment des substances chimiques appelées conservateurs dont l'utilisation est soumise à une réglementation stricte. (Leveau et al., 1998)

II-2-3- Analyses microbiologiques du yaourt après sa commercialisation à la wilaya de Tamanghasset

D'après les résultats obtenus dans le tableau XX, nous pouvons dire qu'il y a absence totale de tous les germes rechercher, on peut interpréter ces résultats par le fait qu'il n'y a pas coupure de la chaîne de froid dans le camion frigorifique donc la commercialisation de yaourt Light de Blida à Tamanghasset est conforme aux normes exigées par le JORA avec un respect de la chaîne de froid, en fin nous pouvons dire que le produit est consommable et leur qualité est satisfaisante.

Tableau XX : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt Light après sa commercialisation à la wilaya de Tamanghasset

Germes recherchés	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Clostridium Sulfito-Réducteur	Salmonelle	Staphylococcus aureus	Levures	Moisissures
Résultats	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	20	Abs

NB : les normes du yaourt sont mentionnées dans le tableau XIX.

D'après Biatcho (2006) : Pour les produits très acides, les levures et moisissures pourront s'installer : sur le yaourt par exemple. Les levures peuvent aussi être néfastes. Certaines sont responsables de fermentations gazeuses dans les crèmes fermières et les caillés frais. La présence de levures à la surface des yaourts, fromages à pâte fraîche, crème et beurre sont l'indice d'une pollution qui déprécie l'aspect et le goût des produits.

La présence des levures dans le yaourt au cours du stockage est favorisée par la variation de la température et surtout son augmentation, car au cours de conservation et à l'approche de la DLC, le pH diminue ce qui rend le milieu défavorable aux germes à l'exception de levures qui le tolèrent. (Joffin, 2000)

III- Analyses organoleptiques

Les résultats des analyses organoleptiques de notre produits au cours de stockage à $T_1 = 6^\circ\text{C}$; $T_2 = T^\circ\text{C}$ ambiante ; $T_3 = 30^\circ\text{C}$ et $T_4 = 37^\circ\text{C}$ sont représentés dans le tableau XXI au dessous.

D'après les résultats obtenus du test d'appréciation de la qualité organoleptique nous constatons que :

L'aspect : est jugé très bon pour le yaourt réfrigéré ainsi que très bon à bon pour le yaourt stocké à T_2 ($^\circ\text{C}$), T_3 ($^\circ\text{C}$) et T_4 ($^\circ\text{C}$), ces résultats sont dû probablement à l'absence de sérum.

La viscosité : est jugée très bonne à bonne dans le cas du yaourt stocké à T_1 ($^\circ\text{C}$) et plus ou moins acceptable pour celui stocké à température ambiante et plus visqueux pour les yaourts conservés à l'étuve cela résulte par la mauvaise température de conservation ($T^\circ\text{C}$ favorable au métabolisme fermentaire).

Selon Larpent et Bourgeois (1996) : « les enzymes protéolytiques continuent à hydrolyser les protéines et peuvent ainsi entraîner une diminution de la viscosité ou la rigidité du gel »

Le goût : pour le yaourt stocké à T_1 ($^\circ\text{C}$) a présenté un très bon goût jusqu'à J21, au cours de J28 et J35 le yaourt présente un bon goût, par contre le yaourt

stocké à T_2 (°C) a présenté un très bon goût à J1 et un bon goût à J7, au cours des autres jours un défaut est apparu (goût acide et certaine amertume).

Tableau XXI : Résultats des analyses organoleptiques du yaourt Light au cours du stockage à différentes température

Temps (jours)	T°C de stockage	Aspect	Viscosité	Goût	Odeur
J0	T_1 (6°C)	1	1	1	1
J7	T_1 (6°C)	1	1	1	1
	T_2 (T amb °C)	1	1	2	2
	T_3 (30°C)	1	1	2	2
	T_4 (37°C)	1	1	2	2
J14	T_1 (6°C)	1	1	1	1
	T_2 (T amb °C)	1	2	3	3
	T_3 (30°C)	1	2	3	3
	T_4 (37°C)	1	2	3	3
J21	T_1 (6°C)	1	2	1	1
	T_2 (T amb °C)	2	3	3	3
	T_3 (30°C)	2	3	3	3
	T_4 (37°C)	2	4	4	3
J28	T_1 (6°C)	1	2	2	1
	T_2 (T amb °C)	2	3	4	4
	T_3 (30°C)	2	4	4	4
	T_4 (37°C)	2	3	4	4
J35	T_1 (6°C)	1	2	2	2
	T_2 (T amb °C)	2	3	4	4
	T_3 (30°C)	2	4	4	4
	T_4 (37°C)	2	4	4	4

- 1 : Très bon
 2 : Bon
 3 : Moyen
 4 : Médiocre

Selon Loones (1994) : « L'amertume est provoquée par des souches à activité protéolytique trop forte (production des peptides amers).

Ainsi, pour les échantillons conservés à l'étuve ($T_4 = 37^\circ\text{C}$), il y a abaissement de goût du sucre, cela est dû à l'augmentation de l'acidité qui camoufle le sucre du yaourt selon Paci Kora (2004), yaourt plus visqueux est perçu moins sucré.

L'odeur : en ce qui concerne l'odeur est jugée très bonne à bonne durant toute la durée de stockage pour le yaourt réfrigéré et elle est plus ou moins acceptable pour le yaourt stocké à T_2 ($^\circ\text{C}$).

Pour les échantillons non réfrigérés, il y a augmentation de l'acidité à partir de 7^{ème} jours qui provoque le changement de goût du produit ; ceci est dû à l'activité microbienne qui n'est pas inhibée totalement. Selon Apfelbaum et al., (2004) : les deux bactéries lactiques du yaourts (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*) doivent êtreensemencées simultanément et se trouvent vivantes dans le produit fini, ces deux bactéries produisent l'acide lactique ce qui augmente l'acidité .

Et au cours de la conservation; il est à noter que nous ne remarquons pas de modifications telles que le gonflement des pots, l'apparition d'odeur désagréable ou une mauvaise consistance; ou encore une mauvaise texture, cela s'explique par le bon emballage (soudure des pots) et par l'absence des germes de détérioration malgré la température est trop élevée cela peut être dû à l'absence du sucre dans le yaourt (Light) qui aboutit à un milieu défavorable à ces germes (Levures et les moisissures).

III-1- Analyses organoleptiques du yaourt après sa commercialisation à la wilaya de Tamanghasset

Tableau XXII : Résultats des analyses organoleptiques du yaourt Light après sa commercialisation à la wilaya de Tamanghasset

	Aspect	Viscosité	Goût	Odeur
Résultats	2	2	2	2

D'après les résultats obtenus du test d'appréciation de la qualité organoleptique du yaourt au niveau de la wilaya de Tamanghasset nous constatons que :

- L'aspect est jugé bon ;
- La viscosité est jugée bonne ;
- Un bon goût
- L'odeur est jugée bonne

En général, le produit est conforme aux valeurs préconisé par la norme de commercialisation, donc il est consommable.

Discussion générale

A partir des résultats du tableau VI, concernant les analyses physico-chimiques de la poudre de lait, nous remarquons que les teneurs des paramètres (Acidité, EST, H%, MG) sont conformes aux valeurs préconisées par la norme exigées par AFNOR (1986).

Ces résultats sont dus selon Hempen (2003) aux bonnes conditions de fabrication, de transport et de stockage ainsi que l'hygiène, qui peuvent avoir un effet positif sur la qualité de la poudre de lait.

La présence de la MG accroît les risques d'oxydation et de rancissement très légèrement au cours de la conservation et surtout lorsque les boîtes sont ouvertes, ce qui a été confirmé par Keilling et Dewilde, (1986)

Concernant l'humidité avec un taux de 6%, elle peut engendrer des transformations rapides accompagnant les cristallisations du lactose, prise en masse, acidification, brunissement, diminution de la solubilité, mauvaise odeur (Tremoliere et al., 1984)

A partir des résultats du tableau VII, nous remarquons que l'eau de process a un pH voisin de la neutralité (pH=7,55) avec un caractère plus ou moins alcalin.

En effet, l'acidité de l'eau provoque une corrosion des tuyauteries métalliques conduisant à une augmentation des concentrations de certaines substances métalliques, et la basicité de l'eau entraîne un dépôt de calcaire dans les canalisations et aussi une diminution de l'efficacité du processus de désinfection au chlore. (Claisse et al., 2006)

Le TA et le TAC sont de 0°F et 25°F respectivement, donc ils sont conformes aux normes du JORA, cela s'explique par le fait que cette eau appartient à une eau naturelle sans traitement.

Pour le TH, la valeur trouvée est de 15 °F, qui est conforme aux normes, cela s'explique par l'efficacité de l'adoucissement.

Selon Potelon et Zysmank (1998) ; la composition des eaux de sources en sels minéraux dépend de la nature du matériel géologique par le quel les eaux souterraines se déplacent à travers les roches (roches calcaires, magnésium), et les sols sédimentaires qui peuvent absorber un éventail de composé tel que la Mg^{++} , Ca^{++} .

Les résultats de l'analyse physico-chimiques de l'aspartame montrent que la température est de 20°C, ce qui conformes aux conditions tolérées et indique que le sucre est bien conservé, cela évitera sa détérioration par des microorganismes (Levures et moisissures).

Pour l'humidité, la valeur trouvée est de 2,70%, ce qui révèle un bon stockage de cette matière, permettant ainsi d'éviter l'activité enzymatique des germes.

L'analyse physicochimique des échantillons à leur réception et avant d'être acheminé vers la conservation montre qu'il s'agit d'un produit dont les constituants et paramètres sont conformes aux normes, ce qui explique par :

- La qualité de la matière première (poudre de lait, ferments...)
- Les traitements du lait, les procédés utilisés et la conduite des différentes phases de préparation.
- La sélection des cultures et la technique de fermentation.
- Le respect du cahier de charges.

D'après les résultats des analyses physicochimiques effectuées sur le yaourt Light aromatisé stocké à différentes températures (6°C, ambiante, 30°C et 37°C) durant les 35 jours de conservation apparaîtront sous forme d'une courbe décroissante, nous pouvons fragmenter les courbes représentées dans la figure n° 22 en deux phases : une phase d'abaissement de pH des différents échantillons analysés par la suite une légère stabilité du pH en deuxième phase

Pour les résultats d'analyse des échantillons stockés à 6°C sont conformes aux normes exigées par le JORA de [4,7 à 4,29].

Nous commençons par le jour 0 où le pH mètre indique la valeur 4,7 qui est la valeur maximale par la suite au cours des jours de conservation, nous remarquons qu'il y a abaissement significatif du pH jusqu'à atteindre la valeur 4,29 au jour 14, cette diminution de pH s'explique selon Brulé (2003) par l'activité microbienne qui n'est pas inhibée totalement si ainsi que l'acide lactique et encore produit à partir de lactose ce qui abaisse légèrement le pH.

En suite, nous observons qu'il y a une stabilité de pH de jour 14 au jour 35 et cette stabilité s'explique par le fait que les bactéries lactiques entre dans la phase stationnaire selon la courbe de croissance microbienne.

Par contre pour les résultats d'analyse des échantillons stockés à T°C amb, 30°C et 37°C, le pH dépasse les normes :

T°C ambiante : le pH varie de 4,7 jusqu'à 4,05 comme valeur minimale qui n'appartient pas aux valeurs de la norme.

T°C = 30°C : le pH varie de 4,7 jusqu'à 3,98 comme valeur minimale qui n'appartient pas aux valeurs de la norme.

T°C = 37°C : le pH varie de 4,7 jusqu'à 3,92 comme valeur minimale qui est en dessous de la norme. Donc en général, le pH dépasse les normes, selon Béal C. et Sodini I., (2003) cela est dû au dépassement de la date limite de consommation qui a provoqué la production d'acide lactique en partie et qui se traduit par l'abaissement du pH d'un part et d'autre part par l'augmentation de T°C de conservation donc le non respect de la chaîne de froid.

D'après les résultats des analyses physicochimiques effectuées sur le yaourt Light aromatisé stocké à différentes températures (6°C, ambiante, 30°C et 37°C) durant toute la durée de stockage (35 jours), nous remarquons une augmentation progressive d'acidité titrable pour les différents échantillons analysés donc nous pouvons dire que les courbes de l'acidité représenté dans la figure n°23 en une tendance croissant durant toute la période d'analyse.

Selon Beal et Sodini, (2003) : la diminution de pH a favorisé l'activité des ferments lactiques qui se traduit par la production en masse d'acide lactique.

Pour les résultats d'analyse de l'acidité des échantillons stocké à 6°C sont conformes aux normes exigée par le JORA de 100 jusqu'à 75 comme une valeur minimale. « La teneur en acide lactique doit être au moins 0,7g/L à la vente du yaourt » (Elizabeth, 2008),

Nous commençons par le jour 0 où l'acidité est de 75 °D qui est la valeur minimal par la suite au cours des jours nous remarquons qu'il y a accroissement significative de l'acidité car selon la FAO(2000) : le maintien des yaourts au froid n'arrête pas complètement l'activité métabolique bactérienne, bien que lente, la production d'acide lactique.

Cette augmentation due à la dégradation du lactose par les bactéries lactiques, qui aboutit principalement à la production d'acide lactique responsable de cette acidification du yaourt, bien que ce dernier conserver à basse Température.

Par contre pour les résultats des analyses de l'acidité des échantillons stockés à T°C amb, 30°C et 37°C, l'acidité dépasse les normes et sa est due selon Lonnes (1994) « Acidité trop forte, est la conséquence d'une conservation à température trop élevée).

T°C amb : l'acidité varie de [75°D -121°D] donc à partir de jour 7 l'acidité dépasse les valeurs préconisées par la norme.

T°C = 30°C : l'acidité varie de [75°D-129°D] donc a partir de jour 7 toutes les valeurs ne correspond pas aux valeurs préconisées par la norme.

T°C = 37°C : l'acidité varie de [75°D-128°D] donc toutes les valeurs à partir du jour 7 ne correspond pas aux valeurs préconisées par la norme.

Les résultats des analyses de l'EST montrent une baisse de ces valeurs qui serait probablement due à la protéolyse par les enzymes protéases qui hydrolysent les caséines en constituant plus petits (polypeptides, peptides et acides aminés) impliquant ainsi la diminution de la matière sèche totale (Lorient D. et Philippe C., 1998)

D'après le tableau XI, nous remarquons que les résultats sont conformes aux normes signalé par la laiterie Trèfle et donc le produit est consommable cela s'explique par les bonnes conditions du transport ,du stockage et du vente.

D'après Biatcho (2006) : « Le yaourt au moment de la vente au consommateur ne doit pas contenir moins de 0,8g d'acide lactique pour 100g de lait»

Les résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait au niveau de l'unité trèfle montrent que les échantillons examinés, répondent aux normes fixés par la législation nationale du journal officiel de la république Algérienne.

Nous constatons une absence totale des germes, ce qui indique que notre poudre de lait est de bonne qualité microbiologique et que les conditions de transport (du pays d'origine, au part et jusqu'à l'usine, de conservation et de stockage sont satisfaisantes.

Selon François et *al.*, (1986), la poudre de lait doit avoir un goût agréable, une bonne salubrité, une bonne qualité hygiénique et une bonne conservation de la valeur nutritionnelle.

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process sont conformes aux normes, ce qui indique une absence totale des germes d'indice de contamination fécale (*Coliforme totaux et fécaux* et *Streptocoque fécaux*), des germes pathogènes (*anaérobies Sulfitoréducteur*) et saprophytes (FAM).

Ces résultats sont dus au fait que cette eau avant son arrivé au niveau du robinet à subit des traitements tels que la pré-chloration, la filtration sur charbon actif, l'adoucissement, la désinfection par UV, ainsi le contrôle quotidien de l'eau pour détecter toute défaillance et le rectifier.

Selon Larpent (1991), l'eau de reconstitution présente une grande proportion dans la composition du lait donc elle doit être de bonne qualité bactériologique, dépourvue de pesticides, et débarrassée de sels de chaux et de magnésium afin d'éviter l'entartage des appareils et des conduites, avec une pureté chimique satisfaisante, dépourvue d'ions métalliques.

Les résultats microbiologiques représentés dans le tableau XIV, montrent que l'aspartame entrant dans la fabrication du yaourt répond aux normes indiquées dans le JORA par l'absence totales des germes saprophytes ou pathogènes, cela s'explique par le bon traitement de ces ingrédients lors de leur fabrication, les bonnes conditions de stockage telle que la température, l'aération, et l'humidité, et une bonne manipulation lors de l'analyse microbiologique, ce qui a été confirmé par Auclair et Richard (1986), que l'humidité élevée dans un lieu de stockage favorise d'une part l'activité métabolique surtout dans le milieu riche en sucre ou en lactose ce qui va déclencher la réaction de Maillard et d'autre part la prolifération des germes saprophytes contaminatrices surtout les levures et les moisissures pouvant détériorer le produit.

D'après ces résultats, nous remarquons une absence totale des germes pathogènes (*coliformes totaux et fécaux*, *salmonella*, *Staphylococcus aureus*),

d'après Hermier, (1992) : la présence dans les produits laitiers de ces germes, causerait des nocivités au consommateur.

Ainsi, *Staphylococcus aureus* peut produire des entéro-toxines dont l'ingestion provoque des vomissements, souvent accompagnés de diarrhée. *Salmonella* peut provoquer les mêmes symptômes caractéristiques d'une toxi-infection alimentaire.

Nous remarquons également une absence des germes témoignant la contamination fécale (*Coliformes fécaux*), selon Beerens et Luquet (1987) : la présence des *Coliformes totaux et fécaux* dans le produit fini, indiquerait une faute hygiénique révélant soit la mauvaise qualité des matières premières ou l'insalubrité des matériels utilisés pour la fabrication.

Ainsi que l'absence des levures et moisissures que selon Joffin (2000) : la présence de ces germes provoque une pollution microbienne du produit qui se traduit par un défaut d'aspect des yaourts, et par l'apparition de mauvais goûts, de même *Geotrichum Candidum* peut devenir un agent d'altération (défaut de texture et de goût)

Les résultats de l'analyse microbiologique du produit fini à 6°C montrent l'absence totale de tous les germes pathogènes ou d'altération recherchés : coliformes, *Staphylococcus aureus*, salmonelles, levures et moisissures et même après une semaine de la date limite de consommation (J35) se qui indique que le produit présente une bonne qualité microbiologique.

Les résultats de l'analyses microbiologiques du produit fini à différents températures T°C amb, 30 °C et 37°C montrent l'absence totale de tous les germes pathogènes ou d'altération recherchés : coliformes, *Staphylococcus aureus*, salmonelles, levures et moisissures et même après une semaine de la DLC (J35) ; se qui indique que le produit présente une bonne qualité microbiologique.

Ces résultats confirment .

- L'utilisation d'une matière première de bonne qualité hygiénique.
- Les bonnes conditions opératoires lors de fabrication du yaourt.
- Les bonnes conditions de stockage dans des chambres froides à température adéquate +6°C à +4°C et selon Spinnler, (2004).

Aussi, au cours de toute la durée de conservation du yaourt étuvé Light, nous n'avons pas observé des anomalies telles que le gonflement des pots, dégagement d'odeurs désagréables même a température de conservation est égale 37°C ,qui s'expliquent par l'absence totale de germes de détérioration et d'altération vue le traitement thermique qu'avait subit le produit lors de sa fabrication.et même une absences des levures et moisissures qui aiment l'acidité ;cela s'explique par le fait que les matériaux d'emballage utilisée résistent a l'acidité et évitent la perte d'arôme, sont imperméable a l'oxygène ce qui empêche la croissance des levures et des moisissures pendant la conservation(Beal et Sodini,2003) .

Le froid a pour effet de ralentir les réactions enzymatiques et chimiques, et par conséquent de ralentir aussi la multiplication et le métabolisme des micro-organismes. (Guiraud, 1998)

Les yaourts ont une conservation relativement longue par rapport à d'autres produits frais car le pH acide inhibe la croissance des autres bactéries. (Figarella et al., 2001)

D'après les résultats obtenus dans le tableau XX, nous pouvons dire qu'il y a absence totale de tous les germes recherchés, nous pouvons interpréter ces résultats par le fait qu'il n'y a pas eu de coupure de la chaîne de froid dans le camion frigorifique donc la commercialisation de yaourt Light de Blida à Tamanghasset est conforme aux normes signalées par le trèfle avec un respect de la chaîne de froid, en fin nous pouvons dire que le produit est consommable et sa qualité est satisfaisante.

D'après Doris Nko Sadi Blatcho (2006) : Pour les produits très acides, les levures et moisissures pourront s'installer : sur le yaourt par exemple. Les levures peuvent aussi être néfastes. Certaines sont responsables de fermentations gazeuses dans les crèmes fermières et les caillés frais. La présence de levures à la surface des yaourts, fromages à pâte fraîche, crème et beurre sont l'indice d'une pollution qui déprécie l'aspect et le goût des produits.

La présence des levures dans le yaourt au cours du stockage est favorisée par la variation de la température et surtout son augmentation, car au cours de conservation et à l'approche de la DLC, le pH diminue ce qui rend le milieu défavorable aux germes à l'exception de levures qui le tolèrent. (Joffin, 2000)

D'après les résultats obtenus du test d'appréciation de la qualité organoleptique nous constatons que :

L'aspect : est jugé très bon ; bon pour le yaourt réfrigéré ainsi que pour yaourt stocké à T°C amb, 30°C et 37°C, ces résultats sont dus à l'absence de sérum.

La viscosité : est jugée très bonne à bonne dans le cas du yaourt stocké à 6°C et plus ou moins acceptable pour celui stocké à température ambiante et plus visqueux pour les yaourts conservés à l'étuve cela résulte par la mauvaise température de conservation T°C favorable au métabolisme fermentaire.

Selon Larpent et Bourgeois (1996) : « les enzymes protéolytiques continuent à hydrolyser les protéines et peuvent ainsi entraîner une diminution de la viscosité ou la rigidité du gel »

Le goût : pour le yaourt stocké à 6°C a présenté un très bon goût jusqu'à J21, au cours de J28 et J35 le yaourt présente un bon goût, par contre le yaourt stocké à T°C ambiante a présenté un très bon goût à J1 et un bon goût à J7, au cours des autres jours un défaut est apparu (goût acide et certaine amertume).

Selon Loones (1994) : « L'amertume est provoquée par des souches à activité protéolytique trop forte (production des peptides amers).

Ainsi, pour les échantillons conservés à l'étuve (37°C) il y a abaissement de goût du sucre, cela est dû à l'augmentation de l'acidité qui camoufle le sucre du yaourt. Selon (Paci Kora, 2004), yaourt plus visqueux est perçu moins sucré.

L'odeur : en ce qui concerne l'odeur est jugée très bonne, bonne durant toute la durée de stockage pour le yaourt réfrigéré et elle est plus ou moins acceptable pour le yaourt stocké à T°C ambiante.

Pour les échantillons non réfrigérés, il y a augmentation de l'acidité à partir de 7^{ème} jours qui provoque le changement de goût du produit ; ceci est dûe a l'activité microbienne qui n'est pas inhibée totalement .selon Apfelbaum et al., 2004), les deux bactéries lactiques du yaourts (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*) doivent êtreensemencées simultanément et se trouvent vivantes dans le produit fini, ces deux bactéries produisent l'acide lactique ce qui augmente l'acidité .

Et au cours de la conservation ;il est à noter que nous ne remarquons pas de modifications telles que le gonflement des pots ,l'apparition d'odeur désagréable ou une mauvaise consistance ; ou encore une mauvaise texture, cela s'explique par le bon emballage (soudure des pots) et par l'absence des germes de détérioration malgré la température est trop élevée cela peut être dû a l'absence du sucre dans le yaourt (Light) qui aboutit a un milieu défavorable a ces germes(levures et les moisissures).

L'inhibition de la croissance microbienne peut être obtenue en appliquant des conditions de température, de pH et d'activité de l'eau défavorables. Elle peut aussi être obtenue en introduisant dans l'aliment des substances chimiques appelées conservateurs dont l'utilisation est soumise à une réglementation stricte. (Leveau JY.et al., 1998)

En général, nous pouvons interpréter ces résultats par la présence d'un fort conservateur non motionné sur l'étiquetage du produit.

D'après les résultats obtenus du test d'appréciation de la qualité organoleptique de yaourt au niveau de la wilaya de Tamanghasset nous constatons que :

L'aspect est jugé bon ; la viscosité est jugée bonne ; un bon goût et l'odeur est jugée bonne donc en général, le produit est conforme aux normes de consommation.

Conclusion

Le présent travail a porté sur le suivi de l'évolution d'un yaourt diététique « Trèfle », durant sa conservation à différentes températures T_1 (°C), T_2 (°C), T_3 (°C), T_4 (°C). Le suivi s'est prolongé de la fabrication du produit jusqu'à une semaine après sa date limite de consommation après avoir eu la certitude sur l'innocuité de nos matières premières.

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que :

Les propriétés microbiologiques des yaourts conservés à différentes températures sont conformes aux normes en vigueur et montrent une absence totale des germes pathogènes et des germes d'indication de contamination fécale. Ainsi, la stabilité de la qualité microbiologique jusqu'à la date limite de consommation et même au-delà d'une semaine est prouvée.

L'appréciation des paramètres physicochimiques, nous a permis de constater :

Une baisse de pH accompagnée d'une augmentation de l'acidité pour tous les produits non réfrigérés conservés à T_2 (°C), T_3 (°C), T_4 (°C); ceci est expliqué par la température élevée, car celle-ci est favorable à l'activité des bactéries lactiques et par conséquent l'acidification du milieu peut altérer la qualité marchande et commerciale du produit.

Une légère variation de l'extrait sec due probablement à l'activité protéolytique est observée pendant les 35 jours de conservation.

Les produits conservés à T_1 (°C) montrent que les résultats sont satisfaisants sur le plan réglementaire durant toute la durée de conservation.

Le respect de la chaîne de froid est très important pour la qualité commerciale d'un produit ; pour cela nous sommes intéressés au suivi de la qualité de ce yaourt dans la wilaya de Tamanghasset pour voir est-ce qu'il y a respect ou non de la chaîne de froid ?

D'après les résultats retrouvés, nous avons conclu que : le produit était toujours consommable jusqu'à la date limite de consommation.

Au terme de notre investigation, nous pouvons dire que le choix de la température de conservation des yaourts à $T_1 = 6^\circ\text{C}$ n'est pas au hasard, car cette température permet au yaourt de préserver sa qualité microbiologique, physicochimique et organoleptique pendant un mois.

D'après nos expériences et avec nos résultats obtenus nous pouvons confirmer les résultats obtenus par les chercheurs en 1974 (Lusiani et Bianchi) qui limite le temps de conservation du yaourt à environ un mois à condition que la chaîne de froid soit maintenue.

Comme perspective, il serait à notre avis intéressant de continuer cette étude en faisant le suivi de l'évolution des ferments lactiques. Il serait également souhaitable d'étudier à haute et basse température et de voir la stabilité de l'aspartame et l'influence de la dose des édulcorants sur la viabilité des ferments lactiques et sur la santé humaine.

Table de matière

Remerciement

Dédicaces

Résumés

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....	01
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I : Généralités sur le lait fermenté	
I-1 Définitions de lait fermenté.....	03
I-2 Caractéristiques des laits fermentés.....	03
I-3 Les différents types de laits fermentés.....	04
I-4 Le yaourt.....	05
I-4-1 Définition	05
I-4- 2 Différents types de yaourt.....	05
➤ Yaourt ferme (dit aussi en pot, étuvé ou traditionnel)	05
➤ Yaourt brassé	06
➤ Yaourt à boire.....	06
I-4- 3 Intérêt nutritionnelle et thérapeutique du yaourt.....	06
I-4-3-1 Valeur nutritionnelle	06
I-4-3-2 Valeur thérapeutique.....	06
▪ Amélioration de l'absorption du lactose.....	06
▪ Amélioration de la digestibilité des protéines	07
▪ Amélioration de la digestibilité des matières grasses.....	07
▪ Activités antimicrobiennes.....	07
▪ Stimulation de système immunitaire.....	07
I-4-4 Diagramme de la fabrication des yaourts	07
I-5 Le yaourt étuvé light	09
I-5-1 Définition	09
I-5-2 Technologie de fabrication du yaourt étuvé Light.....	09
I-5-3 Les étapes de fabrication du yaourt étuvé light.....	10
I-5-3-1 Préparation du lait	10
I-5-3-2 Traitement thermique	10
I-5-3-3 Homogénéisation.....	10
I-5-3-4 Ensemencement	10
I-5-3-5 Conditionnement en pots.....	11
I-5-3-6 Etuvage	11
• La température	11
• La durée d'incubation.....	11
I-5-3-7 Refroidissement	11
I-5-3-8 Conservation.....	11
I-5-3-9 Commercialisation.....	12
I-4 Ingrédients	12
1-Eau de procès.....	12
2-Poudre de lait.....	12
3 -Sucre et édulcorants.....	13
4 -L'arôme	13

5- Ferments lactiques	13
I-5 Composition d'un pot de yaourt Light	13
I-6 Les édulcorants.....	14
I-6-1 Définition	14
I-6-2 Classification des édulcorants.....	14
I-6-2-1 Les édulcorants nutritifs	14
I-6-2-2 Les édulcorants intenses non nutritifs (artificiels)	14
I-6-2-2-1 L'aspartame.....	15
I-6-2-2-2 Acésulfame-K (E950).....	15
I-6-3 Interaction entre les édulcorants.....	15
I-6-4 Diagramme de la fabrication du yaourt étuvé light	16

Chapitre II : Conservation de lait fermenté

II-1- Conservation des laits fermentés.....	17
II-1-1 Conservation par fermentation.....	17
a) pH.....	17
b) Eau oxygénée.....	17
c) Les germes.....	17
II-1-2 Conservation par le froid.....	17
II -3 Stabilité d'un Yaourt	18
II -3-1 Base de la Stabilité biologique.....	18
II -3-2 Base de la Stabilité physico-chimique.....	18
II -4 Contrôle de la qualité de produit fini.....	18
II -4-1 Contrôle de la qualité microbiologique	18
II -4-2 Contrôle de qualité physicochimique.....	19
II -4-3 Contrôle de la qualité organoleptique.....	19
II -5 Contamination du yaourt	19
II -6 Stockage et commercialisation.....	20

ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériels et méthodes

Présentation de l'entreprise Tréfle.....	21
Objectifs du travail.....	23
I- Matériel.....	24
A-Eléments contrôlés	23
B-Verreries.....	24
C-Appareillages.....	24
I-1 Echantillonnage	24
1. Eau de procès.....	24
2. Poudre de lait et sucre.....	25
3. Produit fini.....	25
3.1 Conservation du produit fini	25
II-Méthodes d'analyses	26
II-1- Analyses physicochimiques.....	26
II-1.1.Eau de procès	27

▪ Mode opératoire.....	27
▪ Détermination de pH	27
▪ Définition	27
1. Détermination de l'alcalinité (TA, TAC) de l'eau de procès	27
▪ Définition	27
▪ Principe	27
▪ Mode opératoire.....	27
➤ Détermination du TA (titre alcalimétrique).....	27
▪ Expression des résultats	27
➤ Détermination de TAC (titre alcalimétrique compte).....	28
▪ Expression des résultats	28
➤ Titre hydrométrique (TH).....	28
▪ Définition	28
▪ Principe.....	28
▪ Mode opératoire.....	28
▪ Expression des résultats	28
2. Dosage de chlorure (Cl ⁻).....	29
▪ Principe	29
▪ Mode opératoire.....	29
▪ Expression des résultats.....	29
3. Dosage de chlore libre (Cl ₂) (Méthode par comparateur palinest)	30
▪ Principe	30
▪ Mode opératoire	28
▪ Expression des résultats	29
II-1-2 La poudre de lait, sucre, produit fini.....	29
1. Détermination de pH.....	29
2. Détermination de la l'acidité titrable (la poudre de lait, produit fini).....	29
▪ Principe	29
▪ Mode opératoire	30
▪ Expression des résultats	30
3. Détermination de l'extrait sec total (la poudre de lait, produit fini).....	30
▪ Principe	30
▪ Mode opératoire.....	30
▪ Expression du résultat	30
4. Détermination de la matière grasse	31
▪ Principe	31
▪ Mode opératoire	31
➤ Cas de la poudre de lait	31
➤ Cas du yaourt.....	31
▪ Expression du résultat :.....	32
5. Détermination du taux d'humidité (la poudre et le sucre)	32
▪ Mode opératoire.....	32
II-2- Analyses microbiologiques	33
II-2-1- L'eau de procès	34
1- Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux à 22° C	
2- et à 37°C.....	34
▪ Principe.....	34
▪ Mode opératoire.....	34

▪ Incubation.....	34
▪ Lecture.....	34
▪ Dénombrement	34
2- Recherche et dénombrement des <i>Coliformes totaux et fécaux</i>	36
▪ Principe	36
▪ Mode opératoire	36
▪ Test de présomption.....	36
▪ Lecture	36
▪ Test de confirmation ou test de Mac Kenzie	37
▪ Incubation	37
▪ Lecture	37
3- Recherche et dénombrement des Streptocoque Fécaux à 37° C	40
▪ Principe	40
▪ Mode opératoire.....	40
▪ Test de présomption	40
▪ Incubation	40
▪ Lecture	40
▪ Test de confirmation	40
▪ Incubation	40
▪ Lecture	40
4- Recherche et dénombrement des spores Anaérobies Sulfitoréducteur.....	43
▪ Principe	43
▪ Mode opératoire	43
▪ Incubation	43
▪ Lecture	43
II-2-2- La poudre de lait, sucre, produit fini.....	45
A- Préparation de la solution mère.....	45
B- Préparation des dilutions décimales.....	45
1- Recherche et dénombrement des germes <i>aérobies mésophiles totaux</i>	46
▪ Mode opératoire.....	46
▪ Principe.....	46
▪ Lecture.....	46
▪ Dénombrement.....	46
2- Recherche et dénombrement des <i>coliformes totaux et fécaux</i>	48
▪ Principe	48
▪ Mode opératoire	48
▪ Lecture et interprétation	48
3- Recherche et dénombrement de <i>Clostridium Sulfitoréducteur (CRS)</i>	50
▪ Milieu de culture utilises	50
▪ Mode opératoire	50
▪ Incubation	50
▪ Lecture	50
▪ Expression des résultats	50
4- Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	52
▪ Principe	52
▪ Mode opératoire	52

▪ Incubation	52
▪ Lecture et interprétation	52
5- Recherche et dénombrement des <i>salmonelles</i>	54
▪ Principe.....	54
1 ^{er} Jour : Pré enrichissement.....	54
2 ^{ème} Jour : Enrichissement primaire.....	54
3 ^{ème} Jour : Enrichissement secondaire et Isolement.....	54
4 ^{ème} Jour : Lecture et interprétation.....	54
6- Recherche et dénombrement des levures et moisissures	56
▪ Principe.....	56
▪ Lecture.....	56
▪ Dénombrement.....	56
II-3- Analyses organoleptiques de yaourt.....	58
Chapitre II : Résultats et discussions	
I- Analyses physicochimiques.....	59
I-1- Matières premières	59
I-1-1- Poudre de lait	59
I-1-2- Eau de procès.....	59
I-1-3- Sucre (édulcorants).....	60
I-2- Produit fini	60
I-2-1- Au moment de la production (J0).....	60
I-2-2- Au cours de la conservation.....	61
➤ pH.....	62
➤ Acidité.....	62
➤ EST.....	64
➤ MG.....	65
I-2-3- Analyses physicochimiques du yaourt après leur commercialisation à la wilaya de Tamanghasset.....	65
II- Analyses microbiologiques.....	66
II-1- Matière première.....	66
II-1-1- Poudre de lait	66
II-1-2- Eau de procès	66
II-1-3- Sucre (édulcorants).....	67
II-2- Produit fini	68
II-2-1- Au moment de la production (J0).....	68
II-2-2- Après la conservation.....	68
II-2-3- Analyses microbiologiques du yaourt après leur commercialisation à la wilaya de Tamanghasset.....	71
III- Analyses organoleptiques.....	73
III-1- Analyses organoleptiques du yaourt après leur commercialisation à la wilaya de Tamanghasset.....	74
Discussion générale	75
Conclusion générale	82
Références bibliographiques	
Annexes	
Table de matière	

Références bibliographiques

1. **A.I.E., 2009** : Association Internationale pour les Edulcorants ; « *Acésulfame K(950)* » ; August 2009 ; p1-2 ; [Consulté en Mars 2011] ; http://www.Acesulfame_K_FR.pdf
2. **Accolas, 1979** : « *Les levains lactiques thermophiles, propriétés et comportement en technologie du lait* » ; tome 4 ; p 487- 524.
3. **Adolfsson O., Meyadani SN., Russell RM., 2004** : « *Yogurt and gut function* » ; p80.
4. **AFNOR, 1986** : Association française de normalisation ; Recueil des normes françaises, contrôle de la qualité des produits laitiers ; 3^{ème} édition ; AFNOR-ITSV ; Paris, p 1030.
5. **AFNOR, 2001** : Association française de normalisation ; Recueil des normes françaises, contrôle de la qualité des produits laitiers, NF V 04 - 600, Paris.
6. **Tahir Seid Ali, 2010** : « *Suivi de la stabilité microbiologique et physicochimique du yaourt fruité de Trèfle* » ; mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention d'un diplôme d'ingénieur d'état en Biologie ; promotion 2009 – 2010 ; département de Biologie ; université Saad Dahleb de Blida.
7. **Alias et Linden, 1997** : « *Biochimie alimentaire* » ; 4^{ème} édition ; paris ; Masson ; p284.
8. **ANIA, 2004** : « *La chaîne de froid, du fabricant au consommateur* » ; l'Association Nationale des Industries Alimentaires.; Les résultats de l'audit réalisé par le CEMAGREF pour l'ANIA ; 28 janvier 2004 ; [consulté en mars 2011] ; http://www.CEMAGREF_691_docdossier.pdf
9. **Apfelbaum M., Romon M. et Dubus M., 2004** : « *Diététique et Nutrition* » ; 3^{ème} édition ; Masson ; Paris ; p405, p301- 310.
10. **Asseche, 1996** : « *La fabrication des yaourts* » ; Tec et Doc, Lavoisier, Paris ; p326
11. **Auclair et Richard, 1987** : « *Lait matière première de l'industrie laitière* » ; Edition INRA CEPIL ; Paris ; p298.
12. **Beal C. et Sodini I., 2003** : « *fabrication des yaourts et des laits fermentés* » ; technique de l'ingénieur ; F6315 ; traité agroalimentaire ; chapitre 11 ; Cultured milk products ; Suede ; Techno texte AB; p442.
13. **Beerens H. et Luquet, 1987** : « *Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et produits laitiers* » ; Technique et documentation ; Lavoisier ; APRIA : p144.
14. **Bonnefoy Caroline, Guillet Françoise, Guy Leyral, Evelyne Verne-Bourdais, 2002** : « *Microbiologie et qualité dans les industries agro-alimentaires* » ; p21.
15. **Boufouras Benallal Hadjar et Abdellah Ahlem, 2010** : « *Analyses de la situation alimentaire de la population Algérienne, le cas de la wilaya de Blida* » ; mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention d'un diplôme d'ingénieur d'état en Agronomie ; promotion 2009 – 2010 ; département des sciences Agronomiques; université Saad Dahleb de Blida.
16. **Bourgeois CM. et Larpent JP., 1996** : « *Microbiologie alimentaire 2 : les fermentations alimentaires* » ; 2^{ème} édition ; Technique et documentation ; Lavoisier (Paris).

17. **Bourgeois CM. et Leveau JP., 1991** : « *Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires 3* », le contrôle microbiologiques 2^{ème} édition, Tec et doc Lavoisier, Paris, p395.
18. **Bourgeois CM., Mexele NP. et Zucca J., 1996** : « *Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique de la sécurité et la qualité des aliments* » ; Tome 1 ; édition Lavoisier paris p 272 - 292.
19. **Brulé, 2003** : « *Impact de l'évolution des techniques de production et de transformation sur la qualité des produits laitiers* » ; chapitre 1 ; Edition technique et Documentation ; paris ; p5.
20. **Claisse JR., Brémaud C., Leulier F., 2006** : « *Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural* » ; p222.
21. **Craizet, 1998** : « *Additifs alimentaires* » ; Technique de l'ingénieur.
22. **Cross ML., Stevenson LM., Gill HS., 2001**: « *Anti-allergy properties of fermented foods an important immunoregulatory mechanism of lactic acid bacteria* »; p1.
23. **Decroissant H. et Luquet FM., 1994** : « *Les bactéries lactiques* »; volume : 2 ; édition Loriga -France.
24. **Biatcho Doris Nko Sadi, 2006** : « *Appréciation de la mise en œuvre de l'hygiène dans une laiterie artisanale de Dakar, Le Dirfel* » : de la récolte du lait à sa transformation en lait caillé dit « *SOW PUR* » ; Université Cheikh Anta Diop de Dakar ; Ecole inter-état des sciences et médecine vétérinaires (E.I.S.M.V.) ; Thèse (Diplôme d'état) ; [consulté en janvier 2011] ; <http://www.TD06-11.pdf>
25. **Doumandji A., 2009** : « *Notion de toxicologie* », édition INRAA ; volume 3 ; p71, 70
26. **Dupin, 1996** : « *Aliment, alimentation et santé* » ; Paris ; technique et documentation ; p200
27. **Elizabeth Vierling, 2008** : « *Aliments et boissons : filières et produits* », 3^{ème} Edition, Lavoisier, Paris ; p277 (15-33).
28. **FAO, 1995** : « *Le lait et les produits laitiers dans nutrition humaine* » ; p16.
29. **FAO/OMS, 2000** : « *Codex alimentaires* » volume 11 ; lait et produit laitiers ; Rome : commission du codex alimentaires.
30. **Figarella AJ., Leyral G., Terre TM., 2001** : « *Microbiologie générale et appliquée* » ; Jaque Lenor : p285.
31. **François M. Luquet FM., Yvette Bet Linezowski, 1986** : « *Lait et produits laitiers : Qualité, énergie et table de composition* » ; Tec et Doc ; Lavoisier ; Paris.
32. **Brulé Gérard, André Ayerbe, Catherine Béal P., 2003** : « *Evolutions technologiques au sein de la filière laitière: Impact sur la qualité des produits* » Annexe; Version du 25 Août 2003 ; p 47... [consulté en Décembre 2010] ; <http://www.annexeproduitslaitiers250803.pdf>
33. **Guiraud JP. et Rosec JP., 2004** : « *Pratique des normes en microbiologie alimentaire* » ; Paris; Afnor ; p 300.
34. **Guiraud JP., 1998** : « *Microbiologie alimentaire* » ; Tome II ; édition Dunod, Paris, p652.

35. **Guyot A., 1992** : « *Les produits laitiers, les bases de la production* »
36. **Hakmi Abdelatif, 1994** : « *Traitement de l'eau de source Bousefer ORAN* » ; Thèse de fin d'étude, p5-6.
37. **Hempen M., Unger F., Seck MT., Munstermann S., Zessin KH., 2003** : « *Quelques caractéristiques de la filière laitière informelle et l'hygiène du lait produit* » ; p156 -161
38. **Hermier et Accolas, 1990** : « *Techniques d'analyses et de contrôle dans les IAA* », Edition Apria, p589.
39. **Hermier J., Lenoir et Weber F., 1992** : « *Groupes microbiens d'intérêt laitier* » ; coordonné par J., édition CEPIL ; Paris.
40. **Heyman M., 2000**: « *Effect of lactic acid bacteria on diarrheal diseases* » ; p19.
41. **Hove H., Norgaard H. et Mortensen PB., 1999** : « *Lactic acid bacteria and the human gastro-intestinal tract* » ; p53.
42. **Jeantet R., Croguennec T., Schuck P., Brulé G., 2006** : « *Sciences des aliments : biochimie, microbiologie, procédés, produits* » ; volume 1 ; stabilisation biologique et physico-chimique ; Edition Tec et Doc, Lavoisier, Paris ; p383.
43. **Joffin C., 2000** : « *Microbiologie alimentaire* » ; 5^{ème} édition ; France ; CRDP ; d'aquitaine ; p 214
44. **JORA, 1998**: Journal Officiel de la République Algérienne ; Arrêté interministériel N°35 daté du 27 mai 1998 ; Critères microbiologiques des laits ; p8.
45. **Keilling et Dewilde, 1986** : « *Lait et les produits laitiers vaches, brebis, chèvre ; tome 3* » ; Edition Lavoisier ; p200.
46. **Lauze, 2002** : « *Guide pratique de gestion d'un établissement public local* ». Volume 2 ; p87.
47. **Le Journal de Carrefour, 2004** : « *Attention chaîne de froid* » ; Juillet/ Aout ; Comprendre et agir p17-20 ; numéro 06 ; [consulté en janvier 2011] ; <http://www.la-chaîne-du-froid.pdf>
48. **Lebres M., Azizi D. et Boudjellab B., 2004** : « *Manuelle de Travaux pratiques : cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments* » ; institue pasteurs d'Algérie.
49. **Lemoinier, 1989** : « *Microbiologie alimentaire* ; Tome II ; la formation alimentaire » ; Tec et Doc ; Edition Apria.
50. **Leveau Jean-Yves, Larpent Jean-Paul et Bouix Marielle, 1998** : « *Sécurité microbiologiques des procédés alimentaire* » ; F1120 ; © Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire.
51. **Leveau JY. et Bouix, 1993** : « *Microbiologie industrielle : les microorganismes d'intérêt industriel* » ; édition technique et documentation, Lavoisier, Conde sur Noiseau
52. **Leyral G., Vierling E., 2001** : « *Microbiologie et toxicologie des aliments : hygiène et sécurité alimentaire* » ; Edition CNDP d'aquitaine 3^{ème} édition ; p572.

- 53. Liane Patriarca, 2011 :** « *Il faut réévaluer les risques de l'aspartame* » ; Vous Santé Selon le chercheur Italien Morando Soffritti, l'édulcorant aurait des effets cancérigènes ; Libération Lundi 17 Janvier 2011 ; p30 ; [Consulté en Mars 2011] ; http://www.APM_LIBERATION_17-01-2011.pdf
- 54. Lonnes A., 1994 :** « *Laits fermentés par les bactéries lactiques* » ; In bactéries lactiques, Aspect fondamentaux et technologiques Volume 2, Edition Loriga ; Paris ; p 664.
- 55. Lorient Denis et Phillippe Cayot, 1998 :** « *Structures et technofonctions des protéines du lait* », p883-892.
- 56. Luquet FM. et Carrieu G., 2005 :** « *Bactéries lactiques et probiotiques* » ; Tec et doc Lavoisier ; Paris ; p445.
- 57. Luquet FM., 1986 :** « *Lait et produits laitiers ; vaches, Brebis, chèvres* » ; Tome III : qualité, énergie et table de composition ; Technique de Documentation Lavoisier, Paris
- 58. Luquet FM., Keilling J., Wilde R., 1990 :** « *Lait et produits laitiers, vache, Brebis, Chèvre* » ; Edition Tec et Doc ; Lavoisier ; Paris.
- 59. Lusiani G., Salvadori P. et Bianchi S., 1974 :** « *Evaluations microbiologiques sur le yaourt en rapport avec les temps et les températures de conservation* » ; LE LAIT / JANVIER-FEVRIER 1974 / N° 531-532 ; [consulté en février 2011] ; http://www.lait_54_1954_532
- 60. Magali Marchand, 2009 :** « *Les Edulcorants* » ; Diététicienne - Avril 2009 ; Marchand Maison de l'Association Belge du Diabète Wallonie Picarde - 04.2009. [Consulté en Mars 2011] ; <http://www.Les-edulcorants--04.2009.pdf>
- 61. Mahaut M., Jeantet R., Brulé G., Schuck P., 2002 :** « *Les laits fermentés, intérêt et technologies de la transformation* » ; Édition Tec et Doc ; Lavoisier, Paris.
- 62. Mahaut M., Jeantet R., Brulé G., Schuck P., 2000 :** « *Les produits industriels laitiers : produits fermentés et desserts lactés* » ; Edition Tec et doc, Lavoisier, Paris ; p194.
- 63. Multon JL., 1992 :** « *Additifs et auxiliaires de fabrication dans l'industrie agroalimentaire* » ; Edition Tec et Doc -Lavoisier ; Apira ; p169-178.
- 64. Multon JL., 2002 :** « *Les additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaires* » ; Lavoisier ; Technique de Documentation ; 3ème édition ; p493
- 65. Novo nordisk, 2007 :** « *Lire Les étiquettes* » ; Pratique Alimentation est réalisé en collaboration avec le club NovoDiet ; 26/02/2007 ; [Consulté en Mars 2011] ; http://www.Lire_les_etiquettes.pdf
- 66. Paci Kora, 2004 :** « *Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impact respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur ?* » Thèse de doctorat de l'institut national agronomique de Paris-Grignon, science des aliments, p 258
- 67. Potelon J. et Zysmank, 1998 :** « *Le guide des analyses de l'eau potable* », Edition : la lettre du cadre territorial .S.EPT ; p253.
- 68. Righi Mohamed, 2006 :** « *Microorganismes en action : le yaourt* », PISTES, FSE, Université Laval ; 2006 ; [consulté en Décembre 2010] ; <http://www.pistes.fse.ulaval.ca>

69. **Roissard et Luquet, 1993** : « *Les bactéries lactiques* » ; Lavoisier. Paris, p589.
70. **Romain J., Thomas C., Terre S. et Brulé G., 2006** : « Science des aliments : Biochimie, Microbiologie, Procédés, produits » ; V1 ; Stabilisation biologique et physico-chimique ; Edition Tec et Doc –Lavoisier ; p383.
71. **Schlienger JL., 1991** : « *Nutrition du praticien* » ; Expansion scientifique française p108.
72. **Scriban R., 1999** : « *Biotechnologie* » ; 5^{ème} édition ; Tec et Doc ; Lavoisier ; p1005.
73. **Spinneler HE., 2004** : « *Technologies de transformation des produits agro-alimentaires* » ; Edition, Doc 1170, volume F2.p15.
74. **Spinnler Henry-Éric, 1998** : « *Transformation et conservation des produits agroalimentaires* » ; F 3450 ; © Techniques de l'ingénieur, traité Agroalimentaire.
75. **Tamine et Robenson ; 2001** : « *Technologie du lait : constitution, récolte, traitement, transformation du lait* » ; 3^{ème} édition.
76. **Tremoliere J., Serville Y., Jacquot R. et Dupin H., 1984** : « *Manuel alimentation humaine* » ; tome 4, Edition ESF, p400.
77. **Veisseyere, 1975** : « *Technologie du lait* » ; 3^{ème} édition, paris la maison Resutuque, p714.
78. **Veringa, 1973** : « *Biochemical processus in the production of yoghourt* » ; les levains lactiques thermophiles, propriétés et comportement en technologie laitière ; p503.
79. **Vignola CL., Verge J. et Boutennier JL., 2002** : « *Science et technologie du lait, transformation du lait école polytechnique de Montréal* » ; Canada ; p443 - 469.
80. **World Newsletter, 2009** : « *Question sur les bactéries lactiques* » ; janvier/février 2009 ; n°5 – Danone; n° 30 ; [consulté en janvier 2011]; http://www.Qs_30.pdf

Annexe I

Réactifs d'analyses physicochimiques

Matière grasse

- Alcool iso amylique : masse volumique = $0,811 \pm 0,002$ g/L
- Acide sulfurique(H_2SO_4) : masse volumique = $1,820 \pm 0,005$ g/L

Acidité :

- Hydroxyde de sodium(NaOH) : solution sodique titré à $0,111$ mol/L
- Phénol phtaléine : solution alcoolique à 1%

PDF Create! 4 Trial
www.nuance.com

Annexe II

a) Compositions des milieux de cultures

D'après Beerens et Luquet (1987) dans le « guide pratique d'analyses microbiologique des laits et produits laitiers »

Désoxycholate Lactose Agar(DCLA)

- Peptone10g
- Lactose 10g
- Désoxycholate de sodium 1g
- Chlorure de sodium 5g
- Citrates de sodium 2g
- Agar..... 12g
- Rouge neutre..... 0,03g
- Eau distillé..... 1000 ml

PH = 7, 1± 0, 2



Plat count agar (PCA)

- Peptone5g
- Extrait de levure 2,5g
- Glucose..... 1g
- Eau distillée 1000 ml
- Autoclaver..... 20 mn à 120 °C

pH= 5,4



Gélose mannitol (Chapman)

- Extrait de viande..... 1g
- Peptone..... 10g
- Chlorure de sodium..... 5g
- Mannitol..... 10g
- Rouge de phénol 25 mg
- Gélose..... 15 mg
- Eau distillée 1000 ml

pH= 7,4



Bouillon lactose à la poudre de bromocrésol (BCPL)

- Peptone 5g
- Extrait de viande 3g
- Lactose 10 g
- Poudre de bromocrésol 25 g
- Eau distillée 1000 mL

pH = 7



Eva-litsky (Bouillon)

- Peptone 20 g
- Glucose..... 5 g
- Chlorure de sodium..... 5 g
- Phosphate dipotassique 2,7g
- Phosphamonomotassique..... 2,7 g
- Eau distillée 1000 mL

PH = 6,8 à 7



Bouillon au sélénite de sodium et la caséine (SFB)

- Peptone tryptine de caséine 5 g
- Cystéine 0,01 g
- Lactose 4 g
- Phosphate de sodium 10 g
- Sélénite de sodium 4 g
- Eau distillée..... 1000 mL

pH = 7



Gélose viande foie(VF)

- Extrait viande foie..... 30 g
- Glucose..... 2g
- Amidon 2 g
- Gélose..... 12 g

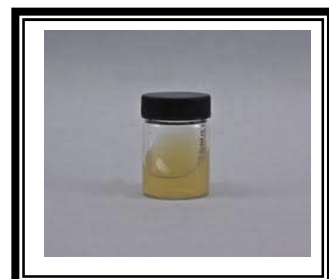
pH = 7,6



Milieu Sabouraud

- Peptone de viande 5g
- Peptone de caséine 5g
- Glucose..... 20 g
- Eau distillée..... 1000 mL

pH = 6,3



c)Table de MAC-GRADY

Nombre caractéristique	Nombre de Micro-organismes
000	0,0
001	0,3
010	0,3
011	0,6
020	0,6
100	0,4
101	0,7
102	1,1
110	0,7
111	1,1
120	1,1
121	1,5
130	1,6
200	0,9
201	1,4
202	2,0
210	1,5
211	2,0
212	3,0
220	2,0
221	3,0
222	3,5
223	4,0
230	3,0
231	3,5
232	4,0
300	2,5
301	4,0
302	6,5
310	4,5
311	7,5
312	11,5
313	16,0
320	9,5
321	15,0
322	20,0
323	30,0
330	25,0
331	45,0
332	110,0
333	140,0

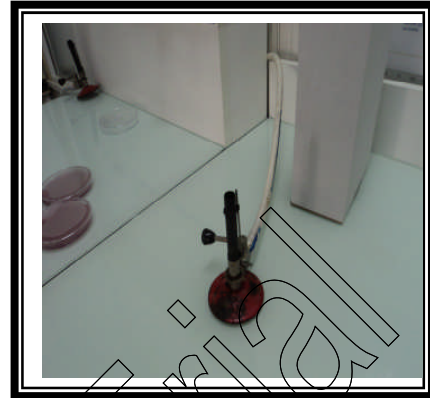
d) Table de NPP

1*50 mL	5*10mL	5*1mL	Nombre caractéristique	Limite d'inférieur	supérieur
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	10
1	4	5	43	15	120
1	5	0	24	8	75
1	5	1	35	12	1
1	5	2	54	18	140
1	5	3	92	27	220
1	5	4	160	39	450
1	5	5	240		

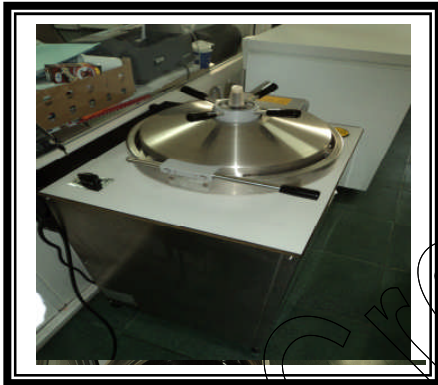
b) Matériels microbiologiques



Étuve d'incubation à 45°C



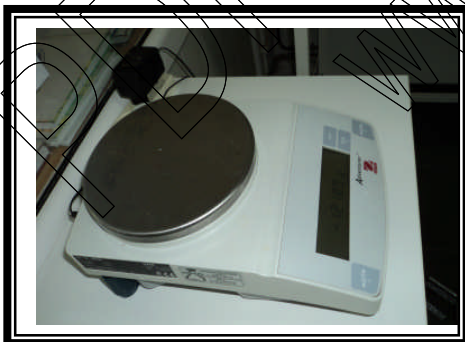
Bec benzène



Autoclave



Etuves d'incubation à 55°C



Balance



Etuve d'incubation à 37°C