

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE SAAD DAHLAB - BLIDA

FACULTE DES SCIENCES AGRO- VETERINAIRES

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Caractérisation physico-chimique, microbiologique et organoleptique d'un yaourt brassé enrichi à l'anis vert

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

D'un diplôme d'un Master Académique

Option : Nutrition et contrôle des aliments

Présenté par:

M^{lle} *D. Ai A. mal*

Date de soutenance

03/07/ 2013

Devant le jury composé de :

M ^r Kadri A	Maitre assistant A	USDB	Président de jury
M ^{me} Acheheb H.	Maitre de conférences B	USDB	Promotrice
M ^{me} Fernane S.	Maitre assistant B	USDB	Examinatrice
M ^{me} Abdellaoui Z	Maitre assistant A	USDB	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2012/2013

Remerciements

Tout d'abord je remercie الله عزوجل pour m'avoir guidée, pour m'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 m'ont aidé d'une façon ou d'un autre l'aboutissement de ce mémoire.

Me plus vifs remerciements iront à ma promotrice Mme Achehab H. Ikima maître de conférences B à l'université de Blida, pour avoir accepté de m'encadrer, pour m'avoir guidée, encouragée et pour ses précieux conseils et ses critiques qui m'ont aidés tout au long de ce travail.

Je tiens à remercier M^{me} Doumandji, maître de conférence A à l'université de Blida, pour m'avoir acceptée dans sa spécialité.

A M^r Kadri .A maître assistant A le président des jurys à l'université de Blida d'avoir accepté de présider notre mémoire, ainsi un grand merci pour les deux examinatrices Mme Fernane.S et Mme Abdellaoui.Z à l'université de Blida d'avoir d'accepté d'examiner notre mémoire.

J'exprime mes profond respect et chaleureux remerciements à tout le personnel de l'unité t ené et plus particulièrement à M^r Mâamar et pour la grande aide qu'il m'a porté, pour sa grande générosité, sa gentillesse ; et à M^r Briki Wahid qui par leur aide technique a contribué au bon déroulement de mes expérience.

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 (Alia, Nour) qui m'ont beaucoup soutenu

A l'adorable ferial ; Larine et Darana

A toute ma famille (mes oncles et tantes) ;

Aux personnes que j'aime et qui m'aiment

A mes amies (Rachana, Hanane,....).

AMAL

Résumé

Une approche intégrée microbiologique, physico-chimique et organoleptique a été mise en œuvre pour étudier la caractérisation d'un yaourt brassé enrichi à l'anis vert. Nous avons fait un suivi la stabilité de ce yaourt enrichi à l'anis vert au cours du stockage (3 semaine)

Les résultats des analyses physico-chimiques montrent une augmentation progressive de l'acidité allant de 72% jusqu'à 97 pour le yaourt enrichi avec de l'anis vert et une diminution progressive de pH de produit fini au cours de stockage allant de 4,40 jusqu'à 4,12.

Les résultats des analyses microbiologiques indiquent une absence totale des germes pathogènes (clostridium sulfite-réducteur, staphylococcus aureus, salmonelle), des germes de contamination fécale (coliformes fécaux) et des germes responsables d'altération, néanmoins la présence de la flore aérobie mésophile dans l'anis vert en faible taux (200 germes/ gramme) qui sont conforme aux normes établies. ICRA article n°35 daté le 27 Mai 1998.

Mots clés : yaourt brassé, anis vert, bactéries lactiques.

Summary

Microbiological, physicochemical and sensory integrated approach has been implemented to study the characterization of a stirred yoghurt made from anise. We have been tracking the development of lactic acid bacteria enriched with anise during storage yogurt (3 weeks).

The results of physico-chemical analyzes showed gradual increase acidity allant 72 to 97 for yogurt enriched with anise and a gradual decrease p.H fini au product during storage from 4.40 to 4,12.

The results of microbiological analyzes indicate no totale des pathogens (Clostridium sulphite-reducer, staphylococcus aureus, salmonella), the seeds of fecal contamination (fecal coliforms) and germs alteration, however, the presence of aerobic mesophilic flora in 'green anise low (200 CFU / gram) that are consistent with JORA article n°35 date 27 Mai 1993.

Keywords: stirred yoghurt, lime green, lactic acid bacteria.

ملخص

تم انجاز في هذه الدراسة نهج متكامل يضم التحاليل الميكروبيولوجية, الفيزيو كيميائية, والذوقية لدراسة خصائص والتي تتمثل في الياغورت الذي يحتوي على نبتة طبيعية اليانسون. لقد تم تتبع تطور خمائر اللبنية في الياغورت باليانسون خلال مدة تخزين (3 أسابيع).

أظهرت نتائج المزيانية والكيميائية ارتفاعا في الحموضة تصل إلى 72 حتى 97 لياغورت الغنى باليانسون وانخفاض في نسبة الحموضة للمنتوج النهائي خلال التخزين يصل 4.40 حتى 4.12.

التحاليل الميكروبيولوجية أظهرت غياب التام للبكتيريا الممرضة والبكتيريا المسببة للتلوث البرازي، ووجود نسبة قليلة ومتوافقة مع معايير الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية جورا 1998. من الجراثيم الهوائية الميزوفيلية.

الكلمات الجوهرية: الياغورت الممزوج، اليانسون، خمائر اللبنية.

Glossaire

Aérophagie : présence excessive d'air dans l'estomac, elle est le résultat des crises nerveuses donc elle est une distension du colon par un contenu gazeux très important et elle peut gonfler l'abdomen au point de devenir gênante, Ballonnement : distension abdominale provoquée par la présence des gaz.

Anéthol : l'anéthol est un composé organique de la famille des phénylpropènes. Il est parfois nommé p-propénylanisol, isoestrageol, camphre d'anis, ou huile d'anis

Carminatif : se dit des médicaments qui ont la propriété d'expulser les gaz intestinaux, est un aliment qui favorise l'expulsion des gaz résultant de la fermentation intestinale, tout en réduisant leur production.

Diurèse : la diurèse, plus précisément, est l'élimination urinaire dans son ensemble, en terme de quantité d'urine ou de composition de celle-ci. Le volume d'urine qui est sécrété par les reins, durant une période de temps donné.

Dyspepsie : trouble digestifs de l'estomac (perte d'appétit, nausée, brûlures gastrique, éructation, ballonnements). Et les trouble digestifs de l'intestin (ballonnement, gaz intestinaux, etc). Est une sensation de pesanteur, de « trop-plein » ou de ballonnement accompagné d'éructations, ou de douleur dans le haut du ventre qui survient pendant ou après les repas.

Expectorant : un expectorant est un médicament ou une herbe qui augmente l'expulsion du mucus de la trachée ou des bronches par de l'expectoration ou de la toux.

Halitose : l'halitose, dénommée haleine fétide, mais pour beaucoup de personnes elle est connue tout simplement sous le nom de « mauvais haleine ».bien qu'il s'agisse d'un problème de santé relativement mineur, la mauvaise haleine peut constituer une source de détresse et un réel handicap social.

Ivresse : l'ivresse (ou l'ébriété) correspond à un état d'exaltation correspondant à une excitation intellectuelle et physique, un trouble de l'humeur ou une incoordination des mouvements générales dû à une ingestion massive d'alcool (éthanol) ou d'une autre substance toxique, pouvant entraîner à terme une inconscience prolongée.

Otalgie : l'otalgie (du grec otalgie) désigne une douleur située au niveau de l'oreille. L'otalgie primaire trouve son origine dans l'oreille même, tandis que l'otalgie secondaire peut être liée à des causes extérieures à l'oreille, l'otalgie n'est donc pas toujours liée à une maladie de l'oreille telle qu'une otite.

Purgatif : est un remède qui a la propriété de purger, de nettoyer, de faciliter les évacuations intestinales, c'est le nom générique des médicaments qui déterminent des évacuations alvines.

Stomachique : Stomachiques ont pour fonction de stimuler et de régulariser les fonctions de l'estomac.

Stupéfiant : Adjectif désignant un médicament entraînant une sédation, analgésie (permettant de baisser le seuil de la douleur), ayant une action euphorisante, narcotique, provoquant progressivement une accoutumance et une toxicomanie.

Ténesme : est une tension douloureuse, au niveau de l'anus ou de la vessie, avec sensation de brûlure et envie constante d'aller à la selle ou d'uriner, cette tension apparaît avant ou après l'évacuation du rectum ou de la vessie.

Liste des figures

Figure n° 01 : Diagramme de fabrication des yaourts.....	8
Figure n°02 : Essai d'enrichissement de yaourt brassé à l'anis vert.....	22
Figure n° 03 : Technique de recherche et dénombrement des <i>germes aérobies mésophiles totaux</i> dans l'eau de process.....	33
Figure n°3_a : Technique de recherche et dénombrement des <i>coliformes totaux</i> et <i>fécaux</i> en milieu liquide dans l'eau de process.....	36
Figure N°3_b : Technique de recherche et dénombrement des <i>coliformes totaux</i> et <i>fécaux</i> en milieu liquide dans l'eau de process.....	37
Figure N°4_a : Technique de recherche et dénombrement des <i>Streptocoques fécaux</i> en milieu liquide dans l'eau de process.....	39
Figure N°4_b : Technique de recherche et dénombrement des <i>Streptocoques fécaux</i> en milieu liquide dans l'eau de process.....	40
Figure N°5 : Technique de recherche et dénombrement des Spores d'Anaérobies Sulfite réducteur dans l'eau de process.....	42
Figure N° 6 : Technique de préparation des dilutions décimales.....	43
Figure N°7 : Technique de recherche et dénombrement des <i>germes aérobies mésophiles totaux</i> (poudre de lait, Sucre).....	45
Figure N°8 : Technique de recherche et dénombrement des <i>coliformes totaux</i> et <i>fécaux</i> en milieu solide (poudre de lait, Sucre, yaourt).....	47
Figure N° 9 : Technique de recherche et dénombrement des <i>Clostridium Sulfite réducteur</i> dans (la poudre de lait, sucre, yaourt).....	49
Figure N°10 : Technique de recherche et dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i> (poudre de lait, Sucre, yaourt).....	51
Figure N°11 : Technique de recherche et dénombrement des <i>Salmonelles</i> ..	53
Figure N°12 : Technique de recherche et dénombrement des levures et moisissure (poudre de lait, sucre, yaourt).....	55
Figure N°13 Variation de l'extrait sec total en fonction des produits finis....	61

Figure N°14 : Variation de l'acidité titrable en fonction des produits finis....	62
Figure N°15: Variation du PH en fonction des produits finis.....	63
Figure N°16: Variation de la MG en fonction des produits finis.....	64
Figure N°17 : La variation de l'extrait sec totale des produits finis au cours de stockage.....	67
Figure N°18: La variation de l'acidité titrable des produits finis au cours de stockage.....	68
Figure N°19: La variation de pH des produits finis au cours de stockage.....	70
Figure N°20 : profil sensoriel des essais d'enrichissement du yaourt à l'anis vert.....	77

PDF Create! 4 Trial
 www.nuance.com

Liste des tableaux

Tableau N°1 : les différentes catégories de la poudre de lait.....	5
Tableau N°2 : composition moyenne d'un yaourt brassé (g/l).....	21
Tableau N°3 : Essai d'enrichissement en poudre d'anis du yaourt.....	21
Tableau N°4 : Les germes recherchés dans la poudre de lait, le sucre, l'anis vert, le produit fini et l'eau de process	31
Tableau N°5 : Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait.....	58
Tableau N°6 : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process.....	59
Tableau N°7 : Les résultats des analyses physico-chimiques de sucre.....	60
Tableau N°8 : Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre d'anis vert.....	60
Tableau N°9 : Teneur en extrait sec total des produits fini.....	61
Tableau N°10 : Teneur en acidité titrable des produits finis.....	62
Tableau N°11 : Valeur des PH des produits finis.....	63
Tableau N°12 : Teneur en la matière grasse des produits finis.....	64
Tableau N°13 : Variation de la matière grasse des produits finis au cours de stockage en (%).....	65
Tableau N°14 : La variation de la matière sèche des produits finis au cours de stockage en (%).....	66
Tableau N°15 : La variation de l'acidité des produits finis au cours de stockage en (L°).....	67
Tableau N°16 : La variation de pH des produits finis au cours de stockage...	69
Tableau N°17 : Les résultats d'analyses microbiologiques de la poudre de lait.....	70
Tableau N°18 : Résultats d'analyse microbiologique de l'eau de process...	71
Tableau N°19 : Résultats des analyses microbiologiques de sucre.....	72
Tableau N°20 : Résultats des analyses microbiologiques de l'anis vert.....	73
Tableau N°21 : résultats des analyses microbiologiques des produits finis .	74
Tableau N°22 : Les résultats des analyses microbiologiques des produits finis au cours de stockage.....	75
Tableau N°23 : Résultats de l'évaluation sensorielle de l'essai1 (5g/L).....	76

Tableau N°24 : Résultats de l'évaluation sensorielle de l'essai 2 (10 g/L)...76

Tableau N°25 : Résultats de l'évaluation sensorielle de l'essai 3 (15 g/L)...77

PDF Create! 4 Trial
www.nuance.com

Liste des abréviations

Abs : absence.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

C° : Degré Celsius.

D/ C : Double concentration.

D° : Degré Dornic.

DLC : Date Limite de Consommation.

EDTA : Ethylène Diamine Tétra- acétique.

EPI : Eau Peptonée présence d'Indole.

EST : Extrait Sec Total.

FAO: Foode and Agricultural Organisation.

°F : Degré français.

J : Jour.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

MB : masse blanche du yaourt

mn : minute.

ND : Non Déterminé.

NET : Noir Erichrome T.

NPP : Nombre le Plus Probable.

PH : Potentiel d'hydrogène.

SFB : Bouillon Sélénite Cystéine.

S/C : Simple concentration

TA : Titre Alcalimétrique.

TAC : Titre Alcalimétrique Complet.

TH : Titre Hydrométrique.

TSE : Tryptone Sel Eau.

UFC : Unité Formant Colonie.

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction..... 01

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralités sur le yaourt

I-1- Définition 02

I-2- Les différents types du yaourt..... 02

I-3- Intérêt nutritionnel et thérapeutique du yaourt..... 03

I-4- Technologie de fabrication du yaourt..... 04

Chapitre II : Les bactéries lactique

II-1- Définition..... 09

II-2- Classification des bactéries lactiques 09

II-3- Espèces bactériennes spécifiques du yaourt 10

II-4- Aptitude technologiques des bactéries lactiques 11

Chapitre III : l'Anis vert

III-1- Historique de l'anis 13

III-2- Description de l'anis 13

III-3- Composition chimique de l'anis 14

III-4- Les différents usages de l'anis 14

III-5- Les vertus de la graine d'anis..... 15

III-6- Les effets secondaires..... 17

ETUDE EXPERIMENTALE

Présentation de l'entreprise..... 18

Objectif du travail..... 18

Chapitre I : Matériels et méthodes

I- Matériel..... 18

I-1 Echantillonnage 19

I-1-1- Eau de process..... 19

I-1-2- Poudre de lait	20
I-1-3-Sucre et l'anis vert.....	20
I-1-4- Produit fini	20
II-Méthodes d'analyses	
II-1- Analyses physicochimiques.....	22
II-1-1 Eau de process	22
II-1-2- La poudre de lait, sucre, l'anis vert, produit fini.....	26
II-2- Analyses microbiologiques.....	30
II-2-1- L'eau de process	32
II-2-2- La poudre de lait, sucre, l'anis vert, produit fini.....	43
II-3- Analyses organoleptiques et sensorielle	56
II-4- Analyse statistique.....	57
Chapitre II : Résultats et discussions	
I- Résultats des analyses physicochimiques.....	58
I-1- Matières premières	58
I-2- Produits finis	60
II- Résultats des analyses microbiologiques.....	70
II-1- Matières premières	70
II-2- Produit fini	73
III-Résultats des analyses organoleptiques.....	76
Conclusion générale	78
Références bibliographiques	
Annexes	

PARTIE

BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION

PDF Creator Trial
www.nuance.com

Introduction

La croissante popularité de la consommation de yogourts est reliée à son aspect santé. En effet, le yogourt est une bonne source de nutriments (protéines, glucides, minéraux, vitamines) et est peu calorique (Beerens, 1987). De plus, plusieurs yogourts contiennent des bactéries probiotiques bénéfiques pour le système digestif.

La fermentation confère aux aliments une saveur et une texture qui 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. *Bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*) (Keilling et De Vrije, 1985).

Notre choix s'est porté sur cette plante puisqu'elle est bénéfique et elle évoque des vertus fascinantes envers l'organisme humain et animal, l'anis est utilisé pour parfumer les gâteaux et confiseries, il est considéré comme un expectorant doux, l'huile essentielle et les graines d'anis sont employées pour leurs propriétés stomachiques et stimulatrices d'hormone de lactation.

Le but de cette expérimentation est de formuler un produit laitier fermenté (yaourt crassé) enrichi avec l'anis vert pour améliorer sa valeur nutritionnelle et suivre l'effet de l'anis vert sur le produit au cours du stockage (3 semaine).

A partir de ce principe, notre recherche a porté sur plusieurs axes à savoir :

- Le contrôle physico-chimique et microbiologique de la matière première (eau de process, poudre de lait, le sucre, l'anis vert)
- Le contrôle physico-chimique et microbiologique de produit fini (yaourt enrichi en l'anis vert) au cours de stockage.
- La réalisation des analyses organoleptique des produits finis.

CHAPITRE I

LE YAOURT

I-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-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 rafraichissante 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 lui donne une viscosité inférieure d'environ 50% à celle obtenue par brassage mécanique. Il peut être nature ou aromatisé. (Carole, 2002).

I-3- Intérêt nutritionnels et thérapeutiques de yaourt

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**

L'absorption du yaourt permet d'améliorer la tolérance au lactose chez les sujets déficients en lactase; ceci est dû à une enzyme qui est la β galactosidase apportée par le yaourt et qui permet d'hydrolyser le lactose (M. niava et Aurillac, 1990).

➤ **Amélioration de la digestibilité des protéines**

Le yaourt est deux fois plus digeste que le lait avant fermentation et contient deux fois plus 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 soit peu élevée, il y a une augmentation significative de la teneur en acide gras libres dans le yaourt. De

plus, l'homogénéisation améliore la digestibilité en augmentant la surface des globules (*Vignola, 2002*).

➤ **Stimulation de système immunitaire**

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

➤ **Activité anti-tumorale**

Selon (*Adlfsson et al., 2004*) le yaourt présente une activité anti-tumorale grâce à un composé hydrosoluble qui inhibe la prolifération des cellules tumorales ; il s'agit d'un polysaccharide de poids moléculaire inférieur à 14000.

➤ **Activité antimicrobienne**

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

Le yaourt peut être un traitement efficace pour les enfants souffrant de diarrhée persistante ou chronique (*Martens, 1996*).

➤ **Amélioration anti-cholestérolémiant**

Plusieurs recherches sur la nutrition montrent que le yaourt maintient une cholestérolémie basse (*Luguel, 1985*).

I-4-Technologie de fabrication du yaourt

1. Ingrédients

1.1. Eau de process

Selon *Cuyot (1992)*, l'eau est la matière première de tous les types de produits laitiers reconstitués et recombinaison. Elle doit être une eau potable de bonne qualité, dépourvue de microorganismes pathogènes et d'un niveau de dureté acceptable.

1.2. Poudre de lait

Selon *Multon (1992)*, elle est obtenue à partir d'un lait déshydraté. Elle est caractérisée par un taux d'humidité maximale de 4%. La qualité hygiénique doit être excellente.

Selon la teneur en matière grasse on repartie les poudre de laits en trois catégories :

- 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 (tableau N°01).

Tableau N°01 : les différentes catégories de la poudre de lait.

Poudre de lait	Poudre de lait écrémé	Poudre de lait partiellement écrémé	Poudre de lait entier
MG	< 1,2%	1,2% < x < 2,5%	> 26%

(Pacikora, 2004).

X : La teneur de la poudre de lait en MG.

1.3. Le sucre

Il s'agit de sucre naturel de couleur blanche en cristaux.

Le principal sucre autorisé par les législations est le saccharose qui rend la consistance du yaourt plus lisse, plus fine, plus élastique et joue le rôle de fixateur d'arômes (Larpernt, 1989).

1.4. L'arôme

C'est l'ensemble des substances qui créent une sensation de goût agréable dans le produit. Les fruits sont des produits naturels conformes à la législation sur l'aromatization et la coloration du yaourt. Cependant, cet additif ne doit pas être alcoolisé. Les arômes de synthèse sont rajoutés à des doses très faibles, soit de l'ordre de 1/1000. En revanche, les arômes naturels sont rajoutés à des doses plus élevées de 0,05% à 0,2% ou 0,25% dans le produit fini (Multon, 1992).

1.5. Les ferments lactiques

Les critères de choix des souches reposent principalement sur les considérations technologiques recherchées par le fabricant. Les ferments lactiques les plus utilisés dans les yaourtières sont généralement les produits du « yalactal » 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)

2. Préparation et prétraitement du lait

2.1. L'évaporation

Le lait chaud arrive dans l'enceinte sous vide où 10 à 20% d'eau contenue dans le lait s'évapore. Ce pourcentage dépend de la teneur recherchée en matières sèche qui est de 1,5% à 3,0%, une partie de l'eau évaporée du produit est utilisée pour préchauffer le lait entrant (Beal et Sodini, 2001).

2.2. L'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).

Elle permet aussi d'augmenter la viscosité du yaourt et de réduire le phénomène d'exsudation de sérum pendant le stockage de yaourt ferme.

En fin, elle confère un aspect plus blanc au lait et par conséquent du yaourt (Beal et Sodini, 2001).

2.3. La pasteurisation

Le tout premier du traitement thermique est d'assurer l'innocuité du produit suite à la destruction des microorganismes pathogènes et indésirables ainsi qu'à l'inactivation des enzymes telles que la lipase responsable de l'oxydation des lipides (Walstra et al., 2006). L'application de chaleur peut également influencer la coloration (réaction de Maillard) et le goût du produit fini (goût de cuit) en fonction de sa sévérité (temps de retenue et température utilisée). Contrairement au lait de consommation, la fabrication de yogourt requiert un traitement thermique sévère (>75 °C) ce qui va dénaturer irréversiblement plus de 99 % des protéines sériques (Tamine et Robinson, 1999).

En général, le traitement thermique oscille entre 80 et 98 C pour une durée variable de 20 s à 30 minutes (*Lucey, 2004*).

2.4. Le refroidissement du lait

Après la pasteurisation, le lait est refroidi, tout d'abord, dans la section de régénération et ensuite avec de l'eau, à la température d'ensemencement souhaitée.

Le but de refroidissement est de passer rapidement à 40°-45°C à 4°C afin de bloquer le plus rapidement possible les activités métaboliques et enzymatiques et délimiter les problèmes de post-acidification. Le refroidissement est initié lorsque la teneur en acide lactique atteint 0,5 à 1% de telle sorte que l'acidité finale du produit refroidi ne dépasse pas 1,2 à 1,4%, sa durée est généralement comprise entre 30 minutes et 1 Heure (*Beal et Sodini, 2001*).

2.5. La fermentation (L'ensemencement)

Selon *Mahaut et al. 2000*, c'est l'incubation de deux germes spécifiques du yaourt : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* dans le rapport : *Streptococcus/ lactobacillus* : 1,2 à 2/1 (pour le yaourt nature) jusqu'à 10/1 (pour les yaourts aux fruits).

L'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 cet caillé peut être trop important (risque de texture granuleuse et d'une acidification trop rapide) (*Roissard et Luquet, 1993*).

Selon *Vignola (2002)*, il existe certains paramètres à respecter lors de l'ajout des ferments lactiques : la température du milieu, le taux d'incubation, la quantité du ferment, le pH du produit final et la vitesse d'acidification.

Selon *Mahaut et al. (2000)*, l'incubation est réalisée à des températures entre 42 et 45°C et dure entre 2h30 et 3h30. L'objectif de cette phase est d'atteindre une acidité de 70-80°C dans le cas de yaourt étuvé et de 100 à 120°C dans le cas de yaourt brassé.

Selon *Luquet (1985)*, l'incubation dépend de plusieurs facteurs :

- L'activité de la culture.
- Le taux d'ensemencement.
- La vitesse de refroidissement.
- La pré-incubation éventuelle.

2.6. Arrêt de la fermentation ou réfrigération

Généralement la température de réfrigération est voisine de 4°C, le refroidissement sert à arrêter l'acidification en inhibant le développement des bactéries lactiques, lorsque l'acidité atteint un certain seuil (70-80°D) dans le cas des yaourts étuvés ; (100 à 120°D) dans le cas des yaourts brassés (Vignola, 2002).

Les yaourts brassés, de lait coagulé est brassé, puis refroidi dans un échangeur de température à plaques tubulaires ou même à surface raclée, car en tank, le refroidissement sera trop lent (Bourgeois et Larpent, 1993).

2.7. Conditionnement

Enfin, les yaourts, conditionnés dans des pots en verre ou en plastique, sont stockés en chambres froides à 4°C en passant au préalable dans des tunnels de refroidissement (Lucey, 2004). A ce stade ils sont prêts à être consommés. La durée limite de leur consommation est de 28 jours.

La figure 1 résume les étapes de fabrication des yaourts.

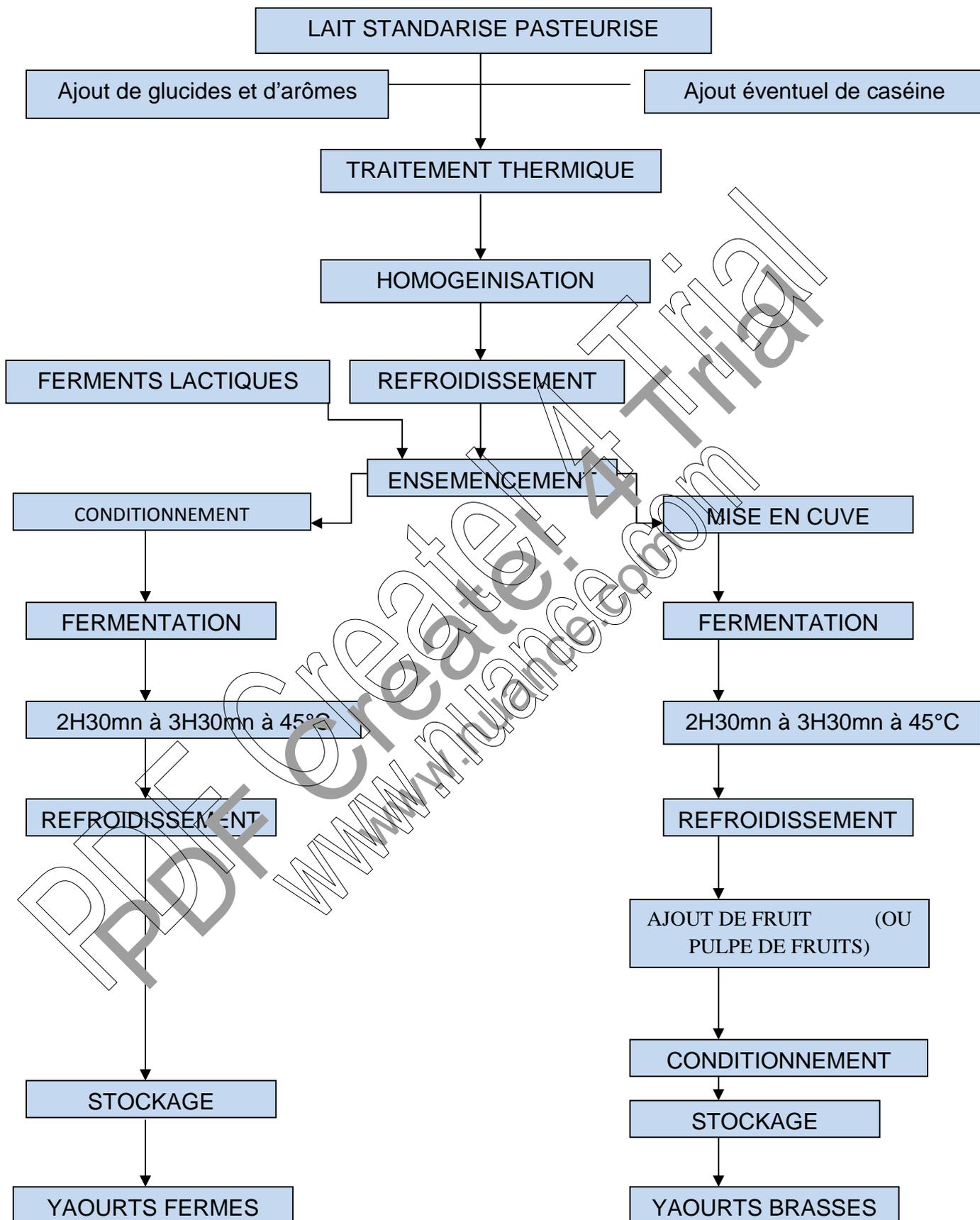


Figure N°01 : Diagramme de fabrication des yaourts (Luquet, 1990)

CHAPITRE II

LES BACTERIES

LACTIQUES

II -1- Définition

Les ferments lactiques constituent un ensemble des microorganismes qui sont regroupés sous le terme de « bactéries lactiques », permettant l'acidification du lait par formation d'acide lactique.

Certaines sont appelées homo-fermentaires, car elles produisent uniquement de l'acide lactique à 80% à partir du sucre, les autres sont hétéro-fermentaires et forment autres que l'acide lactique de nombreuses acides : acétate, propionate ainsi que l'éthanol et du CO₂ (Tamime et Robinson, 1999).

La description des microorganismes se base entre autre, sur leurs caractéristiques morphologiques, mais qui comprend aussi l'arrangement, la coloration de gram, l'encapsulation et la sporulation et les besoins de croissance des microorganismes appelés besoins physiques (Vignola, 2002).

II-2-Classification des bactéries lactiques

La classification sépare le monde bactérien en 35 groupes. Les bactéries lactiques se retrouvent dans les groupes 17 (coques Gram positives), groupes 19 (bâtonnets réguliers Gram positifs, non sporulant) et groupes 20 (bâtonnets irréguliers Gram positifs non sporulant). Parmi les 11 genres bactériens qu'on peut considérer comme des bactéries lactiques, seuls les genres : *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* sont communément employés dans la fermentation lactique des produits laitiers en Amérique du nord.

Le genre *Lactobacillus*, se distingue de trois autres par une forme allongée, facilement observable au microscope.

Le genre *Streptococcus*, *Lactococcus* et *Leuconostoc* ont des formes rondes. *Streptococcus* présente la particularité d'aptitude à croître à 45°C. *Lactococcus* et *Leuconostoc* se différencient par leur type de fermentation : la première produit presque exclusivement de l'acide lactique à partir des sucres, tandis que *Leuconostoc* produit une quantité appréciable d'acide acétique ou d'éthanol (Cerning et al., 1990)

Les ferments contiennent généralement un mélange de plusieurs souches ou de plusieurs espèces et sont donc des « culture mixtes »

Les différentes espèces de bactéries lactiques se distinguent par leurs températures optimales de croissance. Les ferments lactiques du genre

Lactococcus et *Leuconostoc* sont dits mésophiles, c'est-à-dire que leur croissance optimale se situe entre 25° et 35 °.

Un certain nombre de cultures de *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* et également les bifidobactéries sont appelées thermophiles, car leur température optimale de croissance se situe entre 37° et 47°C (Vignola, 2002).

II -3-Espèces bactériennes spécifique au yaourt

A- *Streptococcus thermophilus*

1- Morphologie

Streptococcus thermophilus se présente sous forme de cellules sphériques ou ovoïdes, de diamètre compris entre 0,7µm et 0,9µm, isolée en paires diplocoques ou groupée en chaînes, cette espèce est Gram positive et catalase négative (Larpen, 1989).

2- Habitat

Sc. Thermophilus isolée à partir de différentes sources laitières. Elles sont saprophytes, retrouvée aussi bien dans l'eau que dans l'air ou la sol, l'activité de certaines d'entre elles a même permis des applications industrielles (fermentation lactique) (Obre, 1983).

3- Caractères cultureux

Cette espèce est thermorésistante (résiste à 60-65°C pendant 30 minute) avec une température de croissance comprise entre 19° et 52°C (Terre, 1986). *Sc. thermophilus* présente une forte sensibilité au NaCl (2 à 4% de NaCl) (Novel, 1993).

Nettement moins acidifiante que les Lactobacilles, ils produisent généralement de 0,5 à 0,6% d'acide lactique (pH voisin de 5,2) (Anonyme, 2008).

4- Caractères biochimiques

Streptococcus thermophilus est halotolérant (2 à 4% de NaCl) et homofermentaire et dégrade principalement le lactose et le saccharose, mais hydrolyse aussi le fructose et le glucose (Deroissart et Luquet, 1994).

B- Lactobacillus bulgaricus

1- Morphologie

Cette espèce se présente sous forme de courts bâtonnets lorsque la culture est jeune et elle présente des ramifications lorsqu'il s'agit d'une culture âgée. *Lactobacillus bulgaricus* présente des granules métachromatiques colorées en bleu de méthylène (*Larpent, 1989*).

2- Habitat

Très répandues dans la nature, les lactobacilles sont également des hôtes habituels des cavités naturelles de l'homme. Leur pouvoir pathogène est pratiquement nul.

Appartiennent aux ferments lactiques et à ce titre interviennent dans l'industrie laitière (*Obre, 1983*).

3- Caractères culturaux

Lactobacillus bulgaricus est Gram positif, catalase négative et homofermentaire, elle présente une bonne croissance dans un milieu à pH compris entre 4,5 et 6,4 (*Larpent et al., 1997*). Cette bactérie est thermorésistante (60°C/90mn et 65°C/30mn) avec une température optimale de croissance située entre 37° et 42°C (*Larpent, 1989*).

Elle préfère une atmosphère enrichie en CO₂ sur milieu solide, les colonies apparaissent en 24 à 48 heures, sous forme de colonies opaques, lisses, blanchâtre de 0,5 à 1mm de diamètre (*Obre, 1983*).

4- Caractères biochimiques

Lactobacillus bulgaricus est catalase négative, oxydase négative, nitrate réductase négative, gélatine négative, homofermentaire, produit l'isomère D(-) de l'acide lactique (*Obre, 1983*).

II-4- Aptitudes technologiques des bactéries lactiques

Les ferments lactiques sont responsables des modifications qui peuvent se voir dans les produits laitiers au niveau de l'apparence, l'odeur, la consistance ou la texture :

- **Aptitude acidifiante** : l'acidification résulte de la dégradation du lactose en acide lactique et aboutit à une forte diminution du pH. Cette production d'acide lactique est une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologie laitière. Car cet acide organique permet de conserver la

matière sèche du lait, en intervenant comme coagulant et antimicrobien. (Leveau et al., 1998)

Sc. thermophilus et *Lb. Bulgaricus* n'utilisent que la fabrication glucose du lactose, le galactose est excrété de la cellule lors de la fermentation (Vignola, 2002).

- **Aptitude protéolytique** : les bactéries lactiques exigent plusieurs acides aminés pour leur croissance, alors qu'il n'y a que très peu d'acide aminé ou de peptides libres dans le lait, c'est pourquoi il est préconisé un traitement thermique du lait afin de libérer ces acides aminés (Lulliard et al., 1996).

Les bactéries lactiques restent les seules de mettre en jeu des systèmes complexes d'enzymes protéolytiques et de transport d'acides aminés ou peptides produits pouvant croître à leur maximum (Guiraud, 1998). Le métabolisme d'hydrolyse des protéines affecte non seulement la croissance des cellules mais également la saveur parce qu'une accumulation des peptides peut provoquer de l'amertume (Vignola, 2002).

- **Aptitude aromatisant** : les bactéries lactiques jouent un rôle important sur les propriétés organoleptiques du produit dans les quel elles se développent, cela est dû aux composés organiques qu'elles s'écrètent par transformation du milieu (Leveau et al. 1998).

Dans le cas du lait, le citrate joue un rôle essentiel à partir de ce composé les bactéries lactiques produisent le diacétyle, l'acétaldéhyde, l'acétate et le dioxyde de carbone qui sont les principaux responsables de l'arôme des produits laitiers fermentés (Vignola., 2002 ; Luquet., 1986).

- **Activité lipolytique** : Comme la plupart des micro-organismes, les bactéries lactiques possèdent ces types d'activités. L'équipement lipolytique est de nature endocellulaire.

Les études effectuées sur quelques souches de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Sc. thermophilus* mettent en évidence des activités très faibles, les lactocoques et les leuconostocs étant en général, un peu plus actifs.

Une étude réalisée sur 14 souches de Lactobacilles a montré que les enzymes impliqués dans l'activité estérasique sont également de nature endocellulaire (*Lenoire et al., 1994*).

PDF Create! 4 Trial
www.nuance.com

CHAPITRE III

L'ANIS VERT

III-1- Historique de l'anis

Les plantes médicinales depuis l'antiquité ont été le réservoir de la médecine populaire. Mais l'époque contemporaine avec le développement des méthodes d'investigation scientifiques a permis de mieux connaître leur mécanisme d'action (Ferdinand, 2001).

Dans l'Égypte antique l'anis vert a servi d'épice, de plante médicinale, voire de plante alimentaire. L'anis est nommé parmi les plantes qui ont été cultivées pendant l'antiquité, comme au moyen d'âge (Babulka, 2004).

L'anis, la plante universellement appréciée, son histoire semble commencer avec celle de l'homme, il est fort employé par les égyptiens dans le but exclusivement thérapeutique notamment pour soigner des cardiopathies, les sémites l'auraient utilisé en outre dans des rites sacrés (Vignoli et Morel, 1969).

L'anis compte 150 espèces à travers l'Europe et Afrique, il a son origine dans la partie orientale du bassin méditerranéen, au moyen orient et en Égypte c'est une plante qui ne se trouve à l'état sauvage que dans certaines îles de la mer Égée, sa culture fut introduite en Toscane par les romains au moyen âge. En 1812, Charlemagne ordonna sa culture dans le domaine impérial (Babulka, 2004).

L'anis est cultivée en France méridionale, en Espagne en Italie, à Malte en Turquie, en Russie méridionale et dans le nord de l'Inde (Babulka, 2004). Les graines de cette ombellifère aromatique figurent parmi les « semences chaudes » de l'officine du temps passé, avec le fenouil, le cumin et le carvi. (Bardeau, 2009).

III-2- Description de l'anis

Classification botanique

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Apiales

Famille : Apiaceae



Pimpinella anisum



graine d'anis vert

L'espèce **Pimpinella anisium L.**, est une plante annuelle dans le climat montagnard de l'Asie centrale (Gilly, 2005).

L'anis vert est une herbacée haute de 50cm à 80cm, elle est la semence d'une ombellifère originaire d'Afrique et d'Asie, le fruit de cette plante est verdâtre ovoïde, strié, pubescent, son odeur est très pénétrante et aromatique, d'une saveur piquante légèrement sucrée (Hureaux, 1855).

La plante de l'anis cultivée est composée de feuille à folioles ovales, divisées en lanières étroites, analogues à celle du persil et de la cigüe fleurs blanches groupée en ombelles de huit à quinze rayons, ses graines sont ovoïde lisses, vert grisâtre (Bardeau 2009). Chaque fleur donne naissance à un fruit ou diakène en forme de petite poire de 4 millimètres de longueur (Max, 2008).

III-3- Composition chimique de l'anis vert

Selon (Bruneton, 1993), la graine d'anis contient des polysaccharides, des lipides (15 à 20%), des flavonoïdes, un glucoside de l'acide p-hydrox benzoïque et 2 à 3% d'huile essentielle dont le taraxarone est le composé dominant 80%, avec les traces de cis-anéthol. Puis on a 10% méthyle chavicol, de nombreux di-carbures, terpéniques, limonène, alpha et bêta pinène, Mycènes, sabinène...etc, dont certain composant s'oxydant à la lumière et à l'air, qui donne des corps toxiques : acide anisique (Gilly, 2005).

III-4- Les différents usages de l'anis

❖ En usage alimentaire

En Europe, l'anis est utilisé pour parfumer les gâteaux et confiseries. sa saveur aromatique et douce est très appréciée des populations méditerranéennes, l'essence d'anis est utilisé dans la préparation de l'anisette et apéritif (Max, 2008).

Il fut et est toujours très employé en cuisine de moyen orient, son utilisation culinaire a traversé les frontières et il est à l'honneur dans tous les pays d'Europe Les feuilles crues et finement hachées s'incorporent aux salades, aux légumes, et aux crudités aussi les graines moulues s'ajoutent aux soupes

et aux sauces, biscuits, pains, et les fleurs et les feuilles moins parfumées que les graines s'ajoutent aux desserts et aux salades de fruits. (Zaid, 1998).

❖ En médecine

Le fruit d'anis vert est l'un des médicaments les plus anciens, son huile essentielle est employée dans l'industrie pharmaceutique car elle est considérée comme un expectorant doux, efficace pour soigner la toux, comme il sert à masquer le goût amer de certains médicaments, en Inde il y a une coutume de mâcher des graines d'anis à fin de faciliter la digestion et donner une bonne haleine est toujours très répondeur (Max, 2008).

En médecine vétérinaire l'huile essentielle et les graines d'anis vert sont employées pour leurs propriétés stomachiques et stimulantes pour augmenter la production de lait chez la vache et la saveur du lait (Bardeau, 2009).

L'anis vert aide à la production des globules blancs ce qui, en fait un a tout précieux du système immunitaire elle est dans ce cadre un tonique apprécié (Fuinel, 2003).

On associe l'anis vert avec certains purgatifs pour neutraliser les coliques, la flatulence, ténésme, dans certains cas on mêle de l'anis aux pains légers ce qui veut dire qu'on le digère plus facilement (Trousseau, 1870).

❖ En beauté

Son célèbre parfum et sa douce saveur en font l'un des composants les plus réputés pour l'élaboration des produits et des soins bucco-dentaires, il entre dans la composition des dentifrices et des bains de bouche, utilisé pour améliorer la saveur de nombreuses spécialités pharmaceutique (Zaid, 1998).

III-5 Les vertus de la graine d'anis

L'anis vert est effectivement un tonique sexuel approprié à l'homme et à la femme, cette graine est utilisé pour la digestion car c'est un stimulant de tout le système digestif et ses sécrétions, recommandée en cas de ballonnement, affection de l'estomac et de foie, d'aérophagie, de coliques, de contraction nerveuse ou de migraine digestive. C'est là qu'on trouve son activité antispasmodique, une activité contre les insuffisance respiratoire et l'encombrement des vois respiratoires, comme la toux, l'asthme nerveux ou les branchies chroniques (Fuinel, 2003).

Pimpinella anisium L. a pour indications les trouble gastrique ainsi que la diurèse, en usage externe, il a servit dans les otalgies et les céphalées, dans l'halitose et sa stimulation de la lactogènes, aussi l'anis vert réduit en poudre fortifie l'estomac et elle a un effet carminatif (*verlag, 2004*).

Elle est conseillée pour augmenter la production et la sécrétion lactée ce qui peut rendre service aux femmes et les mamans qui veulent nourrir leurs bébés. Elle aide à la production des globules blancs ce qui en fait atout précieux du système immunitaire, elle est dans ce cadre un tonique apprécié (*Fuinel, 2003*).

L'anis est utilisé pour parfumer et corriger la mauvaise haleine et garder la jeunesse au visage et elle provoque une douce sueur. de tout temps a été réputé comme stomachique pour soigner les troubles digestifs, les dyspepsies, excellent tonique apéritif (*Nardo, 2010*).

L'essence d'anis est un antiseptique et bactéricide elle tue le bacille d'Eberth, le staphylocoque et le bacille diphtérique en 24H, le méningocoque en 1H (*Morel et Rochaix, 1925*), toutefois l'essence d'anis vert à forte dose est un poison nerveux, stupéfiant susceptible de provoquer l'ivresse, la paresthésie, un sommeil profond voir le coma, a eu la paralysie musculaire. La vente de l'essence est rigoureusement réglementée et contrôlée en France (*Bardeau, 2009*).

L'essence d'anis rentre dans la fabrication de nombreuses préparations pharmaceutiques, soit comme agent actif, soit comme aromatisant, notamment dans les dentifrices, poudre, sirop.... Etc (*Bardeau, 2009*).

Les graines d'anis rentrent aussi dans la fabrication de certaines pâtisseries et boulangeries ainsi que dans l'art culinaire pour relever le gout des soupes et des sauces (*Bardeau, 2009*).

Les vertus antispasmodiques de l'anis vert en font une plante indiquée pour soulager les règles douloureuses. L'huile essentielle d'anis vert aurait un effet « œstrogène-like », c'est-à-dire qu'il exerce une fonction hormonale similaire à celle des œstrogènes féminins. En conséquence l'anis vert possède des propriétés emménagogues (provoque ou régularise le flux menstruel) qui lui permettent d'être utilisée en cas d'aménorrhée ou d'oligo-aménorrhée, galactagogues (stimule la sécrétion lactée). Quand la ménopause arrive, la production naturelle des hormones est déséquilibrée.

En effet, les symptômes de la ménopause tels que les bouffées de chaleur, la fatigue, les troubles de l'humeur, sont dus à un déséquilibre hormonal. L'anis vert, grâce à ses propriétés « estrogène-like », va aider à diminuer ces désagréments, et en particulier les bouffées de chaleur (*Anonyme, 2012*).

III-6-Les effets secondaires

-Son utilisation est contre indiquée aux allergiques à l'anis ou à l'anéthol.
-Effet secondaire: occasionnellement, réaction allergiques de la peau, des voies respiratoires et du tractus gastro-intestinal.

-A doses fortes et prolongées, c'est un stupéfiant, elle ralentit la circulation, entraîne une parésie musculaire, une congestion cérébrale et des troubles d'absinthisme chronique (ivresse, tremblements, confusion mentale, convulsions). (*Anonyme, 2012*).

PARTIE

EXPERIMENTAL

CHAPITRE I

**MATÉRIEL ET
MÉTHODES**

Représentation de l'entreprise

Située à Ben Boulaide (Blida), dans la zone industrielle, l'entreprise « Trèfle » est créée en 1983, c'est 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.

L'entreprise « Trèfle » possède une organisation classique de type hiérarchique, avec une direction générale, reposant sur des structures opérationnelles, fondées sur le principe des différentes fonctions. En un laboratoire d'autocontrôle qui permet d'assurer une bonne production de produits avec le respect de normes et d'hygiène afin de présenter des produits de qualité répondants aux exigences de consommateurs.

Objectif du travail

Le but de notre travail est une élaboration et une étude de la qualité physico-chimique, microbiologique et organoleptique d'un yaourt brassé à base d'une plante médicinale L'ANIS VERT dont le nom scientifique est : *Pimpinella anisium*. Ce travail vise à réaliser une formulation d'un nouveau produit qui est le yaourt anisé, pour diversifier la gamme des yaourts et élargir le spectre d'utilisation de l'anis vert.

I- Matériel

a- Verreries

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

b- appareillages

- Pince stériles
- Bec bunzen
- Etuve d'incubations
- Réfrigérateurs pour stocker les milieux de cultures et les échantillons
- Four Pasteur
- Bain Marie
- Thermomètre approprié
- Centrifugeuse
- Butyromètre
- pH mètre
- Acidimètre
- Dessiccateur
- Densitomètre

d- milieux de cultures

- Gélose P.C .A
- Gélose viande foie (VF)
- Milieu GeollitiGant onie
- Eaux physiologiques à 9%

I-1- Échantillonnage

L'échantillonnage consiste à prélever les échantillons les plus représentatifs d'un lot du produit.

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

I-1-1- Les matières premières

I-1-1-1- 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-1-1-2- Poudre de lait

La poudre de lait est conditionnée dans des sacs en polyéthylène de 25kg doubles ou triples de sacs en papiers Kraft fermée hermétiquement. Les

Prélèvements ont été réalisés au hasard à partir des sacs. A l'aide d'un ciseau bien nettoyé à l'alcool, on ouvre le sac, puis on écarte à chaque fois la couche superficielle de poudre au moyen d'une spatule flambée et à l'aide d'une cuillère stérile à long manche, on prélève presque un gramme et on les recueillis dans un flacon stérile à large ouverture, et puis on ferme le flacon à l'aide d'un papier aluminium pour éviter le risque de contamination.

L'analyse microbiologique s'effectue juste après le prélèvement des échantillons, tandis que l'analyse physico-chimique se fait après quelques heures, et pour cela on doit protéger le contenu du flacon contre la lumière avec de papier aluminium.

I-1-1-3- Sucre et l'anis vert

Lechantillonnage de sucre, et l'anis vert doivent être effectués avec la même méthode que celle utilisée dans le cas de la poudre de lait.

I-1-2- Produit fini

A- Essai d'enrichissement du yaourt brassé à l'anis vert

1- Essai de formulation

1-1- Les ferments lactiques utilisés

Les ferments lactiques utilisés à la laiterie de trèfle sont spécifiques du yaourt brassé d'origine Danemark.

1-2- L'anis vert utilisés

Originnaire d'Asie (Syrie), il est importé par un fournisseur des épices asiatiques, les graines d'anis vert ont subi au niveau de laboratoire un séchage afin de réduire leur teneur en eau, dans une étuve à 110°C pendant 1h30.

1-3- Recette de base d'un yaourt brassé

Le tableau n°2 donne la composition moyenne d'un yaourt brassé selon le protocole trèfle

Tableau N°2 : composition moyenne d'un yaourt brassé (g/l)

	Poudre de lait 26% MG (g)	Eau (ml)	Sucre (g)	Ferment lactique (g)
Produit fini	135	830	100	0,6

Le tableau n°3 donne la composition des essais d'incorporation de la poudre d'anis vert à différentes doses.

Tableau N°3 : Essai d'enrichissement en poudre d'anis du yaourt

Ingrédient (g/l)	Témoin	Essai 1	Essai 2	Essai 3
Poudre de lait	135	130	125	120
Sucre	100	100	100	100
Eau	830	830	830	830
Ferment lactique	0.6	0.6	0.6	0.6
Poudre d'anis vert	0	5g/l	10g/l	15g/l

▪ Mode opératoire

- Préparer 4 séries des pots vide et stériles, chaque série contient 10 pots vides.

- A partir de bouteille de masse blanche (yaourt brassé), porter aseptiquement 100g de yaourt dans chaque pot préparé à cet usage.
- Numéroté les pots de la première série (témoin), et la 2^{ème} série par l'ajout 5g/l de l'anis vert et la 3^{ème} série par l'ajout 10g/l de l'anis vert et la 4^{ème} série par l'15g/l de l'anis vert.
- Mélanger doucement les produits des 3 séries pour permettre l'homogénéisation de l'anis vert avec le yaourt.
- Bien fermer les pots, et les mettre au stockage.



Figure N° 02: Essai d'enrichissement de yaourt brassé à l'anis vert

II - Méthodes d'analyses

II-1- Analyses physicochimiques

II-1-1- Eau de process

A- 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.

B-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).

$$\text{TA} = [\text{OH}^-] + 1/2 [\text{CO}_3^{2-}]$$

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).

$$\text{TAC} = [\text{OH}^-] + 1/2 [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]$$

▪ 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 milliequivalent 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 erlen meyer 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

B- 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 AgNO_3 (0,1N) qui servi au titrage.

0,9 : volume d' AgNO_3 (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.

C- Dosage de chlore libre (Cl_2) (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 côté droit du compartiment au dos du comparateur.
- Placer un deuxième tube ne contenant que l'échantillon à analyser sur le côté gauche afin 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 boîtier.

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

A- Détermination de pH

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

B- 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

$$A = V/2$$

C- 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.

▪ **Mode opératoire**

La teneur en extrait sectotal 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.

D- 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-amylique.
- 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 %.

E- Détermination du taux d'humidité (la poudre et le sucre, l'anis vert)

▪ 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.

Il permettant également de s'assurer que les laits fermentés seront stables pendant toute la durée de stockage pour cela on a réalisé les analyses résumées dans le **tableau N°4**

Tableau N°4 : Les germes recherchés dans la poudre de lait, le sucre, l'anis vert, 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 peptonékovacs	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) Herlben	37°C / 24h à 48h
• Produit fini			
• l'anis vert	Levures et moisissures	Zabouraud	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 3 fois 1 mL dans deux boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées comme l'indique la figure n°3.
- 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.

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 processus 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°11_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 sont 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 Schu. et muni d'une cloche de Durham, comme indique la figure n°3_a.

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

- **Lecture**

Sont considéré 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

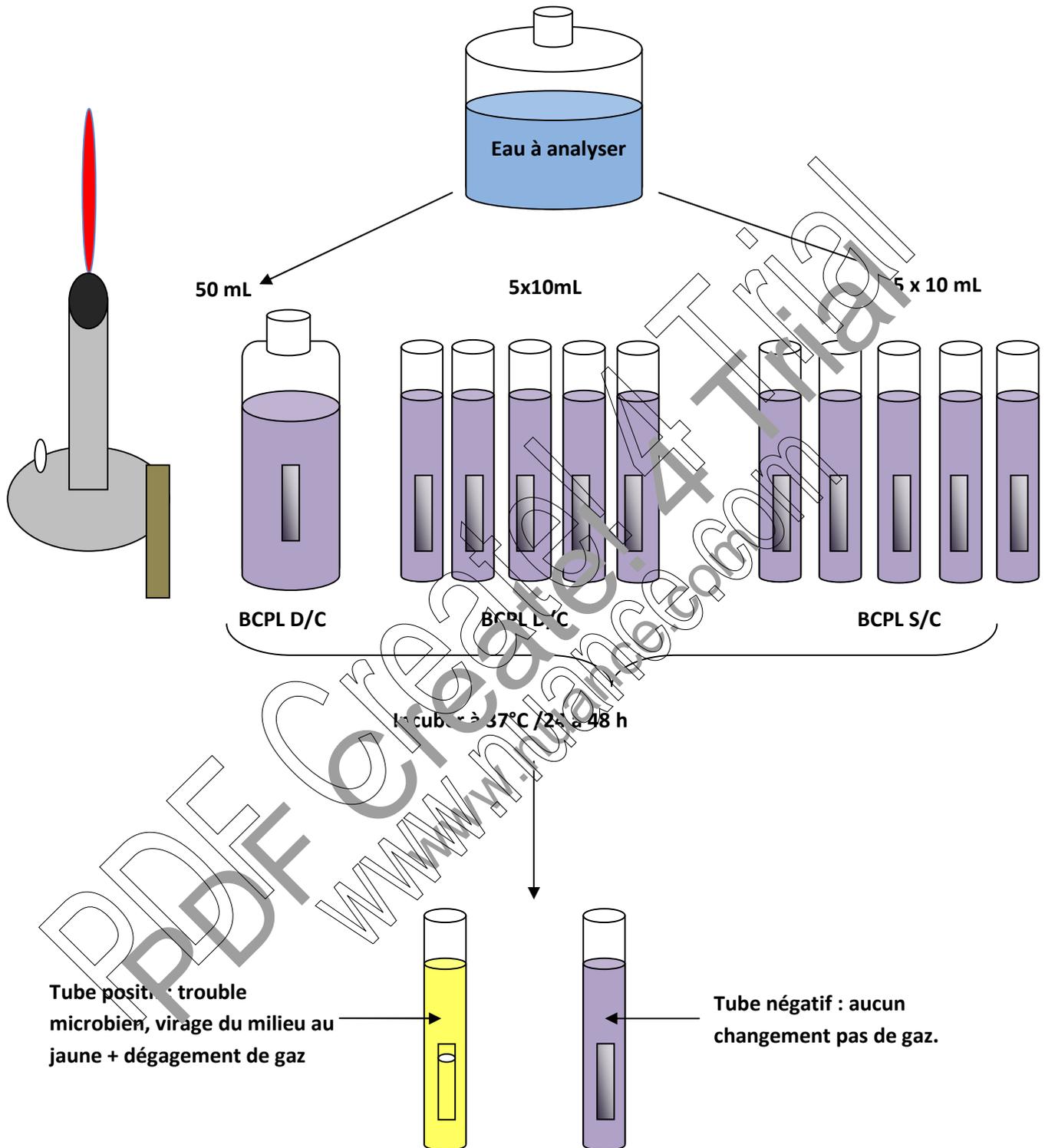


Figure N°3_a : Technique de recherche et dénombrement des *coliformes totaux* et *fécaux* en milieu liquide dans l'eau de process.

Test de confirmation

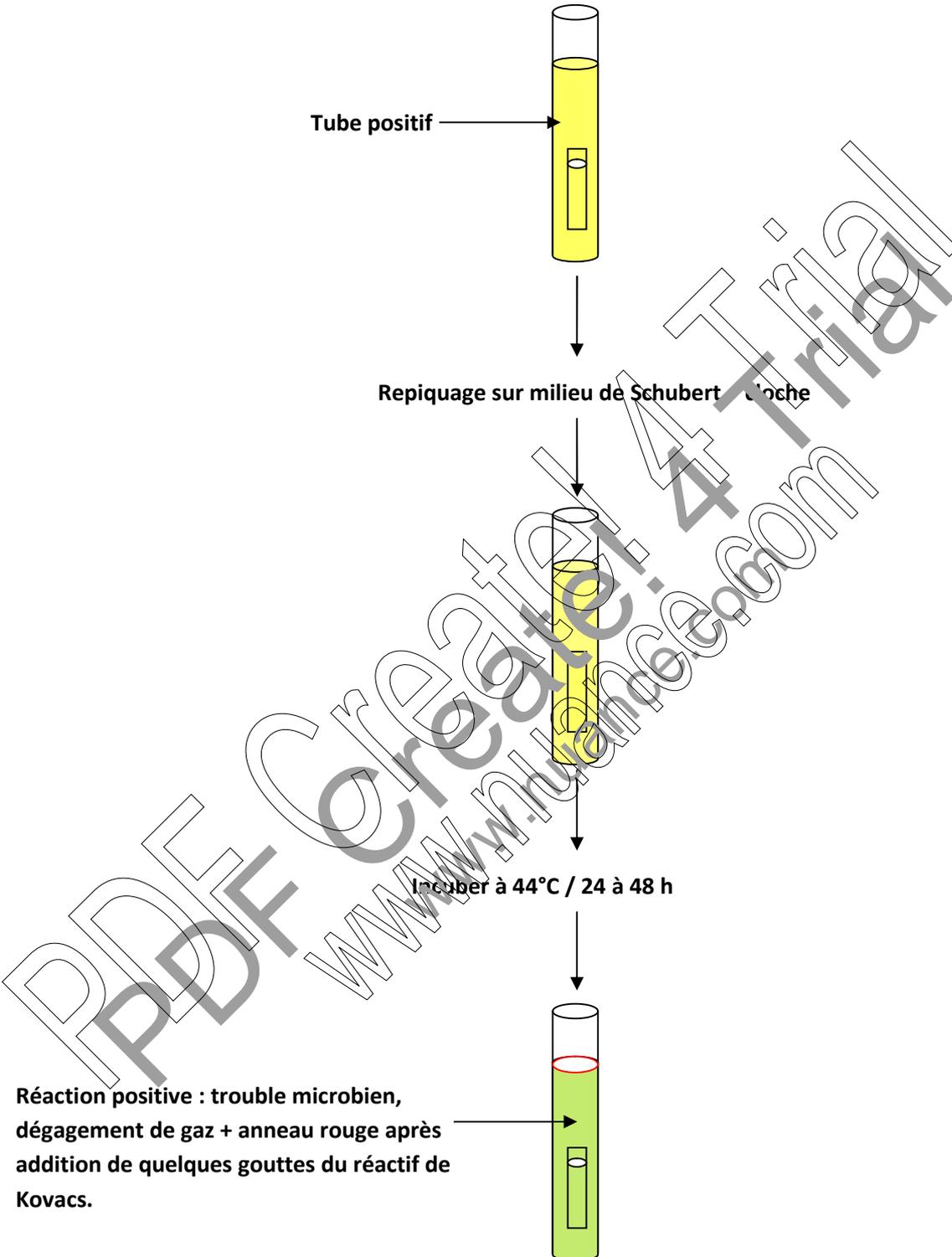


Figure N°3_b : Technique de recherche et dénombrement des *coliformes* totaux et fécaux en milieu liquide dans l'eau de process.

3-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 analyser additionnés 9 mL de milieu Rothe S/C, comme indique la figure n° 17a.
- Incuber à 37°C pendant 24 à 48h.

▪ Lecture

Sont considérés comme positif, 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 mélangé 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

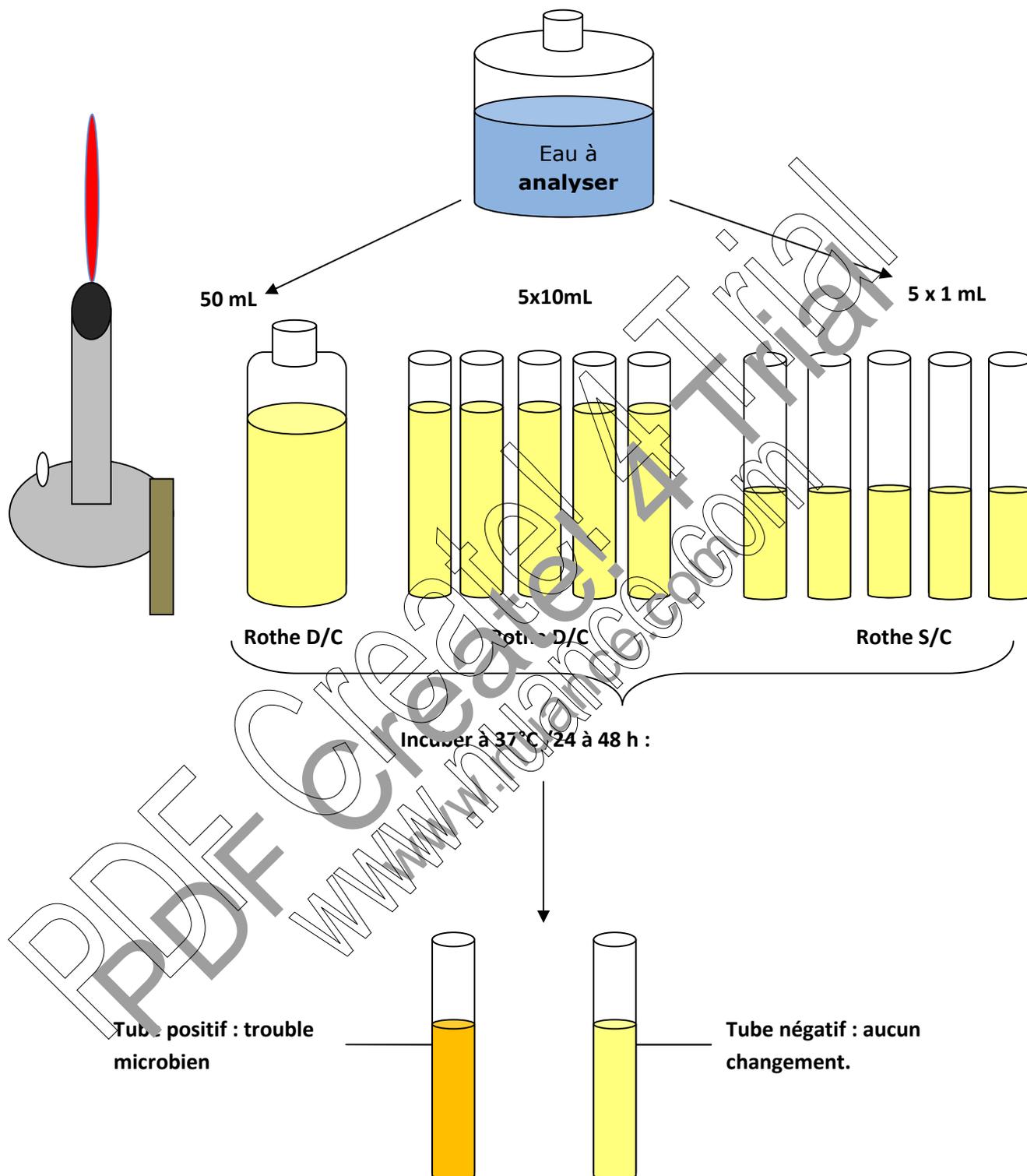


Figure N°4_a : Technique de recherche et dénombrement des *Streptocoques fécaux* en milieu liquide dans l'eau de process.

Test de confirmation

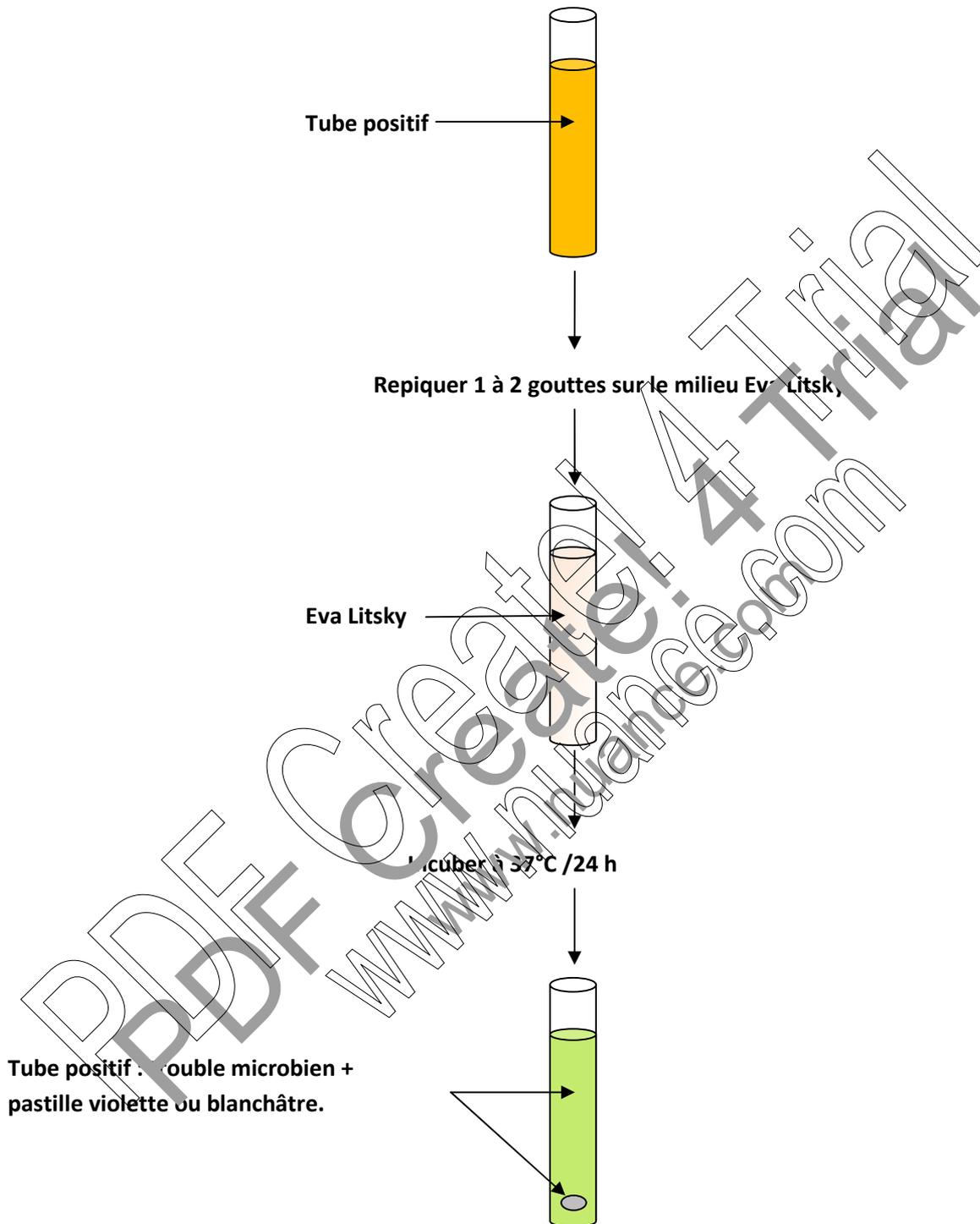


Figure N°4_b : Technique de recherche et dénombrement des *Streptocoques fécaux* en milieu liquide dans l'eau de process.

▪ 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 pare tube (figure n°5).
- 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.

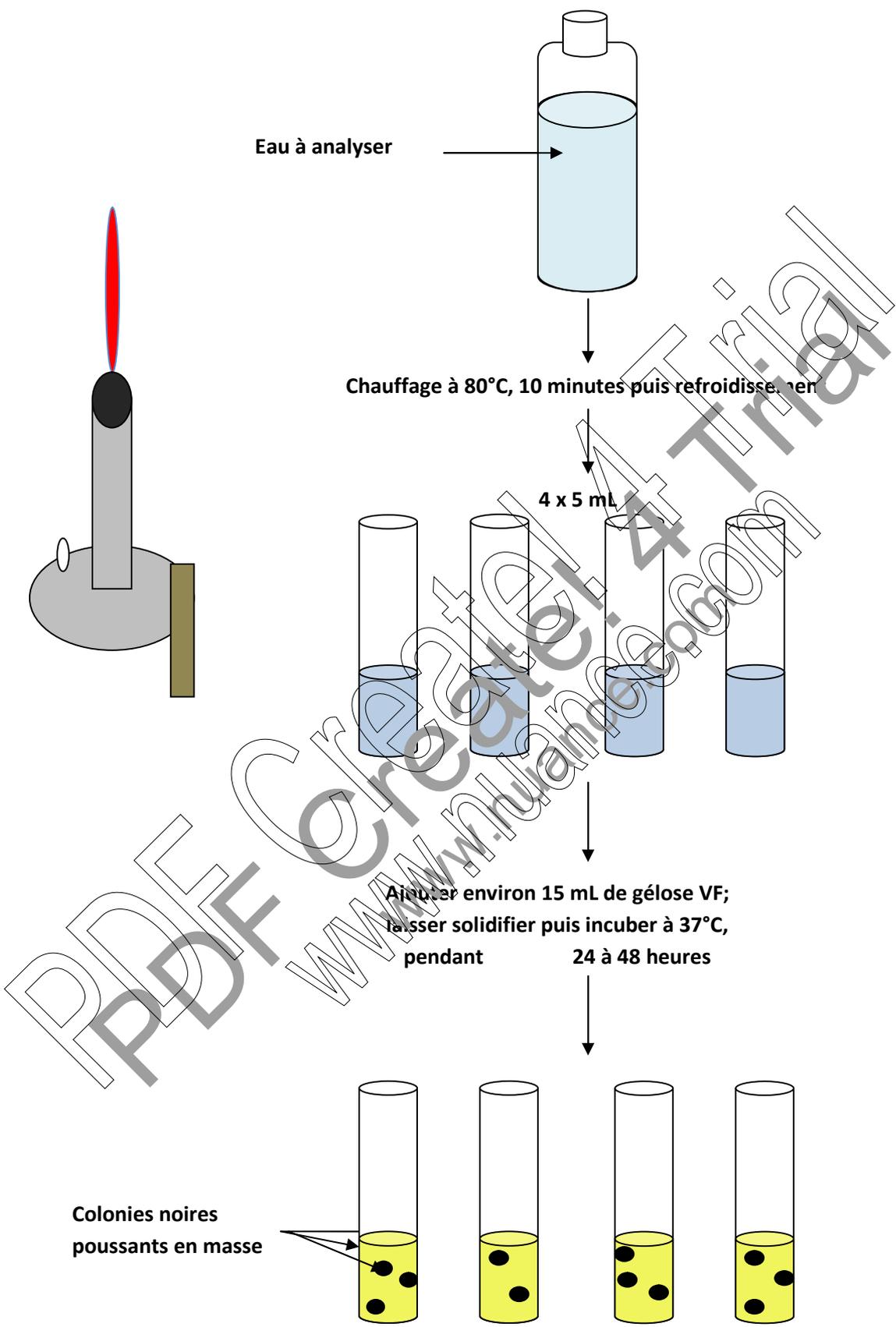


Figure N°5 : Technique de recherche et dénombrement des Spores d'Anaérobies Sulfitoréducteur dans l'eau de process.

II-2-2- 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°6).

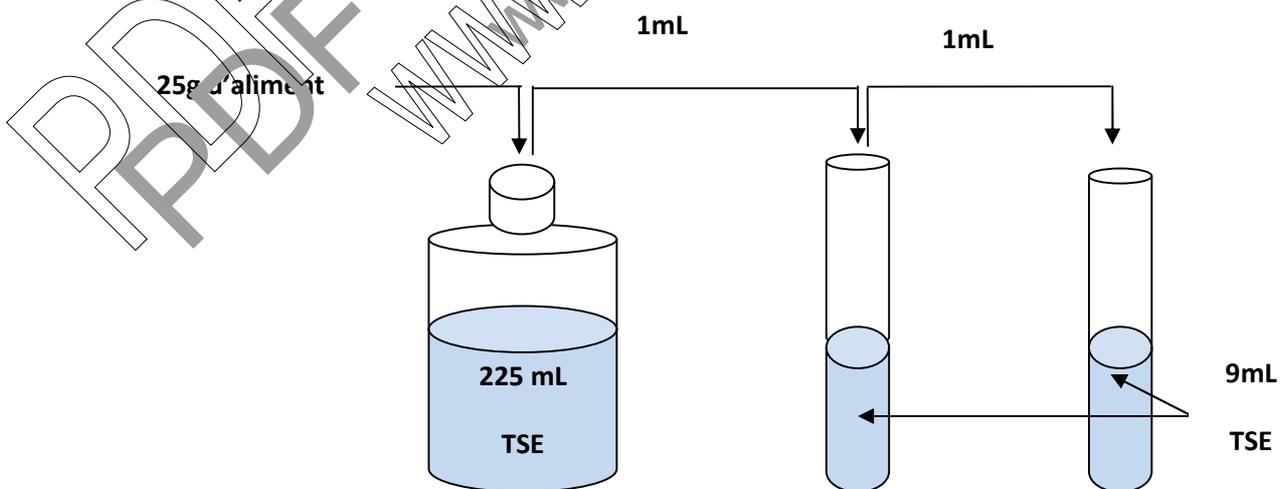


Figure N° 6 : Technique de préparation des dilutions décimales.

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 fusion.
- 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 paillasse environ 30 mn (figure n°7).
- Les boîtes sont incubées couvercle en bas à 30°C pendant 24, 48 à 72 heures.

▪ Lecture

Après 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.

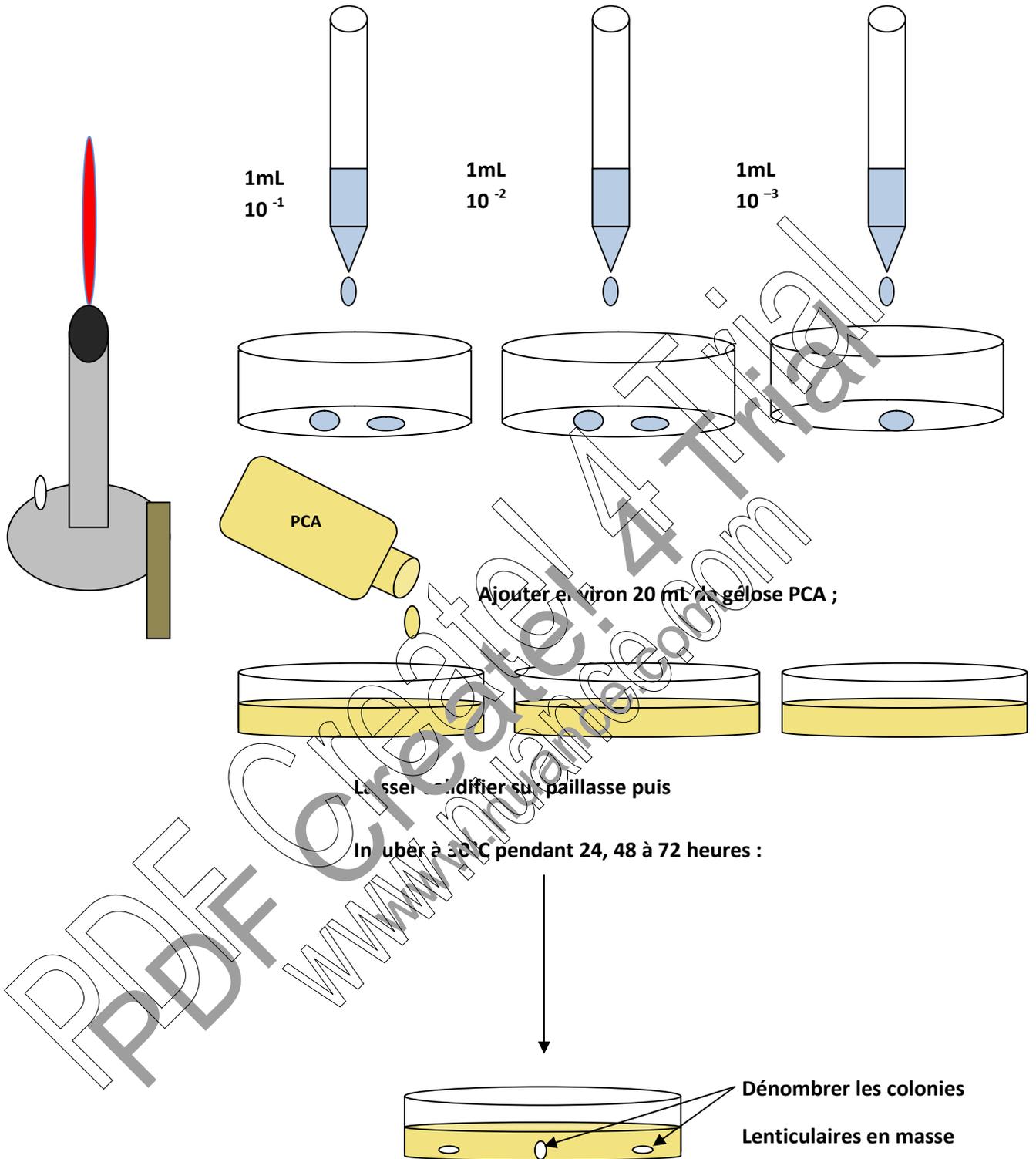


Figure N°7 : Technique de recherche et dénombrement *des germes aérobies mésophiles totaux* (poudre de lait, Sucre)

2-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 Petri vide préparée à cet usage (figure n°8).
- 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.

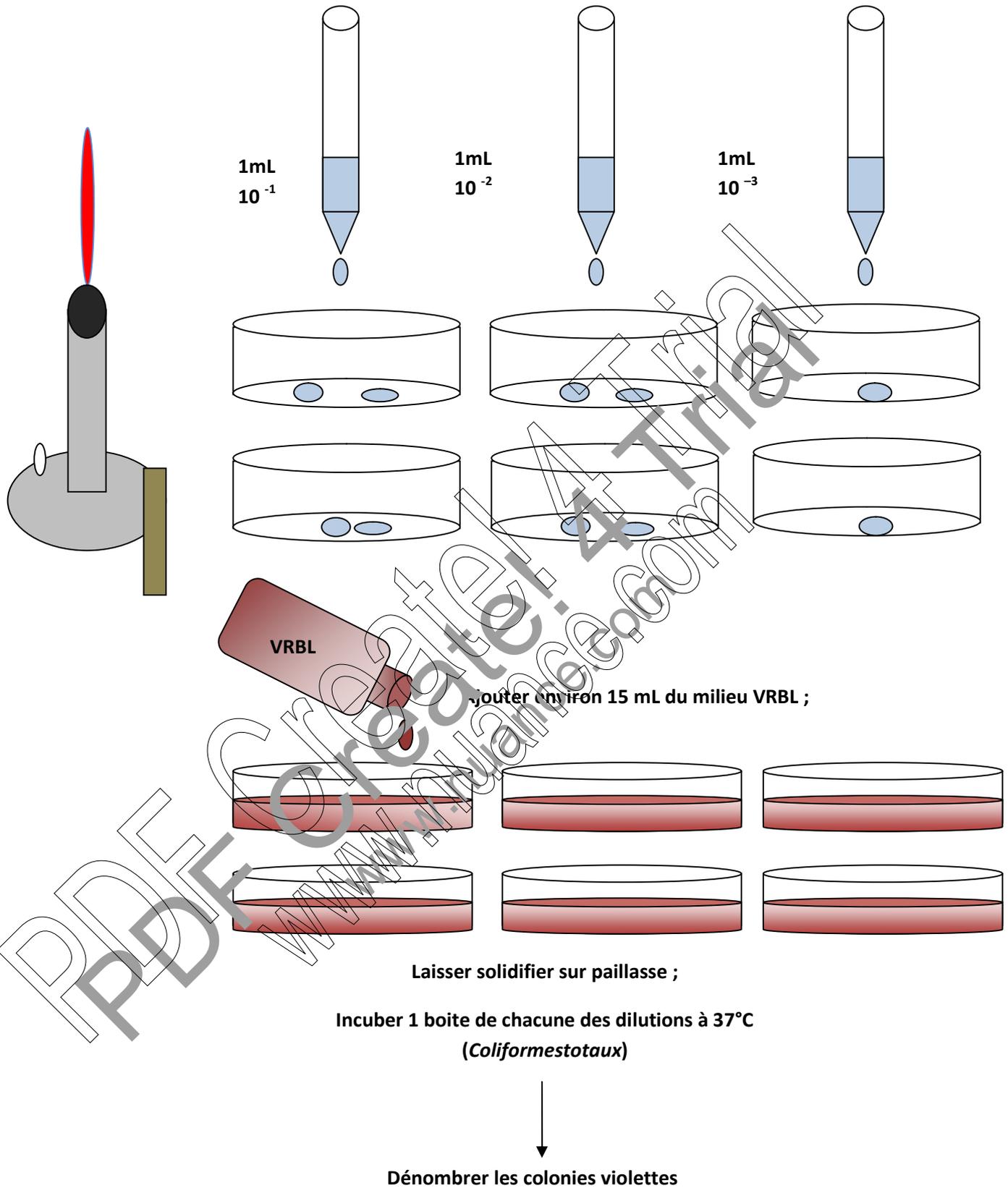


Figure N°8: Technique de recherche et dénombrement des *coliformes totaux et fécaux* en milieu solide (poudre de lait, Sucre, yaourt)

3- 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°9).
- 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.

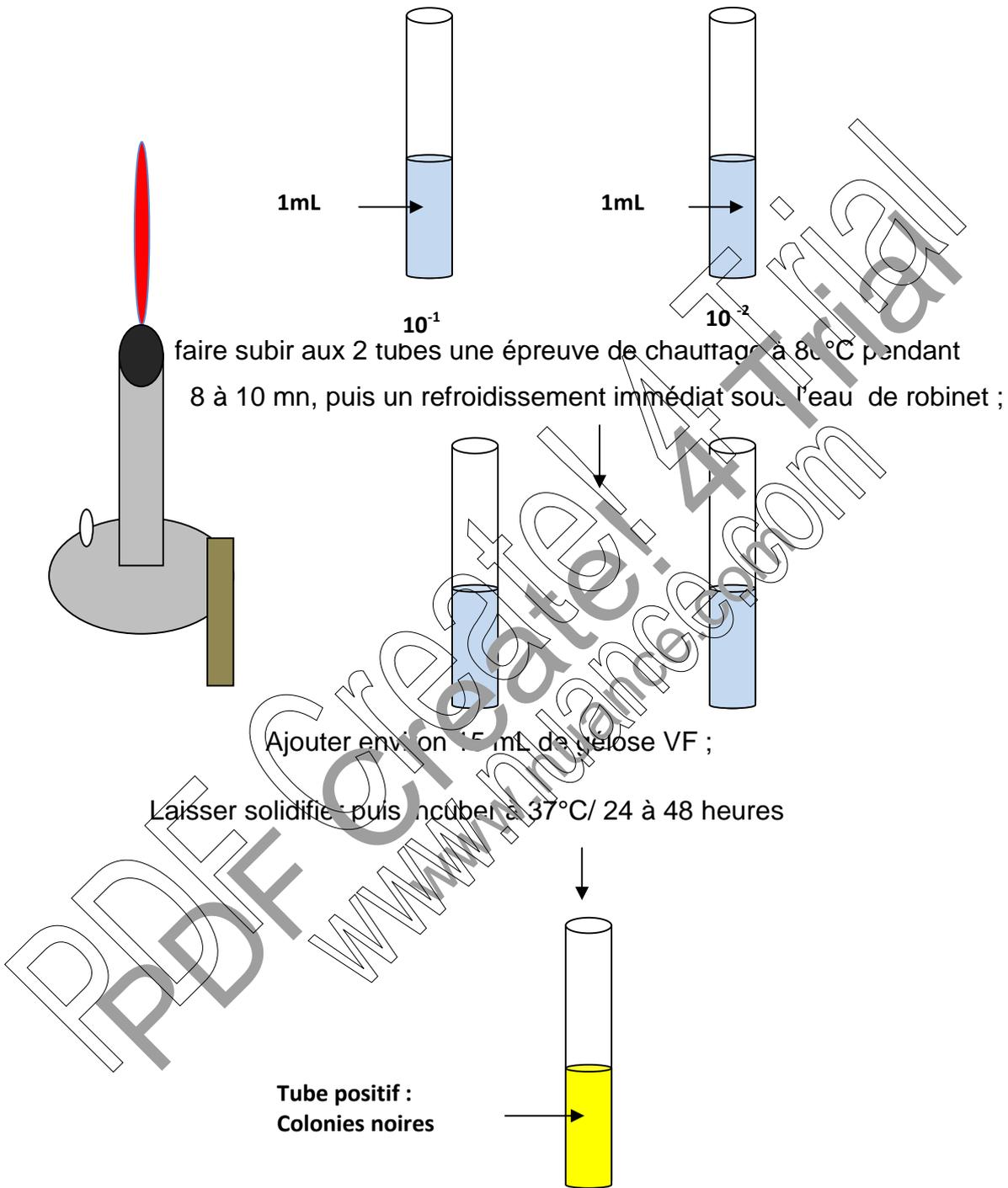


Figure N °9: Technique de recherche et dénombrement des *Clostridium Sulfite réducteur* dans (la poudre de lait, sucre, yaourt).

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, toxigènes 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 revivification idéale des souches stressé par la réduction de tétellurite de potassium en tellure responsable de la coloration noire, de plus le tétellurite 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^{-7} , 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 tétellurite de potassium. Bien mélanger le milieu et l'inoculum (figure n°1C).
- 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.

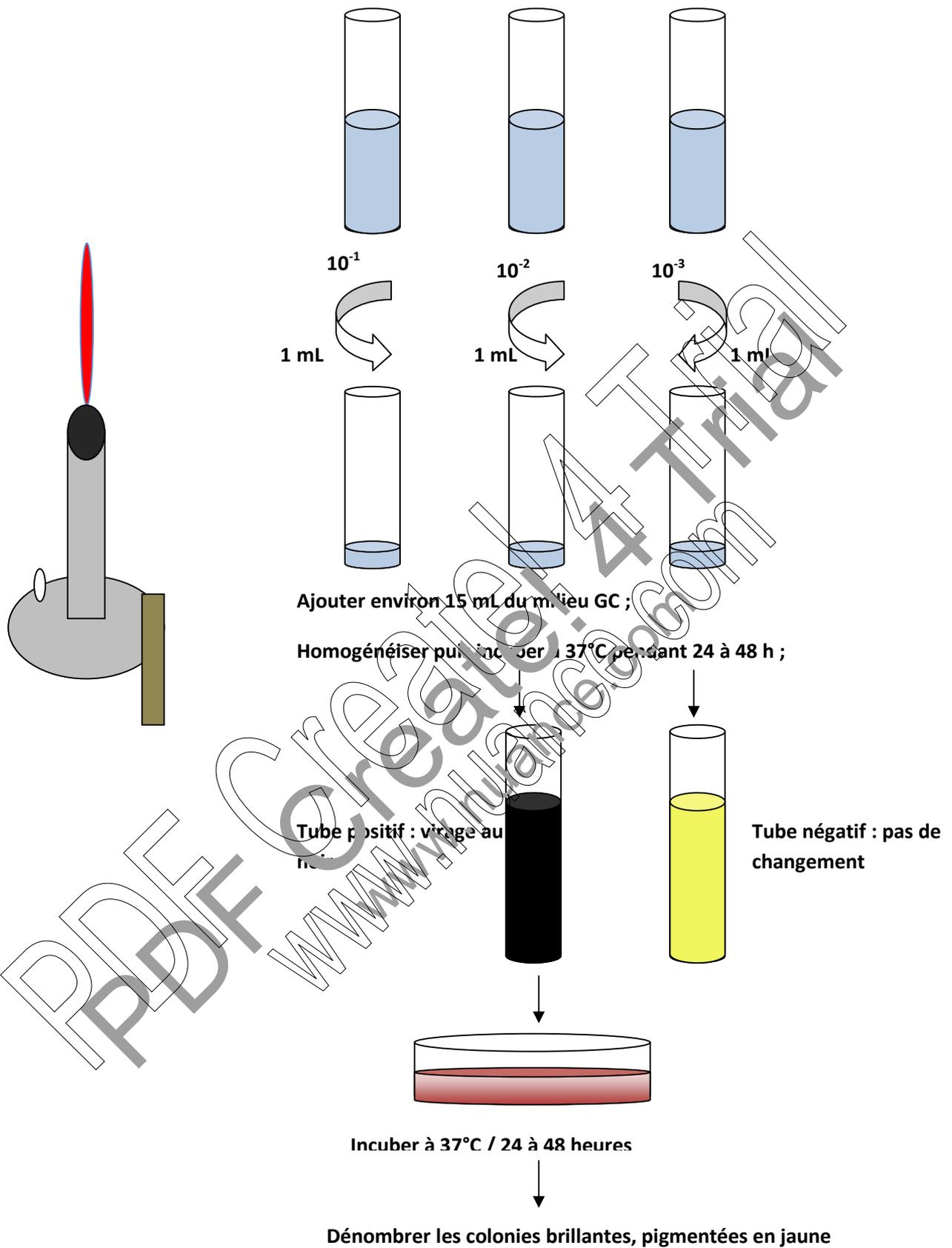


Figure N°10 : Technique de recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus* (poudre de lait, Sucre, yaourt)

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°11).

Etape 2 : Enrichissement primaire

On ensemence 10 mL du milieu de pré-enrichissement dans 100 mL du milieu liquide SFB D/C (+additi. SFE) 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 Héктоэн

Cette étape permet d'une part, l'isolement du milieu d'enrichissement primaire dans une gélose Héктоэн, 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 Héктоэн 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.

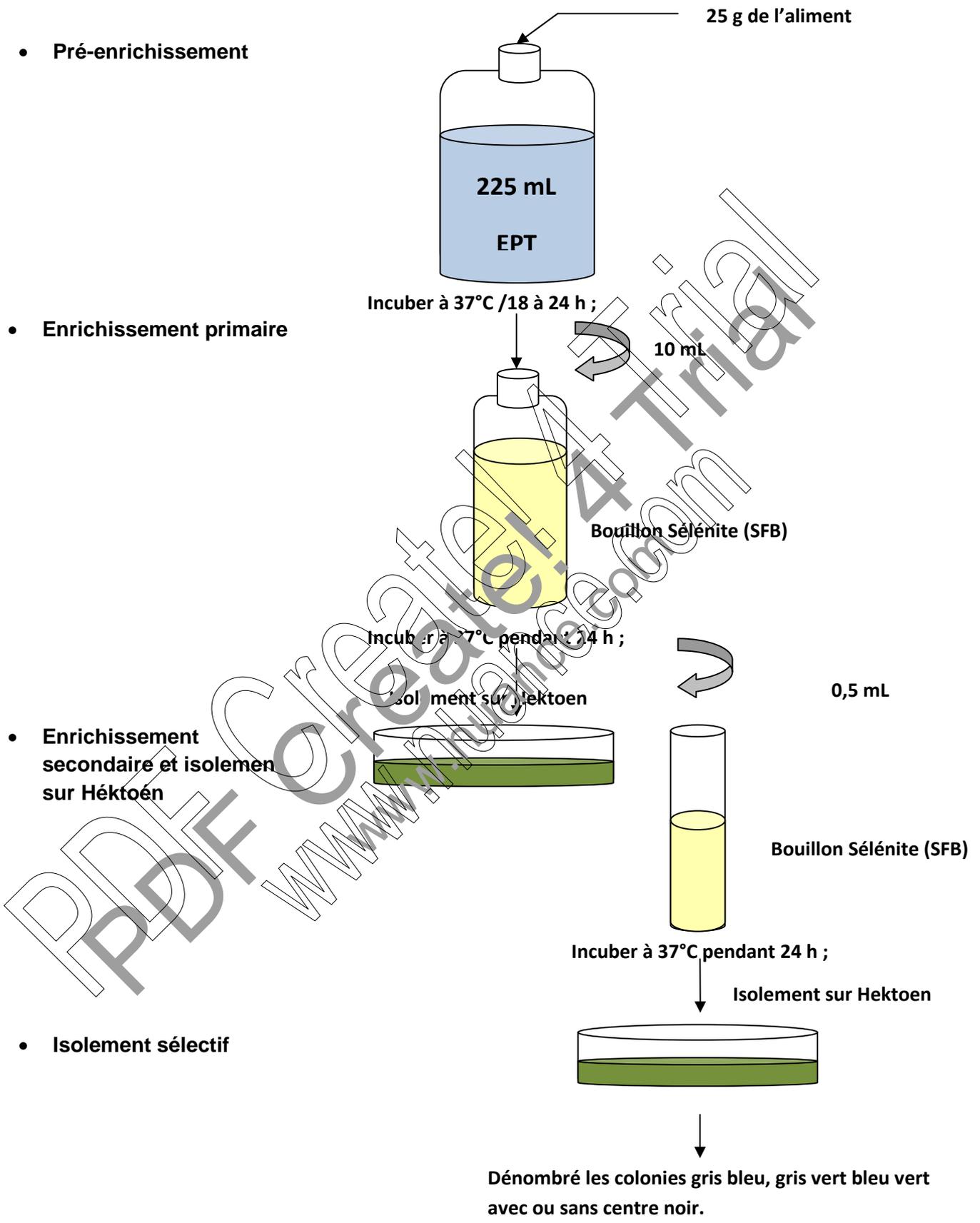


Figure N°11 : Technique de recherche et dénombrement des *Salmonelles*

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 désagréables (Moreau, 1980).

▪ Principe

Les levures et moisissures 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 à partir de 10⁻³ à 10⁻¹, porter aseptiquement 4 gouttes dans chacune des 3 boîtes de Pétri contenant la gélose Sabouraud au chloramphénicol (figure n° 2).
- Etaler les gouttes à l'aide d'une pipette râteau stérile, puis incuber les boîtes couvertes 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.

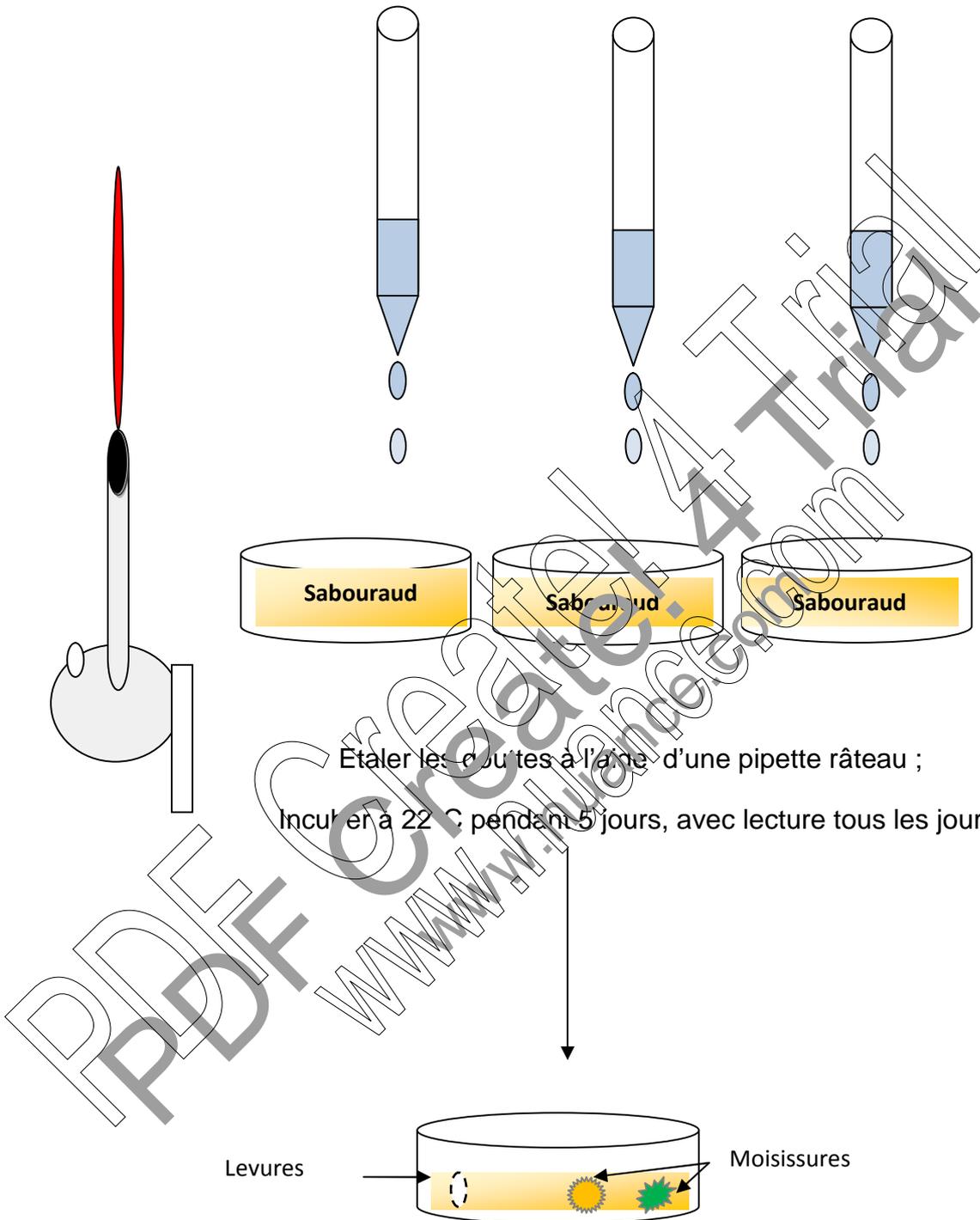


Figure N°12 : Technique de recherche et dénombrement des levures et moisissures (poudre de lait, sucre, yaourt).

II-3 Analyses organoleptique et sensorielle

A- La qualité sensorielle

Les caractéristiques sensorielles d'un aliment sont des critères importants de l'acceptabilité de l'aliment par le consommateur (Eck et Gillis, 1997).

Cette composante essentielle de l'acte alimentaire traduit le côté appétissant d'un aliment, elle reste une notion très subjective car elle résulte de la comparaison entre la perception par rapport au cinq sens (vue, ouïe, odorat, gout, toucher), et les préférences personnelles qui sont très variables dans le temps, dans l'espace et en fonction de situation de consommateur. propre à chaque individu, on distingue deux aspects au niveau de cette composante, l'un purement sensoriel et donc mesurable lors de test auprès de panel de consommateur, et l'autre de l'ordre physiologique vient à évaluer (branger et al., 2007).

B- évaluation organoleptique

Le test de dégustation a été réalisé dans une chambre où les dégustations sont loin de toute influence extérieure. « odeur, autre aliment » bien éclairé et aéré.

Les quantités offertes sont suffisantes pour permettre la dégustation plusieurs fois. L'ensemble des jurys était composé de 10 personnes et qui font partie du personnel de la laiterie trèfle et qui sont des experts de qualité de l'unité et qui respectent les conditions :

- Ne pas fumer ni manger avant et pendant la dégustation.
- Ne doivent pas avoir faim, ni soif, ni malade
- N'ayant pas mis de parfum fort ni consommer des aliments à parfum persistant comme le café, le thé.

Le barème de dégustation est de 1 à 4 respectivement, très bon, bon, moyen, médiocre, les notes seront distribuées selon l'importance et l'intensité des différents caractères.

Les sujets de dégustation :

Le yaourt anisé a été dégusté par des consommateurs naïfs et des jurys de dégustation en nombre de 20 personnes dont 10 jurys de dégustation de la laiterie trèfle (annexe).

II-4- Analyse statistique :

Pour déterminer la valeur moyenne des résultats obtenus et les écarts types, nous avons utilisé le logiciel Excel 2007.

Afin de faire ressortir l'effet significatif ou pas de l'incorporation de la poudre d'anis vert dans le yaourt brassé, on a procédé à une analyse de la variance (ANOVA) avec le logiciel statistica.

CHAPITRE II

RESULTATS ET DISCUSSIONS

I-Résultats d'analyses physico-chimiques

I-1- Matières premières

1- Poudre de lait

Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait sont représentés dans le tableau N°5.

Tableau N°5 : Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait.

Paramètres Echantillons	Acidité titrable (°D)	Extrait sec (%)	Taux d'humidité (%)	Teneur en MG (%)
Poudre de lait	13 ± 1.41	95,48 ± 0.028	4,52 ± 0.028	27 ± 0.70
Normes interne 2000	12-14	95-97	3-5	26-27

A partir des résultats du tableau N°5, concernant les analyses physicochimiques de la poudre de lait, on remarque que :

- pour l'acidité, elle est de 13°D ce qui est conformes aux normes internes,
- Le taux de l'extrait sec total est de 95,48%, il est conforme aux normes internes, cela indique la richesse de lait (protéine, lactose et matière grasse).
- Concernant l'humidité sa teneur est de 4.52%, elle est cependant conforme aux normes internes, cette conformité est due à une bonne dessiccation du lait, car une mauvaise dessiccation pourrait être à l'origine de développement des microorganismes pathogènes qui provoquerait par conséquent certaines réactions telles que : le rancissement, et la formation des composés volatiles à odeur désagréables (*Cheftel, 1976*).
- la teneur en matière grasse est de 27%, elle reste cependant conforme aux normes internes.

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.

2- Eau de process

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process, sont représentés dans le tableau N°6

Tableau N°6 : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process.

Paramètres Echantillons	PH	T(C°)	TH (°F)	TA (°F)	TAC (°F)	Cl ⁻ (mg/L)	Cl ₂ (ppm)
Eau	7,40± 0.014	20±1.41	15±0.25	0	25±0.31	34±0.5	0
Normes interne 2000	7-8	20-23	12-15	0	25-30	200	0

D'après les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau de process montre que :

L'eau de process est caractérisée par un pH de 7.40 et une température de 20°C ces résultats sont conformes aux normes internes, ce qui va donner une bonne neutralité à l'eau de process à la température ambiante.

-Le TA et le TAC sont respectivement de 0°F et 25 °F), donc ils sont conformes aux normes internes, car cette eau est à l'origine d'une eau filtrée, chlorée, déchlorée, et douce.

-Pour le TH, la valeur trouvée est de 15°F, cette valeur est conforme aussi aux normes internes, il est également remarquable que les valeurs de Cl⁻ et Cl₂ de 34 et 0 respectivement sont incluses dans l'intervalle exigé par les normes internes, ce qui atteste une fiabilité et la bonne maîtrise de chloration sur l'eau de process,

La valeur de 0 ppm pour le Cl₂ est due à la présence du chlore libre dans l'eau de process inhibant ainsi le processus de fermentation (*Sodini et Beal, 2003*).

3-Le sucre

Le tableau N°7 présente les résultats des analyses physico-chimiques de sucre.

Tableau N°7 : Les résultats des analyses physico-chimiques de sucre.

Paramètre Echantillons	EST %	H%
Sucre	97,28 ± 0.028	2,72 ± 0.014
Norme interne 2000	96-98	2 à 4

Les résultats des analyses physico-chimiques de sucre montrent que la valeur de l'humidité trouvée est de 2,72% et celle de l'extrait sec est de 97.28% ces valeurs sont conformes aux normes internes, ce qui confirme que les conditions de stockage et de conditionnement sont rigoureusement respectées.

4-L'anis vert

Le tableau N°8 présente les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre d'anis vert

Tableau N°8 : Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre d'anis vert

Paramètre Echantillons	EST %	H%
poudre d'anis vert	92,90 ± 1.20	7.2 ± 1.13

Les résultats des analyses physico-chimiques de poudre d'anis vert montrent que la valeur de l'humidité trouvée est de 7.2% et celle de l'extrait sec est de 92.90%, ce qui confirme que les conditions de stockage et de conditionnement sont rigoureusement respectées

I-2-Les produits finis

I-2-1- caractérisation des essais d'enrichissement du yaourt brassé en poudre d'anis

Les résultats des analyses physico-chimiques sur le yaourt enrichis à différentes doses d'anis 5g/L, 10g/L, 15g/L, respectivement pour l'essai1, l'essai2 et l'essai3 nous ont permis de suivre l'impact de cet enrichissement sur : extrait sec total, PH, Acidité titrable et la matière grasse.

1-2-1-1-Extrait sec

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'extrait sec total des produits finis sont présentés dans le tableau n° 9 et la figure 13.

Tableau N°9: Teneur en extrait sec total des produits finis

	Témoin	Essai1	Essai2	Essai3	Norme interne
EST%	22,30 ± 0.01	22,81 ± 0.01	23,78 ± 0.01	24,18 ± 0.01	22-25

D'après les résultats de détermination de l'EST, après incorporations, on observe une augmentation de la valeur de l'extrait sec avec l'augmentation de l'anis vert ainsi l'essai 3 correspondant à un taux d'incorporation de 15g/l de poudre d'anis a une valeur d'EST de 24.18%, alors que l'essai 1 correspondant à un taux d'incorporation de 5g/l a une valeur d'EST de 22.81%, et l'essai 2 correspondant à un taux d'incorporation de 10 g/l a une valeur d'EST de 23.78%. Ces valeurs restent cependant conformes aux normes internes de Trèfle sachant que l'essai témoin à un EST de 22.30%.

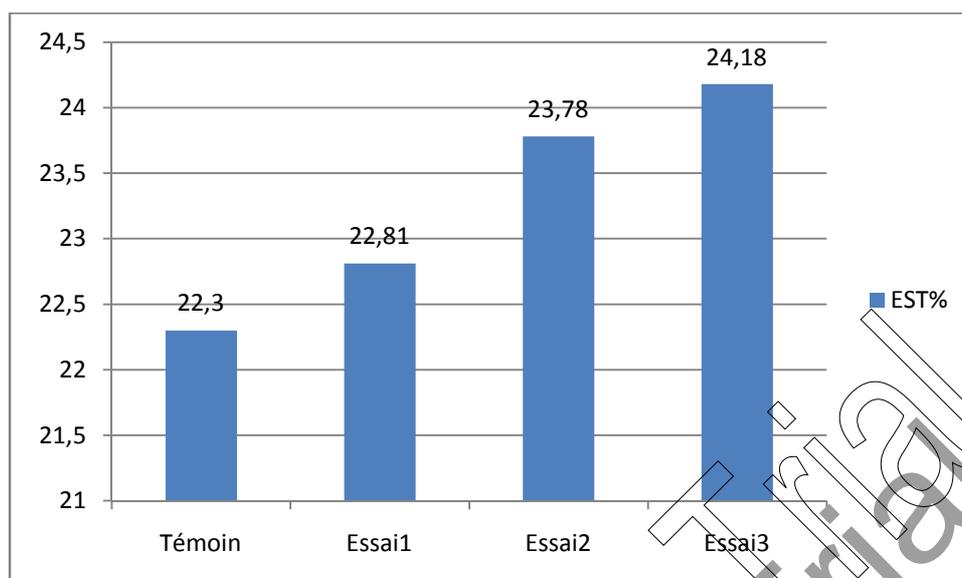


Figure N°13 : Variation de l'extrait sec total en fonction des produits finis

L'analyse statistique de la variance a révélé l'effet hautement significatif ($p=0.0001 < 0.01$) de l'incorporation de la poudre d'anis sur le taux de l'extrait sec total des produits finis (voir annexe).

1-2-1-2- l'acidité titrable

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'acidité titrable des produits finis

Sont présentés dans le tableau n°10 et la figure 14

Tableau N°10 : Teneur en acidité titrable des produits finis

	Témoin	Essai1	Essai2	Essai3	Norme interne
AT %	70 ± 1.41	72 ± 2.83	75 ± 2.83	79 ± 1.41	70-110

D'après les résultats de mesure de l'acidité titrable après incorporations de la poudre d'anis l'acidité varie de 70° à 79°D, pour l'essai1 l'acidité titrable est de 72%. elle augmente cependant à 75% pour l'essai2, et de 79% pour l'essai3, ainsi on note une augmentation de l'acidité titrable avec l'augmentation de teneur d'incorporation de poudre d'anis, cela est probablement dû à l'acidité de la poudre d'anis qui a influé sur l'acidité du produit fini avec une accélération de l'activité fermentaire (c'est une phase d'adaptation dans le milieu entre l'anis et les ferments lactiques

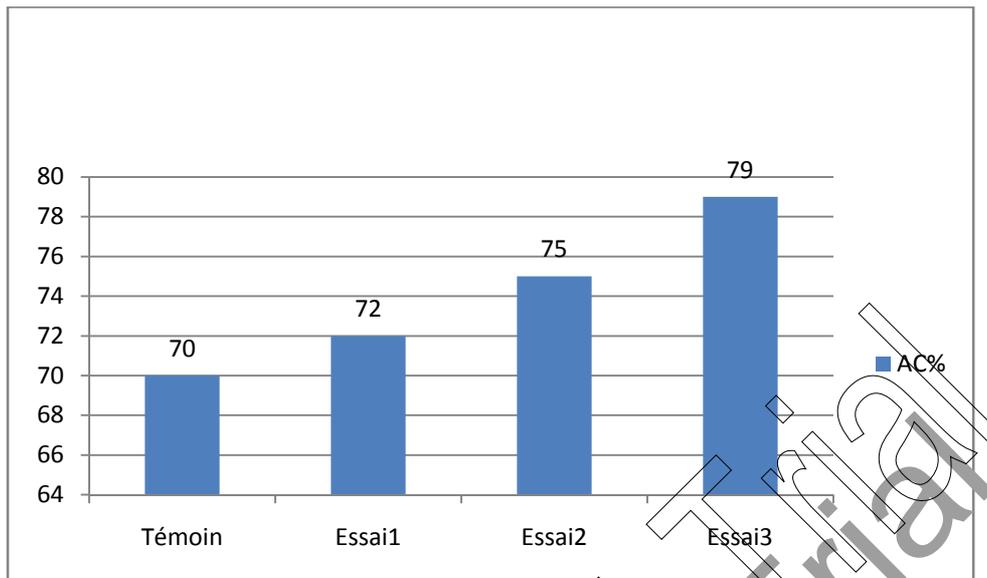


Figure N°14 : Variation de l'acidité titrable en fonction des produits finis

L'analyse statistique de la variance a révélé l'effet non significatif ($p=0.0578 > 0.05$) de l'incorporation de la poudre d'anis sur l'acidité des produits finis (voir annexe)

1-2-1-3-PH

Les résultats des analyses physico-chimiques du PH des produits finis sont présentés dans le tableau n°11 et la figure 15

Tableau N°11 : Valeur des PH des produits finis

	Témoin	Essai1	Essai2	Essai3	Norme interne
PH	4.45 ± 0.07	4.40 ± 0.01	4.37 ± 0.01	4.30 ± 0.01	4.1-4.5

D'après les résultats de détermination du PH après incorporations de la poudre d'anis à différents doses le PH qui varie de 4.45° à 4.30. pour l'essai1, le PH est de 4.4, il diminue à 4.37 l'essai 2 et à 4.30 pour l'essai 3 contre 4.45 pour l'essai témoin, ainsi on observe une diminution du PH avec l'augmentation des doses de poudre d'anis incorporée cette diminution du PH

suite a l'ajout de l'anis est due au fait que , le pH est inversement proportionnel à l'acidité et l'acide lactique est produit à partir du lactose qui à son tour abaisse le pH. Selon Beal et Sodini(2003)

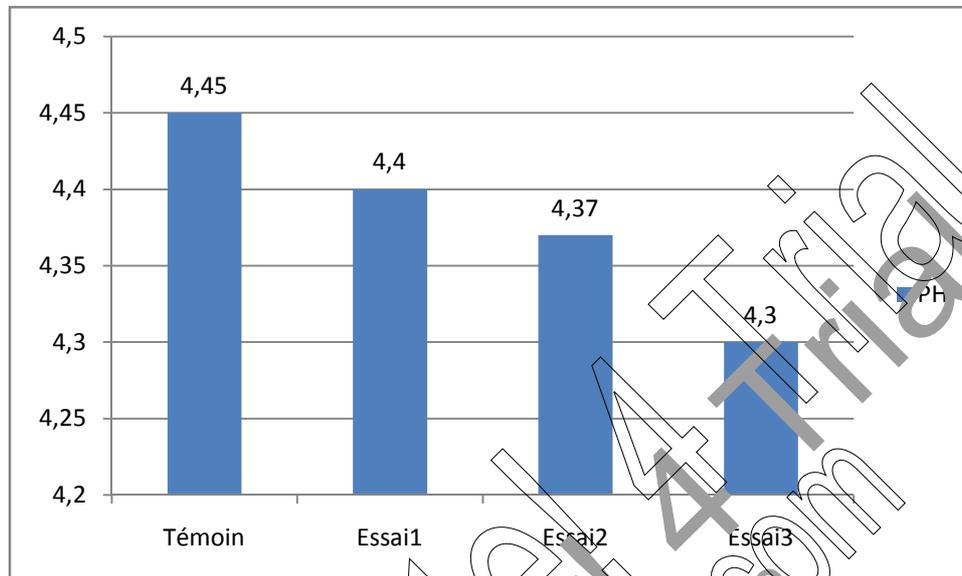


Figure N°15 : Variation du pH en fonction des produits finis

L'analyse statistique de la variance a révélé l'effet non significatif ($p=0.0659>0.05$) de l'incorporation de la poudre d'anis sur le PH des produits finis (voir annexe)

1-2-1-4- Matière grasse

Les résultats des analyses physico-chimiques de la matière grasse des produits finis sont présentés dans le tableau n°12 et la figure n° 16

Tableau N°12 : Teneur en la matière grasse des produits finis

	Témoin	Essai1	Essai2	Essai3	Norme interne
MG%	3,2 ±0.0	3,2 ±0.14	3,2 ±0.0	3,3 ±0.0	2.5-3.5

D'après les résultats de détermination de la matière grasse après incorporations la MG est de 3.2% pour le produit témoin, l'essai 1 l'essai 2, et de 3.3% pour l'essai 3. ces valeurs sont conformes aux normes internes de Trèfle. Ce résultat montre que l'anis vert n'a pas modifié la teneur en matière grasse, nous remarquons que la MG reste stable pour tous les échantillons.

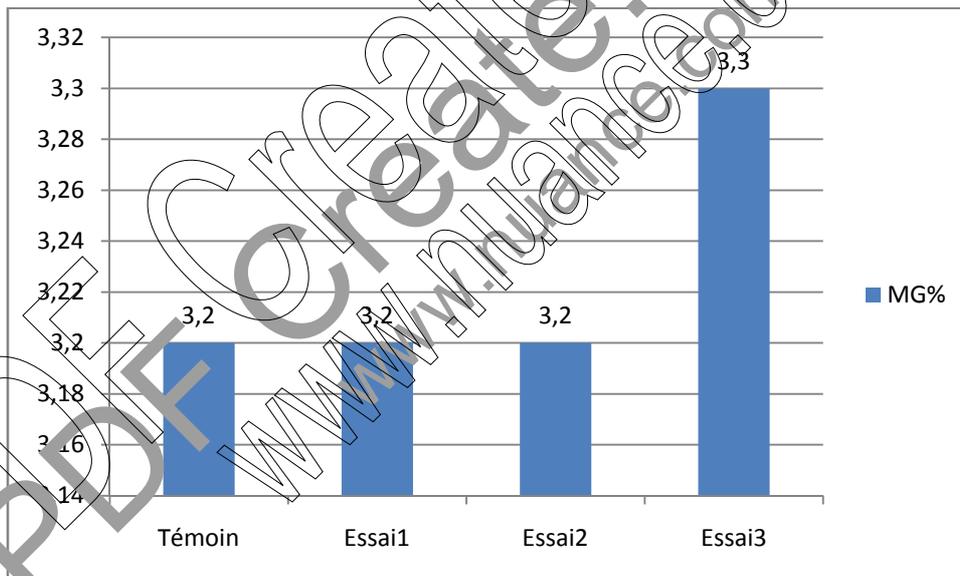


Figure N° 16: Variation de la MG en fonction des produits finis

L'analyse statistique de la variance a révélé l'effet non significatif ($p=0.4795 > 0.05$) de l'incorporation de la poudre d'anis sur la matière grasse des produits finis (voir annexe).

I-2- 2-Stabilité des produits finis au cours de stockage

1-2-2-1- La matière grasse

Les résultats de la variation de la matière grasse des produits finis au cours du stockage à 10°C pendant 21 jours sont présentés dans le tableau N°13

Tableau N°13 : Variation de la matière grasse des produits finis au cours de stockage en (%).

Jours	J ₀	J ₂	J ₇	J ₁₄	J ₂₁
Produits					
Témoin	3.2 ± 0.0	3.2± 0.1	3.2± 0.1	3.2± 0.1	3.2± 0.1
Essai 1	3,2± 0.1	3,2± 0.1	3,2± 0.1	3,2± 0.1	3,2± 0.1
Essai2	3,2± 0.1	3,2± 0.1	3,3± 0.1	3,2± 0.1	3,2± 0.1
Essai3	3,3± 0.0	3,2± 0.1	3,2± 0.1	3,3± 0.1	3,3± 0.1

D'après les résultats du suivi de la teneur en matière grasse au cours de stockage des produits finis à 10°C on note que pour l'essai témoin, l'essai1 et l'essai 2, cette teneur est de 3.2% dès ce soit le jour de la production (j₀), le 2^{ème} de stockage ,le 7^{ème} jour, le 14^{ème} et ou le 21^{ème} jour.

Pour l'essai 3 la, teneur en MG le jour de la production était de 3.3% et diminue à 3.2%, le j₂ et j₁₄ puis augmente à 3.3% le j₁₄ et j₂₁

Dans l'ensemble, on note une stabilité de la teneur en MG au cours du stockage à 10°C quelque soit la dure de stockage.

Ceci est dû 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 , selon **Bonnefoy et al.,(2002)**, ceci est également dû à la non contamination par la flore lipolytique, y compris les levures et moisissures.

1-2-2-2- L'extrait sec total

Les résultats de la variation de l'extrait sec des produits finis au cours du stockage sont présentés dans le tableau n°14 et la figure n°17

Tableau N°14 : La variation de la matière sèche des produits finis au cours de stockage en (%).

Jours produits	J ₀	J ₂	J ₇	J ₁₄	J ₂₁
Témoin	22,30±0.01	22,30±0.01	22,34±0.02	22,36±0.01	22,37±0.05
Essai 1	22,81±0.01	22,83±0.03	22,87±0.03	22,90±0.01	22,95±0.01
Essai2	23,78±0.02	23,84±0.04	23,89±0.02	23,92±0.04	23,97±0.07
Essai3	24,18±0.04	24,18±0.06	24,25±0.01	24,31±0.01	24,37±0.07

D'après les résultats du suivi du taux d'EST, on note que pour l'essai témoin l'EST passe de 22,30% à 22,37% après 21j de stockage, par contre pour l'essai 1 on a note une augmentation la valeur de l'EST de 22.81% à 22.95% après 21 jours de stockage

Pour l'essai 2 le taux de l'EST le j₀ était de 23.78% puis augmente les jours(j₂,j₇,j₁₄,j₂₁) de 23.84% à 23.97%, concernant l'essai 3 le taux de l'EST le j₀ était de 24.18% puis augmente les jours(j₂,j₇,j₁₄,j₂₁) de 24.25% à 24.37%., cette augmentation est due à l'ajout du l'anis vert dans le produit fini.

On remarque que le taux d'EST varié au cours du stockage à 10°C avec la durée de conservation.

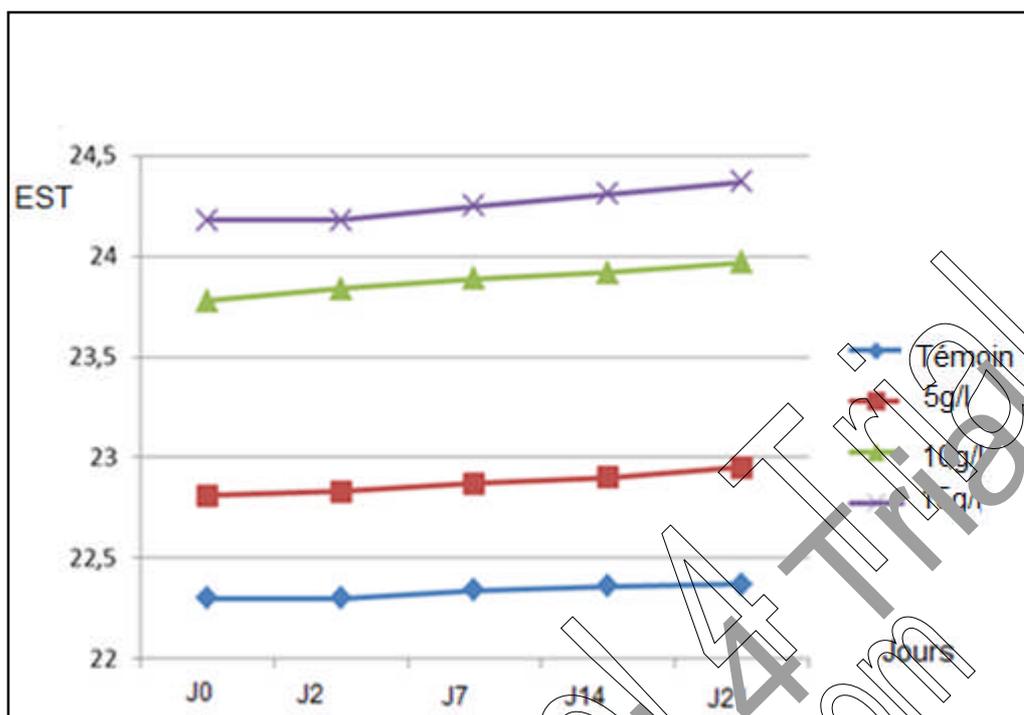


Figure N°17 : La variation de l'extrait sec total des produits finis au cours de stockage.

1-2-2-3 L'acidité titrable

Les résultats de la variation de l'acidité des produits finis au cours de stockage sont présentés dans le tableau n°15 et la figure n°18

Tableau N°15 : La variation de l'acidité des produits finis au cours de stockage en (D°).

Jours produit	J ₀	J ₂	J ₇	J ₁₄	J ₂₁
Témoign	70±1.41	73±1.41	78±1.41	80±1.41	84±1.41
Essai 1	72±2.83	74±1.51	79±1.51	82±1.4	86±1.41
Essai2	75±2.83	78±1.51	81±1.51	84±1.2	87±1.53
Essai3	79±1.41	84±1.41	87±1.41	92±1.52	97±1.53

D'après les résultats effectués sur des produits finis au cours de stockage à 10°C on remarque que pour l'essai témoin le jour de la production l'acidité titrable est de 70D°, puis augmente les jours (j2,j7,j14,j21) de 73D° à 84D°, et pour l'essai 1 l'acidité titrable était de 72D° puis augmente les jours(j2,j7,j14,j21) de 74D° à 86D° pendant le stockage, et pour l'essai 2 l'acidité titrable le j0 était de 75D°, puis augment les jours (j2,j7,j14,j21) de 78D° à 87D°, concernant l'essai 3 l'acidité titrable était de 79D°, puis augmente les jours (j2,j7,j14,j21) de 84D° à 97D°

On remarque que le taux d'acidité n'est pas stable au cours de stockage, cela est due probablement à la formation d'acide lactique à partir de métabolisme de lactose par les ferments lactique.

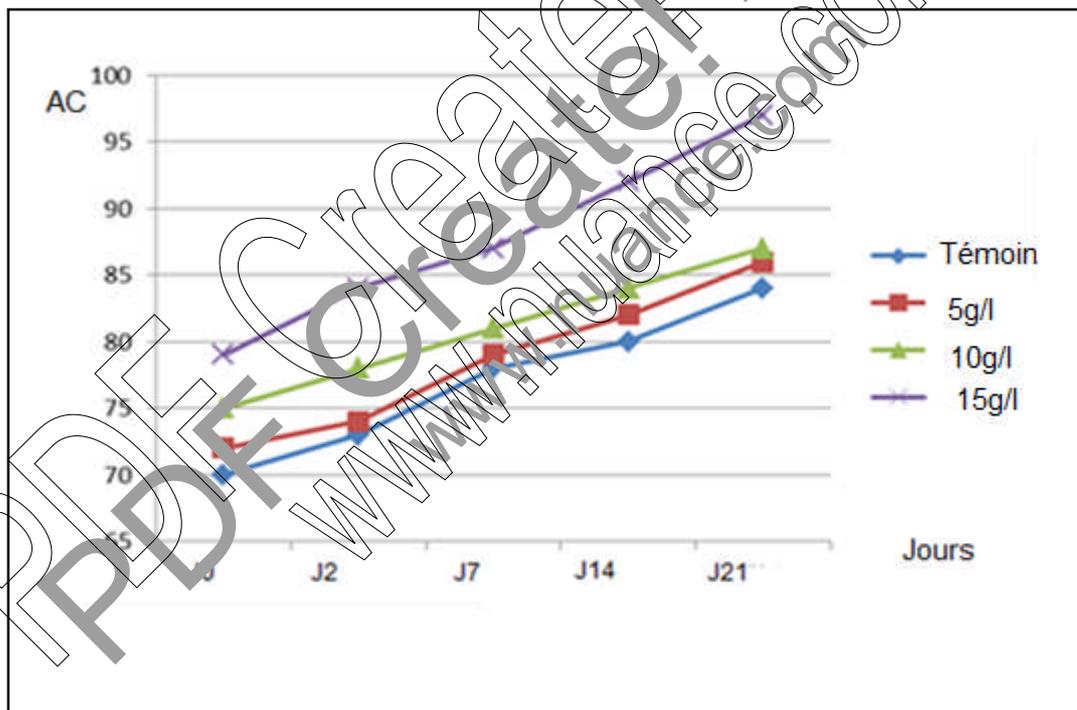


Figure N°18: La variation de l'acidité titrable des produits finis au cours de stockage.

1-2-2-4- pH

La variation de pH de produits fini au cours de stockage est présentée dans le tableau n° 16 et le figure n°19.

Tableau N°16: La variation de pH des produits finis au cours de stockage.

Jours \ produit	J ₀	J ₂	J ₇	J ₁₄	J ₂₁
Témoin	4,45±0.07	4,43±0.01	4,40±0.01	4,36±0.02	4,32±0.01
Essai 1	4,40±0.01	4,38±0.03	4,33±0.02	4,28±0.06	4,22±0.04
Essai2	4,37±0.01	4,34±0.03	4,28±0.01	4,25±0.06	4,20±0.04
Essai3	4,30±0.01	4,27±0.01	4,22±0.02	4,18±0.01	4,12±0.01

D'après les résultats des analyses physico-chimique de PH, on a noté que au jour de production j₀ le PH est de 4.45, 4.40, 4.37, 4.30 respectivement pour les produits finis témoin, l'essai 1, l'essai 2 et l'essai 3, les jours (j₂, j₇, j₁₄, j₂₁) on a noté une diminution de la valeur du pH qui est de 4.43 à 4.32 pour le témoin et de 4.38 à 4.22 pour l'essai 1 et de 4.34 à 4.20 pour l'essai 2 et de 4.27 à 4.12 pour l'essai 3. La diminution du PH est due à l'acide lactique produit à partir du lactose selon *Sodini et Bé, (200.)*, la diminution du PH favorise l'activité des ferments lactiques qui se traduit par la production de l'acide lactique. On remarque que le PH varie au cours de stockage 10°C selon la durée de conservation.

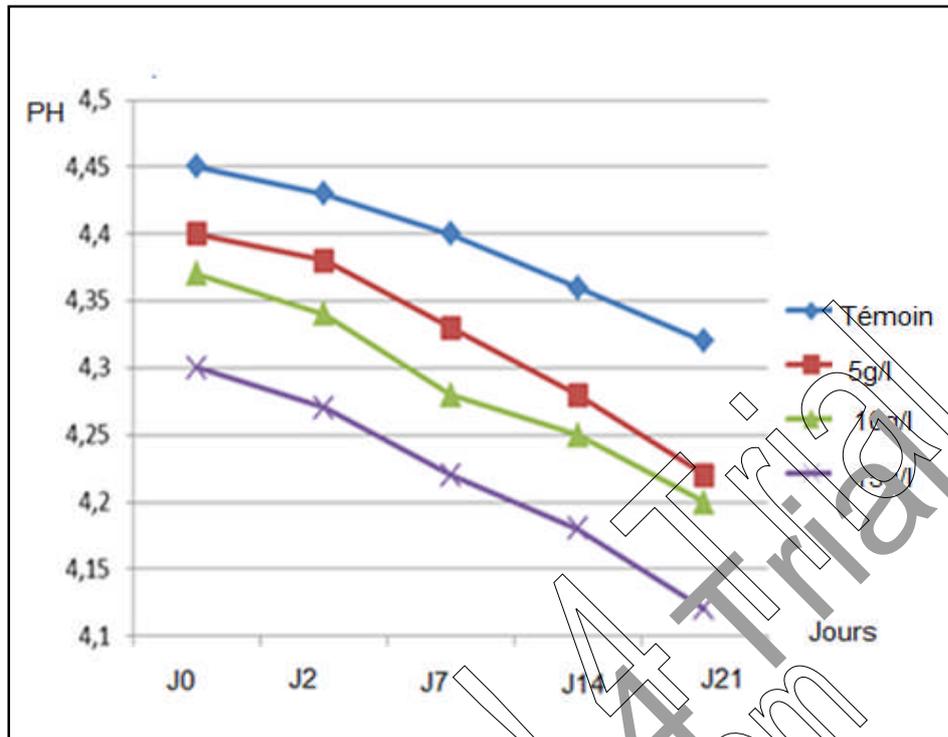


Figure N°19: La variation de pH des produits finis au cours de stockage.

II-Résultats d'analyses microbiologiques

II-1- Matières premières

1-Poudre de lait

Les résultats d'analyses microbiologiques de la poudre de lait sont mentionnés dans le tableau n°17.

Tableau N°17: Les résultats d'analyses microbiologiques de la poudre de lait

Germes recherchés	Echantillon	Normes (JORA,N°35 1998)
Germes totaux	Abs	2.10^5 UFC/g
Coliformes totaux	Abs	1UFC/g
Coliformes fécaux	Abs	Abs/g
Staphylococcus aureus	Abs	Abs/g
Clostridium sulfitoréducteur	Abs	Abs/g
Salmonelles	Abs	Abs/25g
Levures et Moisissures t	Abs	<10 UFC/g

JORA article n°35 daté le 27 Mai1998

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

A partir de ces résultats on remarque une absence totale des germes indiquant une contamination fécale, absence des germes pathogènes à savoir les *Staphylococcus aureus*, *Clostridium sulfitoréducteur*, et une absence des levures et moisissures ainsi qu'une absence total de la flore aérobie mésophile.

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 .Donc, ces résultats indiquent une bonne qualité microbiologique de la poudre de lait et une bonne qualité hygiénique ce qui confirme le bon respect des conditions de préparation et de stockage.

2- Eau de process

Les résultats de l'analyse microbiologique de l'eau de process sont présentés dans le tableau n°18

Tableau N°18 : Résultats d'analyse microbiologique de l'eau de process

Germes recherchés	Echantillon	Normes (JORA, N°35 1998)
Germes totaux	Abs	<102 UFC/MI
Coliformes totaux	Abs	Abs / 100MI
Coliformes/fécaux	Abs	Abs / 100MI
Clostridium sulfitoréducteur	Abs	25 spores/20 mL
Streptocoques fécaux	Abs	Abs/ 100mL

JO RA article n°35 daté le 27 Mai1998

Les résultats des analyses microbiologiques indiquent l'absence totale des germes Totaux et des germes fécaux (coliformes totaux et fécaux), absence des germes pathogènes à savoir les *Staphylococcus aureus*, *Clostridium sulfitoréducteur*, Streptocoques fécaux On peut dire que l'eau de process est de bonne qualité microbiologique, Cela est expliqué par l'efficacité du traitement de chloration que subit l'eau de forage au niveau de l'unité. D'après *Chefftel(1976)* la bonne qualité microbiologique que présente l'eau résulte de l'action germicide du chlore additionné lors de la phase de chloration.

3- Sucre

Les résultats de l'analyse microbiologique du sucre sont illustrés dans le tableau n°19

Tableau N°19 : Résultats des analyses microbiologiques de sucre.

Germes recherchés	Echantillon	Normes (JORA, N°35 1998)
Germes totaux	Abs	20 germes/g
Coliformes totaux	Abs	5 germes/g
Coliformes fécaux	Abs	Abs/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs/g
<i>Clostridium sulfitoréducteur</i>	Abs	Abs/g
Salmonelles	Abs	Abs/g
Levures	Abs	1 germes/g
Moisissures	Abs	1 germes/g

JORA article n°35 daté le 27 Mai1998

Les résultats des analyses microbiologiques du sucre, indique une absence complète des germes pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *Clostridium sulfitoréducteur*), et une absence des levures et moisissures et germes totaux et fécaux. Ces résultats révèlent une conformité aux normes établies JORA (n°35 ,1998)

Cela s'explique par le bon traitement de ces ingrédients lors de leur fabrication, les bonnes conditions de stockage telles que la température, l'aération et l'humidité.

4- L'anis vert

Les résultats de l'analyse microbiologique de l'anis vert sont illustrés dans le tableau n°20

Tableau N°20 : Résultats des analyses microbiologiques de l'anis vert.

Germes recherchés	anis vert
FAM	200 germes /g
Coliformes totaux	Abs
Coliformes fécaux	Abs
Staphylococcus aureus	Abs
Clostridium sulfitoréducteur	Abs
Salmonelles	Abs
Levures	Abs
Moisissures	Abs

Les résultats des analyses microbiologiques de l'anis vert ont montré une présence de la flore aérobie mésophile et une absence totale des germes de contamination fécale (coliforme total, et coliformes fécaux spores de CSR), absence des germes pathogènes (salmonella, et staphylococcus aureus). Ainsi une absence des levures et moisissure.

La présence des germes totaux particulièrement la FAM n'est pas importante et elle peut être expliquée par le non-respect des conditions de transport et de stockage, et le manque d'hygiène du personnel et à la contamination au moment du prélèvement des échantillons (*Bourgeois et Leveau, 1991*). Mais ces résultats restent toujours dans le cadre de conformité.

Malgré la présence de cette charge cela n'aura aucune conséquence sur le produit fini car il subira un traitement thermique lors du processus de fabrication, ce qui éliminera toute forme végétative des germes présents (*Renzo, 1988*).

5- Produits finis

5-1- Après l'incorporation de la poudre d'anis vert

Les résultats des analyses microbiologiques des produits finis sont mentionnés dans le tableau n°21.

Tableau N°21 : résultats des analyses microbiologiques des produits finis

Germes recherchés	Echantillon				Norme (JORA, N°35 1998)
	Témoin	Essai1	Essai2	Essai3	
<i>Coliformes totaux</i> Et fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	1 UFC / g
Salmonelle	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs / g
Clostridium sulfito-réducteur	Abs	Abs	Abs	Abs	50UFC/g
Staphylococcus aureus	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs / g
Levures	Abs	/Abs	Abs	Abs	< 1 UFC / g
Moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence

JORA article n°35 daté le 27 Mai1998

Les résultats des analyses microbiologiques des produits finis après l'incorporation, montrent une absence totale des germes pathogènes (*salmonella*, *Staphylococcus aureus*) et des germes indiquant de la contamination fécale (coliforme totaux et 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 matériel utilisés pour la fabrication. On note aussi une absence des levures et moisissures pour le témoin et essai1, essai2, essai3

Nous pouvons dire que nos résultats sont conformes aux normes, et cette fiabilité est due à la conséquence de :

- l'utilisation d'une matière première de bonne qualité hygiénique
- les conditions de fabrication ont été convenablement respectées,
- le respect des normes des opérations de transformation et conservation des produits

5-2- Au cours de stockage

Les résultats des analyses microbiologiques des produits finis au cours de stockage sont mentionnés dans le tableau n°22

Tableau N°22 : Les résultats des analyses microbiologiques des produits finis au cours de stockage.

(germes/g) Temps de stockage		Coliformes totaux germes / m	Coliformes fécaux germes / ml	<i>Staphylococcus aureus</i> germes / ml	Salmonel germes / ml	<i>Clostridium Sulfitoréducteur</i> germes / ml	Levures germes / ml	Moisissures germes / ml
Essai								
Témoin		Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
j ₀	Essai1	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Essai2	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Essai3	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
j ₂	Essai1	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Essai2	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Essai3	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
j ₇	Essai1	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Essai2	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Essai3	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
j ₁₄	Essai1	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Essai2	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Essai3	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
j ₂₁	Essai1	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Essai2	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Essai3	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Normes (JORA N° 35 , 1998)		10g/ml	1g/ml	10g/ml	Abs/ 25ml	50 germes/ml	<100G /ml	Abs

Les résultats des analyses microbiologiques des produits finis au cours de stockage, montrent une absence totale des germes pathogènes (*salmonella*, *Staphylococcus aureus*), et des germes indiquant de la contamination fécale (coliforme totaux et fécaux), aussi absence des levures et moisissures pour le témoin et essai1, essai2, eassai3.

Ce qui explique la bonne hygiène du personnel, des équipements et des manipulations a été bien respecté. Le bon respect des conditions hygiénique des locaux, du matériel, et la bonne qualité des matières première utilisés, confirmant ainsi la bonne maitrise des conditions de fabrication et de conditionnement. Ces résultats sont conformes aux normes établies par le JORA (N°35 ,1998),

III- Résultats des analyses organoleptiques

Les résultats du test organoleptique des essais d'incorporation de la poudre l'anis vert à différentes doses (5g/l,10g/L, 5g/l) dans un yaourt sont mentionnés dans les tableaux (23,24,25) et la figure n°20

Tableau N°23: Résultats de l'évaluation sensorielle de l'essai1 (5g/L)

	Goût	Couleur	Arôme	Texteur
1	3,33%	23,33%	60%	40%
2	83,33%	63,33%	26,66%	47%
3	6,66%	10%	6,66%	10%
4	3,33%	3,33%	6,66%	3,00%

1 : très bon 2 : bon 3 : acceptable 4 : médiocre

Tableau N°24 : Résultats de l'évaluation sensorielle de l'essai 2 (10 g/L)

	Goût	Couleur	Arôme	Texteur
1	23,33%	23,23%	23,23%	30%
2	60%	46,66%	43,43%	43,33%
3	10%	20%	16,66%	20%
4	6.66%	10%	16,66%	6,66%

Tableau N°25 : Résultats de l'évaluation sensorielle de l'essai 3 (15 g/L)

	Goût	Couleur	Arôme	Texteur
1	26,66	26,66	23,33%	33,33%
2	26,66	16,66%	30%	10%
3	33,33	40%	10%	6,66%
4	13,33	16,66%	36,66%	50%

Après une durée de stockage de 14 jours à une température de 10°C on a confirmé l'évolution des paramètres physico-chimiques, microbiologiques par un test organoleptique

Le goût : est jugé acceptable pour le (témoin et essai3) et pour l'essai 1 il est jugé bon, concernant l'essai 2 il est jugé très bon.

La couleur : est jugé très bonne pour le témoin et pour les essais 1 et 2 est jugée bonne pour l'essai 3 elle est jugée acceptable, Cela est dû à l'homogénéisation de la poudre l'anis avec le yaourt qui donne une couleur attirante.

L'arôme : est jugé bon pour le (témoin et l'essai 1) et pour l'essai 2 il est jugé très bon, concernant l'essai 3 il est jugé médiocre. vu le pouvoir aromatisant très puissant de l'anis vert.

Texteur : elle est jugé bon pour le (témoin, essai1, et l'essai2), et pour l'essai 3 elle est jugée médiocre. Ce résultat est dû à l'absence des granulations gênantes dans la bouche.

Parmi la gamme des échantillons le produit qui contient 1 g/l de la poudre d'anis a acquis une très bonne appréciation organoleptique.

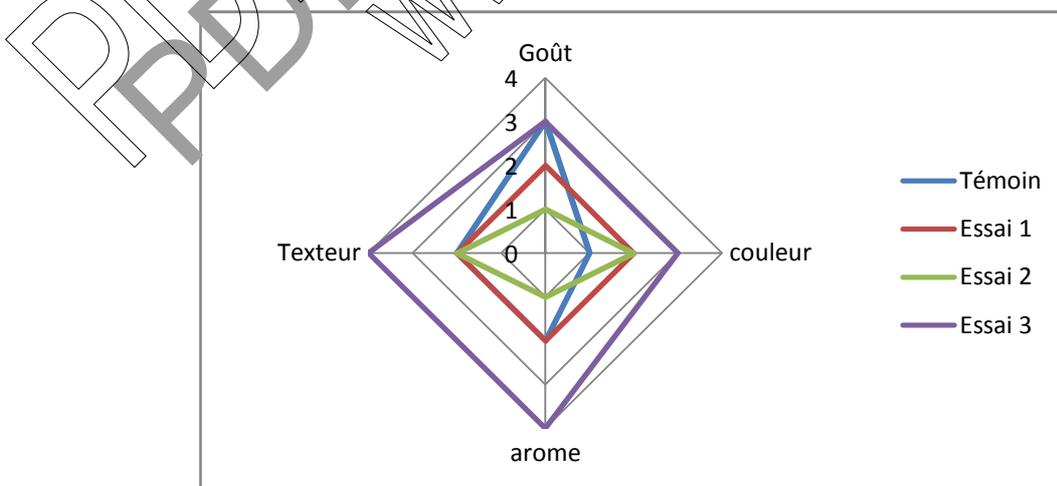


Figure N°20 : profil sensoriel des essais d'enrichissement du yaourt à l'anis vert

CONCLUSION

PDF Create! 4 Trial
www.nuance.com

Conclusion générale

Dans le cadre de ce présent travail nous avons étudié la caractérisation microbiologique, physico-chimique et organoleptique d'un yaourt enrichi à l'anis vert et le suivi de sa stabilité au cours de stockage.

Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait montrent que la poudre de lait utilisée présente une constitution parfaite, sans risque de formation de grumeaux insolubles

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process montrent une conformité de l'eau de process par rapport aux normes algériennes.

D'après les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur le yaourt enrichi à l'anis vert nous remarquons une stabilité de la matière grasse dans le produit fini toute au long de la période de stockage ainsi qu'une augmentation de matière sèche avec l'augmentation de la dose de l'anis vert.

Les résultats de suivi de l'acidité de produit finaux au cours de stockage montrent une augmentation progressive de l'acidité, cela s'explique par la production de l'acide lactique ce qui abaisse légèrement le pH

Les analyses microbiologiques de matière première et le produit fini montrent une absence totale des germes pathogènes ce qui conforme l'utilisation de matière première de bonne qualité hygiénique ainsi qu'une bonne manipulation lors des analyses.

Ce travail demeure une ébauche et une série de perspectives sont envisageables tel que :

- une extraction de l'huile essentielle de cette plante et son incorporation dans un yaourt.
- Effectuer un dosage de sa valeur nutritive
- Faire une étude comparative entre un yaourt anisé à base des graines d'anis vert et un yaourt anisé à base de l'huile essentielle d'anis vert.
- Cibler un plus grand nombre de personnes spécialistes dans le domaine laitier pour une éventuelle évaluation du yaourt anisé du point de vue organoleptique.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUE

Références bibliographique

Accolas et al., 1980 : « Les levains lactiques thermophiles, propriétés et comportement en technologie du lait » ; tome 4 ; p487-524.

Adlfsson O., Meyadani SN., Russe RM., 2004 : « Yogurt and gutfunctio » ; p80.

Alias et Linden, 1997 : « Biochimie alimentaire » ; 4^{ème} édition : paris ; Masson ; p284.

Anonyme, 2012 : <http://www.phytalliance.com>(Avoir un ventre plat l'avis vert).

Anonyme.(2008)-[http:// www.FAO.org/doctrep/t4280FOD](http://www.FAO.org/doctrep/t4280FOD)

Babulka, 2004 : phytothérapie. Edition, Association pour promotion phytothérapie médicale, 2.pp : 57-59.

Bardeau Fabrice, 2009 : les huiles essentielles (découvrir les bienfaits et les vertus d'une médecine ancestrale). Edition, Lanore, collection dirigée par Alice Machado ISBN : 978-2-85-157-566-1

Beal et Sodini, 2001 : Fabrication des yaourts et laits fermentés in technique de l'ingénieur, Traité agroalimentaire, volume 2, Paris : Lavoisier.

Beerens H. et Luquet, 1987. « Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et produits laitiers » ; Technique et documentation ; Lavoisier ; APRIA : p144.

Bonnefoy C, Guillet F, Guy L, Eveyne VB, 2002 : « Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires » ; p21.

Bontoux J, 1995 : introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux minérales, eaux de boisson. Qualité et santé, 2^{em} Edition, Ed Tec et Doc – Lavoisier. Paris.

Bouix et Leveau, 1980 : **Les levures in Bourgeois, Techniques d'analyses et de contrôle** dans les industries agro- alimentaires. Volume 3 : Le contrôle microbiologique, Collection Sciences et techniques agro-alimentaires, p330.

Bourgeois CM et Leveau JP, 1991 : « Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires 3 », le contrôle microbiologiques 2^{eme} édition, Tec et doc Lavoisier, Paris, p395.

Bourgeois CM, Levaux JY, 1980 : « Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaire », volume 3, Tec et doc, Paris, p247.

Branger Alain, Marie-Madeleine Richer, Sébastien Roustel, 2007 : alim+entation et processus technologique. Edition, Educagri,293p.

Bruneton.J, 1993 : pharmacognosie-phytochimie. Edition,Tec&doc, Lavoisier, paris, 915 p.

Cardinal P et al., 2003 : Lignes directrices pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologies alimentaire, Comité provincial sur l'uniformisation et l'interprétation des critères microbiologiques des aliments, Québec. P 44.

Cerning, J., Buillan, C. et Landon, M, 1990 : « comparaison of exocellular polysaccharide production by thermophilic lactic acid bacteria » ; science des aliments, p 443-453

Chausson,F.and Maurisson,E.2002 : l'économie laitière en chiffres. Centre interprofessionnelle de l'économie laitière, paris, France.180p.

Eck André et Gillis Jean-Claude, 1977 : le fromage de la science à l'assurance qualité 3ème édition , Tec&Doc, lavoisier,paris.891p.

Ferdinan Schanenber,P, 2001 : Buve des plantes médicinales. Edition, Delachaux et Niestlé,Paris .pp 27-29.

Francois M. Luquet F.m., YvetteBetmezowskiet, 1986 : « Lait et produits laitiers : Qualité, énergie et table de composition » ; Tec et Doc ; Lavoisier ; Paris.

Fuinel Guy, 2003 : plantes de vie (du corp et de l'esprit). Edition, Fernand lanore, 161p.

Gilly Guy, 2005 : les plantes aromatiques et les huiles essentielles à grasse : botanique culture, chimie, production, marché. Edition, L'harmattan, paris. 414p.

Guiraud J. P, 1998 : Microbiologie alimentaire. Dunod, Paris. P 328-330 : 553.

Guiraud JP, 1998 : « Microbiologie alimentaire » ; Tome II ; édition Dunod, Paris, p652.

Guyot, 1992 : « Les produits laitiers, les bases de la production » ; D-L-G.FOOD,Tec, Paris ; p321.

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 .

Hureaux Jean-Pierre, 1855 : la route des épices naturelles (mélange d'épices, aromates, et condiment naturelles. Edition, De Boeck supérieur. 376p.

Juillard et al., 1996 : « Science et technologie du lait » ; P97.

Keilling et De Wilde ,1985 : lait et les produits laitiers vaches, brebis, chèvre, tome 2, Edition Apria, Lavoisier, paris, 446p.

Larpen et al., 1997 : «Mémento technique de microbiologie : microorganismes eucaryotes et procaryotes, structure, métabolisme, systématique, applications industrielles » ; ©Technique et documentation, Lavoisier, p774.

Larpen, 1989 : « microbiologie alimentaire : les bactéries lactiques » ; Technique et documentation, Lavoisier

Larpen. FM, 1991 : « les ferments microbiens dans les industries agroalimentaire : produits laitiers et caillés » ; édition Apria/CDIUPA, Paris, p62-67.

Lauze, 2002 : « Guide pratique de gestion d'un établissement public local ». Volume 2 ; p87

Lenoire.J., Schimidt J.L., Tournier.C., 1994 : « Formation et choix des bactéries lactiques en technologies laitières ; in bactéries lactiques » ; volume II, p614.

Leveau J.Y., Bouix M, 1993 : «Microbiologie industrielle : les microorganismes d'intérêt industriel » ; Technique et Documentation, Lavoisier, Paris ; p520.

Leveau Jean-Yves, Larpen Jean-Paul et Bouix Marielle, 1998 : « Sécurité microbiologiques des procédés alimentaire » ; F1120 ; Techniques de l'ingénieur, traité Agroalimentaire.

Lonnes A., 1994 : « *Laits fermentés par les bactéries lactiques* » ; In bactéries lactiques, Aspect fondamentaux et technologiques Volume 2, Edition Lorica ; Paris ; p 664.

Lucey J.A., 2004 : « Cultureddairyproducts: an overview of theirgelation and texture properties, International Journal of DairyTechnology ; p77-84.

Luquet FM., 1986 : « Lait et produits laitiers : vaches, brebis, chèvres » ; Tome III : qualité, énergie et table de composition ; Technique de Documentation, Lavoisier ; Paris.

Mahaut M., Jeantet R., Brulé G., Schuck P., 2000 : « Les produits industriels laitiers : produits fermentés et dessert lactés » ; édition Tec et Doc, Lavoisier, Paris ; P194.

Mahaut M., Jeantet R., Brulé G., Schuck P., 2002 : « *Les laits fermentés, intérêt et technologies de la transformation* » ; Édition Tec et Doc ; Lavoisier, Paris

Maniaval et Aurillac., 1990 : « les laits fermentés » ; Revue des ENIL N° 141,6-10, 1990, p245.

Marteau, 1996 : « suivi et effets de microorganisme alimentaire non pathogènes dans le tube digestif de l'homme » ; thèse de doctorat de l'université Paris, France.

Max Huguet, 2008 : la route des épices naturelles (mélange d'épices, aromates, et condiment naturelles. Edition, sang de la terre 4^{eme} trimestre ISBN : 978-2-86985-198-6.368p.

Multon JL., 1992 : « additifs et auxiliaires de fabrication dans l'industrie agroalimentaire » ; Edition Tec et Doc, Lavoisier ; Apira ; p169-178.

Nardo Pierrette, 2010 : Mesisanes bien être. Edition, Mustica, paris. 120p

Novel G., 1993 : « Les bactéries lactiques, in microbiologie industrielle (les microorganismes d'intérêt industriel) » ; Technique et documentation, Lavoisier, Paris, p612.

Obre., 1983 : « Croissance et propriétés fonctionnelles des bactéries lactiques », Dans Bactéries lactiques: de la génétique aux ferments », TEC & DOC Lavoisier, Paris, France, p511

Pacikora., 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, p258.

Renzo.C, 1988 : représentation et étude de la charge microbienne sur les produits laitiers , Tom 18,n°(1968).pp :317-319.

Righi Mohamed, 2006 : « *Microorganismes en action : le yaourt* », PISTES, FSE, Université Laval ; 2006 ; [consulté en Décembre 2012] ; <http://www.pistes.fse.ulaval.ca>

Roissard et Luquet, 1993 : « Les bactéries lactiques » ; Lavoisier, Paris, p589.

Tamine A.Y., Robinson R.K., 1999 : « *Yoghurt: Science and Technology* » ; 2^{ème} édition, WoodheadPublishing Limited CRC Press LLC, Cambridge, England,p 619.

Tamine et Robenson ; 2001 : « *Technologie du lait: constitution, récolte, traitement, transformation du lait* » ; 3^{ème} édition.

Trousseau Armand, 1870 : *Traité de thérapeutique et matière médicale*. pp : 53-55.

Vignola C.L., 2002 : « *Sciences et technologie du lait, transformation du lait* ; Ecole Polytechnique de Montréal, Canada, p600.

Vignoli Louis et Morel Marie-Claude, 1969 : *Histoire de la pharmacie*.201, 57. pp : 367-368.

Walstra P, Woulters J.T.M., Geurts T.J., 2006 : « *Milk Components, Dans Dairy Science and Technology* » ; CRC Taylor et Francis Group, Florida, USA, p (63-83).

Zaid Nora, 1998 : *Verus des plantes*. Edition, Ellebore. 139p.

ANNEXES

PDF Create! Trial
www.nuance.com

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 titre à 0,111 mol/ L
- Phénol phtaléine : solution alcoolique à 1%

Annexe II

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)

- Peptone 5g
- 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 viande3g
- Lactose10 g
- Poudre de bromocrésol 25 g
- Eau distillée 1000 mL

pH = 7

Eva-litsky (Bouillon)

- Peptone 20 g
- Glucose..... 5g
- Chlorure de sodium..... 5 g
- Phosphate dipotassique2,7g
- Phosphamototassique..... 2,7 g
- Eau distillée 1000 mL

PH = 6,8 à 7

Bouillon au sélénite de sodium et la caséine (SFB)

- Peptone trypsine 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 fois30 g
- Glucose..... 2g
- Amidon2 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



Annexe III

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

Annexe IV

Table de NPP

1*50 MI	5*10mL	5*1mL	Nombre caractéristique	Limite inférieure	supérieure
0	0	0	<1		
0	0	1	1	<0.5	4
0	0	2	2	<0.5	6
0	1	0	1	<0.5	4
0	1	1	2	<0.5	6
0	1	2	3	<0.5	8
0	2	0	2	<0.5	6
0	2	1	3	<0.5	8
0	2	2	4	<0.5	11
0	3	0	3	<0.5	8
0	3	1	5	<0.5	13
0	4	0	5	<0.5	13
1	0	0	1	<0.5	4
1	0	1	3	<0.5	8
1	0	2	4	<0.5	11
1	0	3	6	<0.5	15
1	1	0	3	<0.5	8
1	1	1	5	<0.5	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21
1	2	0	5	<0.5	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	23
1	2	3	12	3	28
1	3	0	8	2	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	4	34
1	3	3	18	5	53
1	3	4	21	6	66
1	4	0	13	4	31
1	4	1	17	5	47
1	4	2	22	7	59
1	4	3	28	9	85
1	4	4	35	12	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		

Annexe V

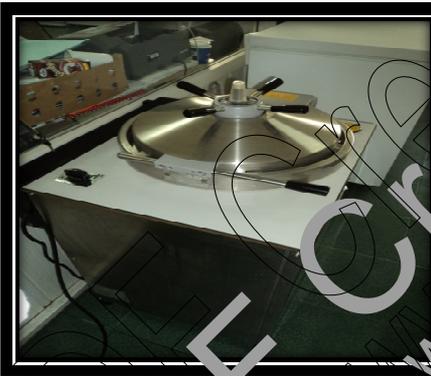
Matériel microbiologiques



- Étuve -



- Bec bunsen -



Autoclave -



- Etuve d'incubation -



- Balance -



- Etuve -

Annexe VI

Matériel physico- chimiques



- pH-mètre -



- Acidimètre -



- Dessiccateur -



- Butyromètre -

Annexe VII

Tableau N°18 : fiche de dégustation. (Anonyme b; 2009)

	IM 7.3.F	Révision : 02
	Fiche de dégustation	Date :
		Page : 1

Non :

Prénom :

Fonction :

Date de dégustation :

Référence IM.7.3B :

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

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

- Tableau de test de dégustation de l'unité trèfle -

Annexe VIII

Analyse de variance de l'acidité

	S.C.E	DDL	Carres Moyens	Test F	Proba	E.T.	C.V
VAR	112.00	7	16.00				
VAR. Facteur 1	92.00	3	30.67	6.13	0.0578		
VAR. Residuelle1	20.00	4	5.00			2.24	3.0%£

Analyse de variance de PH

	S.C.E	DDL	Carres Moyens	Test F	Proba	E.T.	C.V
VAR	0.03	7	0.00				
VAR. Facteur 1	0.02	3	0.01	5.62	0.0659		
VAR. Residuelle1	0.01	4	0.00			0.04	0.9%

Analyse de variance du l'extrait sec total

	S.C.E	DDL	Carres Moyens	Test F	Proba	E.T.	C.V
VAR	4.8	7	0.64				
VAR. Facteur 1	4.48	3	1.49	1467.70	0.0001		
VAR. Residuelle1	0.00	4	0.00			0.01	0.1%

Analyse de variance de la matière grasse

	S.C.E	DDL	Carres Moyens	Test F	Proba	E.T.	C.V
VAR	0.04	7	0.01				
VAR. Facteur 1	0.02	3	0.01	1.00	0.4795		
VAR. Residuelle1	0.02	4	0.00			0.07	2.2%

PDF Create! 4 Trial
www.nuance.com