

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



Université de Blida 1

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département de Biologie et Physiologie Cellulaire

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences de la Nature et de la
Vie

Option : *BIOCHIMIE*

Thème :

**Influence des solutions de nettoyage l'acide et la soude
sur la qualité physicochimique, microbiologique et
organoleptique d'un produit ferme**

Présenté par :

Soutenu le : 09 Septembre 2019

❖ M^r BELLARBI Yacine

Devant le jury :

M ^{me} SAIDI F.	Professeur	USDB1	Présidente
M ^{me} ROUAKI F.	MCB	USDB1	Examinatrice
M ^{me} LOUYRKAD Y.	MAB	USDB1	Promotrice

Promotion 2018-2019

Remerciement

Le travail présenté dans ce mémoire a été réalisé au sein de l'entreprise DANONE DJERDJERA Algérie (unité de Blida) au niveau du laboratoire de contrôle de qualité de l'entreprise, dans le cadre d'un stage pratique pour l'obtention du diplôme de Master à l'université « Saad Dahleb Blida »

*Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont à mon encadreur docteur **LOUERRAD** .et sous la direction du professeur **Saidi**.*

*J'exprime mes profonds remerciements à docteur **Rouaki** , d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail. Qu'elle trouve ici mes sentiments de gratitude.*

Je tiens à lui exprimer ma très grande considération et ma vive reconnaissance, ainsi que mes sincères remerciements d'avoir accepté d'assurer la présidence du jury.

Un grand Merci à tous mes enseignants qui m'ont accompagné durant mon cursus universitaire pour leurs soutiens et leurs Assistantes.

J'exprime ma reconnaissance également à toute personne ayant participé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Liste des figures

Figure 1 : <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	8
Figure 2 : <i>Streptococcus thermophilus</i>	9
Figure 3 : Les interactions métaboliques de St. Thermophiles et LT bulgaricus	11
Figure 4 : L'étape de la reconstitution du lait (poudrage)	12
Figure 5 : Phase conditionnement des produits en pots (conditionneuse)	14
Figure 6 : Diagramme de fabrication du yaourt étuvé aromatisé	16
Figure 7 : Le matériel préparé pour prélever l'échantillon de l'eau de process	24
Figure 8 : La méthode de détermination du pH	28
Figure 9 : La méthode de détermination de l'extrait sec total par la méthode thermo-balance	29
Figure 10 : La méthode de détermination de la viscosité	30
Figure 11 : Préparation des dilutions décimales des produits liquides	35
Figure 12 : Préparation des dilutions décimales des produits solides	36
Figure 13 : Recherche et dénombrements des germes mésophiles totaux dans l'eau	37
Figure 14 : Recherche et dénombrements des germes mésophiles totaux	39
Figure 15 : Recherche et dénombrements des Entérobactéries	41
Figure 16 : Recherche et dénombrements des coliformes totaux et fécaux dans l'eau	45
Figure 17 : Recherche et dénombrements des coliformes totaux et fécaux	47
Figure 18 : Recherche et dénombrements des spores du clostridium sulfito-réducteur dans l'eau	50
Figure 19 : Recherche et dénombrements des spores du Clostridium sulfito-réducteur	52
Figure 20 : Recherche et dénombrements des streptocoques fécaux dans l'eau	57
Figure 21 : Recherche et dénombrements des levures et des moisissures	59

Liste des tableaux

Tableau 1 : La moyenne en nutriments pour 100 grammes de yaourts	3
Tableau 2 : Les propriétés nutritionnelles des laits en poudre varient suivant leur type	6
Tableau 3 : Les altérations physicochimiques de la composition du yaourt	20
Tableau 4 : Les points de prélèvements des échantillons pour les analyses physicochimiques et microbiologiques effectuées	23
Tableau 5 : Les analyses physicochimiques effectuées au cours de production du yaourt étuvé aromatisé	26
Tableau 6 : Les analyses microbiologiques effectuées au cours de production du yaourt étuvé aromatisé	33
Tableau 7 : Exemple de résultats de recherche et dénombrement des GAMT	37
Tableau 8 : Un exemple des résultats du test de présomption de recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	53
Tableau 9 : Un exemple des résultats de recherche et dénombrement des stréptocoques fécaux	54
Tableau 10 : Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process	59
Tableau 11 : Les résultats des analyses microbiologiques de la poudre du lait	59
Tableau 12 : Le résultat des analyses microbiologiques du sucre	60
Tableau 13 : Les résultats des analyses microbiologiques du produit semi-fini	60
Tableau 14 : Les résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process	61
Tableau 15 : Les résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait	61
Tableau 16 : Les résultats des analyses physicochimiques du sucre	62
Tableau 17 : Les résultats des analyses physicochimiques du produit semi-fini	62
Tableau 18 : Les résultats des analyses physicochimiques du produit fini	63
Tableau 19 : La moyenne des résultats de pH durant la maturation à différentes températures	64
Tableau 20 : La moyenne des résultats des analyses physicochimiques (pH, viscosité) après 24h de stockage	64
Tableau 21 : La moyenne des résultats de pH après l'ajout de l'acide nitrique (avant et après l'incubation)	65

Tableau 22 : La moyenne des résultats de pH et de viscosité des produits (essai d'acide) après 24h de stockage	66
Tableau 23 : Les résultats de quelques critères organoleptiques des produits après 24h de stockage	67
Tableau 24 : La moyenne des résultats de pH après l'ajout de l'hydroxyde de sodium (avant et après l'incubation)	68
Tableau 25 : La moyenne des résultats de pH et de viscosité des produits (essai) après 24h de stockage	69
Tableau 26 : Les résultats de quelques critères organoleptiques des produits après 24h de stockage	69

Liste des abréviations

ASR : Anaérobie sulfito-réducteur

CSFR : Clostridium Sulfito-réducteur

D/C : Double concentration

DLC : Date limite de consommation

DM : Dilution mère

DPD : Diéthyl-p-phénylènediamine

DDA : Danone Djurdjura Algérie

E. coli : Escherichia coli

EST : Extrait sec total

GAMT : Germes aérobies mésophiles totaux

JORA : journal officiel de la République Algérienne

J : jour

LB. = Lactobacillus

MG : Matière grasse

M.S.D : Multi Stage Drier (Sécheur à multi-niveaux)

mPas : milli pascal

NPP : Nombre le plus probable

NB : Notez bien

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

pH: Potentiel d'hydrogène

S/C : Simple concentration

ST. : Streptococcus

TA : Titre alcalimétrique simple

TAC : titre alcalimétrique complet

TH : Titre Hydrotimétrique

TTC : Triphényl tétrazolium chlorure

TPL : Tank de préparation laitière

TS : Tank de stockage

UFC : Unités formant colonie

UHT : Ultra haute température

UV : Ultraviolet

Résumé

Le yaourt, yahourt, yogourt ou yoghourt, est un lait fermenté par le développement des seules bactéries lactiques thermophiles *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* qui doivent êtreensemencées simultanément et se trouver vivantes dans le produit fini. Notre projet de fin d'étude a été effectué au sein du laboratoire de control de qualité de la laiterie de DANONE de Blida. Pour une meilleure exploitation, les analyses physicochimiques, microbiologiques et organoleptiques réalisés au niveau de laboratoire, ont porté sur les matières première, produit fini et les eaux de process .Ce travail a été consacré à étudier l'influence de quelques problèmes constatés durant la production d'un yaourt étuvé aromatisé (le passage des produits de nettoyage avec differents doses 1,49 / 4,48 / 7,46 / 10,45 / 20,90 / 31,36 % dans le produit par erreur, et le changement de la température d'incubation) sur sa qualité physicochimique, et organoleptique, en passant par un suivi (témoin) de différents paramètres physicochimiques et microbiologiques effectués sur le produit. Les résultats de paramètres physicochimiques du produit fini témoin sont stables et dans la norme, par contre le produit non conforme à cause des produits de nettoyages les résultats présentent une variation de PH et de viscosité et sur la qualité organoléptique .

Mots clés : produit de nettoyage, viscosité, produit fini, produit non conforme, qualité organoléptique , qualité physico-chimique , qualité microbiologique .

Abstract

Yogurt, yogurt, yogurt or yoghurt, is a milk fermented by the development of only thermophilic lactic bacteria *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. Our final study project was carried out in the quality control laboratory of the DANONE dairy in Blida. For better exploitation, the physicochemical, microbiological and organoleptic analyses carried out at laboratory level were carried out on raw materials, finished products and process waters. This work was devoted to studying the influence of some problems observed during the production of a flavored steamed yogurt (the passage of cleaning products with different doses 1,49/ 4,48/ 7,46/ 10,45/ 20,90/ 31,36 % in the product by mistake, and the change of the incubation temperature) on its physicochemical quality, and organoleptic, through monitoring (control). The results of physicochemical parameters of the control finished product are stable and in the standard, on the other hand, the product is not compliant because of the cleaning products the results show a variation in PH and viscosity and on the organoleptic quality.

Keywords: cleaning product, viscosity, finished product, non-compliant product, organoleptic quality, physicochemical quality, microbiology quality

المخلص

الياغورت هو حليب مخمر بواسطة بكتيريات لبنية و التي تضاف في ان واحد و تبقى حية في المنتج نهائي . وتم تنفيذ مشروع دراستي النهائية في مختبر مراقبة الجودة في معمل دانون للألبان في بليدا ومن أجل تحسين الاستغلال، أجريت تحليلات فيزيائية وكيميائية ميكروبيولوجية وحسية على مستوى المختبرات على المواد الاولية والمنتجات النهائية ومياه مستعملة في انتاج . لقد كرسنا نفسي في دراسة تأثير دخول سونل لتنظيف في ياغورت اثناء انتاج بمختلف تركيزات 1.49 / 4.48 / 7.46 / 10.45 / ياغورت عادي نتائج تحاليل كانت جيدة في الياغورت. 20.90 / 31.36 . على نوعية ميكروبيولوجية و كيميائية و حسية

الكلمات مفتاح سونل التنظيف . اللزوجة . منتج نهائي . منتج تالف . نوعية حسية فيزيائية و ميكروبيولوجية

Table des matières

Table des matières

1 GENERALITE SUR LE YAOURT.....	14
1.1. Historique	14
1.2. Définition du yaourt.....	14
1.3 Classification du yaourt	14
2. YAOURT ETUVE AROMATISE.....	3
2.1. Définition	3
2.2. Composition biochimique	3
2.3 L'aspect thérapeutique du yaourt.....	4
2.4 L'aspect toxicologique du yaourt.....	4
3. TECHNOLOGIE DE FABRICATION DE YAOURT ETUVE AROMATISE.....	5
3.1. Choix de matière première	5
3.1.1 La poudre de lait.....	5
3.2 Processus de fabrication du yaourt.....	10
3.3 Systèmes de nettoyage en place.....	16
4. LA QUALITE DU YAOURT.....	17
4.1 Définition de la qualité.....	17
4.2 Les critères de la qualité du yaourt.....	17
4.3. Les altérations de la qualité du yaourt	18
4.4. Les matériaux d'emballages	19
II.1. PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL : «DANONE DJERDJERA BLIDA»	20
II.2. OBJECTIF	20
II.3. LA DEMARCHE EXPERIMENTALE	20
II.4. MATERIELS	21
II.5. METHODES.....	22
II.5.1 L'échantillonnage	22
II.5.2 Les analyses physicochimiques	24
III.1 LES RESULTATS ET INTERPRETATIONS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES	58
III.1.1 L'eau de process.....	58
III.1.2 La poudre de lait	58
III.1.3 Le sucre	59
III.1.4 Le produit semi-fini	60
III.2 LES RESULTATS ET INTERPRETATIONS DES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES	61
III.2.1 L'eau de procès	61
III.2.2 La poudre de lait	62
III.2.3 Le sucre	63
III.2.4 Le produit semi-fini	64
III.2.5 Le produit fini.....	65
III.3 LES RESULTATS DES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DES ESSAIS EFFECTUEES SUR LE YAOURT ETUVE AROMATISE :.....	66
III.3.1 étuvage a des températures différentes :.....	66
III.3.2 Les résultats des analyses physicochimiques et organoleptiques après l'ajout des agents chimiques ajoutés (solutions de nettoyage) l'acide nitrique NHO_3 et l'hydroxyde de sodium NAOH :.....	68
III.3.2.1 L'ajout de l'acide nitrique NHO_3 : (PH=0,94)	68
III.3.2.2 L'ajout de l'hydroxyde de sodium NAOH (soude) : (PH=9,31)	71
Conclusion	76

Introduction

Le lait est un produit vivant, un aliment complet et exclusif pour l'homme à sa naissance : c'est une matière hors du commun. Riche en protéines, en calcium, en vitamines et oligo-éléments, le lait a une place dans notre alimentation ; plus que justifiée (**Lortal et Boudier, 2011 ; Noblet, 2012**), non seulement il se consomme à l'état nature, il peut également subir différentes biotransformations qui contribuent à élargir considérablement ses qualités sensorielles et nutritionnelles. L'un des dérivés de ces transformations est le yaourt, qui est le plus consommé des produits laitiers fermentés, il est obtenu par la fermentation lactique acide due à deux ferments spécifiques : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* (**Boubchir-Ladj, 2010**).

Le yaourt est plus digestible que le lait avant fermentation et contient 2 fois plus d'acides aminés libres. Cette caractéristique résulte du traitement thermique, de l'acidification et de l'activité protéolytique des bactéries (**Mahaut et al. 2008**). La consistance et la viscosité du yaourt sont, pour une grande partie, sous la dépendance de la teneur en matière sèche du lait. (**Jeantet et al., 2008**) ont rapporté que les protéines ont un rôle déterminant dans la texture, par contre la matière grasse à un effet sur les caractéristiques organoleptiques. Les protéines et la matière grasse, contribuent également à masquer l'acidité du produit (**Amiot et al. 2002**).

Il existe en parallèle d'autres facteurs déterminant la qualité du yaourt tels que la température d'incubation, la dose des ferments, la durée d'incubation et le control régulier au cours de la fabrication, bien que beaucoup de problèmes constatés durant la fabrication du yaourt influents sur la qualité physicochimique et organoleptique.

Dans ce contexte mon étude a été réalisée sur l'influence des deux problèmes majeurs : le changement de la température d'étuvage et le passage des produits de nettoyage (acide nitrique et soude préparés) en passant par un suivie qui sera considéré comme témoin pour nos essais.

Généralement ces deux problèmes sont causés par une fausse manipulation d'opérateurs, suivie d'un manque de control. Alors, est ce que ces problèmes constatés vont influencer sur la qualité physico chimique et organoleptique ? Et quel est le degré de cette influence ?

1 Généralité sur le Yaourt

1.1. Historique

Originaire d'Asie, le mot yaourt (yoghourt ou yogourt) provient du mot turc « yoghurmark » qui signifie « épaissir » (**Tamine A.Y. and Deeth H.C, 1980**).

Dans le sillage des découvertes de Pasteur sur la fermentation lactique, de nombreux chercheurs s'intéressent aux microorganismes présents dans le lait. En 1902, deux médecins français (**Ris et Khouri ,2000**) isolaient les bactéries présentes dans un lait fermenté, par la suite le microbiologiste Ukrainien Metchnikoff isola la bactérie spécifique du yaourt « le bacille bulgare », analysa l'action acidifiante du lait caillé et suggéra une méthode de production sûre et régulière de yaourt (**Rousseau, 2005**).

Traditionnellement, c'est le yaourt dit « nature » qui constituait l'essentiel de la production des laits fermentés. Dans les années 1960-1970, sont apparues les produits sucrés puis aromatisés et aux fruits qui sont devenus majoritaires sur le marché. De nombreux autres produits sont arrivés par la suite sur le marché : laits fermentés probiotiques, lait fermentés de longue conservation (pasteurisés, UHT, lyophilisés ou séchés) et produits «plaisirs » (pétillant ou glacé) (**Tamine , and Deeth , 1980**).

1.2. Définition du yaourt

D'après le **codex alimentarius (1998)**, le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par la fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus delbrueckii* sous espèce *bulgaricus* et de *Streptococcus salivarius* sous espèce *thermophilus* à partir des laits frais ou pasteurisés. Ce produit est additionné ou pas d'ingrédients tels que : le lait en poudre, la poudre de lait écrémé, les protéines *lactosériques* concentrés ou non et la caséine alimentaire. Les microorganismes du produit final doivent être viables et abondants.

La législation de nombreux pays exige que les bactéries de yaourt soient vivantes dans le produit mis en vente (**Rousseau, 2005**).

1.3 Classification du yaourt

Les yaourts sont classés selon plusieurs critères :

Classification selon le procédé de fabrication

. Le yaourt ferme : dont la fermentation a lieu en pots : ce sont généralement les yaourts nature et aromatisée .Le yaourt brassé : dont la fermentation a lieu en cuve avant brassage et conditionnement : c'est le cas des yaourts veloutés natures ou aux fruits. (**Mahaut . et al., 2000**). Le 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 fait par passage à l'homogénéisateur sous pression inférieure à 50 atmosphères donne une viscosité inférieure d'environ 50% à celle obtenue par brassage mécanique. Il peut être nature ou aromatisé (**Vilain,2010**).

Selon la teneur en matière grasse

Le yaourt entier : contient au minimum 3 pour cent (en poids) de matière grasse ; en pratique de 3 à 4,5 % (**Vilain,2010**).Le yaourt partiellement écrémé : contient moins de 3 pour cent (en poids) de matière grasse en pratique : de 1 à 2 % (**AFSCA, 1995**).

Son apport en énergie est estimé à 50 Kcal (**Van Assche, 1994**).Le yaourt écrémé : contient au maximum 0,5 % (en poids) de matière grasse ; en pratique de 0,05 à 0,1 % (**AFSCA, 1995**).

Selon les ingrédients ajoutés

Le yaourt nature : non sucré possède à peu près la même valeur nutritive que le lait avec lequel il est fabriqué, soit une excellente source de protéine, de calcium, de potassium, de phosphore et de vitamines A et B. Il apporte en plus tous les biens faits associés à la fermentation, tout en ne fournissant que très peu de calories. De plus, il est rapidement digéré (plus de 90 % de produit en heure, comparé à 30% pour le lait). Il offre une alternative nutritive intéressante pour les personnes intolérantes au lactose (présent dans le lait) ; en effet, généralement à l'âge adulte la faculté de produire de lactase, enzyme digestive dégradant le lactose dans l'intestin. Le moindre taux de lactose du yaourt le rend plus digeste d'autant plus que ses bactéries continuent d'agir dans notre organisme lors de sa consommation (**François , Luquet, 1990**).Les yaourts sucrés : Au quel ont été uniquement ajoutés un ou plusieurs sucres. Les sucres ajoutés sont l'hydrate de carbone et/ou de l'édulcorant autorisé par la réglementation en vigueur .Les yaourts aux fruits, au miel, à la confiture : moins de 30% d'éléments ajoutés.Les yaourts aromatisés : Aux arômes naturels ou de synthèse autorisée par la législation, auquel, ont été ajoutés des aliments aromatisants ou d'autres substances aromatisants (**Amiot et al. 2002**).

1.4. La composition biochimique et nutritionnelle du yaourt

Au cours de la fermentation, la composition du lait subit un certain nombre des modifications. Certaines de ces modifications en font un produit de meilleure valeur nutritionnelle (Mahaut *et al*, 2000).

Le tableau suivant présent la teneur moyenne en nutriments pour 100 gramme de yaourts.

Tableau 1 : La teneur moyenne en nutriments pour 100 gramme de yaourts (Mahaut M. *et al*, 2000)

Types de yaourts	Teneur moyenne pour 100 grammes de produit							Valeur énergétique
	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Calcium (mg)	Sodium (mg)	Potassium (mg)	Phosphore (mg)	Kcal
Yaourt au lait entier	3.8	3.5	5.3	171	56	2.6	112	68
Yaourt nature 0%	4.2	Traces	5.4	164	55	180	100	39
Yaourt nature sucré	3.8	1.1	14.5	160	52	195	105	83
Yaourt brassé nature	4.3	1.8	5.2	165	40	205	115	55
Yaourt brassé aux fruits	3.75	1.65	14.5	140	50	190	110	88
Yaourt au lait entier aux fruits	3.1	2.7	16.5	140	45	180	100	103
Yaourt maigre aux fruits	3.6	Traces	17.2	140	45	180	100	85

2. Yaourt étuvé aromatisé

2.1. Définition

Selon Assche et Rathe (1996), ce sont des produits dont la fermentation est effectuée après conditionnement en pots. Les yaourts étuvés (nature, sucrés ou aromatisés) ont une texture ferme à surface lisse. 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 .

Le yaourt est un produit laitier coagulé par la fermentation lactique grâce à l'action de : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*.

Ces bactéries sont cultivées sur de lait préalablement pasteurisé, dans le but d'éliminer la plus grande partie ou la totalité de la flore microbienne préexistante.

Après la fermentation, le yaourt est refroidi à une température comprise entre 0 et 6°C, à l'exclusion de tout autre traitement thermique, afin de ne pas détruire la flore bactérienne vivante : la loi impose en effet la présence dans le produit au moment de la consommation, au moins 100 millions de bactéries spécifiques vivantes par gramme de yaourt.

Le yaourt étuvé aromatisé (yaourt ferme) à une texture ferme à surface lisse, la fermentation s'opère dans les pots après le conditionnement .

2.2. Composition biochimique

Les différents composants du yaourt étuvé aromatisé sont les protéines les glucides les lipides les vitamines et les sels minéraux (**Tableau 1**).

La composition biochimique d'un yaourt provient des modifications de la composition du lait, entraînées par la fermentation. Ces modifications affectent notamment : les glucides, les protéines, les lipides, les minéraux et les vitamines.

A- Les glucides

La principale modification des glucides est la baisse de la teneur en lactose de 20 à 30 %, la teneur du yaourt en lactose résiduel est de l'ordre de 4,5 g pour 100 g. La dégradation du lactose conduit à la formation de galactose, de glucose et d'acide lactique qui passe d'un niveau pratiquement nul à un niveau un peu élevé selon les ferments (**Toba et al, 1983**).

B- Les protéines

Les bactéries lactiques produisent des enzymes qui hydrolysent partiellement les protéines du lait. Ainsi, (**Poznanski et al, (1965)**) ont rapporté une dégradation de la caséine in vitro par une protéase et une peptidase provenant respectivement de *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* (**Poznanski et al, 1965**).

De ce fait, un yaourt contient plus de peptides et d'acides aminés libres que le lait (**Rasic et al, 1971**).

C- Les lipides

Concernant les lipides, il existe une hydrolyse très modérée des triglycérides qui n'a pas d'incidence nutritionnelle observable (Alm , 1982).

D- Les minéraux

La modification des minéraux concerne principalement le calcium. En effet, la poudre de lait ajoutée au lait lors de la fabrication des yaourts et autres laits fermentés augmente la teneur en calcium par rapport au lait d'origine. Un pot de yaourt de 125 g apporte 180 à 200 mg de calcium (Mission Scientifique de Syndifrais, 1997).

Les quantités de calcium recommandées pour l'adulte sont de l'ordre de 900 mg/j (Dupin, 1992).

E- Les vitamines

La composition des vitamines du yaourt dépend principalement de celle du lait utilisé. De plus, elle sera modulée au cours de la fermentation, dépendant aussi des souches employées. La composition en vitamines liposolubles A et D varie en fonction de leur teneur dans le lait utilisé (entier ou partiellement écrémé) (Mission Scientifique de Syndifrais, 1997).

2.3 L'aspect thérapeutique du yaourt

La consommation régulière du yaourt conduit à des effets thérapeutiques, elle influe sur :

- L'équilibre de la flore intestinale par production de substances antibactérienne (bactériocines, acides organique...etc) (Amiot, 2002)
- La défense immunitaire par l'augmentation de la production d'interférons, d'immunoglobulines et de l'activation des lymphocytes B, ce rôle est attribué au *Lactobacillus bulgaricus* (Mahaut *et al.*, 2000).

2.4 L'aspect toxicologique du yaourt

La masse des bactéries représente 1g pour 125 g de yaourt ou de lait fermenté. La fabrication du yaourt requiert des conditions sévères de pureté bactériologique et chimique (absence d'antibiotiques ...). De plus, la flore lactique du yaourt est susceptible de métaboliser certaines toxines ; par exemple, expérimentalement, on a montré qu'elle dégrade l'aflatoxine B1 (Megalla *et al.*, 1984).

3. Technologie de fabrication de yaourt étuvé aromatisé

3.1. Choix de matière première

3.1.1 La poudre de lait

Poudres de lait sont définies par le codex *alimentarius standard* 207-1999 comme produits laitiers qui peuvent être obtenus par l'enlèvement partiel de l'eau du lait. Le lait en poudre ou lait déshydraté ou lait sec est le produit obtenu directement par élimination de l'eau du lait, entièrement ou partiellement écrémé ou lait préalablement chauffé à une température composée entre 75 °C et 115°C (Arie et al, 2012).

Selon la teneur en matière grasse du lait, on démontre trois catégories de poudre de lait.

Tableau 2: les propriétés nutritionnelles des laits en poudre varient suivant leur type (Cnera, 1981)

Nature du lait	Lipides (%)	Protéines (%)
Lait entier	26	23
Lait demi-écrémé	9.5	29
Lait écrémé	1	36

Les protéines lactiques jouent un rôle clé dans la formation du gel en lui conférant une texture unique, de l'élasticité et de la fermeté.

L'addition de lait en poudre est la méthode généralement employée pour renforcer l'extrait sec du lait (Tamine et Robinson, 1999).

3.1.2 L'eau

L'eau est l'une des matières premières de tous les types de produits laitiers reconstitués. Elle doit être :

- une eau potable de bonne qualité. Si l'eau n'est pas potable de façon permanente, il est indispensable de la traiter.
- Sur le plan microbiologique, elle ne doit contenir aucun germe pathogène. Leur recherche nécessitant des techniques spéciales, on choisit comme indicateurs de pollution des germes de contamination fécale qui sont plus faciles à identifier et plus communs (bactéries coliformes, dont E. coli, Streptocoques fécaux, Clostridium sulfite-réducteur).
- Sur le plan physicochimique, elle ne doit contenir ni pesticides, ni nitrates, et un pH voisin de la neutralité.
- d'un niveau de dureté acceptable, exprimé en poids de carbonate de calcium (CaCO₃), c'est-à-dire <100 mg/l.
- une teneur excessive en matière inorganique menace l'équilibre des sels du produit reconstitué qui, à son tour, pose des problèmes au niveau de la pasteurisation.

- Comme seule de l'eau "pure" est extraite lors de la production de la poudre de lait, il est indispensable d'avoir également une eau extrêmement pure pour la reconstitution. (Rousseau, 2005).

Dans notre cas c'est une eau qui est issu de la station de traitement des eaux de l'entreprise. Elle passe par plusieurs étapes de traitement (filtration, chloration, adoucissement)

3.1.3 Sucre

Le sucre est un produit alimentaire d'origine végétale, composé pour l'essentielle de saccharose, et de diverses substances naturelles appartenant à la classe des glucides, extrait à partir de la betterave ou de la canne à sucre responsable d'une quatre saveurs gustatives fondamentales : le sucré (Béal et Sodini, 2003).

Le lait peut être additionné de sucre avant la fermentation, de 5 à 10%. Le sucre est généralement constitué de saccharose, cristallisé ou sous forme liquide (sirop). Il est aussi courant d'utiliser du sucre inverti (sirop de saccharose hydrolysé), qui contient, à part égale, du glucose et du fructose.

Le sucre améliore la saveur et rehausse la texture, il est aussi un agent de conservation (Béal et Sodini, 2003).

3.1.4 Arôme

Le terme « arôme » désigne les ingrédients alimentaires destinés à donner des saveurs déterminées à des aliments. Les arômes sont des ensembles complexes de composés volatiles que sont perçus par les organes olfactifs et gustatifs.

Le goût et l'odeur sont des critères essentiels pour déterminer la qualité d'un produit par le consommateur. Ces critères sont basés sur le choix de la matière aromatique utilisée (Béal et Sodini, 2003).

3.1.5 Les ferments lactiques

Pour bénéficier de l'appellation yaourt, la réglementation impose la seule présence des deux bactéries lactiques thermophiles *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* (Béal et Sodini, 2003).

1- L'espèce *LACTOBACILLUS bulgaricus*

Lactobacillus bulgaricus est un bacille gram positif, immobile, asporulé, microaérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chainettes, il possède un métabolisme strictement homofermentaire et produit l'acide D-lactique (Axelsson , 1998).

Il se développe bien à la température de 45 à 50°C en acidifiant fortement le lait jusqu'à 1,8 % (pH voisin de 4,5) (Boudier , 1990).

Lb. bulgaricus est une bactérie thermophile, très exigeante en calcium et en magnésium, elle est responsable de la production d'acétaldéhyde (Marty-Teyesset et al . ,2000).

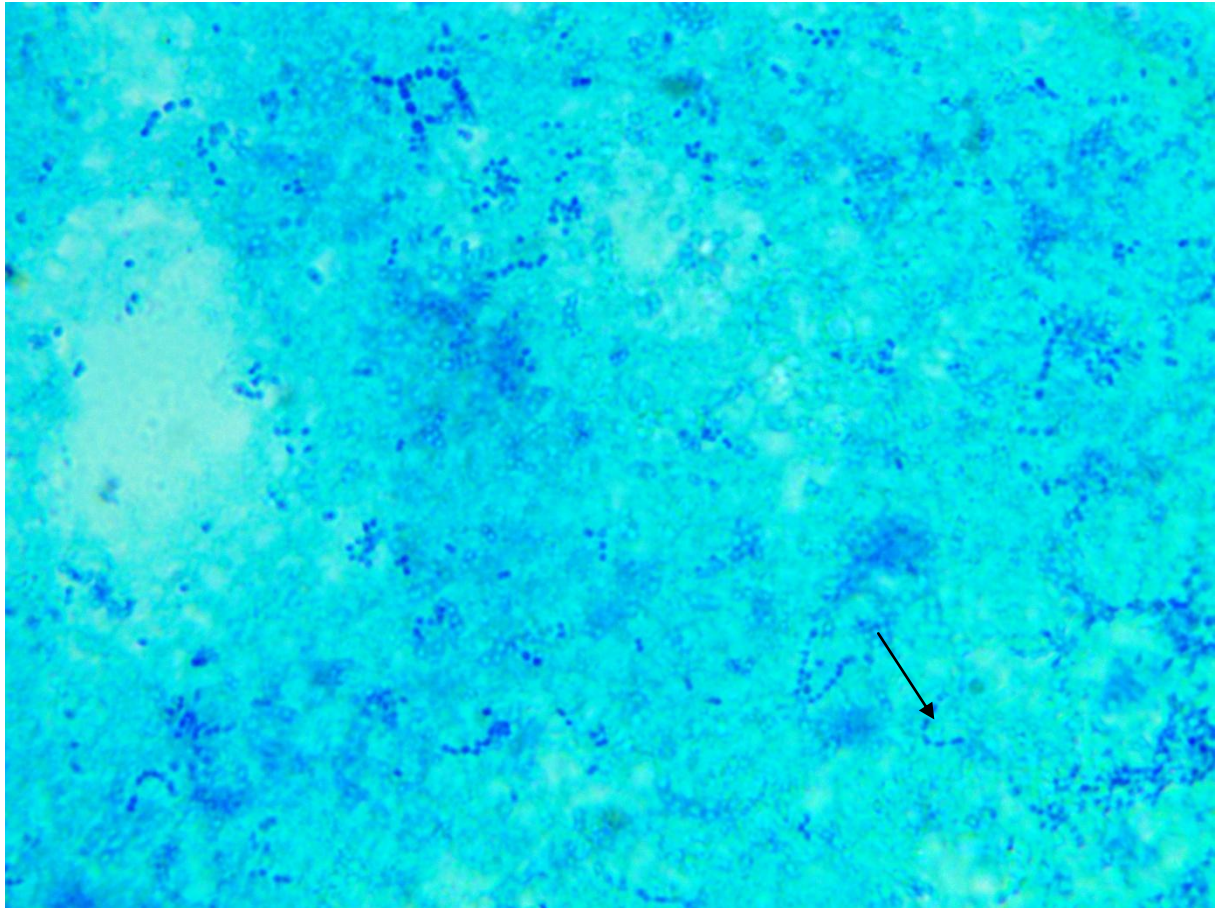


Figure 1: *LACTOBACILLUS Bulgaricus* (L'état frais)

2-L'espèce *STREPTOCOCCUS Thermophilus*

Streptococcus thermophilus est un cocci Gram positif, disposé en chaînes en longueurs variables ou par paires, anaérobie facultatif, immobile, on le trouve dans les laits fermentés et les fromages (Roussel et al, 1994).

Cette bactérie est incapable de métaboliser le galactose et se développe bien de 37 à 40 °C, mais croît encore à 50 °C. Elle survit au chauffage à 65 °C pendant 30 minutes ou à 74 °C pendant 15 secondes, son métabolisme est de type homofermentaire (Vaillancourt et al, 2008).

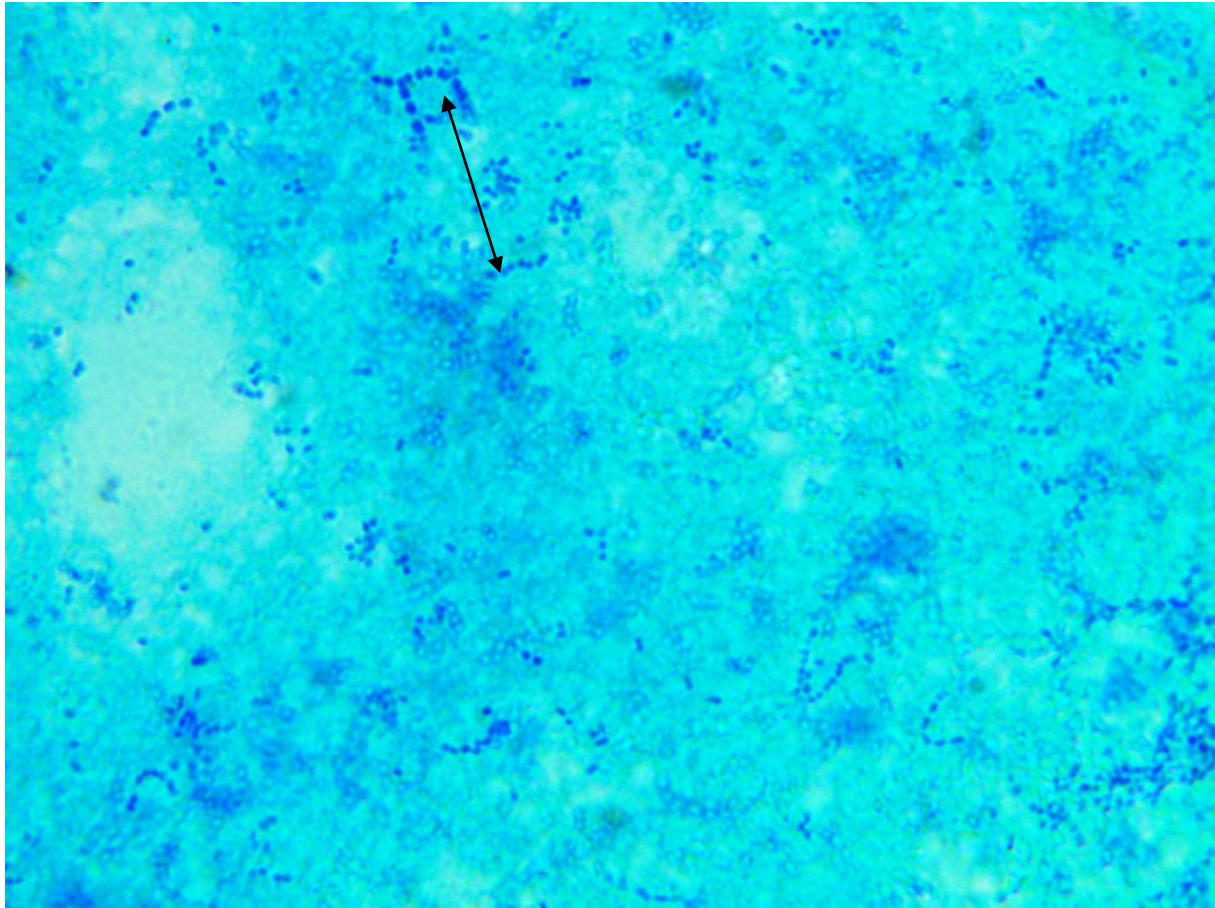


Figure 2 : SREPTOCOCCUS Thermophiles (L'état frais)

3-Les rôles des ferments lactiques

Parmi les rôles des ferments, nous retiendrons ceux-ci-dessous :

- **L'acidification** : Le lactose métabolisé par ces ferments lactiques donne comme final l'acide lactique se faisant abaisser le pH du lait. Ainsi, cette diminution du pH déclenche à partir du pH=5,1 à 5,2 une déstabilisation des micelles de caséine et aux alentours de pH=4,6 (point isoélectrique) une coagulation complète s'établit. En outre, la diminution du pH entraîne la stabilisation des minéraux tels que le calcium et le phosphore liés aux micelles de caséine.

Le pH bas empêche la croissance des germes indésirables responsables de putréfaction, ainsi que les germes pathogènes généralement sensibles à l'acidité (**Vider, 1981**).

- **Production des composés aromatiques** : La fermentation lactique ne conduit pas seulement à la production de l'acide lactique, il y a aussi la formation de quantités plus ou moins importantes de produits secondaires : acide formique, acide acétique, l'éthanol, le diacétyl, l'acétone, l'acétaldéhyde, gaz carbonique et certains de ces composés participent au développement de la saveur de l'arôme (**Bourgeois et al, 1996**).
- **La protéolyse** : Les bactéries lactiques sont exigeantes du point de vue nutritionnel. Leurs besoins ne se trouvent pas toujours dans le lait sous forme facilement assimilable, les

divers composés qui leur sont nécessaires pour que leur croissance et leur acidification soient optimales sont par exemples les acides aminés. Ces derniers sont présents dans le lait en quantité insuffisante, c'est pourquoi il est préconisé un traitement thermique du lait afin de libérer ces éléments favorables au démarrage de la croissance des bactéries. Ensuite, ces microorganismes dégradent eux- même la caséine du lait.

Cependant, les bactéries lactiques peuvent aussi être à l'origine de défauts de gout quand l'activité protéolytique est poussée et cela donne un gout d'amertume par production des peptides amers (**Lonnes, 1994**).

- **La production d'agents épaississants** : La texture et l'onctuosité constituent pour le consommateur d'importants éléments d'appréciation de la qualité du yaourt. Les bactéries lactiques du yaourt produisent une capsule onctueuse glycoprotéine, formée de galactose, xylose, arabinose, rhamnose et mannose, liés à la caséine qui influe sur la texture et l'onctuosité du yaourt, formant ainsi des filaments, ce qui freine l'altération du gel (**Lonnes, 1994**).

A- La protocoopération entre *St. thermophilus* et *Lb. Bulgaricus*

Lors de la production de yaourt, l'utilisation combinée de *S. thermophilus* et *L. bulgaricus* permet de valoriser l'interaction indirecte positive existant entre ces deux espèces. Cette interaction, appelée protocoopération, se traduit d'abord par une augmentation des vitesses d'acidification par rapport aux vitesses observées en cultures pures. Un accroissement des concentrations bactériennes est observé en parallèle. Elle induit également une amélioration de la production des composés d'arômes (acétaldéhyde notamment) et de la stabilité physique du produit (**Béal et Sodini, 2003**).

La stimulation de *S. thermophilus* par *L. bulgaricus* est réalisée grâce à l'activité protéolytique du *lactobacille*, qui libère des petits peptides et des acides aminés au profit du *streptocoque*. En retour, *S. thermophilus* fournit de l'acide formique et du CO₂ qui, tous deux, vont stimuler la croissance de *L. bulgaricus* (**Béal et Sodini, 2003**).

Le streptocoque produit de l'acide lactique principalement sous la forme L (+), alors que le lactobacille donne surtout la forme D (-). A la fin de la fermentation, le tiers environ du lactose est transformé en acide lactique. Dans la fabrication du yaourt, l'utilisation du lactose se fait selon la voie suivante : une lactase hydrolyse le lactose en galactose et en glucose. Ce dernier est ensuite transformé en acide pyruvique puis en acide lactique pendant que le galactose s'accumule progressivement dans le lait sans être utilisé. Ainsi, dans un lait à 6,5 % (en poids) de lactose, 100 g du yaourt obtenu contiennent environ, après 2 jours de conservation, 4 g de lactose, 0,05 g de glucose, 0,05 g d'oligosaccharide et 1,5 g de galactose (**Béal et Sodini, 2003**).

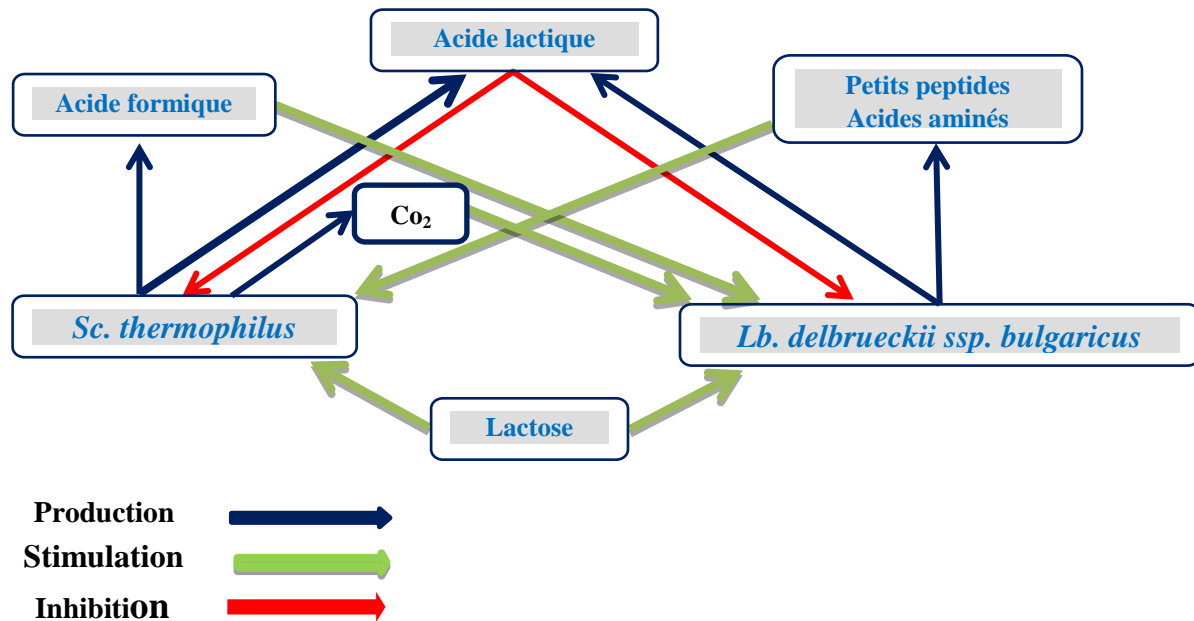


Figure 3: les interactions métaboliques de *St. thermophilus* et *Lb.* (Driessen, 1981)

B- La formation du gel lactique

Pendant la fermentation, le pH du lait et les propriétés physicochimiques des micelles de caséines sont profondément modifiés. Les fonctions acides de certains acides aminés, comme les acides glutamiques et aspartiques et la phosphosérine, fixent les protons formés, entraînant une annulation progressive de la charge négative des micelles. Celles-ci se rapprochent et établissent entre elles des liaisons hydrophobes et électrostatiques, ce qui conduit à la formation du gel lactique (Béal et Sodini, 2003) (figure 6).

3.2 Processus de fabrication du yaourt

3.2.1 La reconstitution du lait

La reconstitution est l'opération qui consiste à diluer dans une eau convenable une poudre de lait spray grasse, elle peut aussi correspondre à reconstituer un lait écrémé (François M. Luquet, 1990).

3.2.1.1 Le poudrage (l'incorporation des poudres dans l'eau)

La poudre de lait est fournie généralement en sacs plastifiés de 25 kg. Dans les petites unités de production, les sacs de poudre sont souvent vidés manuellement, directement dans le système de mélange, mais dans les plus grandes industries, l'opération se fait automatiquement. Plus perfectionnée encore, des systèmes pneumatiques transfèrent automatiquement la poudre de sacs vidés vers des cuves silos

Le sucre peut être manipulé de la même manière que la poudre de lait : on peut le vider des sacs directement dans le mélangeur ou le système de mélange (Keilling et De Wilde, 1990).

3.2.1.2 L'hydratation (la dissolution des poudres dans l'eau)

La température recommandée est de 30-35 °C. A cette température la poudre a la meilleure mouillabilité et la meilleure dissolvabilité (François . Luquet, 1990).

Il est possible de reconstituer le lait à 10°C puis le stocker à cette température jusqu'au lendemain pour obtenir une hydratation maximale. Cependant, la quantité de particules de poudre qui reste non dissoute à une température de mélange de 10 à 20°C est plus grande que celle à 35-45°C, même si l'on stocke le mélange pendant 24 heures. Dans le lait avec 8% de matière sèche, la différence est infime. La proportion de poudre non dissoute dans le lait chauffé à au moins 40°C après reconstitution est très faible, même dans un mélange avec 26% de matière sèche. La teneur en air du lait reconstitué augmente lorsque les températures de mélange sont faibles (Mahaut , 2000).

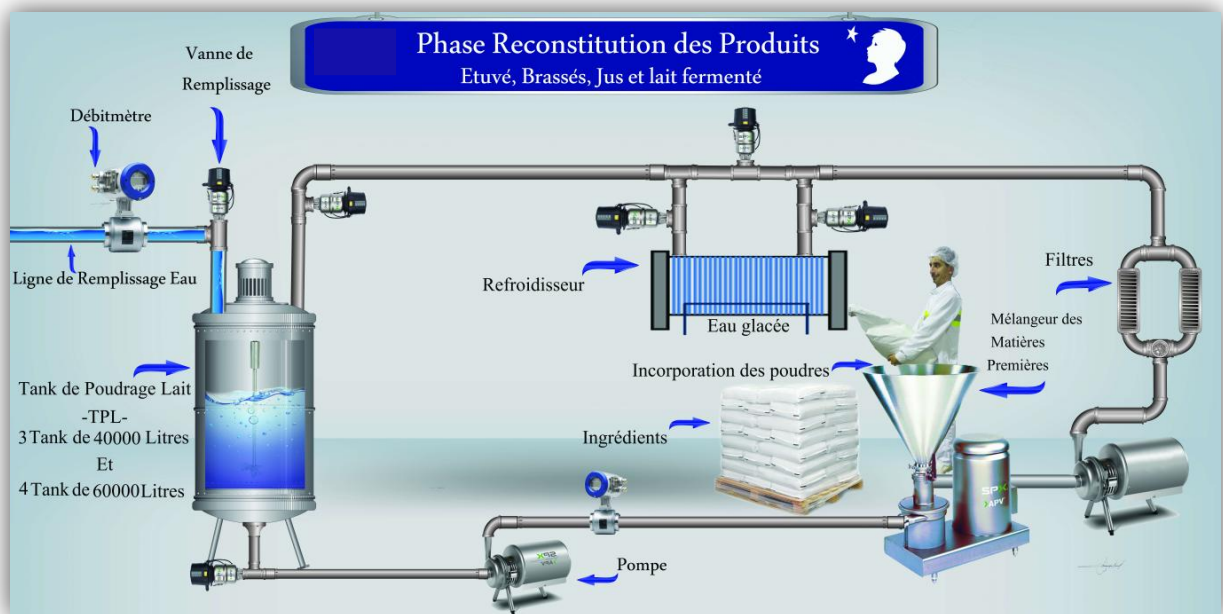


Figure 4 : L'étape de la reconstitution du lait (poudrage) (photo origine Danone Blida , 2019)

3.2.2 Les traitements du lait reconstitué

Le lait reconstitué va subir des traitements thermiques (préchauffage, pasteurisation et refroidissement) et mécaniques (dégazage et homogénéisation) avant sa fermentation, suivant cinq étapes :

3.2.2.1 Le préchauffage

Le produit est préchauffé à 70-80°C, au-dessus de la température d'homogénéisation avant d'être introduit dans le dégazeur, où l'on règle le vide pour donner au produit sortant une température d'homogénéisation correcte, généralement de 65°C (Farkye et Imafidon , 1995).

3.2.2.2 Le dégazage

Le taux d'air dans le lait utilisé pour fabriquer des produits laitiers de culture doit être le plus bas possible. Quelque mélange d'air est toutefois inévitable si la teneur en M.S.D. est accrue par l'addition de poudre de lait. Le cas échéant, une phase du procédé suivant consiste à dégazer le lait. Lorsque la teneur en M.S.D. est accrue par évaporation, le dégazage fait partie de ce procédé (**Sodini et Béal , 2001**).

Le dégazage offre les avantages suivants :

- ✎ meilleures conditions de travail pour l'homogénéisateur ;
- ✎ moins de risques d'engorgement pendant le traitement thermique ;
- ✎ amélioration de la stabilité et de la viscosité ;
- ✎ élimination des goûts atypiques volatiles (désodorisation) .

3.2.2.3 Homogénéisation

L'homogénéisation se fait à température de 77° C et une pression de 180bar. Cette opération améliore la consistance du lait, accroît sa blancheur et rend les lipides plus digestes. Il donne au lait une saveur et une texture plus douce, plus onctueuse pour la même teneur en matière grasse (**Eck, 1997**).

3.2.2.4 La pasteurisation

Le lait reconstitué subit un traitement thermique à 90-95°C pendant 3 à 5 min. ce traitement thermique a pour but de détruire tous les germes pathogènes et indésirables (*bactéries, levures et moisissures*) ainsi que d'inactiver les α - globulines et de nombreuses enzymes (*phosphatase, peroxydase*) et de favoriser le développement de la flore lactique spécifique (*streptocoque thermophile*) par la formation d'acide formique qui est un facteur de croissance (**Mahaut et al , 2000**).

3.2.2.5 Refroidissement

Une fois le traitement thermique terminé, on doit refroidir rapidement le mélange à une température de 08 à 10°C. Ceci bloque temporairement une augmentation ultérieure de l'acidité. Cela a comme effet d'uniformiser le transfert de froid, et ainsi atteindre la consistance désirée et aussi pour inoculer les ferments thermophiles (**Roudaut et Lefranc , 2005**).

3.2.3 Incorporation des Ferments

L'ensemencement d'une culture de *Lb. Bulgaricus* et de *St. Thermophilus* doit se faire à un taux assez élevé pour assurer une acidification correcte : il varie selon la vitalité des cultures entre 1 et 7% (**Jeantet et al , 2008**).

NB : le produit sera stocké dans des tanks de stockage à une température de 08-12 C° (maximum 24h).

3.2.4 Réchauffage

Le mix laitier est porté à la température de fermentation (42-45°C) par réchauffage en ligne .

3.2.5 Conditionnement

C'est la phase ultime de la fabrication. Les yaourts étuvés sont conditionnés directement sur la machine de conditionnement intégrée à partir de films d'emballages (polystyrène, aluminium). Ils sont remplis sur machine automatique avec un ajout des arômes puis déposés dans des casiers (**Boudier, 2000**).

Les conditionneuses assurent à la fois :

- ✓ La formation des pots à partir d'une bobine en plastique : Le dosage automatique et le remplissage des pots (c'est à ce niveau que s'effectue l'ajout d'arôme) ;
- ✓ La fermeture hermétique des pots par thermo scellage ;
- ✓ L'impression et le marquage de la date limite de consommation ;
- ✓ La confection des pots.

Le lait ensemençé est conditionné en pots plastiques, la température d'empotage doit être supérieure de quelque degré à la température de la chambre d'étuvage pour compenser le refroidissement progressif du lait au moment du conditionnement (**Fredot , 2005**).

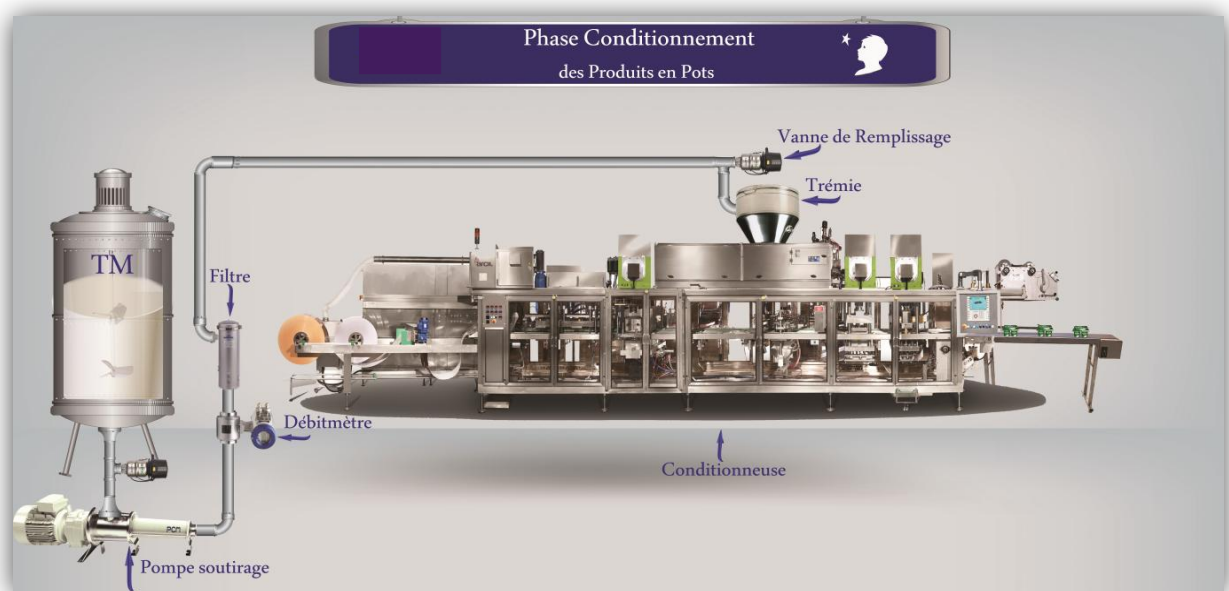


Figure 5 : Phase conditionnement des produits en pots (Conditionneuse)

3.2.6 Étuvage

La phase d'incubation correspond au développement de l'acidité. Elle est sous la dépendance de deux facteurs : **la température** et **la durée**. On choisira une température proche de la température optimale de développement de *Streptococcus thermophilus* soit 42-45°C plutôt qu'une température proche de l'optimum du *Lactobacillus bulgaricus* (47-50°C) car il est préférable que les *Streptococcus* assurent le départ de la fermentation lactique. Cette température voisine de 42-45°C est d'ailleurs la température symbiotique optimum Sa durée varie de 3h à 5h (**Fredot , 2005**).

3.2.7 Refroidissement

Lorsque l'acidité atteint un certain seuil entre 75-100°D dans le cas des yaourts étuvés aromatisés, il est nécessaire de bloquer l'acidification en inhibant le développement des bactéries lactique. Pour cela on va abaisser considérablement la température 4°C pendant 1 à 2 heures (**Fredot , 2005**).

NB : on peut utiliser le ph comme paramètre indicateur de la maturation (4.60 à 4.65).

3.2.8 Stockage et conservation

Les casiers de yaourt sont acheminées (les casiers groupés par lots de vente, après mise en carton) dans une chambre froide de stockage pour maintenir la température à 4-6°C en attendant les résultats des analyses effectuer par la direction du laboratoire avant la commercialisation (**Fredot , 2005**).

3.2.9 Le diagramme de fabrication

La figure suivante représente le diagramme de fabrication du yaourt étuvé aromatisé :

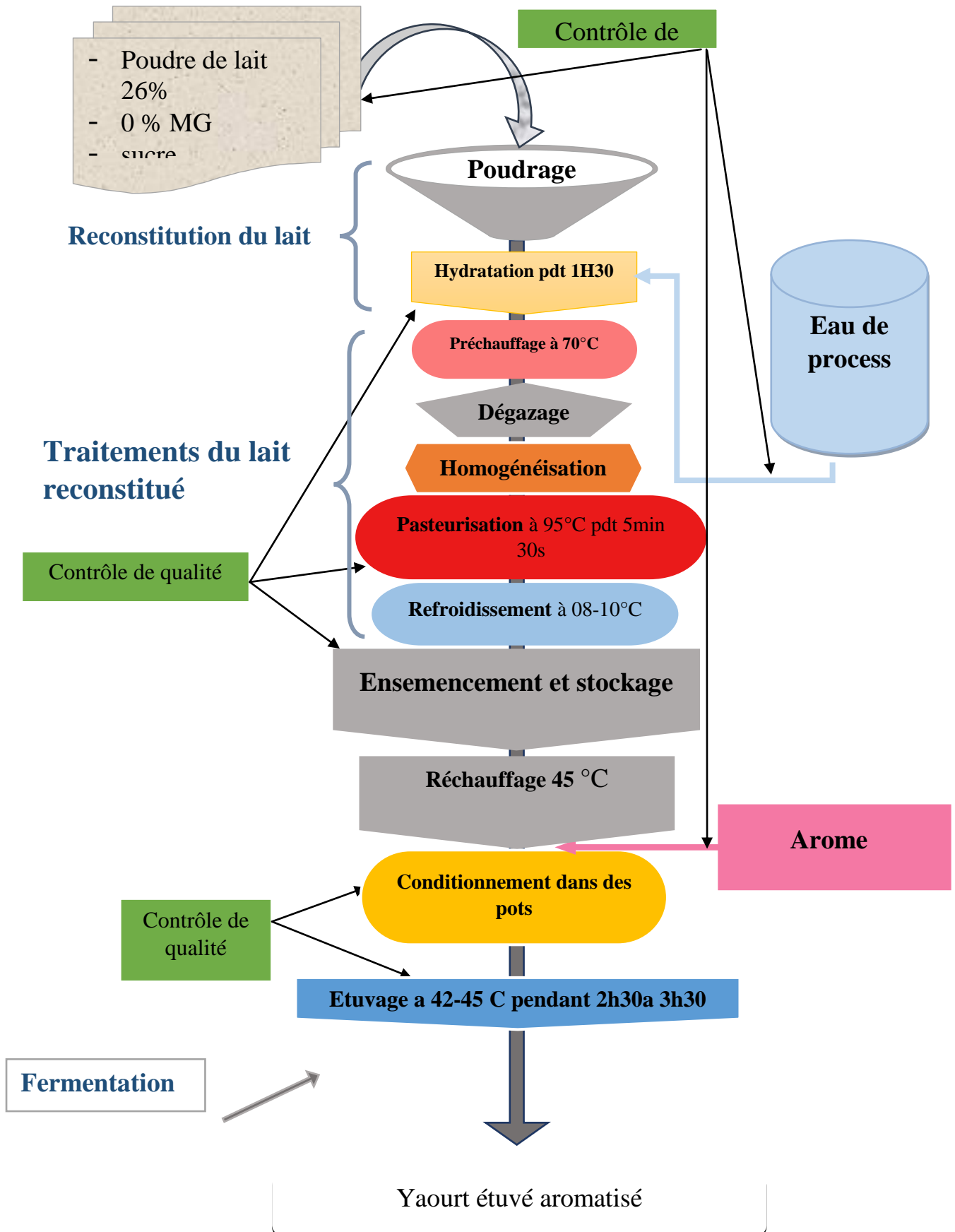


Figure 6: Diagramme de fabrication du yaourt étuvé aromatisé (Danone 2019)

3.3 Systèmes de nettoyage en place

Nettoyage en place signifie que l'on fait circuler l'eau de rinçage et les solutions détergentes dans les cuves, tuyauteries et lignes de traitement sans avoir à démonter le matériel.

Le NEP peut se définir comme la circulation de liquides de nettoyage à travers les machines et autres équipements, dans un circuit de nettoyage (**Yildiz.,2010**). Pour ce qui est du résultat du nettoyage, on définit le degré de propreté à l'aide des termes suivants :

- Propreté physique - élimination de toute saleté visible de la surface ;
- Propreté chimique - élimination, non seulement de toute saleté visible, mais également des résidus microscopiques susceptibles d'être décelés par le goût ou l'odorat, tout en étant invisibles à l'œil nu ;
- Propreté bactériologique - obtenue par désinfection ;
- Propreté stérile - destruction de tous les micro-organismes (**Yildiz.,2010**).

Les opérations de nettoyage doivent être effectuées dans le strict respect d'une méthode soigneusement élaborée, pour atteindre le niveau de propreté désiré. La suite d'opérations devra donc être rigoureusement la même à chaque fois.

Le cycle de nettoyage d'une laiterie comprend les phases suivantes :

- Récupération des résidus de produit par raclage, drainage et expulsion à l'aide d'eau ou d'air comprimé
- Pré-rinçage à l'eau, pour éliminer la saleté non incrustée
- Nettoyage au détergent
- Rinçage à l'eau propre
- Désinfection par chauffage ou à l'aide d'agents chimiques (facultatif) ; si cette phase est ajoutée au cycle, celui-ci se termine par un rinçage final, pour autant que la qualité de l'eau soit bonne.

Chaque phase exige un certain laps de temps pour obtenir un résultat acceptable (**Yildiz.,2010**).

4. La qualité du yaourt

4.1 Définition de la qualité

La qualité est définie comme « l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou d'un service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites »

La qualité était autrefois contrôlée, elle est aujourd'hui conçue et assurée en même temps que le produit lui-même. « Le terme qualité n'est pas utilisé pour exprimer un degré d'excellence dans un sens comparatif, il n'est pas utilisé non plus dans un sens quantitatif pour des évaluations techniques » (Bonnefoy N. *et al.* 2002).

4.2 Les critères de la qualité du yaourt

A- Les critères de la qualité microbiologique du yaourt

Selon la Norme Nationale de 1998, N°35 parue au Journal Officiel de la République Algérienne, les yaourts ne doivent contenir aucun germe pathogène. Leur présence dans le yaourt ne peut être que de manière accidentelle.

Les levures et les moisissures peuvent se développer dans le yaourt. Ces dernières proviennent principalement de l'air ambiant dont la contamination se situe au stade du conditionnement (Larpent, 1989).

B- Les critères de la qualité physicochimique du yaourt

Lors de la vente, la quantité d'acide lactique libre contenue dans 100 g de yaourt ne doit pas être inférieure à 0,8g. De plus, le pH du yaourt doit être autour de 4 (Seydi M., 2002).

Le yaourt doit être consommé à environ 10°C, au-dessous de cette température, le profil de la saveur n'est plus apprécié à cause du froid, il est rapporté que tous les composants volatils présents dans le yaourt diminuent au cours du stockage à moins de 8°C et au-dessus de 10°C le produit perd sa fraîcheur (Gafaar, 1992).

C- Les critères de la qualité organoleptique du yaourt

La qualité organoleptique du yaourt est définie par les critères suivants :

✓ Fermeté

Le maintien d'une texture et d'une dureté uniformes au cours de la fabrication et pendant toute la période de conservation est le principal objectif dans la production du yaourt (Shakeel Hanif *et al.*, 2012).

✓ Arôme

Les composants aromatiques qui contribuent à l'arôme final du yaourt peuvent être divisés en quatre catégories à savoir les acides non volatils (lactique et pyruvique), les acides volatils (butyrique et acétique), les composés carbonyliques (l'acétaldéhyde et le diacétyle) et divers

autres composés (acides aminés et les produits formés par la dégradation thermique) (Serra M., *et al*, 2009).

✓ Texture

Les différences de texture entre les yaourts sont attribuées au type du lait utilisé et leurs différences compositionnelles (Shakeel Hanif M. *et al*, 2012).

I.4.3. Les altérations de la qualité du yaourt

La qualité du yaourt peut être infectée par plusieurs altérations au cours de sa conservation, ces altérations peuvent être de nature microbiologique, enzymatique et physicochimique (Bourgeois C.M., Mescele J.F. *et al*. 1996).

A. Les altérations microbiologiques

Les microorganismes les plus souvent évoqués sont les psychrotrophes Gram négatives, les coliformes, les levures et les moisissures. En outre, diverses bactéries telles que *Salmonella sp*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica*, les souches pathogènes *d'E. Coli* et les souches entéro-toxinogènes de *Staphylococcus aureus* peuvent également être trouvés. Actuellement, la maîtrise de ces bactéries pathogènes nécessite la mise en place d'un système de contrôle et de surveillance rigoureux (Roginski *et al*, 2003).

En ce qui concerne les microorganismes non pathogènes, les levures et les moisissures sont capables de se développer dans le yaourt en formant une couche de mycélium à la surface du yaourt quand l'emballage reste immobile à un certain temps, alors que les levures peuvent se développer à la surface ou dans la masse. La prévention de ces contaminations se situe principalement au stade de conditionnement (Bourgeois et Larpent ,1996).

B. Les altérations enzymatiques

Lorsque le pH est abaissé, les enzymes protéolytiques continuent à hydrolyser les protéines et peuvent ainsi entraîner une diminution de la viscosité ou de rigidité du gel et surtout faire apparaître des peptides à saveur amère. Les enzymes responsables de cette altération proviennent des bactéries du yaourt et de contamination (Bourgeois et Larpent , 1996).

C. Les altérations physicochimiques

Au cours de la commercialisation, le yaourt est conservé au froid à température ne devant pas dépasser 8°C pendant 24 jours au plus. Dans ces conditions, les bactéries du yaourt ne se multiplient pas mais conservent néanmoins une activité métabolique. C'est ainsi que l'acide lactique est encore produit à partir du lactose, ce qui abaisse légèrement le pH, et augmente la saveur acide du yaourt (Bourgeoi et Larpent ,1996).

Tableau 3: les altérations physicochimiques de la composition du yaourt (Basic et al 1978)

Constituants du yaourt	Type de changement pendant l'altération
Protéines	Changement dans l'état d'hydratation
Matières grasses	Oxydation et saveur oxydée affectée par la lumière et l'air
Vitamines, sels minéraux	Dégradation progressive

D. Les altérations organoleptiques

Les altérations organoleptiques reposent particulièrement sur l'altération de la saveur. Les changements de saveur au cours du stockage peuvent être le résultat d'un ensemble des réactions chimiques, entre les éléments constituants de l'arôme entraînant ainsi un amoindrissement de la saveur caractéristique et un développement d'une autre saveur typique (Varsany et Somogyi, 1990).

Dans le yaourt la saveur amère, considérée indésirable, est due aux peptides produits par certains ferments ou à une contamination par des germes protéolytiques au cours de stockage (Biliaderis et al, 1992).

I.4.4. Les matériaux d'emballages

Selon (Béal, Sodini 2003). Les yaourts sont généralement conditionnés dans deux types de matériaux : le verre, réservé aux produits haut de gamme, ou le plastique. Les matériaux d'emballage utilisés pour la gamme plastique doivent résister à l'acidité, éviter la perte d'arômes et être imperméables à l'oxygène pour empêcher la croissance des levures et des moisissures pendant la conservation. Le polystyrène est de loin le matériau le plus utilisé, car il présente l'avantage de pouvoir être prédécoupé ce qui facilite la dissociabilité des pots

Les opercules destinés aux pots préfabriqués sont généralement constitués d'aluminium ou de capsules plastiques adaptés au pot. Pour les pots thermoformés, des opercules en aluminium ou en matériau composite (papier/polyester ou polyester métallisé) sont thermo scellés .

- **L'influence de l'emballage sur la qualité du yaourt**

L'influence de l'emballage sur les caractéristiques physicochimiques et sensorielles des yogourts aromatisés a été étudiée pendant le stockage, un emballage en polystyrène semble mieux. Ces résultats ont montré la nécessité d'intégrer la nature de l'emballage dans la formulation de la composition aromatique des yogourts (Anne Saint-Eve. 2006).

II.1. Présentation de l'organisme d'accueil : «DANONE DJERDJERA BLIDA»

(Voir annexe 1)

II.2. Objectif

c.

II.3. La démarche expérimentale

Ce travail a été réalisé durant une période de six (6) mois allant du septembre 2018 au mai 2019, au sein de l'entreprise DANONE DJERDJERA Algérie/unité de BLIDA, dans le cadre de la phase pratique de mon formation (le stage pratique).

Ainsi afin d'atteindre le cône de notre travail, les analyses ont été effectuées sur six productions pour un lot d'arrivage de matières premières destinées à ces six productions. Ces analyses ont été réalisées au niveau du laboratoire de contrôle de qualité de l'entreprise DANONE DJERDJERA.

Pour arriver à mon objectif j'ai :

- Assisté à la chaîne de fabrication du yaourt pour avoir une idée sur les différentes étapes de production.
- Effectué des prélèvements sur les matières premières, produits semi fini et fini puis effectué des analyses physico-chimiques et microbiologiques (suivi d'un produit conforme comme témoin).
- Effectué des prélèvements (192 pots) sur le produit semi fini (conditionneuse)
- Mis les pots de yaourt prélevé (96 pots a raison de deux essais) dans des étuves de maturation , à des températures différents (25-30-37-44-55-60) C° et les suivre jusqu'à leur maturation.
- Ajouté des différentes doses (1,49 / 4,48 / 7,46 / 10,45 / 20,90 / 31,36) % de solutions de nettoyage (acide nitrique NH_3 –hydroxyde de sodium NAOH) dans les 96 pots, en respectant les conditions d'asepsie) et les incubé a 44 C° pendant 4 heures.
- Les étapes de réalisation des essais :
 - **L'incubation dans différentes température** : pour réaliser cet essai, nous avons :
 - ❖ Prélevé 48 pots du yaourt étuvé aromatisé (conditionneuse).
 - ❖ Mis chaque 8 pots dans des étuves à différentes températures (25-30-37-44-55-60) C°.
 - ❖ Mesuré le pH à toutes les températures chaque une heure (1 pot chaque 1 heure) jusqu'à leurs maturation (pH entre 4,6-4,7).
 - ❖ Appliqué un refroidissement rapide pour les produits maturés pendant quelques minutes jusqu'à 6C°, puis les stockée dans un réfrigérateur pendant 24heures.
 - ❖ Effectué des analyses physicochimiques (pH, viscosité) après les 24heures.
 - ❖ Fait les mêmes étapes pour réaliser le deuxième essai.
 - **L'ajout de différentes doses d'acide nitrique et de soude dans le yaourt étuvé aromatisé** : pour réaliser cet essai, nous avons :
 - ❖ Prélevé 24 pots du yaourt étuvé aromatisé (conditionneuse).

II.5. méthodes

II.5.1 L'échantillonnage

Pour toute analyse, physicochimique ou microbiologique, l'échantillonnage est primordial et doit être effectué conformément au respect des règles bien définies et cela pour la fiabilité des analyses.

II.5.1.1 Les points de prélèvements

Les prélèvements sont effectués sur les étapes de production pour lesquelles la perte de la maîtrise peut entraîner des risques inacceptables pour la qualité du produit et la sécurité du consommateur. Ces points sont définis de la matière première en passant par le produit semi-fini au produit fini.

Le tableau suivant représente les points de prélèvements des échantillons pour les analyses physicochimiques et microbiologiques effectuées.

Tableau 4: les points de prélèvements des échantillons pour les analyses physicochimiques et microbiologiques effectuées

Lieu de prélèvement	Produit	Analyses et fréquence
Réserve pour eau de process	Eau traitée	Quotidiennement analyses physico-chimiques et deux fois par semaine analyses microbiologiques.
Hangars	Matière première (poudre de lait, sucre, arômes)	Après chaque arrivage, analyses physico-chimiques et bactériologiques
Tanks (TPL-TS)	Produit semi-fini	Chaque déplacement et chaque basculement
Echangeur	Produit semi-fini	Chaque traitement thermique analyses microbiologiques
Conditionneuse	Produit semi-fini (conditionné)	Quotidiennement (chaque 3h), analyses physico-chimiques et microbiologiques.
Chambre d'étuvage	Produit semi-fini (conditionné)	Quotidiennement, après 3h de l'entrée du produit analyses physico-chimiques
Chambres froides	Produit fini	Quotidiennement chaque 3h et chaque basculement avant la délibération du produit, analyses physico-chimiques.

II.5.1.2 Les techniques de prélèvements

Pour toutes les analyses effectuées, les échantillons ont été prélevés de manière aléatoire afin d'obtenir des échantillons les plus représentatifs possibles, plus précisément pour obtenir des échantillons qui ont les mêmes caractéristiques que les lots dont ils sont issus.

A- Les prélèvements des échantillons pour les analyses physicochimiques

Les prélèvements des échantillons pour les analyses physicochimiques se font de la même manière que ceux des analyses microbiologiques, cependant ils ne nécessitent pas forcément des conditions d'asepsie, moins encore du matériel stérile. Tout de même il est judicieux de protéger les échantillons contre tout contact avec des corps étrangers.

B- Les prélèvements des échantillons pour les analyses microbiologiques

Ces prélèvements doivent être effectués en condition d'asepsie et aussitôt procéder aux analyses des échantillons prélevés afin d'éviter toute contamination microbienne.

➤ L'échantillon de l'eau de process

L'échantillon de l'eau de process est prélevé directement des colonnes du charbon actif, ces deux derniers possèdent chacun un robinet disposé à sa partie inférieure à travers lequel l'échantillon est prélevé comme suit :

- préparer le matériel de prélèvement ;
- créer une zone stérile au tour du robinet en allumant du coton imbibé d'alcool et maintenu par une pince métallique inoxydable ;
- flamber le robinet avec la flamme bleue, puis l'ouvrir et le laisser couler pendant quelques secondes ;
- se désinfecter les mains à l'alcool ;
- remplir aseptiquement le flacon stérile ;
- flamber le col du bocal et son couvercle puis le fermer ;

Ainsi l'échantillon est prélevé et prêt pour analyses.

La figure qui suit présente le matériel préparé pour prélever l'échantillon de l'eau de process :

➤ prélèvement de produit semi-fini

Le produit semi-fini en pasteurisation est contenu dans des échangeurs alors qu'en phase d'hydratation et de stockage avant conditionnement est contenu dans des cuves. Quel que soit, le contenant (cuve ou échangeur) est muni d'une vanne de prise d'échantillon semi-automatique. C'est un dispositif qui permet à la fois le nettoyage à l'eau, la stérilisation à la vapeur et l'écoulement du produit.

Le produit semi-fini en étape de conditionnement est contenu dans des pots en 24 (pots fermés)

Le prélèvement d'échantillon du produit semi-fini (cuve ou échangeur) se fait comme suit :

- préparer un bocal stérile ;
- rinçage et stérilisation
- avertir l'automate (salle de contrôle) pour lancer le programme ;
- une fois le programme est lancé le voyant vert clignote, cliquer sur le voyant vert jusqu'à ce que le voyant rouge s'allume et le rinçage démarre pour une durée de 10 seconde ;
- après le rinçage le voyant vert clignote, cliquer sur le voyant vert jusqu'à ce que le voyant rouge s'allume, la stérilisation à vapeur (121°C) démarre pour une durée de 20 seconde ;
- **prise d'échantillon** : une fois la stérilisation terminée, faire pivoter la protection pour faciliter la prise d'échantillon, et appuyer sur le pognon de la vanne prise d'échantillon sans tourner, et prendre la quantité du produit voulu puis appuyer sur le voyant vert et remettre en place la protection
- **rinçage et stérilisation** : reprendre la même procédure précédente.

➤ **prélèvement de produit fini**

Le prélèvement est effectué une fois que le produit est stocké dans la chambre froide après sa maturation (produit j+1). Sur une même ligne de production on prélève chaque 3 heures 24 pots (dès le début de la production jusqu'à la fin).

II.5.2 Les analyses physicochimiques

Les analyses physicochimiques visent à déterminer les différents paramètres (tels que pH, EST, MG, Viscosité, protéines, TA, TAC, TH, Cl₂, Cl⁻) qui nous renseignent sur les valeurs nutritionnelles qualitatives et quantitatives des produits, les caractères fonctionnels ainsi que les taux de contaminants chimiques dans les produits.

Elles constituent un contrôle qui est d'une importance primordiale. Car il peut détecter les différentes anomalies qui peuvent se présenter dans la matière première et le produit fini. Ainsi il présente l'avantage de signaler les erreurs de fabrication et les modifications des paramètres au cours de la fabrication

Les analyses physicochimiques effectuées au cours de production du yaourt étuvé aromatisé sont répertoriées dans le tableau qui suit :

Tableau 5: les analyses physicochimiques effectuées au cours de production du yaourt étuvé aromatisé

Paramètres	pH	Matière Grasse(%)	Extrait Sec Total(%)	Protéine	Viscosité mPAS	Température (°C)	Durée de maturation (H)	TH (°F)	TA (°F)	TA C (°F)	Cl ⁻ mg/l	Cl ₂ mg/l
Produits /point de prélèvement t												
Eau de process	✓	×	×	×	×	×	×	✓	✓	✓	✓	✓
TPL	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	×	×	×	×	×
TS	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	×	×	×	×	×
Conditionneuse	✓	✓	✓	×	×	✓	×	×	×	×	×	×
Chambre d'étuvage (témoin/essai)	✓	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×
Produits finis (témoin/essai)	✓	×	✓	×	✓	×	×	×	×	×	×	×

✓ Analyse effectuée × Analyse non effectuée

II.5.2.1 La détermination du potentiel d'hydrogène (pH)

Domaine de référence : Selon la monographie interne de l'entreprise

Le pH est le potentiel chimique des ions H⁺ dans une solution. Il est mesuré à l'aide d'un pH-mètre, muni d'une électrode mesurant à la fois le pH et la température.

Avant d'effectuer la mesure, il faut étalonner le pH-mètre avec trois solutions tampon :

La première à pH 4,01 ;

La deuxième à pH 7 ;

La troisième à pH 9,21 ;

Étalonnage de l'appareil

1. mettre le pH-mètre en marche en appuyant sur **on/off** ;
2. plonger l'électrode dans une des solutions tampon et vérifier si la valeur après stabilisation correspond ;
3. plonger l'électrode dans la première solution tampon à pH 4,01 puis appuyer sur cal, attendre la lecture dès que le clignotement de symbole A s'arrête ;
4. plonger l'électrode dans la deuxième solution tampon à pH 7 puis appuyer sur cal, attendre la lecture dès que le clignotement de symbole A s'arrête et se stabilise ;
5. plonger l'électrode dans la troisième solution tampon à pH 9,21 puis appuyer sur cal, attendre la lecture dès que le clignotement de symbole A s'arrête et se stabilise ;
6. appuyer sur terminer, un rapport de données d'étalonnage apparaît, vérifier les valeurs de pentes (slope) d'intervalle (95-105%) ;
7. Enregistrer les données d'étalonnage en appuyant sur enregistrer, c'est la fin d'étalonnage.

Mesure

1. Plonger l'électrode dans l'échantillon à analyser puis appuyer sur **Read** ;
2. Lire la valeur affichée sur le cadran après l'arrêt de clignotement du symbole A et un bip sonore ;

NB : après chaque changement de solution ou de produit, il faut rincer à l'eau distillée et essuyer l'électrode.

Lecture et expression des résultats

Le pH est égal à la valeur affichée sur le pH-mètre

Remarque : c'est aussi avec le pH-mètre que se fait la mesure de la température, la figure suivante décrit la méthode de détermination du pH.



Figure 7 : la méthode de détermination du pH

II.5.2.2 La détermination de la teneur en matière grasse

Selon la norme NA15019 :2008 (ISO 11870 : 2000)

La matière grasse du lait ou du produit laitier est définie comme la quantité de gras retrouvés dans ce produit.

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

Basé sur la méthode d'acidobutyro-métrique de GERBER :

1. dans un butyromètre introduire 10ml d'acide sulfurique en évitant de mouiller le col ;
2. ajouter 11ml de l'échantillon sans mouiller le col du butyromètre et en évitant un mélange prématuré du lait avec l'acide ;
3. verser à la surface 1ml d'alcool iso amylique aussi sans mouiller le col et en évitant de mélanger les liquide (si nécessaire essuyer le col du butyromètre), boucher avec soin ;
4. agiter le butyromètre avec précaution mais énergiquement et rapidement jusqu'à disparition des grumeaux ;
5. après une bonne agitation, ne pas laisser refroidir le butyromètre (si nécessaire le réchauffer à 65°C dans le bain marie), mettre le butyromètre dans la centrifugeuse en équilibre (en nombre paire et face à face deux à deux) puis le centrifuger pendant 10 mn ;
6. faire la lecture.

II.5.2.3 La détermination de l'extrait sec total

Le présent mode opératoire décrit la méthode utilisée pour la détermination de l'extrait sec total du produit semi-fini

Domaine de référence : selon la norme NA 679, NA 1130(ISO+ 5534)

L'extrait sec du lait ou du produit laitier est le pourcentage des matières sèches existant dans le produit, et résultant de la dessiccation du lait ou du produit laitier.

Méthode Halogène (par thermo-balance)

Le principe repose sur l'évaporation de l'eau contenue au niveau de l'échantillon à analyser, sous l'effet d'une source de chaleur, qui est de la lumière infrarouge.

Dans la coupelle en aluminium séchée et tarée, on pèse $2g \pm 5mg$ de produit à analyser, après étalement sur toute la surface de la coupelle en faisant attention de ne pas toucher les bords de la coupelle.

La coupelle est mise dans l'appareil et ce dernier est mis en marche en baissant le couvercle et en appuyant sur **Start**.

Lecture et expression des résultats

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



Figure 8 : la méthode de détermination de l'extrait sec total par la méthode de thermobalance

II.5.2.4 La détermination de la viscosité

Le présent mode opératoire décrit la méthode de détermination de la viscosité du produit fini.

Selon la monographie interne de l'entreprise.

Le yaourt est défini comme un fluide viscoélastique, il possède à la fois les propriétés visqueuses d'un liquide et les propriétés élastiques d'un fluide. La viscosité du yaourt représente La dureté, adhérence, cohésion, et résistance à l'écoulement de yaourt et lait fermentés.

1. Mettez en marche l'appareille
2. Le menu principale est alors affichée sélectionnez *program Start*
3. Placez le récipient d'échantillon « pot » sur la surface
4. Une fois le déroulement du programme est achevé, les valeurs de dernier point de mesure sont affiches

Expression des résultats

On prend la valeur de η exprime en pascal on multipliant la valeur trouvé en mimi pascal par 1000

Exemple

La valeur trouvé en pascal 12.7085 PAS

$$\eta = 12.7085 \times 1000 = 127085 \text{ milli pas}$$



Figure 9 : la méthode de détermination de la viscosité**II.5.2.5 La détermination du titre alcalimétrique simple (TA)**

Le présent mode opératoire décrit la méthode utilisée pour la détermination du titre alcalimétrique simple (TA) de l'eau de process.

Selon la norme AFNOR T 90-501 et T 90-506

Le titre alcalimétrique simple ou TA mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes et carbonates.

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

Son principe est basé sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué en présence d'un indicateur coloré.

1. Introduire dans un erlenmeyer de 250ml, 100 ml d'eau à analyser et ajouter deux (2) gouttes de phénolphtaléine comme indicateur coloré ;
2. Une coloration rose doit se développer si la réaction est positive ; dans le cas contraire (pas de coloration), le TA est nul (TA=0) ce qui se produit en générale pour les eaux naturelles dont le pH est inférieur à 8,3 ;
3. Dans le cas où la réaction est positive, on verse doucement de l'acide sulfurique (0,02N) dans l'erlenmeyer à l'aide d'une burette, en agitant constamment, et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution.

Expression des résultats

Absence de coloration : TA=0

Présence de colorations : TA=V

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

V : volume de l'acide sulfurique exprimé en ml

NB : Un degré français (1°F) équivaut à 4 mg de *calcium* par litre et à 2,4 mg de *magnésium* par litre.

II.5.2.6 La détermination du titre alcalimétrique complet(TAC)

Le présent mode opératoire décrit la méthode utilisée pour la détermination du titre alcalimétrique complet (TAC) de l'eau de process.

Selon la norme AFNOR T 90-501 et T 90-506

Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogencarbonates.

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

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

1. Utiliser l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement primitif (qui a servi pour la détermination du TA) ;
2. Ajouter 2 gouttes de méthyle orange ;

3. Titrer de nouveau avec la même solution acide jusqu'au virage du jaune au jaune orangé (pH=4,3)
4. S'assurer qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage du jaune orange au rouge orangé (pH=4).
5. Soit v' le volume d'acide à 0.02N versé depuis le début du dosage, retrancher de ce volume 0.5 ml, quantité d'acide.

Calculs et expression des résultats

$$\text{TAC} = V' - 0,5 \text{ (}^\circ\text{F)}$$

TAC : Titre alcalimétrique complet en degré français (°F).

V' : Volume de l'acide sulfurique en ml versé depuis le début du dosage de la prise d'essai.

Remarque : en milliequivalent gramme par litre, $\text{TAC} = (V' - 0,5) / 5$

II.5.2.7 La détermination du titre hydrotimétrique (TH)

Le présent mode opératoire décrit la méthode utilisée pour la détermination du titre hydrotimétrique (TH) de l'eau de process.

Selon la norme NA 752 (ISO 6059 :1984)

Dans l'industrie, on classe en générale l'eau selon sa teneur (ou concentration) en calcium (Ca) et magnésium (Mg), cette teneur porte le nom de dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH) et elle correspond à la somme des concentrations en Ca^{++} et Mg^{++} .

Elle est indiquée par :

$$\text{TH} = [\text{Ca}^{++}] + [\text{Mg}^{++}]$$

Son principe est basé sur le titrage par complexométrie du calcium et du magnésium avec une solution aqueuse de sel disodique d'acide éthylène-diamine tétra acétique (EDTA) à 0,02 N, une solution tampon ammoniacal de pH = 10, et un indicateur coloré qui est le noir eriochrome -T (NET) à 0,5%, qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence de magnésium. Lors du titrage, l'EDTA réagit d'abord avec les ions Ca^{++} et Mg^{++} libres en solution puis au point d'équivalence avec les ions Ca^{++} et Mg^{++} combinés, ce dernier est libéré et provoque un changement de couleur du violet au bleu.

Mode opératoire

1. Dans un erlenmeyer de 250ml introduire 100ml d'eau à analyser
2. Ajouter 10ml de solution tampon à pH=10 et deux gouttes de l'indicateur coloré noir ErickRome - T (NET) à 0,5%, La solution doit se colorer en violet ;
3. Titrer avec l'EDTA 0,02 N tout en agitant constamment jusqu'au virage du violet au bleu. Le point final du virage est atteint lorsque la dernière nuance violette a disparu.

Expression des résultats

$$\text{TH} = V \text{ (}^\circ\text{F)}$$

V : le volume d'EDTA nécessaire à la titration, en ml

TH : La dureté totale ou titre hydrotimétrique, exprimée en degré français (°F).

II.5.2.8 La détermination des ions chlorures (Cl^-)

Le présent mode opératoire décrit la méthode utilisée pour la détermination des ions chlorures dans l'eau de process.

Selon la norme NA 6917 (ISO 9297 :1989)

On entend par ions chlorures l'ensemble de chlorures sous forme Cl^- ou NaCl en solution. Le dosage des chlorures libres est une méthode qui décrit la mesure de la concentration du chlore libre ou Cl^- dans l'eau.

Les chlorures sont dosés en milieu neutre, par solution de nitrate d'argent (AgNO_3). Ce titrage est fait en présence de bichromate de potassium comme indicateur coloré.

La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

1. Dans un erlenmeyer de 250ml introduire 100ml d'eau à analyser
2. Ajouter 10 gouttes de bichromate de potassium (K_2CrO_4) à 10%
3. Titrer avec la solution de nitrate d'argent à 0.1N jusqu'au virage du jaune au rouge brique.

Calculs et expression des résultats

$$\text{Cl}^- = V \times 10 \times 35.5 \text{ (mg/l)}$$

Où :

V : le volume nécessaire pour le titrage, en ml

Cl^- : chlorure, exprimés en mg/l

II.5.2.9 La détermination du chlore libre (Cl_2)

Le présent mode opératoire décrit la méthode utilisée pour la détermination du chlore libre dans l'eau de process.

Domaine de référence : selon la norme NA 2063 (ISO 7393-3 :1990)

Le chlore libre ou Cl_2 est l'association de deux molécules de chlore (Cl) pour donner une substance active de chlore.

Son principe est basé sur une réaction directe N, N-diéthylphénylène -1.4 diamine et formation d'un composé rose à pH compris entre 6,2 et 6,5 et mesurage de l'intensité de la couleur par comparaison visuelle de la couleur avec l'eau à analyser (témoin).

Le comparateur Palintest s'utilise avec des disques colorés interchangeables. Le comparateur sert à comparer la couleur produite dans le test avec celles du disque. Le Palintest utilise des tubes carrés de 10ml et de 13.5 mm. Le comparateur Palintest, les disques et les tubes sont conformes aux dimensions internationales et s'adaptent à tous les types de comparateurs standards.

1. Remplir le tube avec 10 ml de l'échantillon à analyser ;
2. ajouter un pastis de diéthylparaphénylène diamine (DPD) ;

Tableau 6: les analyses microbiologiques effectuées au cours de production du yaourt étuvé aromatisé

Germes	Produit	Eau de procès	Poudre de lait	Sucre	Produit semi-fini
Clostridium sulfito réducteurs		✓	✓	✓	✗
Coliforme totaux et fécaux		✓	✓	✗	✓
Germes aérobies		✓	✓	✓	✓
Levures		✗	✓	✓	✓
Moisissures		✗	✓	✓	✓
Streptocoques fécaux		✓	✗	✗	✗
Entérobactéries		✗	✗	✗	✓

✓ Analyse effectuée ✗ Analyse non effectuée

II.5.3.1 La préparation des dilutions décimales

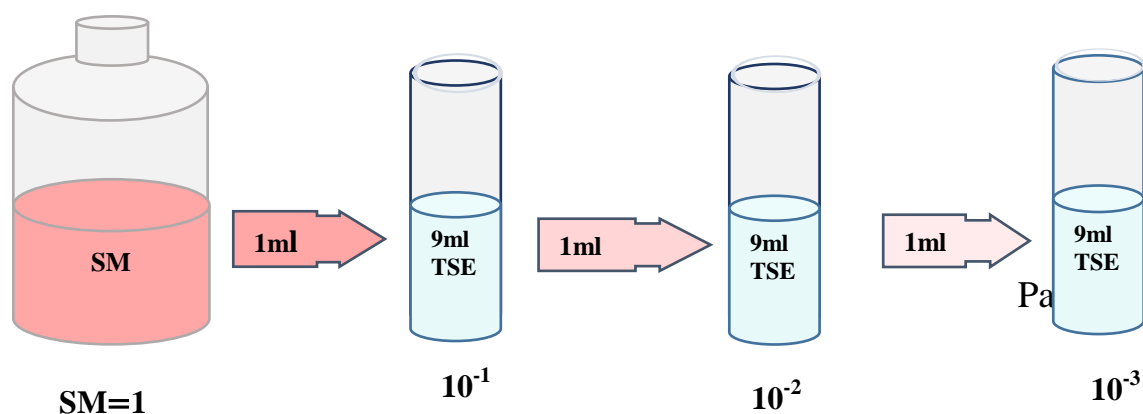
Le présent mode opératoire décrit la méthode utilisée pour la préparation des dilutions décimales servant aux analyses microbiologiques de produit semi-fini.

Selon La norme NA 15174 (ISO 6887-4 : 2004)

A- Cas des produits liquides : *produit semi-fini*.

(*Préparation des dilutions décimales proprement dites*, voir aussi la figure 14)

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



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

Figure 10: préparation des dilutions décimales des produits liquides

B- Cas des produits solides : sucre, poudre de lait.

(Préparation des dilutions mère et décimales voir aussi la figure 12)

1. Introduire aseptiquement 25 grammes de produit à analyser dans un flacon stérile contenant au préalable 225 ml de diluant TSE, homogénéiser pendant 6 à 8 minutes selon la texture du produit.
2. Cette suspension constitue alors la dilution mère (DM) et qui correspond aux dilutions 1/10 ou 10^{-1}
3. Introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, 1 ml de la DM, dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml de diluant TSE et mélanger soigneusement : cette dilution constitue alors la dilution au 1/100 ou 10^{-2} .
4. Introduire ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette graduée et stérile 1ml de la dilution 10^{-2} dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant (TSE) et mélanger soigneusement : cette dilution est alors au 1/1000 ou 10^{-3} .

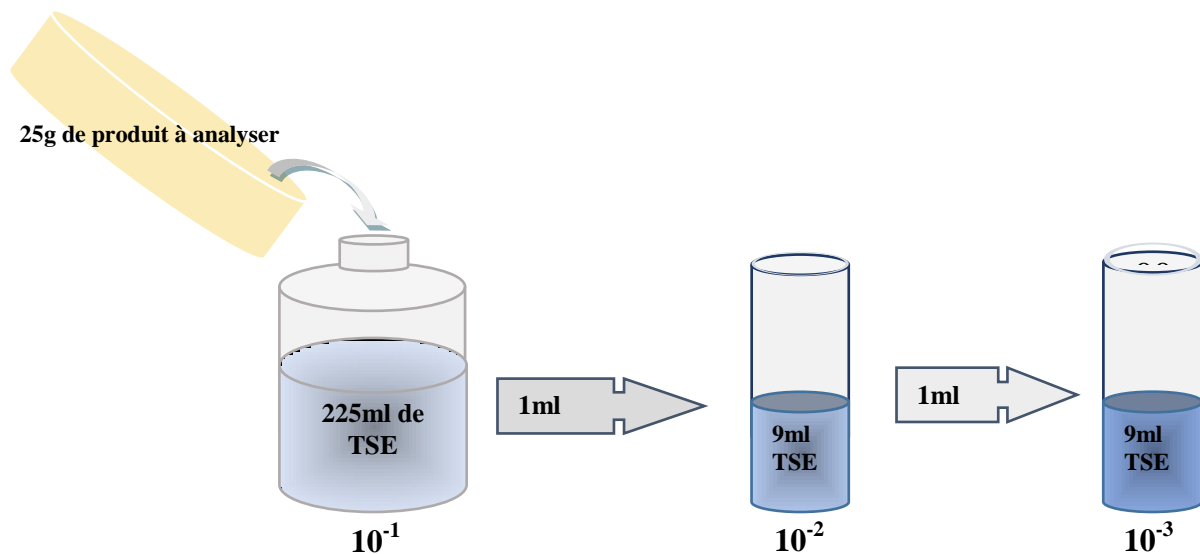


Figure 11: préparation des dilutions décimales des produits solides

II.5.3.2 recherche et dénombrement des *germes aérobies mésophiles totaux* (GAMT)

Le présent mode opératoire décrit la méthode utilisée pour les recherche et dénombrement des *germes aérobies mésophiles totaux* dans : *l'eau de process, sucre, poudre de lait et produit semi-fini*.

Selon la norme : NF 08-051

La flore totale se trouve dans les produits alimentaires, elle peut être saprophyte à 22°C ou pathogène à 37°C, ce sont des germes qui altèrent la qualité marchande et provoquent des troubles digestifs, ils sont originaires ou apportés lors de la manipulation.

A- Cas de l'eau de process

La recherche de *GAMT* dans l'eau se fait à 22°C et à 37°C, sur le milieu TGEA ensemencé en masse en boîtes pétri, dans le but de cibler à la fois les micro-organismes psychrophiles soit à 22°C et ceux mésophiles à 37°C.

(voir aussi la figure 13)

1. A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement à l'aide d'une pipette pasteur 2 fois 1 ml dans deux boîtes de pétri vide préparée à cet usage et numérotée.
2. Ajouter ensuite dans chaque boîte environ 20 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à 45±1°C.
3. Faire ensuite des mouvements circulaires et en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.
4. Laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5ml de la même gélose pour protéger le milieu contre diverses contaminations.

Incubation

La première boîte sera incubée, couvercle en bas à 22°C et la seconde sera incubée, couvercle en bas à 37°C, pendant 72 heures avec :

Première lecture à 24heures,

Deuxième lecture à 48heures,

Troisième lecture à 72heures.

Lecture

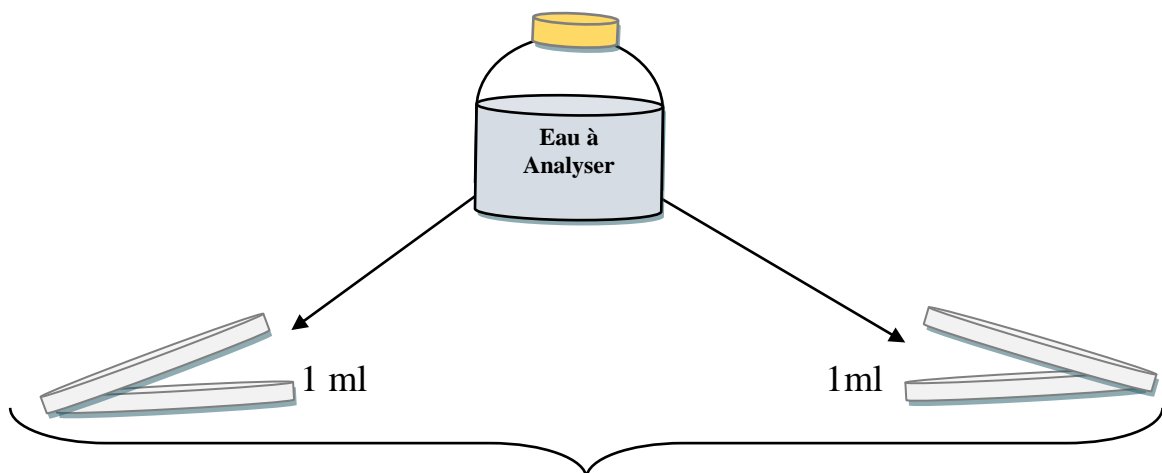
Les *GAMT* se présentent dans les deux cas sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse.

Dénombrement

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

Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies ;

Le résultat sera exprimé par millilitre d'eau à analyser à 22°C et à 37°C.



- Ajouter environ 20 ml de gélose TGEA
- Laisser solidifier sur paillasse
- Ajouter une double couche (5ml)
- Incuber à 22°C et 37°C pendant 72 heures

Dénombrer les colonies lenticulaires, en masse.

Figure 12 : recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux dans l'eau.

B- Cas de sucre, poudre de lait et produit semi-fini (après pasteurisation)

Principe

La recherche et dénombrement des *GAMT* dans un produit alimentaire se fait sur le milieu PCA ou TDYMensemencé en masse en boîtes pétri puis incubé à 30°C pour les germes mésophiles et à 55°C pour les germes thermophiles.

(voir aussi la figure 14)

1. A partir des dilutions décimales allant de 10^{-3} à 10^{-1} voire 1, porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de Pétri vide. Compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose PCA ou TDYM fondue puis refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$.
2. Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.
3. Laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose ou de gélose blanche. Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses.

Incubation

Les boîtes seront incubées couvercle en bas à 30°C pendant 72 heures avec :

Première lecture à 24 heures.

Deuxième lecture à 48 heures.

Troisième lecture à 72 heures.

Lecture

Les colonies des *GAMT* se présentent sous forme lenticulaire en masse.

Dénombrement

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte les facteurs suivants :

Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies,

Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution,

Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.

Illustration

Tableau 7 : exemple des résultats de recherche et dénombrement des GAMT

Inoculum	Nombre de Colonies	Pour revenir à 1	Nombre réel	Moyenne arithmétique
10^{-1}	160	X 10	1600	$27600 / 3 =$ 9200GAMT/Gramm e
10^{-2}	70	X 100	7000	
10^{-3}	19	X 1000	19 000	

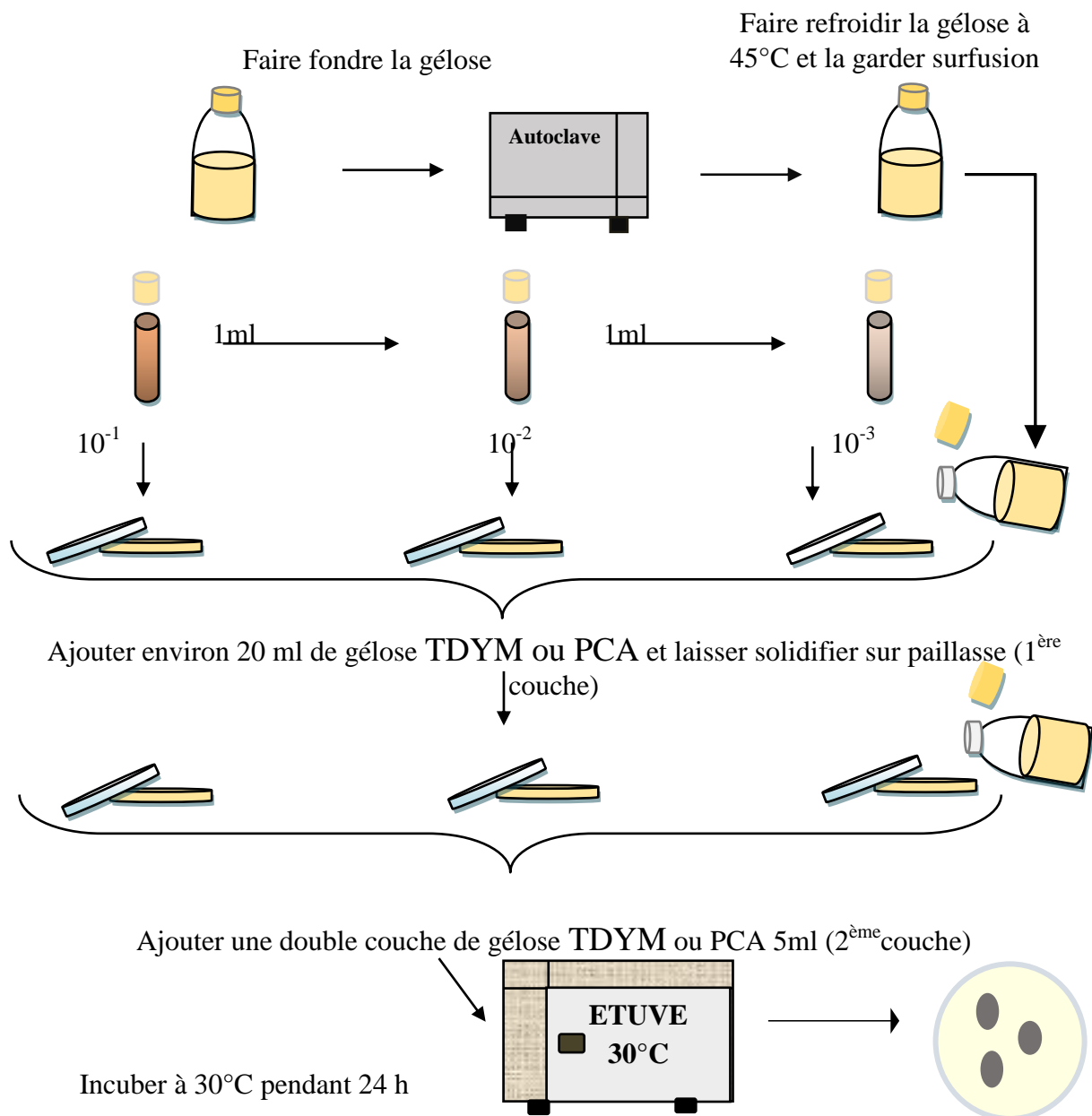


Figure 13: recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux

II.5.3.3 recherche et dénombrement des *Entérobactéries*

Le présent mode opératoire décrit la méthode utilisée pour la recherche et dénombrement des *Entérobactéries* dans le produit semi-fini (pots conditionnés).

Selon la norme ISO 21528-2

L'entérobactérie est le nom courant des bactéries de la famille des *Enterobacteriaceae*, bacilles à Gram négatif (2 à 4 microns de long sur 0,4 à 0,6 microns de large), mobiles avec

ciliature péritriche ou immobiles, poussant sur milieux de culture ordinaires, aérobies - anaérobies facultatifs, fermentant le glucose avec ou sans production de gaz, réduisant les nitrates en nitrites, oxydase négative.

Ensemencement en milieu gélosé, sur VRBG (violet rouge bile agar avec glucose) de 1 ml d'échantillon et incubé à 37°C aérobique pour 24 heures. (voir aussi la figure 15)

1. A partir des dilutions décimales 10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} porter aseptiquement 1ml de chaque dilution dans une boîte de pétrie puis ajouter 20ml de la gélose VRBG ;
2. Faire en suite des mouvements circulaires de va-et-vient en forme de 8 pour permettre à l'inoculum de se mélanger avec la gélose ;
3. Laisser se solidifier pendant 15 minutes dans une surface plate à température ambiante, ajouter une deuxième couche puis le laisser se solidifier et incubé à 37°C pendant 24 heures.

Lecture

Après le temps spécifique d'incubation, énumérer seulement les colonies rouges violettes avec ou sans précipitation halo sur les boîtes pétri moins de 150 colonies.

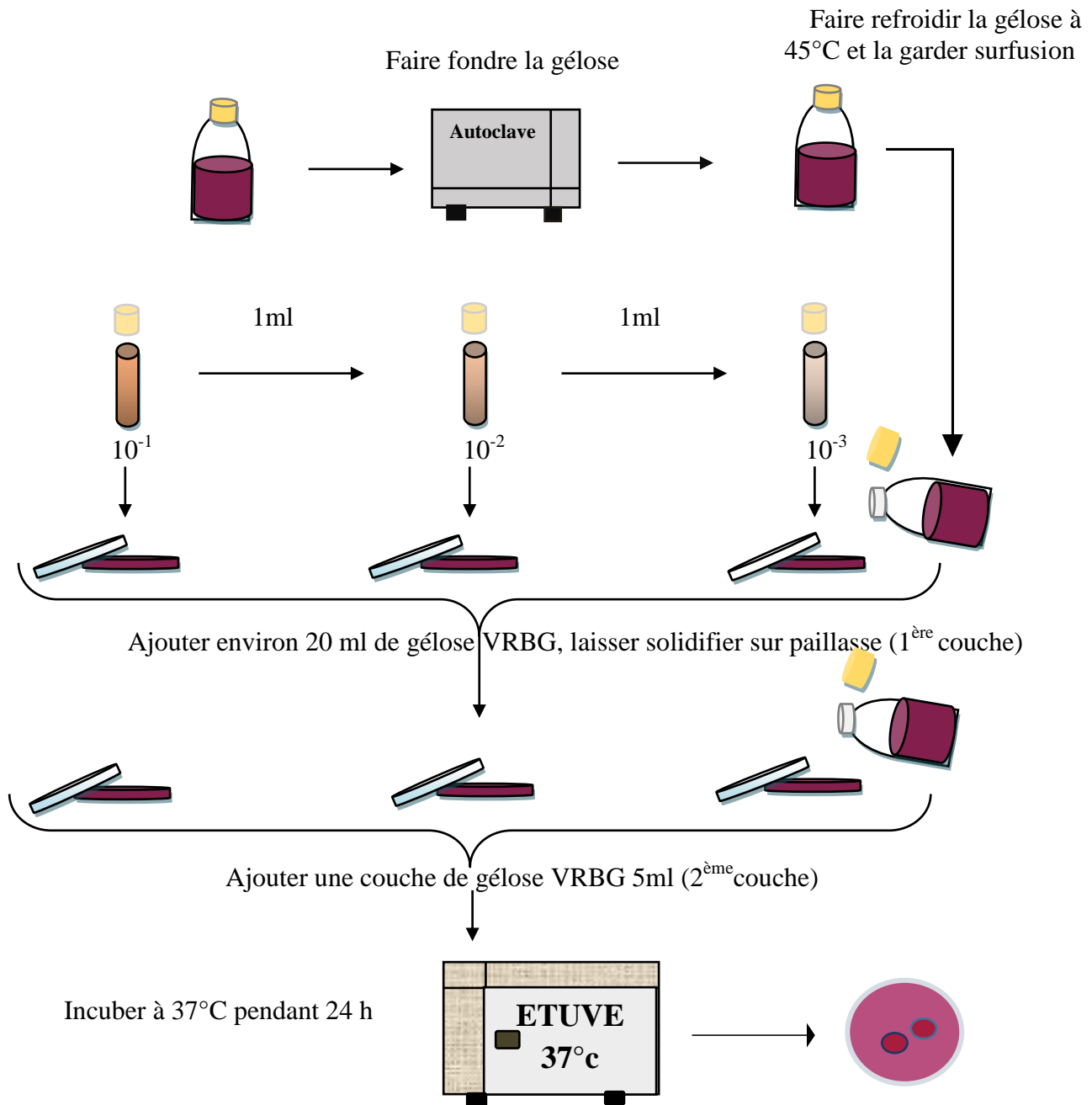


Figure 14: recherche et dénombrement des Entérobactéries

II.5.3.4 Les recherche et dénombrement des *coliformes totaux et fécaux*

Le présent mode opératoire décrit la méthode utilisée pour les recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans : **l'eau de process, poudre de lait et le produit semi-fini.**

Selon la norme NA 6803 (ISO 4832 :2006) Microbiologie des aliments.

On entend par *Coliformes* des Bacilles à Gram Négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, ne possédant pas d'oxydase, capables de se multiplier en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 et 37°C. Les *Coliformes thermo tolérants* ont les mêmes propriétés que les *Coliformes* mais à température $42 \pm 2^\circ\text{C}$.

Les *Escherichia coli* sont des *Coliformes thermo tolérants* ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à $42 \pm 2^\circ\text{C}$.

A- Cas de l'eau de process

Principe

La recherche et le dénombrement des *Coliformes* dans l'eau se fait en milieu liquide sur BCPL, par la technique du *NPP* (Nombre le plus probable). Elle 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* est réservé à la recherche des *Coliformes fécaux* à partir des tubes positifs du test de présomption.

(voir aussi la figure 16)

- **Test de présomption**

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

1. 50 ml dans un flacon contenant 50ml du milieu BCPL (D /C) muni d'une cloche de Durham ;
2. 5 fois 10ml dans 5 tubes contenant 10ml du milieu BCPL (D/C) muni d'une cloche de Durham ;
3. 5 fois 1ml dans 5 tubes contenant 10 ml du milieu BCPL (S/C) muni d'une cloche de Durham ;
4. Chasser le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation

Incuber l'ensemble des tubes à 37°C pendant 48h.

Lecture

Sont considérés comme positifs (présence de *Coliforme totaux*) les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche) ;
- Un trouble microbien accompagné d'un virage de la couleur du milieu au jaune (indice de la fermentation de lactose présent dans le milieu).

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de *NPP* (voir Annexe3).

➤ **Test de confirmation ou test de *Mackenzie***

Ce test est basé sur la recherche de *Coliformes thermotolérants* parmi lesquels, on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli* (source de contamination fécale). Les *Coliformes thermotolérants* ont les mêmes propriétés de fermentation que les *Coliformes totaux* mais à 44°C avec production d'indole.

Les tubes de BCPL trouvé positifs lors du dénombrement des *Coliformes totaux* font l'objet d'un repiquage. Ce dernier est réalisé à l'aide d'une anse bouclée dans des tubes contenant le milieu de *Schubert* muni d'une cloche de *Durham*.

Chasser le gaz présent éventuellement dans les cloches de *Durham* et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation

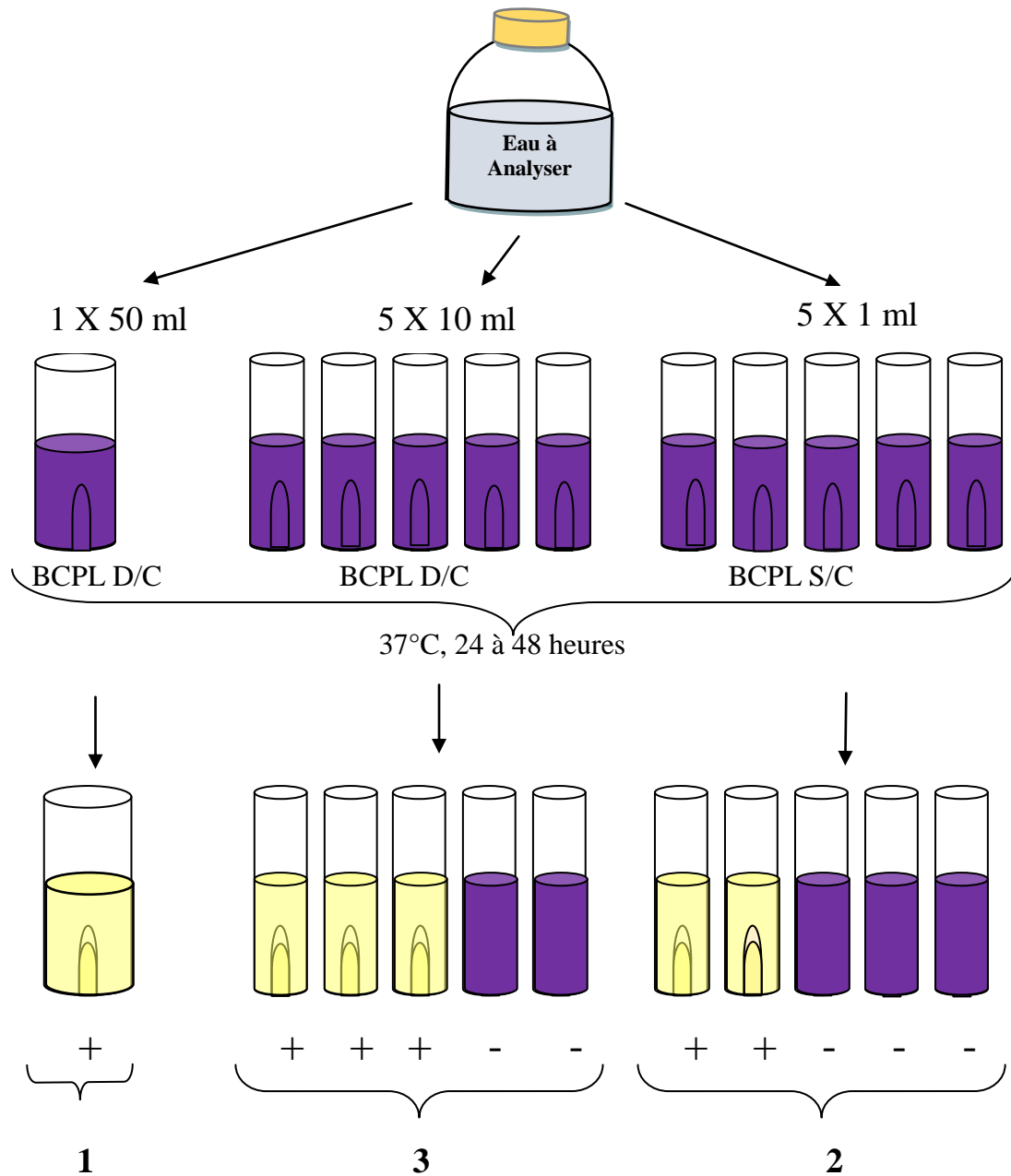
L'incubation se fait à 44°C pendant 24h.

Lecture

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois un dégagement gazeux et un anneau rouge en surface. Ce dernier indique 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* (nombre le plus probable).

🔍 *Test de présomption*



🔍 *Test de confirmation*

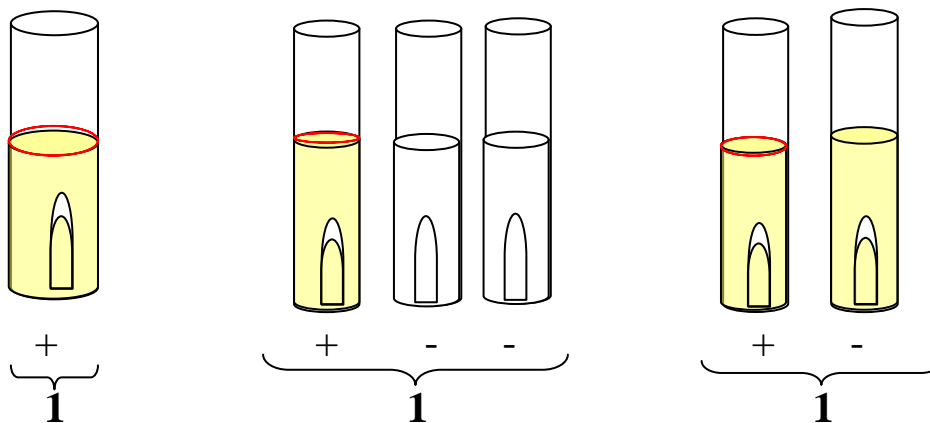
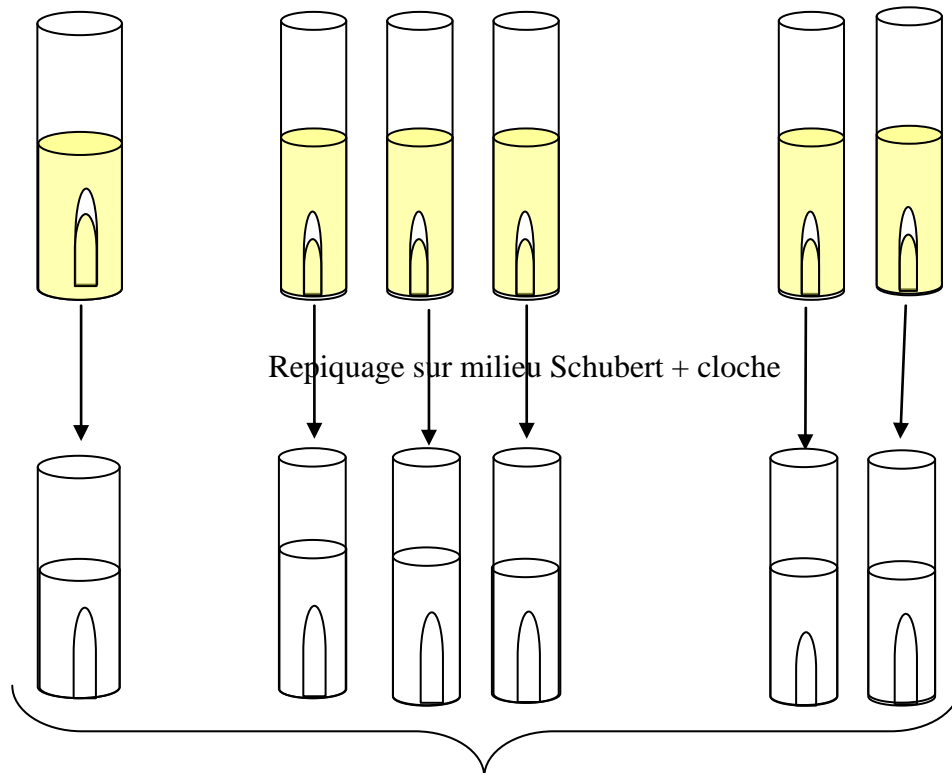


Figure 15: recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau

B- Cas de poudre de lait et produit semi-fini

Les *Coliformes* sont dénombrés :

- Soit en milieu liquide par la technique du *NPP* (nombre le plus probable) à l'aide du bouillon VBL (bouillon Lactose bilié au vert brillant) réparti à raison de 10 ml par tubes munis d'une cloche de *Durham*.
- Soit en milieu solide, sur le milieu au Désoxycholate à 1‰ ou à défaut sur la gélose VRBL ou VRBG.

(voir aussi la figure 17)

1. Basé sur la technique en milieu solide, sur la gélose VRBL.
2. A partir des dilutions décimales allant de 10^{-3} à 10^{-1} (voir figure 12), porter aseptiquement 2 fois 1 ml dans des boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées.
3. Compléter ensuite chaque boîte avec environ 20 ml de gélose au Désoxycholate à 1 ‰ ou à défaut par de la gélose VRBL ou VRBG, fondue puis refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$.
4. Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de bien se mélanger à la gélose utilisée.

Incubation

Une série de boîtes sera incubée à 37°C , pendant 24 à 48 h et servira à la recherche de *Coliformes totaux* ;

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

Lecture

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

Dénombrement

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

Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies ;

Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution ;

Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.

Il est impossible de trouver plus de *Coliformes fécaux* que de *Coliformes totaux*.

Faire fondre la gélose

Faire refroidir la gélose à 45°C et la garder surfusion

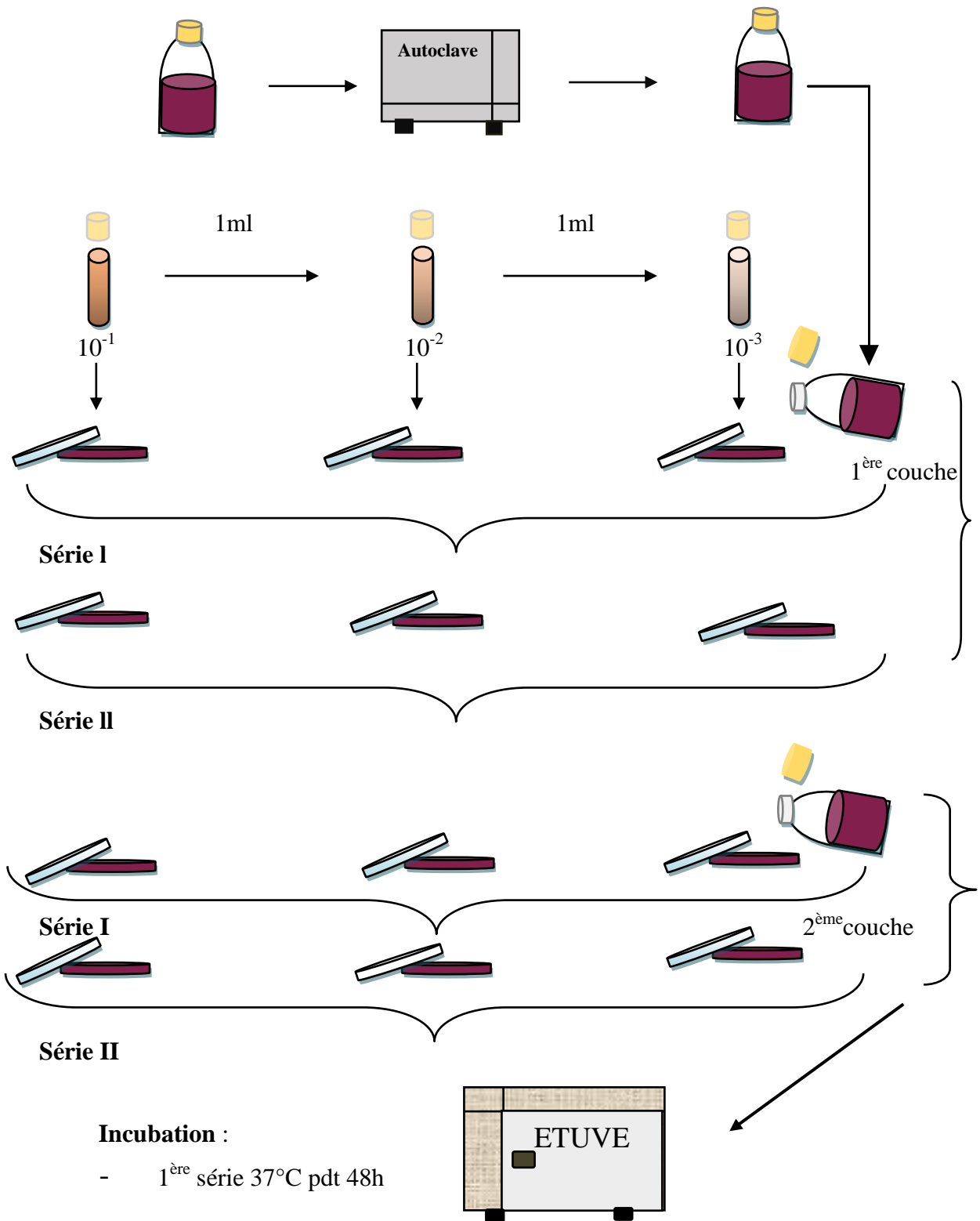


Figure 16: recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

II.5.3.5 recherche et dénombrement des spores du *Clostridium sulfito-réducteur*

Le présent mode opératoire décrit la méthode utilisée pour la recherche et dénombrement des spores du *Clostridium sulfito-réducteur* dans L'eau de process, sucre et poudre de lait.

Selon la norme NA 6802 (NF V08 - 405 : 1986)

Les *Clostridium sulfito-réducteur* (CSR), appelés aussi les Anaérobies sulfito-réducteur (ASR) se présentent sous forme de bactéries Gram +, se développant en 24 à 48 heures sur une gélose Viande-Foie en donnant des colonies typiques 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.

Les spores des CSR constituent généralement des indices de contamination ancienne.

➤ Cas de l'eau de process

La technique repose sur deux méthodes distinctes :

- La méthode sélective sur gélose TSN ou TSC à 46°C
- La méthode générale sur gélose Viande – Foie à 37°C (voir aussi la figure 18)

Basé sur la méthode générale sur gélose Viande – Foie à 37°C

Préparation du milieu de culture

1. Faire fondre un flacon de gélose Viande-Foie ;
2. Le refroidir à 45°C ;
3. ajouter aseptiquement une ampoule d'Alun de Fer et une ampoule de sulfite de sodium ;
4. mélanger soigneusement et aseptiquement ;
5. puis maintenir le flacon dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.

Ensemencement

1. A partir de l'eau à analyser, prélever environ 25ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 8 à 10 minutes puis refroidit brutalement sous l'eau de robinet, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des bactéries anaérobies sulfito-réductrices éventuellement présentes et garder uniquement les formes sporulées ;
2. Repartir ensuite le contenu de ce tube dans 4 tubes à raison de 5ml par tube ;
3. ajouter environ 18 à 20 ml de gélose Viande Foie, dans chaque tube, préalablement fondue puis refroidie à 45°C et additionnée de ses additifs spécifiques soit une ampoule d'Alun de fer et une ampoule de Sulfite de sodium ;
4. Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air et de l'oxygène

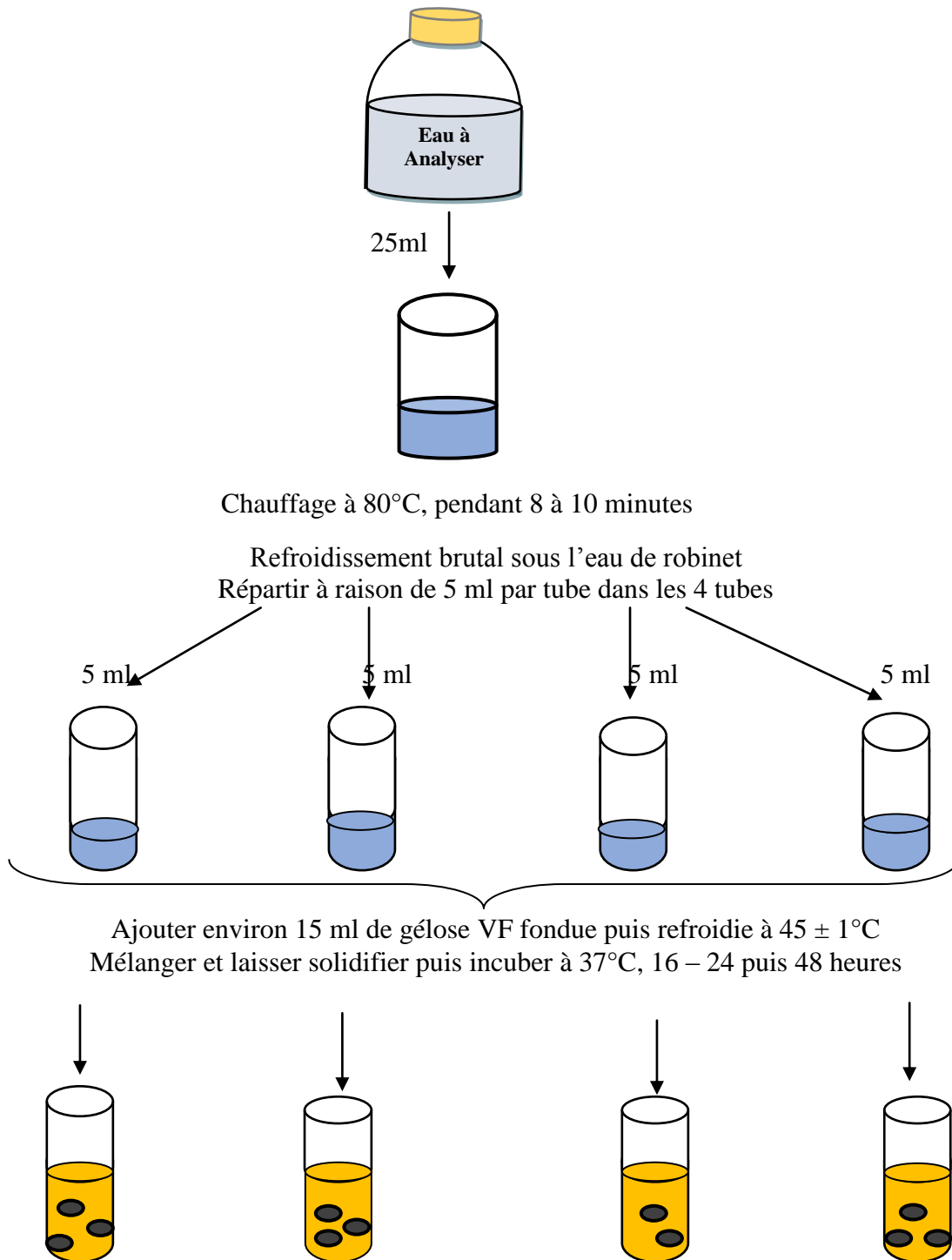
Incubation

Laisser solidifier sur paillasse pendant environ 30 minutes, puis incuber à 37 °C, pendant 16h, 24h ou au plus tard 48h.

Lecture

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

Dénombrer toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, poussant en masse et de rapporter le



total des colonies à 20 ml d'eau à analyser. Ensuite procéder à leur identification biochimique.

Figure 17: recherche et dénombrement des spores du Clostridium sulfito-réducteur dans l'eau

➤ Cas des : poudre de lait

Selon la disponibilité des milieux de culture, deux techniques sont recommandées pour la recherche de *Clostridium sulfito-réducteur* à savoir : la méthode générale sur gélose Viande – Foie à 37°C et la méthode sélective sur gélose TSN ou TSC à 46°C.

(voir aussi la figure 19)

Basé sur la recherche et dénombrement sur gélose Viande Foie à 37°C.

Préparation du milieu de culture

1. Faire fondre un flacon de gélose VF.
2. le refroidir à 45°C.
3. ajouter aseptiquement une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium.
4. mélanger bien.
5. puis maintenir le flacon dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.

Ensemencement

Les tubes contenant les dilutions 10^{-3} à 10^{-1} seront soumis d'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes, puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet, dans le but d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées.

- ✧ A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis stériles de 16 mm de diamètre, puis ajouter environ 15 ml de gélose Viande-Foie prête à l'emploi, dans chaque tube.
- ✧ Laisser se solidifier sur paillasse pendant 30 minutes.

Incubation

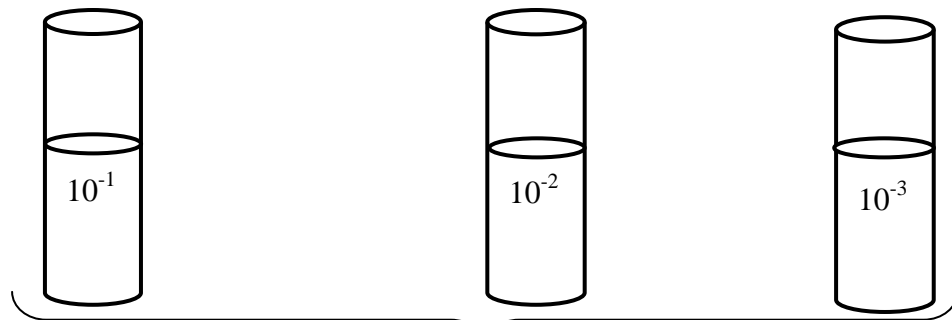
Incuber à 37°C, pendant 16h, 24h ou au plus tard 48h.

Lecture

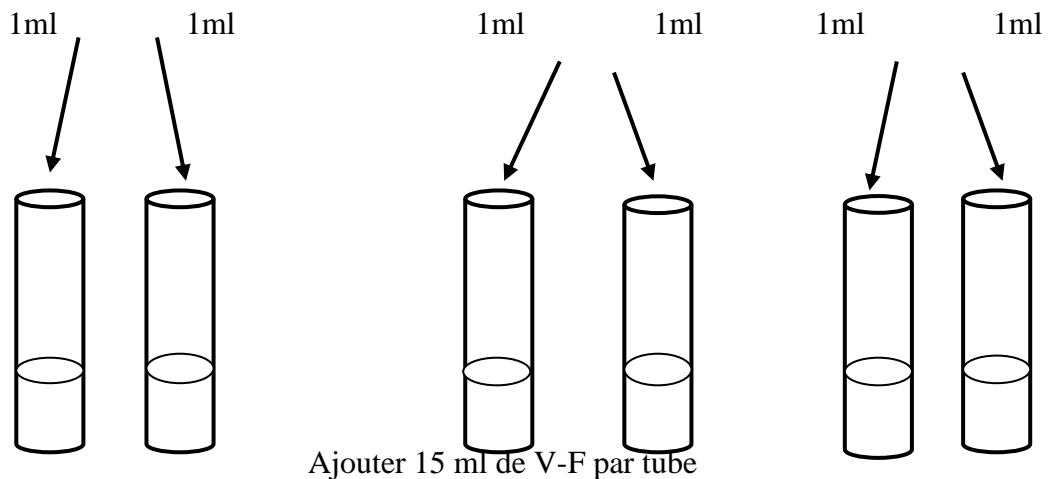
La première lecture doit se faire impérativement à 16 heures, car :

- d'une part les colonies de *Clostridium Sulfito-réducteur* sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant alors l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse est à refaire en utilisant des dilutions décimales de 10^{-1} voire 10^{-2} ;
- d'autre part, il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussée en masse et d'un diamètre supérieur à 0,5 mm ;
- ✧ dans le cas où il n'y a pas de colonie caractéristique ré-incuber les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24 heures voire 48 heures ;
- ✧ on identifie les colonies noires et ensuite procéder à leur identification biochimique.

A partir de la dilution décimale :



Chauffer à 80°C , 8 à 10 minutes puis refroidir immédiatement sous l'eau de robinet :



Laisser solidifier sur pailleasse, puis incuber à 37°C pdt 48h.

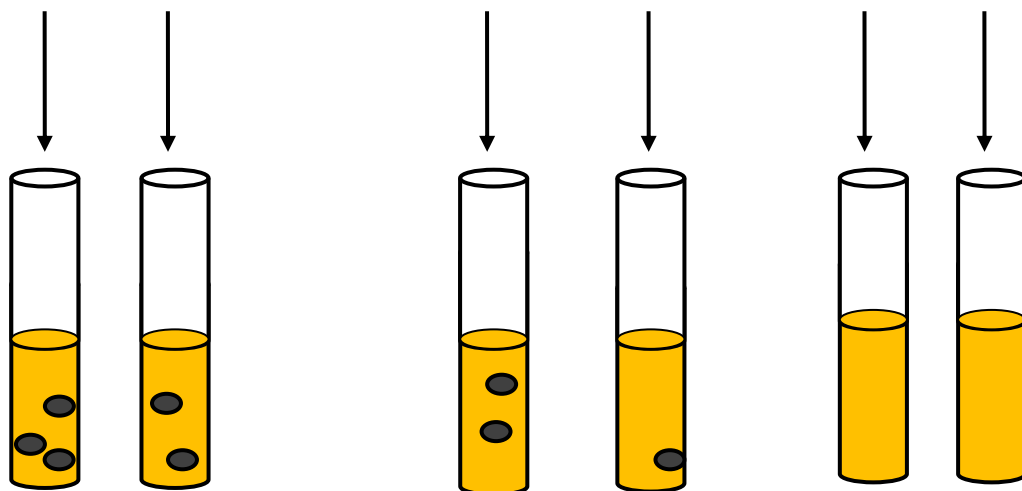


Figure 18: recherche et dénombrement des spores du *Clostridium* sulfito-réducteur

II.5.3.6 recherche et dénombrement des *Streptocoques fécaux*

Le présent mode opératoire décrit la méthode utilisée pour les recherches et dénombrement des *Streptocoques fécaux* dans *l'eau de process*.

Selon la norme NA 6803 (ISO 4832 :2006) Microbiologie des aliments

Les *Streptocoques fécaux* ou *Streptocoques* du groupe D de la classification de *Lance Field*, se présentent sous forme de cocci à Gram +, formant des chaînettes, ne possédant pas de catalase mais possédant l'antigène du groupe D.

Ils sont capables de se développer en 24 à 48 heures à 37°C sur un milieu sélectif à l'azoture de sodium en donnant des colonies caractéristiques réduisant le TTC et qui de plus hydrolysent l'esculine en 48 heures à 44°C après repiquage d'une colonie sur une gélose biliée à l'esculine.

Leur recherche et leur dénombrement peut se faire de la même manière que pour les *Coliformes*, c'est à dire à l'aide de deux méthodes distinctes selon la disponibilité ou non d'une rampe de filtration et seuls les milieux de culture changent.

Tout comme la méthode de recherche des *Coliformes* en milieu liquide, celle de la recherche et dénombrement des *Streptocoques fécaux* fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- *Le test de présomption* : réservé à la recherche des *Streptocoques* sur milieu ROTHE
- *Le test de confirmation* : réservé à la confirmation réelle des *Streptocoques fécaux* sur le milieu EVALITSKY, à partir des tubes positifs du test de présomption.

(voir aussi la figure N°20)

➤ *Test de présomption*

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

50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu ROTHE D/C ;

5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C ;

5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien, seulement ces derniers :

Ne doivent en aucun cas faire l'objet de dénombrement ;

Doivent par contre, absolument faire l'objet d'un repiquage sur milieu EVA LITSKY dans le but d'être confirmés.

Tableau 8: un exemple des résultats du test de présomption de recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.

Inoculum	Test de présomption
1 X 50 ml	-
5 X 10 ml	+ + - - -
5 X 1 ml	+ + + - -

➤ **Test de confirmation**

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

Les tubes de milieu ROTHE trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans tube contenant le milieu EVALITSKY.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation

L'incubation se fait cette fois-ci à 37°C, pendant 24 heures.

Lecture

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

Un trouble microbien ;

Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du *NPP* qui figure en **Annexe03**.

Illustration

En reprenant l'exemple précédent relatif au test de présomption, cela suppose que nous avons 5 tubes à repiquer à savoir :

2 tubes sur 5 de ROTHE D/C ;

3 tubes sur 5 de ROTHE S/C.

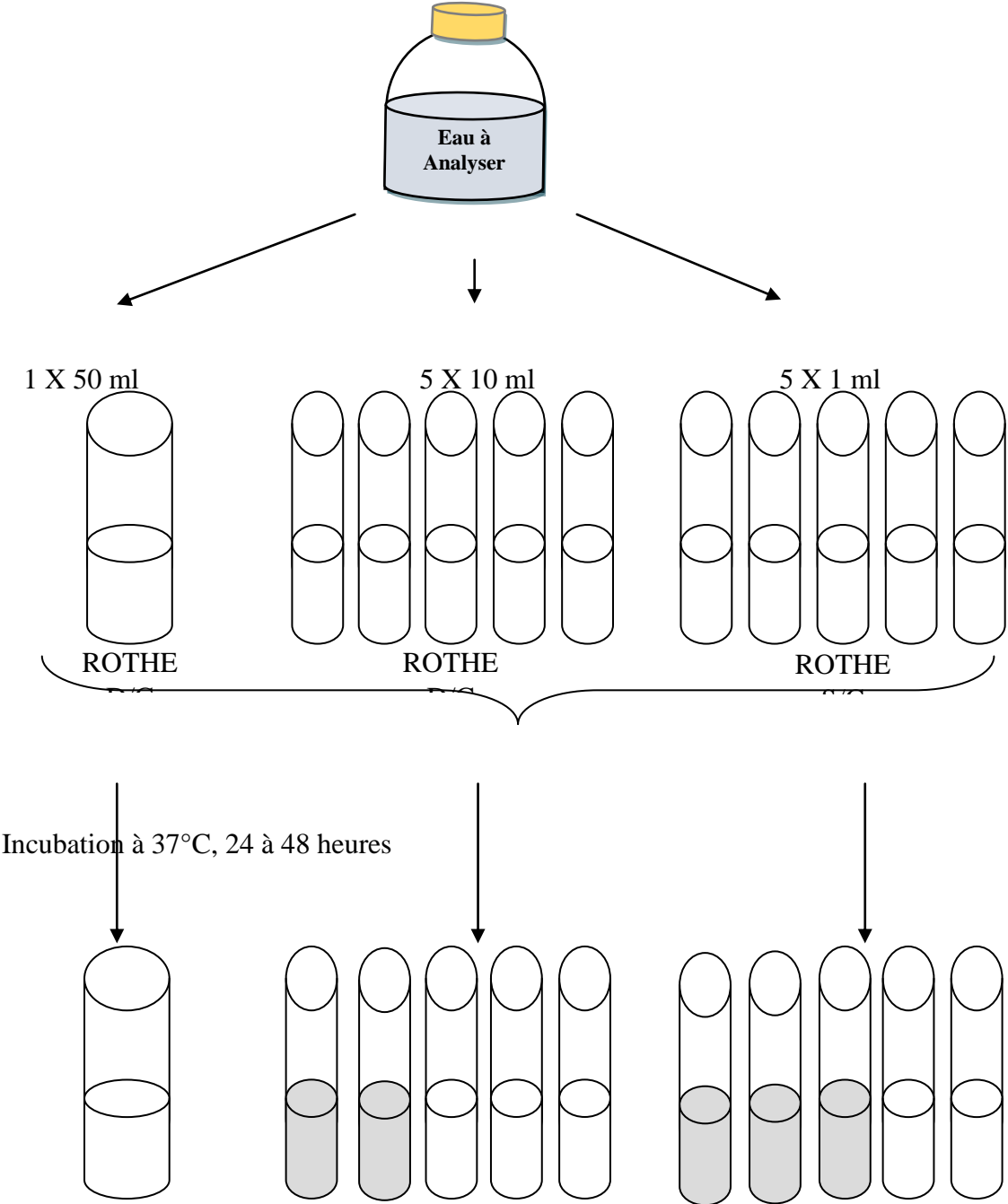
Tableau 9 : un exemple des résultats de recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

Inoculum	Test de présomption	Test de confirmation		Nombre Caractéristique
		Trouble	Pastille violette	
1 X 50 ml	-			0
5 X 10 ml	+	+	+	2
	+	+	+	
	-			
	-			
5 X 1 ml	+	-	+	1
	+	+	+	
	+	+	-	
	-			
	-			

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des *Streptocoques fécaux* est donc « **021** », ce qui correspond sur la table du NPP au chiffre 3.

Le résultat final sera donc de : 3 *Streptocoques fécaux* dans 100 ml d'eau à analyser

🔍 Test de présomption



🔍 **Test de confirmation**

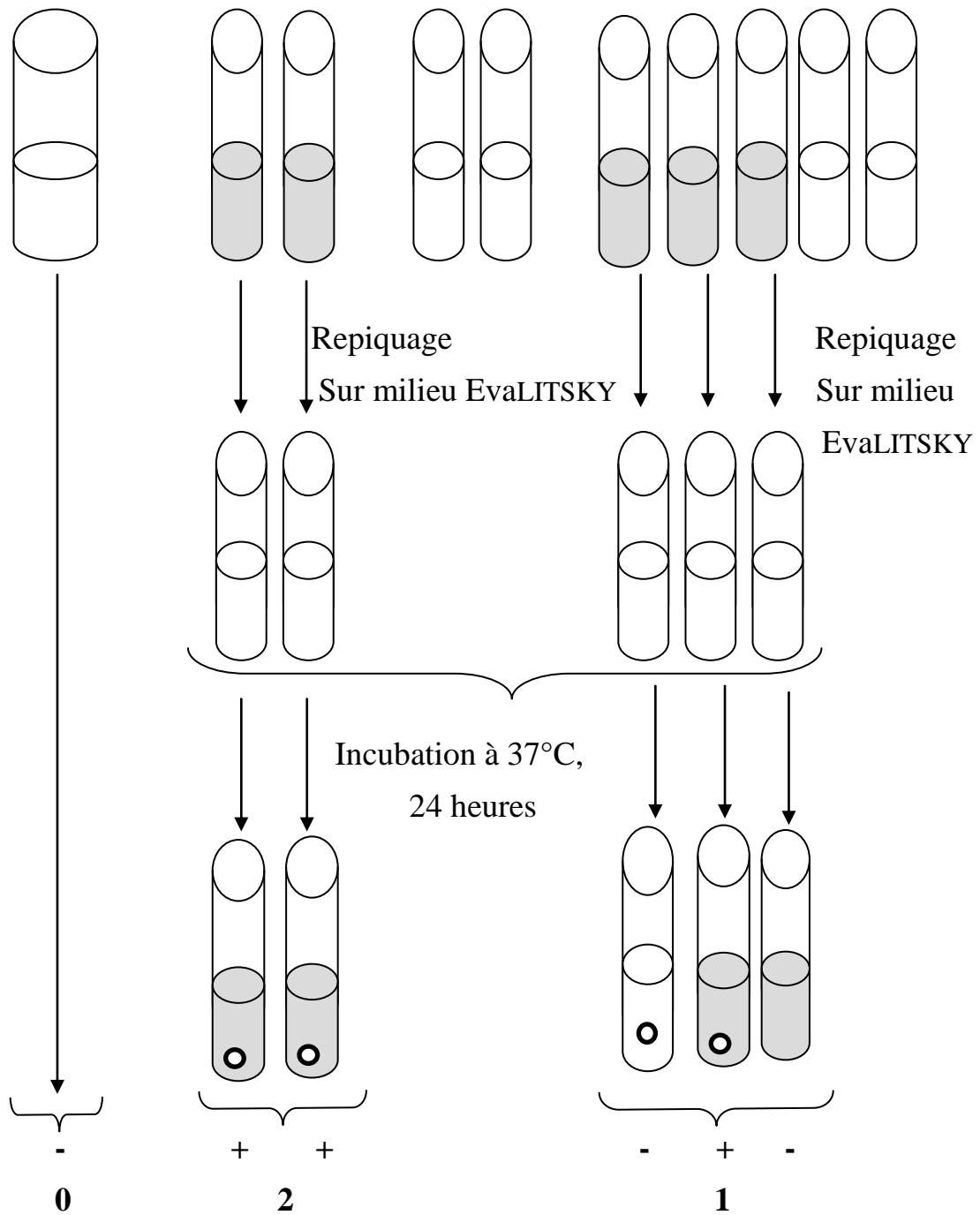


Figure 19: recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux dans l'eau

II.5.3.7 recherche et dénombrement des levures et des moisissures

Le présent mode opératoire décrit la méthode utilisée pour les recherche et dénombrement des levures et des moisissures dans les : *sucré, poudre de lait et produit semi-fini*.

Selon la norme NA 5911 (ISO 6611)

Les levures et les moisissures sont des organismes unicellulaires faisant partie intégrante des germes aérobies mésophiles totaux que peut contenir une denrée alimentaire.

(voir aussi la figure N°21)

1. A partir des dilutions décimales, 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte de pétri contenant de la gélose OGA ou Sabouraud au Chloramphénicol ;
2. Étaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile.

Incubation

Incuber à 22°C pendant 5 jours.

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

Remarques importantes

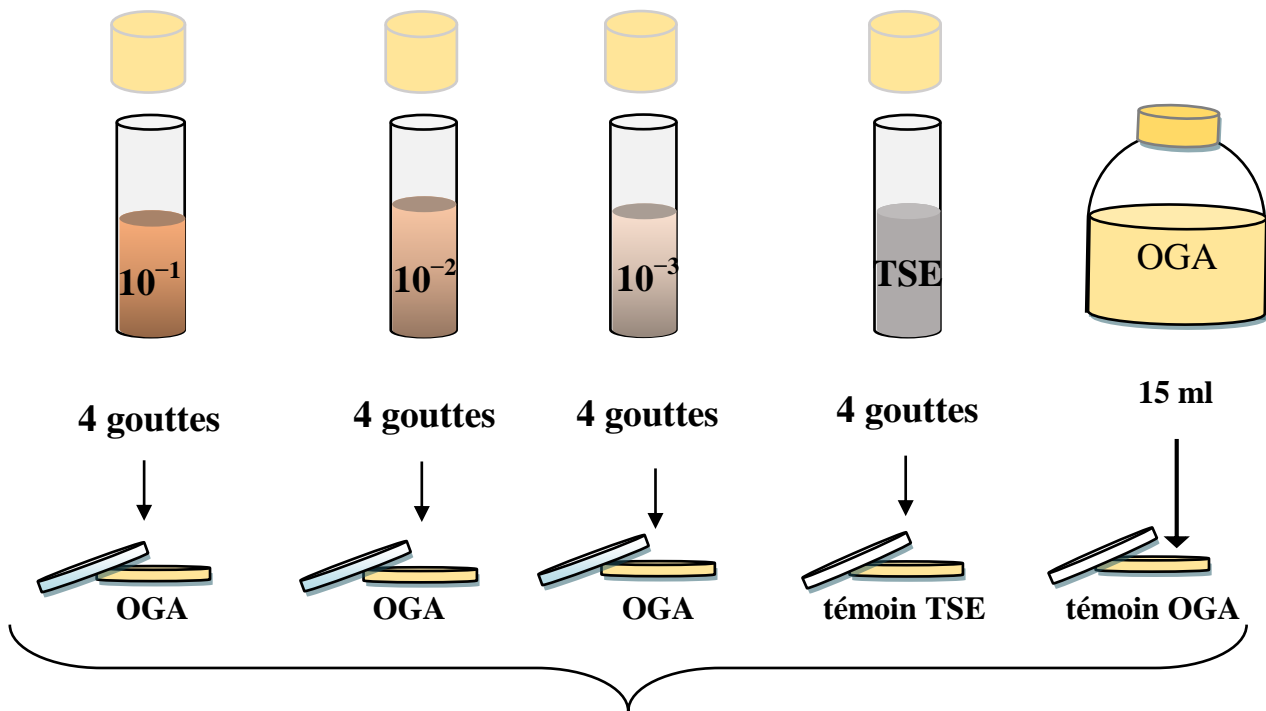
Opérer de la même façon et dans les mêmes conditions, avec le diluant (TSE), c'est-à-dire qu'il faut prendre quatre gouttes du diluant, les étaler avec un râteau à part et les incuber dans le même endroit que les boîtes tests, cette boîte constitue le témoin diluant.

Incuber telle quelle, une boîte du milieu utilisé à savoir OGA ou Sabouraud, cette dernière sera incubée également telle quelle dans le même endroit et dans les mêmes conditions de température, elle constitue le témoin du milieu.

Au moment de la lecture, commencer obligatoirement par les deux boîtes témoin milieu et diluant, si l'une d'entre elles est contaminée, l'analyse est ininterprétable donc à refaire.

Lectures

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



Incubation à 22°C, pendant 5 jours, avec lecture tous les jours.

Figure 20: recherche et dénombrement des levures et des moisissures

III.1 Les résultats et interprétations des analyses microbiologiques

III.1.1 L'eau de process

Le tableau suivant présente les résultats des analyses microbiologiques effectuées au cours de notre stage sur l'eau de process.

Tableau N° 10 : les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process

Germes recherchés	<i>Production 1</i>	<i>Production 2</i>	Norme (*)
Germes aérobies à 37°C/ml	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	20
Germes aérobies à 22°C/ml	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	<10 ²
Coliformes aérobies 37°C/100 ml	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	<10
Coliformes fécaux/100ml	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	Absence
Streptocoques D/50ml	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	Absence
Clostridium sulfito-réducteur à 37°C/ml	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	Absence
Clostridium sulfito-réducteur à 37°C/20ml	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	<5

(*) la norme du JORA n° 35 du 27 mai 1998

✓ Interprétation et discussion

Le contrôle microbiologique effectué sur l'eau de process destinée pour les deux productions révèle une absence totale de tous les germes recherchés, en l'occurrence les *GAMT* à 22°C et à 37°C qui sont des germes d'indice d'hygiène et de qualité ; les *Coliformes fécaux* et les *streptocoques fécaux*, des germes d'indice de contamination fécale ainsi que les *Clostridium sulfito-réducteurs*, des germes pathogènes et d'indice de contamination ancienne. Donc ces résultats sont conformes aux normes exigées par **JORA n° 35 du 27 mai 1998**.

L'absence totale des germes signalée peut être exprimée par :

Selon **Caroline et al (2002)** l'efficacité des opérations de traitement en particulier la désinfection ou la chloration ainsi qu'une parfaite maîtrise des techniques d'échantillonnage et d'analyse.

III.1.2 La poudre de lait

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur la poudre de lait sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° 11: les résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait

Germes recherchés	Résultats	Norme (*)
<i>Germes aérobies 30°C</i>	<i>Absence</i>	$<2.10^5$
<i>Coliformes</i>	<i>Absence</i>	<1
<i>Clostridium sulfito-réducteur à 46°C</i>	<i>Absence</i>	Absence
<i>Levures et moisissures</i>	<i>Absence</i>	$<50\text{ufc/g}$

(*) la norme du JORA n° 35 du 27 mai 1998 mais la recherche et dénombrement des levures et moisissures est une exigence de l'entreprise.

✓ Interprétation et discussion

Le contrôle microbiologique de la poudre de lait fait recours à la recherche des germes suivants : les *GAMT* (indice de salubrité et de qualité) ; les *Coliformes totaux* (contamination fécale) et les *Clostridium sulfito-réducteurs* (germes pathogènes) ainsi que les *Levures et moisissures* (germes d'altération) dont on note leur absence totale même si la norme tolère jusqu'à un seuil pour certains germes en l'occurrence les *GAMT* ; les *Coliformes* et les *Levures et moisissures*. Ce résultat est conforme aux normes exigées par **JORA n° 35 du 27 mai 1998**.

Cette conformité peut être justifiée par le fait que la poudre de lait est fabriquée suivant la maîtrise des risques de production et du conditionnement depuis le pays d'origine ainsi qu'une bonne livraison suivie d'un stockage correct (à l'abri de l'humidité et de l'air qui sont de facteurs pouvant favoriser la recontamination microbienne).

III.1.3 Le sucre

Le tableau suivant énumère les résultats des analyses microbiologiques effectuées au cours de notre stage sur le sucre.

Tableau N° 12: le résultat des analyses microbiologiques du sucre

Germes recherchés	Résultats	Norme (*)
<i>GAMT</i>	<i>Absence</i>	<20
<i>Clostridium sulfito-réducteur</i>	<i>Absence</i>	<1
<i>Levures</i>	<i>Absence</i>	<1
<i>Moisissures</i>	<i>Absence</i>	<1

(*) la norme du JORA n° 35 du 27 mai 1998

✓ Interprétation et discussions

Le contrôle microbiologique du sucre est basé sur la recherche des *GAMT* qui sont des germes d'indice de salubrité et de qualité ; les *clostridium sulfito-réducteurs* (germes pathogènes) et les levures et moisissures (des germes d'altération). Les résultats des analyses révèlent une absence totale de ces germes recherchés même s'il y a une marge de tolérance. Ce qui est donc conforme à la norme en vigueur.

Le sucre analysé est de qualité microbiologique satisfaisante, ce qui peut être expliqué par : la maîtrise des risques de production au cours de fabrication ainsi qu'une bonne livraison suivie d'un stockage (à l'abri de l'humidité et d'air qui peuvent favoriser la prolifération des bactéries osmophiles).

III.1.4 Le produit semi-fini

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées au cours de notre stage sur le produit semi-fini sont indiqués dans le tableau ci-après :

Tableau N° 13: les résultats des analyses microbiologiques du produit semi-fini

Les points critiques	Germes recherchés	Production 1	Production 2	Norme (*)
<i>Pasteurisation</i>	<i>Coliforme totaux et fécaux</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>
	<i>GAMT</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>
	<i>Levures</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>
	<i>Moisissures</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>
<i>Tank de stockage</i>	<i>Coliforme totaux et fécaux</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>
	<i>Levure</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>
	<i>moisissure</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>
<i>Conditionnement</i>	<i>Entérobactérie</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>
	<i>Levure</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>
	<i>moisissure</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>	<i>Absence</i>

(*) La norme appliquée est celle de l'entreprise

✓ **Interprétation et discussion**

Quatre germes sont ciblés pendant le contrôle microbiologique du produit semi-fini. Ils s'agissent des GAMT, entérobactéries, levures et moisissures que l'on signale leur absence totale.

Cette absence traduit d'abord l'utilisation des matières premières non contaminés dans la reconstitution où les règles d'hygiènes du personnel et du matériel on était respectées, suivi d'une pasteurisation efficace et par la suite un ensemencement aseptique ainsi qu'un bon nettoyage du matériel.

Ainsi, cette absence exprime une conformité absolue vis-à-vis de la norme en vigueur, d'où le produit semi-fini est de qualité microbiologique satisfaisante.

III.2 Les résultats et interprétations des analyses physicochimiques

III.2.1 L'eau de procès

Les résultats des analyses physicochimiques effectuées sur l'eau de process sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° 14: les résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process

Paramètres	pH	TH (°F)	TA (°F)	TAC (°F)	Cl ⁻ mg/l	Cl ₂ mg/l
Productions						
<i>Production 1</i>	7,25	12	0	8,2	28,4	0
<i>Production 2</i>	7,30	10,9	0	9,1	27,3	0
Norme (*)	[7-7,30]	[8-15]	0	[6-10]	[10-35]	0

(*) La norme appliquée par l'entreprise

✓ Interprétation et discussions

Pour les analyses physicochimiques de l'eau de process effectuées sur deux productions nous constatons que :

Le pH a la valeur comprise entre 7,25 à 7,30 sur toutes les analyses effectuées. Ces valeurs sont toutes conformes à la norme appliquée par l'entreprise.

Le TH a des valeurs sur les deux essais comprises entre 10,9 et 12 °F. Ce qui est conforme à la norme appliquée par l'entreprise dont l'intervalle est 8 à 15 °F. Cela témoigne le bon fonctionnement et la régularité de régénération des adoucisseurs.

Pour l'auteur **Raymond Desjardins (1997)**, lorsque la dureté de l'eau dépasse les normes, elle entraîne l'entartrage et la corrosion des installations et des tuyauteries. Ce qui peut influencer sur la qualité du produit en provoquant l'amertume et la dégradation de couleur du produit sans manquer des effets néfastes sur la santé des consommateurs réguliers.

Les valeurs de TA sont nulles (0 °F) et les valeurs TAC sont comprises entre 8,2 et 9,1 °F sur tous les échantillons. Ce qui montre que l'alcalinité de l'eau répond à la norme appliquée par l'entreprise. Cette conformité prouve l'efficacité du traitement. Selon l'entreprise la non-conformité pourrait influencer sur le pH de l'eau et donc sur le produit mais aussi peut endommager l'installation par l'action des ions OH⁻ et carbonates.

Les teneurs en Cl⁻ sont entre 27,3 et 28,4 mg/l. Ces valeurs répondent aussi à la norme appliquée par l'entreprise qui est fixé de 10 à 35 mg/l. cette conformité justifie l'efficacité de l'osmose inverse qui a permis de régulariser ce dernier dans l'eau.

Cependant, selon **Enrico Riboni (1997)**, le chlore n'est pas dangereux, la limite habituelle de 250 mg/l est justifiée pour des raisons de goût.

Les valeurs de Cl₂ sont nulles (0 mg/l) sur tous les échantillons. Ces résultats sont conformes à la norme appliquée par l'entreprise. Cette conformité justifie l'efficacité et la fiabilité du charbon actif utilisé pour la déchloration.

De ce qui précède, on peut dire que l'eau destinée à la production est conforme à la norme en vigueur et ne présente aucun danger sur la technologie de fabrication du produit, moins encore sur la santé de consommateur.

III.2.2 La poudre de lait

Les résultats des analyses physicochimiques effectuées au cours de notre stage sur la poudre de lait sont indiqués dans le tableau ci-après.

Tableau N° 15: les résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait.

Paramètres	pH	Acidité titrable (°D)	Matière grasse (26%)	Matière grasse (0%)	% Humidité
Essais					
Echantillon 1	6,62	14	26	1,4	3,45
Echantillon 2	6,63	14,25	26,5	0,9	3,45
Norme (*)	6,4-6,7	14-18	24-28	0-2	<4,5

(*) La norme appliquée par l'entreprise

✓ Interprétations et discussions

Les analyses physicochimiques de la poudre de lait montrent que :

La valeur du pH est comprise entre 6,62 à 6,63 ; cette valeur répond à la norme en vigueur. Cette conformité justifie que cette poudre provient d'un lait frais car selon le **CODEX STAN 207-1999** le pH doit être compris entre 6,4 à 6,7.

L'acidité titrable est de 14 à 14,25 °D. Cette valeur est conforme avec la norme appliquée par l'entreprise.

Les valeurs de la matière grasse est de 26 à 26,5% et de 0,9% à 1,4%. Cette valeur est en conformité avec la norme en vigueur. Selon **Roger Veisseyre (1979)**, pour une poudre de lait, la teneur en matière grasse laitière doit être égale au minimum à 26% en poids.

La valeur de l'humidité est 3,45% sur toutes les productions. Cette valeur est conforme à la norme en vigueur. **Codex Alimentarius** exige une humidité inférieure à 5% pour la poudre de lait entier. Cette conformité justifie la maîtrise du procédé de séchage et les bonnes conditions de conditionnement ainsi que le stockage de poudre du lait.

Nous notons que selon (**Porcher, 1928**), la qualité des poudres de lait ainsi leurs caractéristiques peuvent être très variables en fonctions des modalités de leur fabrication et les conditions de stockage.

III.2.3 Le sucre

Le tableau qui suit présente les résultats des analyses physicochimiques effectuées sur le sucre

Tableau N° 16: les résultats des analyses physicochimiques du sucre

Essais	Paramètres	% Humidité
	<i>Echantillon 1</i>	<i>0,6</i>
	<i>Echantillon 2</i>	<i>0,5</i>
	Norme (*)	<1

(*) La norme appliquée par l'entreprise

✓ **Interprétation et discussions**

Les analyses physicochimiques effectuées sur le sucre montrent que le taux d'humidité est compris entre 0,5 à 0,6%. Ces valeurs sont conformes à la norme appliquée par l'entreprise. Cette conformité témoigne le respect de bonnes conditions de stockage.

La non-conformité d'humidité selon **Guiraud, (1998)** peut favoriser la prolifération des germes osmophiles comme les levures et moisissures qui peuvent causer l'altération du produit.

III.2.4 Le produit semi-fini

Les résultats des analyses physicochimiques effectuées sur le produit semi-fini sont indiqués dans le tableau ci-après :

Tableau N° 17: les résultats des analyses physicochimiques du produit semi-fini

Etapes de production et lieu de prélèvement	Paramètres	Production 1	Production 2	Norme (*)
<i>Lait reconstitué TPL</i>	Protéines (%)	2,19	2,17	2,13-2,23
	Extrait sec total (%)	21,26	20,91	20,40-22,40
	pH	6,64	6,66	6,5-6,7
	Matière grasse (%)	1,92	1,98	1,88-2,08
	Température C°	08	08	06-10
<i>Stockage TS</i>	Protéines (%)	2,17	2,18	2,08-2,28
	Extrait sec total (%)	21,22	20,95	20,20-22,20
	pH	6,62	6,65	6,5-6,7
	Matière grasse (%)	1,90	1,95	1,88-2,08
	Température C°	07	08	06-10
<i>Conditionnement</i>	Température C°	45	46	44-46
	Extrait sec total (%)	21,16	20,82	20,20-22,20
	pH	6,63	6,67	6,5-6,7
<i>Sale d'étuvage</i>	Température C°	44.3	43.9	43-45
	Durée d'étuvage	4h20min	4h13min	3-5 heures
	pH	4,61	4,64	4,6-4,7

(*) La norme appliquée par l'entreprise

✓ Interprétation et discussions

Les analyses physicochimiques du produit semi-fini effectuées sur les deux productions montrent que :

- À l'étape de reconstitution : nos valeurs sont conformes à la norme en vigueur.

Cette conformité peut s'expliquer par une parfaite reconstitution du lait (maîtrise et respect de quantité du lait et de l'eau mélangés) ajoutée à la bonne conservation du lait reconstitué.

On note que l'acidité (mesurée par le PH) est un paramètre hostile pour développement de certaines bactéries et enzymes.

- À l'étape de stockage : les valeurs qu'on a trouvées étaient conformes à la norme en vigueur.

Cela indique le respect des conditions de stockage (temps, température) ainsi que la bonne transmission du lait sans l'entrée de l'eau de pousse ou les produits de nettoyage.

- A l'étape de conditionnement, nos valeurs sont conformes à la norme en vigueur

Cela indique le bon réchauffage ainsi qu'une bonne transmission du lait sans l'entrée de l'eau de pousse ou les produits de nettoyage.

- A l'étape d'étuvage : nos valeurs sont toutes conformes à la norme.

Cela justifie le respect de dose des ferments suivi d'une parfaite incubation.

La baisse de pH est occasionnée de l'augmentation de l'acidité suite à l'activité des ferments lactiques (fermentation de lactose en acide lactique).

Vue la maîtrise de chaque point critique, on peut conclure que le produit présente une qualité physicochimique satisfaisante.

III.2.5 Le produit fini

Les résultats des analyses physicochimiques effectuées sur le produit fini sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° 18: les résultats des analyses physicochimiques du produit fini

Paramètres	pH	Viscosité mPAS
Productions		
<i>Production 1</i>	<i>4,51</i>	<i>131981</i>
<i>Production 2</i>	<i>4,49</i>	<i>124000</i>
Norme (*)	4,40-4,60	120000-140000

(*) La norme appliquée par l'entreprise

✓ **Interprétation et discussion**

Les analyses physicochimiques effectuées sur les deux productions du produit fini montrent que nos résultats sont conformes à la norme.

L'abaissement du PH est dû à l'activité enzymatique (fermentation lactique)

Le produit fini ne présente aucun défaut de fabrication lié aux paramètres physicochimiques et donc de qualité satisfaisante.

III.3 les résultats des analyses physicochimiques des essais effectués sur le yaourt étuvé aromatisé :

III.3.1 étuvage a des températures différentes :

A. Au cours de maturation :

Les résultats de l'évolution de PH durant la maturation dans différents températures, sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° 19: La moyenne des résultats de PH durant la maturation a différentes températures

Analyse	PH					
températures	25C°	30 C°	37 C°	44 C°	55 C°	60 C°
Après 1 heure	6.45	6.48	6.23	6.14	6.14	6.57
Après 2heures	6.40	6.39	5.95	5.81	5.69	6.39
Après 3 heures	6.26	6.31	5.46	5.44	5.05	6.25
Après 4 heures	6.01	6.22	4.85	4.58	5.06	6.19
Après 4h35min	/	/	4.61	/	/	/
Après 5 heures	5.99	5.99	/	/	4.63	6.17
Après 6 heures	5.96	5.42	/	/	/	6.11
Après 7 heures	5.89	5.02	/	/	/	6.09
La durée totale de maturation	2jours	1jour 12heures	4heurs 15mins	3heurs 20mins	5heures	1jour 12heures
Norme* (heures)	3heures-5heures					

(*) La norme appliquée par l'entreprise

✓ Interprétation et discussion

La moyenne des résultats de PH durant la maturation a différentes températures montrent que :

- Pour les températures 37, 44 et 55° C la durée de maturation est conforme à la norme avec une favorisation de la température 44C°, car c'est la température qui a pris la moindre durée de fermentation, cela peut être due aux intervalles de fermentation des *LB* et *ST*. D'après **Vaillancourt et al, 2008**, l'intervalle de la température optimale des *ST* est de (37-40), et (45-50) pour les *LB* d'après **FAO, 1995**.
- La fermentation qui correspond aux températures 25, 30 et 60° C est très lente, ce qui veut dire que l'incubation dans ces températures est hors norme (3heures-5heures) d'après **M. Luquet, 1990**.

Cette non-conformité s'explique par l'activité des ferments lactiques qui n'est pas favorisée dans ces températures.

B. Après 24 heures du stockage (J+1) :

Le tableau suivant représente la moyenne des résultats des analyses physicochimiques (PH, Viscosité) après 24h de stockage :

Tableau N° 20: La moyenne des résultats des analyses physicochimiques (PH, Viscosité) après 24h de stockage

Température	37°		44°		55°	
Paramètre	Ph	Viscosité	Ph	Viscosité	Ph	Viscosité
Norme(*)	(4.4-4.6)	(120.10 ³ -140.10 ³) mPas	(4.4-4.6)	(120.10 ³ -140.10 ³) mPas	(4.4-4.6)	(120.10 ³ -140.10 ³) mPas
Pot n°1	4.63	115221	4.55	135352	4.68	143512
Pot n°2	4.62	108839	4.53	131228	5.08	139113
Pot n°3	4.62	102272	4.50	133660	5.03	122082
Pot n°4	4.58	122700	4.55	135973	4.92	140576

(*) La norme appliquée par l'entreprise

✓ Interprétation et discussion

La moyenne des résultats des analyses physicochimiques (PH, Viscosité) après 24h de stockage montrent que :

- A 37C° le PH et la Viscosité sont hors norme, ce qui peut être expliqué par une faible activité fermentaire des LB car leur température favorable est entre 45-50 C°, ainsi que leur activité protéolytique sera ralenti donc elle va moins stimuler les ST.
- A 55C° la viscosité est conforme à la norme alors que les valeurs de PH sont supérieures, cela peut être expliqué par la faible activité fermentaire des ST, l'agent stimulant des LB par la production de l'acide formique et le CO₂.
- A 44C° le PH et la Viscosité sont conforme à la norme appliquée par l'entreprise, cette conformité est due peut-être à la favorisation de cette température par les deux ferments LB et ST car c'est la température la plus proche de leurs intervalles.

III.3.2 Les résultats des analyses physicochimiques et organoleptiques après l'ajout des agents chimiques ajoutés (solutions de nettoyage) l'acide nitrique NHO_3 et l'hydroxyde de sodium NAOH :

III.3.2.1 L'ajout de l'acide nitrique NHO_3 : (PH=0,94)

A. résultats de PH avant et après l'incubation :

Le tableau suivant représente la moyenne des résultats de PH après l'ajout de l'acide nitrique avant et après l'incubation :

Tableau N° 21: la moyenne des résultats de PH après l'ajout de l'acide nitrique (avant et après l'incubation)

% d'acide	1,49%	4,48%	7,46%	10,45%	20,9%	31,36 %	Norme(*)
Avant incubation	6,34	5,98	5,59	4,89	3,95	2,65	6,6-6,7
Après 4 heures	4,39	4,4	4,36	4,70	3,60	2,58	4,6-4,7

(*) La norme appliquée par l'entreprise

✓ Interprétation et discussion

La moyenne des résultats de PH après l'ajout de l'acide nitrique (avant et après l'incubation) montrent que :

- Pour les doses de (10,45 / 20,9 / 31,36)% on remarque qu'on n'a pas de changement de PH après 4h d'incubation, donc il n'y avait pas de fermentation à cause de l'inhibition de l'activité fermentaire par l'acide nitrique qui a largement abaissé le pH, ce qui peut rendre le milieu non favorable pour les ferments lactiques.
- En ce qui concerne les autres doses (1,49 / 4,48 / 7,46)% on remarque un abaissement de PH après les 4h d'incubation, on peut expliquer cet abaissement par l'activité des ferments lactiques qui n'ont pas étaient inhiber totalement par ces doses d'acide nitrique, donc la dose inhibitrice se situe entre 7,46% et 10,45%.
- On remarque aussi pour les 3 premières doses que la vitesse de fermentation a ralenti progressivement de la dose inférieur qui est 1,49% jusqu'à la dose 7,46%, ça peut être expliqué par l'augmentation du taux d'inhibition des ferments par l'acide nitrique d'une dose inférieur a une dose supérieur.

B. résultats de la viscosité et de PH après 24heures de stockage (J+1) :

Le tableau suivant représente la moyenne des résultats de PH et de viscosité des produits (essai) après 24heures du stockage :

Tableau N° 22: la moyenne des résultats de PH et de viscosité des produits (essai d'acide) après 24heures du stockage.

% d'acide	1,49%	4,48%	7,46%	Norme(*)
PH (moyenne des deux essais)	4,35	4,4	4,34	4,4-4,6
Viscosité (moyenne) mPAS	81890	81921	72466	$120.10^3-140.10^3$

(*) La norme appliquée par l'entreprise

✓ **Interprétation et discussion**

la moyenne des résultats de PH et de viscosité des produits (3 premiers essais) après 24heures du stockage montrent que :

- Il y avait une stabilité de PH dans les 24heures du stockage, cette stabilité est peut-être due aux bonnes conditions du stockage (température basse : 5-7 C°).
- La viscosité obtenue pour les 3 produits est hors norme, cette non-conformité est peut-être due à la mauvaise fermentation influencée par l'ajout de l'acide nitrique qui a conduit à une mauvaise formation du gel.

C. Les résultats de quelques critères organoleptiques des produits après 24heures du stockage :

Le tableau suivant représente quelques critères organoleptiques des produits après 24heures du stockage :

Tableau N° 23: Les résultats de quelques critères organoleptiques des produits après 24heures du stockage

les critères :	La couleur	La texture	L'arôme
Norme(*)	blanche	Bien ferme, onctueux, pas de sérum	arôme caractéristique du yaourt
1,49%	blanche	Bien ferme, moins onctueux, peu de sérum	L'existence de l'arôme naturel et celle du fruit
4,48%	blanche	Moins ferme, plus moins onctueux avec du sérum	Arôme du fruit sans changement, avec une diminution de l'arôme naturel
7,46%	blanche	Presque pas de fermeté ni onctuosité, avec du sérum	Arome du fruit sans changement, avec un Très faible arôme naturel du yaourt
10,45%	blanche	pas de fermeté ni d'onctuosité, liquide granuleux	Arome du fruit existant, pas d'arôme naturel du yaourt
20,90%	blanche	pas de fermeté ni d'onctuosité, liquide granuleux	Arome du fruit existant, pas d'arôme naturel du yaourt
31,36%	blanche	pas de fermeté ni d'onctuosité, liquide granuleux	Arome du fruit existant, pas d'arôme naturel du yaourt

(*) La norme appliquée par l'entreprise

✓ **Interprétation et discussion**

Les remarques obtenues après 24h du stockage montrent que :

- **couleur :**

La couleur du yaourt reste blanche a différentes doses d'acide nitrique ce qui peut être due à l'absence des réactions qui conduisent au changement de la couleur.

- **Texture, arôme :**

Pour les doses (10,45 / 20,90 / 31,36) %, on remarque qu'on n'avait pas de fermeté ni d'onctuosité avec une légère coagulation qui peut être due à l'effet de la dénaturation des protéines par l'acide nitrique. Ainsi, L'absence totale de l'arôme naturel du yaourt pour ces

trois doses peut-être expliqué par l'inhibition totale de l'activité fermentaire par l'acide nitrique.

Pour les autres doses (1,49 / 4,48 / 7,46) %, la diminution des critères suivants (fermeté, onctuosité, présence de l'arôme naturel du yaourt) progressivement d'une dose inférieure à une dose supérieure est peut-être due à l'augmentation du taux d'inhibition de l'activité fermentaire relativement avec l'augmentation des doses de l'acide nitrique.

III.3.2.2 L'ajout de l'hydroxyde de sodium NaOH

A. résultats de PH avant et après incubation :

Le tableau suivant représente la moyenne des résultats de PH après l'ajout de l'hydroxyde de sodium avant et après l'incubation :

Tableau N° 24: La moyenne des résultats de PH après l'ajout de l'hydroxyde de sodium (avant et après l'incubation)

% de soude	1,49%	4,48%	7,46%	10,45%	20,90%	31,36%	Norme(*)
Avant incubation	7,23	8,71	10,31	10,87	11,43	11,96	4,6-4,7
Après incubation	4,46	4,46	5,62	10,62	11,11	11,18	4,4-4,6

(*) La norme appliquée par l'entreprise

✓ Interprétation et discussion

La moyenne des résultats de PH après l'ajout de l'hydroxyde de sodium (avant et après l'incubation) montrent que :

- Pour les doses de (10,45 / 20,9 / 31,36)% on remarque qu'on n'a pas de changement de PH après 4h d'incubation, donc il n'y avait pas de fermentation à cause de l'inhibition totale de l'activité fermentaire par la soude qui a largement élevé le pH ce qui peut rendre le milieu non favorable aux ferments lactiques.
- Pour les autres doses (1,49 / 4,48 / 7,46)% on remarque un abaissement de PH après les 4h d'incubation, on peut expliquer cet abaissement par l'activité des ferments lactiques qui n'ont pas été inhibés totalement par ces doses de soude, donc la dose inhibitrice se situe entre 7,46% et 10,45%.
- On remarque aussi que le pH des deux premières doses 1,49% et 4,48% est conforme à la norme alors que le pH de la dose 7,46% c'est arrêté à 5,62 ce qui est hors norme (supérieur à pH_i de caséine qui est le pH de coagulation), cela peut-être dû à son pH initial (avant incubation) qui est plus élevé (10,31).

B. Les résultats de la viscosité et de PH après 24heures de stockage (J+1) :

Le tableau suivant représente la moyenne des résultats de PH et de viscosité des produits (essai) après 24heures du stockage :

Tableau N° 25: la moyenne des résultats de PH et de viscosité des produits (essai) après 24heures du stockage.

% de soude	1,49%	4,48%	7,46%	Norme(*)
PH (moyenne des deux essais)	4,40	4,42	5,60	4,4-4,6
Viscosité (moyenne) mPAS	98833	99839	41435	120.10 ³ -140.10 ³

(*) La norme appliquée par l'entreprise

✓ Interprétation et discussion

la moyenne des résultats de PH et de viscosité des produits (3 premiers essais) après 24heures du stockage montrent que :

- Il y avait une stabilité de PH dans les 24heures du stockage, cette stabilité est peut-être due aux bonnes conditions du stockage (température basse : 5-7 C°).
- La viscosité obtenue pour les 3 produits est hors norme, cette non-conformité est peut-être due à la mauvaise fermentation influencée par l'ajout de la soude qui a conduit à une mauvaise formation du gel.
- On peut expliquer aussi la très faible viscosité de la dose 7,46% par l'absence de coagulation ($pH > pHi$ de caséine).

C. Les résultats de quelques critères organoleptiques des produits après 24 heures du stockage :

Le tableau suivant représente quelques critères organoleptiques des produits après 24 heures du stockage :

Tableau N° 26: Les résultats de quelques critères organoleptiques des produits après 24 heures du stockage.

Les critères :	La couleur	La texture	L'arôme
Norme(*)	Blanche	Bien ferme, onctueux, pas de sérum	Arôme caractéristique du yaourt
1,49%	Blanche	Moins ferme, moins onctueux, trop de sérum	Arôme du fruit sans changement, avec un très faible arôme naturel
4,48%	Blanche	Moins ferme, moins onctueux, trop de sérum	Arôme du fruit existant, avec un très faible arôme naturel du yaourt
7,46%	Jaune claire	Liquide granuleux	Arôme du fruit faible, pas d'arôme naturel du yaourt, faible odeur de la soude, avec une faible mauvaise odeur
10,45%	Jaune	Liquide	Arôme du fruit faible, avec l'odeur de la soude, avec une mauvaise odeur
20,90%	Jaune foncé	Liquide	Que de l'odeur de la soude, avec une mauvaise odeur
31,36%	Marron	Liquide	Que de l'odeur de la soude, avec une mauvaise odeur

(*) La norme appliquée par l'entreprise

✓ Interprétation et discussion

Les résultats de quelques critères organoleptiques de différents essais après 24 heures du stockage montrent que :

- **Couleur** : il n'y a pas de changement de couleur pour les doses 1,49% et 4,48%, mais le changement de couleur a commencé (du jaune vers le marron) à partir de la dose 7,46%, ça peut être expliqué par la caramélisation des sucres contenant dans les produits par la soude.
- **Texture** :

La faible fermeté et onctuosité pour les 2 premières doses peut-être due à la mauvaise coagulation causée par la présence de soude, alors que pour la dose 7,46% on remarque la non fermeté (liquide granuleux), ça peut être causé par l'arrêt de fermentation à un PH de 5,60 qui n'est pas suffisant pour une formation de gel.

Pour les doses 10,45%, 20,90% et 31,36% il n'y a pas de fermeté car il n'y avait pas de fermentation qui a été inhibé par la soude.

- **Arome** : l'arôme caractéristique du yaourt a dégradé progressivement selon la dose de soude ajoutée mais à partir de la dose 7,46 on a remarqué l'apparition d'une mauvaise odeur qui a devenu de plus en plus forte avec l'augmentation de la dose de soude.

Conclusion

Notre travail est porté sur l'étude de l'influence de quelques anomalies constatés durant la fabrication d'un yaourt étuvé aromatisé (le passage des produits de nettoyage dans le produit par erreur, et le changement de la température d'incubation) sur sa qualité physicochimique et organoleptique, en passant par un suivi de différents paramètres physicochimiques et microbiologiques effectués sur le produit (témoin).

Tous les résultats des analyses physicochimiques et microbiologiques de la matière première sont conformes aux normes en vigueur. Il en est de même pour le produit semi-fini, comme le produit fini (témoin).

Cette conformité explique alors d'une part, la bonne qualité des matières premières utilisées qui détermine évidemment la qualité du produit fini et d'autre part l'efficacité de l'opération du traitement thermique appliqué, suivi du strict respect des bonnes pratiques de production et des règles d'hygiène. Et ceci est probablement grâce à la mise en place de la méthode HACCP.

En ce qui concerne les résultats des deux essais :

- Changement de la température d'étuvage :

Les résultats montrent que le changement de température dans la salle d'étuvage influe largement sur la qualité physicochimique (viscosité, pH) du produit fini, ce qui peut être expliqué par l'intervalle optimal de la température nécessaire à l'activité des deux ferments lactiques LB et ST (43-45) C°.

- L'ajout des agents chimiques acide nitrique et soude :

Les résultats montrent que les doses des deux agents chimiques ajoutés ont une influence sur la qualité physicochimique et organoleptique du produit fini étuvé dans les conditions optimales.

- En ce qui concerne la qualité physicochimique, la non-conformité de pH et de viscosité peut-être expliqué par l'inhibition totale des ferments lactique (dose inhibitrice entre 7,46 et 10,45) ou partielle (inferieure a 7,46) caractérisé par une lente fermentation.
- Pour la qualité organoleptique, les deux agents chimiques ont un effet négatif sur les différents paramètres étudiés avec l'apparition d'une mauvaise couleur et odeur due à l'ajout de soude, ce qui peut être expliqué par des réactions chimiques telles que le brunissement non-enzymatique ... etc.

A la fin, nous souhaitons à l'avenir, d'étudier d'une manière profonde l'influence des produits de nettoyage utilisés dans notre étude, ainsi que d'autres qu'on n'a pas utilisé tels que désinfectant, eau chaude .

Par ailleurs nous suggérons à l'entreprise DANONE DJURDJURA unité de Blida ainsi que les autres fabricants du yaourt, d'appliquer un control continue et rigoureux au cours de nettoyage et durant l'étuvage, vu qu'ils sont considérés comme deux points critiques dépendant de la qualité du yaourt.



A

- **Alm L.** 1982: Effect of fermentation on milk fats of Swedish fermented milk products. *J Dairy Sci* p.522-530.
- **Agerholm-Larsen L., Raben A.,** 2000: [Effect of 8-week intake of probiotic milk products on risk factors for cardiovascular diseases.](#) *Eur J Clin Nutr*, p.288-297.
- **Anne Saint-Eve.** 2006 : Compréhension de la libération et de la perception des composés d'arôme en condition de consommation : cas du yaourt brassé aromatisé. Life Sciences INAPG Agro Tech Paris.
- **Axelsson L.,** 1998: "Lactic acid bacteria: classification and physiology" Lactic Acid Bacteria: Microbiology and Functional Aspects. 2nd Edition, Marcel Dekker, New York, US.
- **Arie F., Sri K., et Ariesta W.A.,** 2012: Process engineering of drying milk powder with foam mat drying method. *Journal of Basic and Applied Scientific Research.* 2(4):3588-3592.



B

- **Bonnefoy C., Guillet F., Leyral G. et Venne-Bourdais E.** 2002 : microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires, doin, Aquitaine.
- **Bourgeois C.M., Mescle J.F. et Zucca J.** 1990 : microbiologie alimentaire, Aspect *microbiologique* de la *sécurité* et de la *qualité* des *aliments*. Edition, technique et documentation APARIA. Paris.
- **Bourgeois C.M. et Larpent J.P.** 1996 : Microbiologie alimentaire Tome 2 "Aliments fermentés et fermentations alimentaire ", Lavoisier/Tech et Doc.
- **Biliaderis et al,** 1992 : Rheology and sensory properties of yogurt from skin milk and ultrafiltered retentats, *international dairy journal* p.2, 311-323.
- **Basic et al** 1978 : Turnie and other gree animoacide in milk of man and other manual Earl, Hum, Der. P.1-3.
- **Beal C. et Sodini I.** 2003 : Fabrication des yaourts et des laits fermentés. In Technique de l'ingénieur, traité Agroalimentaire, F6315.Pp. 2-16. (Craizet, 1998).



C

- **Catherine B. et Isabelle S.** 2003 : Fabrication des yaourts et des laits fermentés Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire, p.1-16.
- **CNERNA.,** 1981 : Centre National de Coordinations des Etudes et Recherches sur la Nutrition et l'Alimentation, Lait de consommation-Conférence de presse du 5 novembre 1981, Paris.



- **Dupin H.** 1992 : Apports nutritionnels conseillés pour la population française, éd Tech & Doc. Lavoisier, Paris, France.
- **Décret n°88-1203 du 30 décembre 1988 relatif aux laits fermentés et au yaourt ou yoghurt - république française(JORF).**
- **Driessen,** 1981 ; **Beal,** 1991 **in Mahaut et al.,** 2000 : les produits industriels laitiers.



- **Eck A.** 1997 : Les techniques industrielles. In : Lait et l'industrie laitière. Ed. Puf. Pp : 19-81.



- **FAO** 1995 : le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, collection FAO alimentation et nutrition, Rome/Italie p.154-164.
- **François M. LUQUET,** 1990 : laits et produits laitiers : transformation et technologie Tom : 02 Ed Lavoisier Tec et Doc, Paris, p.3-5.
- **FAO/OMS** 1974: Expert Committee on Food Additives.Tech Bull p5, 461-465
- **François M. LUQUET,** 1990 : laits et produits laitiers : transformation et technologie Tom : 02 Ed Lavoisier Tec et Doc, Paris, p.3-5.
- **FAO/OMS,** 2000 : programme conjoint FAO/OMS sur les normes alimentaires, comité du codex sur le lait et les produits laitiers.
- **FAO/OMS** 2002: Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization (Organization Mondiale pour la Santé OMS).Working Group Report. London, Ontario, Canada.



- **Gafaar A.M.,** 1992: Volatile flavor compounds of yoghurt. International Journal of Food Science and Technology, p.27, 87-91.

- <https://isb.edu.mx/reproduccion-de-bulgaros-lactobacillus-bulgaricus> 2018 (2).
- [https://isb.edu.mx/reproduccion-de-bulgaros-Streptococcus thermophilus](https://isb.edu.mx/reproduccion-de-bulgaros-Streptococcus-thermophilus) 2018 (3).



- **Judge M.A., Van Eys J.** 1962: Excretion of n-lactic acid by humans. *J Nutr* p.76, 310-313.
- **Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. et Brule G.,** 2008 : les produits laitiers 2eme édition Technique et documentation-Lavoisier, Paris. France p23-34.



- **Larpent J.P.** 1989 : Microbiologie alimentaire, technique et documentation Lavoisier. Paris, p.46.
- **Loones A.** 1994 : Lait fermentés par les bactéries lactiques. In « De roissart H et Luquet F.M » Bactéries lactiques : Aspects fondamentaux et technologique. Vol 2. Ed. Loriga. Uriage, p135-154.



- **Mahaut M., Jeantet R., Schuck P., et Brulé G.,** 2000 : les produits industriels laitiers, Edition technique et documentation Lavoisier, Paris p.27-37.
- **Mission Scientifique de Syndifrais,** 1997 : Yaourts, laits fermentés. Le Lait, INRA Editions, p.321-358.
- **Megalla S.E, Hafez A.H.,** 1984: Detoxification of aflatoxin BI' by acidogenous yogurt. Mycopathologia p.77, 89-91.
- **Marty-Teyesset C., De la Torre F. et Garel J.R.,** 2000: Increased production of hydrogen peroxide by *Lactobacillus delbruekii* spp *bugaricus* upon aeration: involvement. Applied and Environmental Microbiology, p.66, 262- 267.
- **Manuel de transformation du lait COLAITAL** 2017.
- **Manuel de transformation du lait DANONE** 2018 (1).



- **Poznanski S., Lenoir J., Mocquot G.** 1965 : La protéolyse de la caséine par les enzymes intracellulaires de certaines bactéries du Lait p.3-26, 45.



- **Rousseau M.**, 2005 : la fabrication du yaourt, les connaissances INR, p.9.
- **Rasic J., Curcic R., Stojsavljevic T., Obradovic B.** 1971: A study on the amino acids of yoghurt. *Milchwissenschaft* p.26, 496-499.
- **Roginski H., Fuquay J.W. et Fox P.F.**, 2003: *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Vol 1. Academic Press and Elsevier Science, London, England.
- **Roussel Y., Pebay M., Guedon G., Simonet J.P. et Decarism B.**, 1994: Physical and geneticmap of *Streptococcus thermophilus* A054. *Journal of Bacteriology*, p.176, 7413-7422.



- **Seydi M.**, 2002 : Le lait fermenté type yaourt ou yoghourt p.5p.
- **Shakeel Hanif M., Zahoor1 T., Iqbal Z., Ihsan-ul-Haq. et Arif A.M.**, 2012 : Effect of storage on rheological and sensory characteristics of cow and buffalo milk yogurt. *Pakistan Journal of Food Sciences*, p.22, 61-70.
- **Serra M., Trujillo A. J., Guamis B. et Ferragut V.**, 2009: Evaluation of physical properties during storage of set and stirred yogurts made from ultra-high pressure homogenizationtreated milk. *Food Hydrocolloids*, p.23, 82-91.



- **Tamime A.Y. et Robinson R.K.**, 1999: *Yogurt science and technology*, 2nd Edition, Cambridge, Woodhead Publishing, England.
- **Tamine A.Y. and Deeth H.C.**, 1980: yogurt technology and biochemistry *journal of Food protection* p.939-977.
- **Toba T., Watanabe A., Adachi S.**, 1983: Quantitative changes in sugars, especially oligosaccharides, during fermentation and storage of yogurt. *J Dairy Sei* p.66, 17-20.
- **Tamine A.Y. and Deeth H.C.** 1980: Yogurt: technology and biochemistry. *Journal of Food Protection*, p.43, 939-977.



- **Van Assche**, 1994 : technologie et propriété thérapeutiques des produits laitiers fermentés, revue ENIL p.17-22.
- **Varsany et Somogyi**, 1990 : quality changes soft during storage, acta alimentaria, vol 19.
- **Vaillancourt K., Bedard N., Bart C., Robitaille M.T.G., Turgeon N. et Frenette M.**, 2008 : Role of galK and galM in galactose metabolism by Streptococcus thermophilus. Applied and Environmental Microbiology, p.74, 1264–1267.

Présentation de l'organisme d'accueil : Danone Djurdjura Algérie SPA/unité de Blida

❖ Identification :

- * **Forme juridique** : entreprise multinationale.
- * **Capitale sociale** : 200 000 000 DA.
- * **Siège social** : zone industrielle, site 1, ben Boulaid – Blida.
- * **Unité** : usine de production

❖ Historique

Les origines du groupe Danone remontent à 1966, lorsque la fusion de deux sociétés françaises verrières a donné naissance à la société Boussois Souchon Neversel (BSN).

Le groupe s'associe en 1967 avec Gervais puis diversifie sa production par de nombreux rachats. En 1973, Danone s'associe avec BSN, dirigé par Antoine Riboud. Sous la présidence de ce chef d'entreprise, volontiers, qualifié de charismatique, qui a su créer une véritable culture d'entreprise, le groupe, ainsi que la marque, se positionne au troisième rang mondial sur le marché des produits agroalimentaires derrière le suisse Nestlé et le néerlandais Unilever. À cet égard, le choix d'une nouvelle dénomination sociale intervenu en 1994 : BSN est devenu Danone. Ce changement marque tout autant la volonté de ses dirigeants de recentrer l'activité du groupe vers l'agroalimentaire, que le désir d'associer dans l'esprit du public le groupe avec sa marque.

En octobre 2001, signature de l'accord de partenariat entre le groupe Danone et la laiterie Djurdjura, en prenant une participation de 51% dans la société Danone Djurdjura Algérie SPA (DDA) ; la marque Danone est lancée en août 2002.

Juin 2015 acquisition de la laiterie trèfle, sise à Blida, par le groupe Danone, ce qui devient désormais Danone Djurdjura Algérie SPA/unité de Blida. Ce dernier investira un montant de 2 milliard de dinar dans le développement des lignes de production et pour le transfert du savoir-faire.

Leader du marché des produits laitiers frais, Danone est présente sur les 5 continents, commercialise ses produits dans plus de 140 pays et emploie plus de 100 000 Danone à travers le monde qui répondent tous aux valeurs intrinsèques de l'ADN de Danone qui sont les valeurs HOPE : Humanisme, Ouverture, Proximité et Enthousiasme. Le groupe Danone est le premier producteur mondial de produits frais.

« Aujourd'hui, Danone est l'une des entreprises multinationales les plus dynamiques et novatrices de son secteur ; mais aussi l'un des rares groupes multinationaux soucieux de son

impact sur l'environnement et de son implication dans l'amélioration de la condition humaine. C'est ce que l'on appelle "Le double projet économique et social", car chez Danone nous pensons que "La raison d'être d'une entreprise c'est son utilité sociale" » *Dixit. Franck Riboud*, Président du Conseil d'Administration du groupe Danone.

❖ **Organisation générale :**

L'entreprise Danone possède une organisation classique, de type hiérarchique, avec une direction générale, reposant sur des structures opérationnelles, fondées sur le principe des fonctions.

L'organisation générale de l'entreprise est composée de huit départements qui sont sous l'autorité du Directeur Général :

- * **Direction générale**
- * **Direction ressources humaines.**
- * **Direction qualité.**
- * **Direction production**
- * **Direction commerciale et logistique.**
- * **Direction achats.**
- * **Direction moyens généraux.**
- * **Direction maintenances.**
- * **Direction utilité**

L'unité de Blida est considérée comme une nouvelle acquisition du groupe Danone Algérie, et actuellement les fonctions de l'unité sont en pleine restructuration.

Le premier responsable est Monsieur EDDAMRI Kamal. Il est aussi responsable supply Chain, la plupart des décisions stratégiques passent par lui ainsi que par ses collaborateurs de l'équipe de direction.

On remarque par ailleurs, selon l'organigramme, la disposition de plusieurs fonctions supports. L'équipe logistique et commerciale, sont étroitement liées ils assurent les principales tâches de manutention dans l'usine en parallèle à leur principale tâche qui est la vente et la gestion de la relation vendeur-client.

L'usine tourne à plein régime c'est une vraie fourmilière certaines fonctions telles que la qualité, la production, nécessitent une rotation d'équipe pour tourner 24/24 (le régime 3x8). Tous les acteurs ont une part de responsabilité dans leur travail, et chacun est valorisé pour son rendement, si bien que Danone en collaboration avec l'équipe performance et l'équipe RH, attribue des récompenses mensuelles pour le meilleur groupe du mois (Equipe du mois), ainsi que des récompenses individuelles dans le but de booster la motivation au sein des collaborateurs.

❖ **Mission :**

L'entreprise a pour mission la production ainsi que la commercialisation de produits laitiers et dérivés, à savoir :

- * **Yaourts (Tout type) ;**
- * **Crèmes dessert ;**
- * **Flan nappé ;**

✱ **Leben.**

❖ **Matériel utilisé pour l'échantillonnage**

- ☞ Boîtes stériles
- ☞ Becher de 500ml
- ☞ Coton
- ☞ Éthanol
- ☞ Flacon stérile
- ☞ Lame
- ☞ Papier aluminium
- ☞ Panier métallique inoxydable
- ☞ Pince métallique inoxydable
- ☞ Sac en PEBD stérile
- ☞ Spatule métallique inoxydable

❖ **Matériel utilisé pour les analyses microbiologiques**

<i>Verrerie et appareillage</i>	<i>Milieux de culture</i>	<i>Additifs et diluants</i>
✓ <i>Anse de platine</i>	☞ BCPL (D/C et S/C)	● Réactif de Kovacs
✓ <i>Bain-marie</i>	☞ Eva LITSKY	● Alun de fer
✓ <i>Balance électrique</i>	☞ OGA	● Sulfite de sodium
✓ <i>Bec bunsen</i>	☞ PCA	● TSE (Tryptone sel eau)
✓ <i>Briquet</i>	☞ ROTHE (S/C et D/C)	
✓ <i>Boite de pétris</i>	☞ TGEA	
✓ <i>Boite stérile</i>	☞ Sabouraud	
✓ <i>Cloches de Durham</i>	☞ Schubert	
✓ <i>Eprouvette graduée de 1000 ml</i>	☞ VRBG agar (violet rouge bile agar avec glucose)	
✓ <i>Erlenmeyer de 1000 ml</i>	☞ VRBL (cristal violet rouge neutre sels biliée lactose)	
✓ <i>Etuves d'incubation</i>	☞ V-F (Viande – Foie)	
✓ <i>Flacon stérile</i>		
✓ <i>Pince métallique</i>		
✓ <i>Pipette en verre de 10ml stérile</i>		
✓ <i>Pipette en plastique stérile</i>		
✓ <i>Pipette pasteur</i>		
✓ <i>Pro pipette</i>		
✓ <i>Portoir</i>		
✓ <i>Autoclave</i>		
✓ <i>Tube à essais</i>		
✓ <i>Spatule stérile</i>		

❖ Matériel utilisé pour les analyses physicochimiques

Verrerie et appareillage

- ✓ *Acidimètre*
- ✓ *Agitateur magnétique.*
- ✓ *Bain marie*
- ✓ *Balance analytique*
- ✓ *Béchers (de 200 ml, 250 ml et 500 ml)*
- ✓ *Burettes graduées (en 0.1ml et en 0.05ml)*
- ✓ *Butyromètre pour produits laitiers de graduation de 0-6%, muni d'un bouchon approprié*
- ✓ *Centrifugeuse électrique qui fait 1500tour/mn*
- ✓ *Comparateur Palintest*
- ✓ *Consistomètre de Bostwick*
- ✓ *Coupelles en aluminium*
- ✓ *Dessiccateur*
- ✓ *Erlenmeyer de 250ml*
- ✓ *Etuve*
- ✓ *Fiole conique de 150ml.*
- ✓ *Fiole jaugée de 100 ml*
- ✓ *Pipette de 10 ml*
- ✓ *Pipette standardisée à la méthode de Gerber de 11ml*
- ✓ *Pipette en plastique*
- ✓ *Propipette*
- ✓ *Propipette automatique*
- ✓ *PH-mètre de pailleasse*
- ✓ *Mesureur à acide sulfurique délivrant 10ml*
- ✓ *Mesureur d'alcool éthylique délivrant 1ml*
- ✓ *Réfractomètre*
- ✓ *Spatule en inox*
- ✓ *Thermobalance*
- ✓ *Tube de 10ml et 13.5mm*

Réactifs et indicateurs colorés

- ◆ *Acide sulfurique à 0.02N*
- ◆ *Acide sulfurique de densité=1.825*
- ◆ *Alcool iso amylique*
- ◆ *Bichromate de potassium (k₂CrO₄) à 10%*
- ◆ *Eau distillée*
- ◆ *Gel de silice*
- ◆ *Méthylorange*
- ◆ *Noir erickrome -T*
- ◆ *Nitrate d'argent à 0.1N*
- ◆ *Phénol phtaléine*
- ◆ *Pastille de DPD (diéthyl-p-phénylènediamine)*
- ◆ *Solution tampon PH=07 pour l'étalonnage du pH-mètre*
- ◆ *Solution tampon à pH= 4,01 pour l'étalonnage du pH-mètre*
- ◆ *Solution tampon à pH= 9,21 (pour l'étalonnage du pH-mètre)*
- ◆ *Solution saturée de KCl/AgCl (pour la conservation de la sonde du pH-mètre)*
- ◆ *Sel disodique d'acide éthylène-diamine tétra acétique (EDTA)*
- ◆ *Solution tampon ammoniacal au pH=10*
- ◆ *Soude caustique (NaOH) à 0,11 mol/l (N/9)*

❖ Compositions des milieux de cultures et diluants utilisés

☞ *Bouillon BCPL (bouillon lactose au pourpre de bromocrésol)*

- ◆ *Peptone.....5 g*
- ◆ *Extrait de via.....3 g*
- ◆ *Lactose10g* *pH=7*
- ◆ *Pourpre de bromocrésol.....25g*
- ◆ *Eau distillée.....1000ml.*

☞ *Bouillon Eva LITSKY*

◆	Peptone.....	20g	
◆	Glucose.....	5g	
◆	Chlorure de sodium.....	5g	pH=7
◆	Phosphate dipotassique.....	2,7g	
◆	Phosphate monopotassique.....	2,7g	
◆	Azide de sodium.....	0,3g	
◆	Ethyl-violet.....	0,5g	
◆	Eau distillée.....	1000ml.	

☞ **Gélose OGA (oxytetracycline-glucose) :**

◆	Extrait de levure	5g.	
◆	Glucose.....	20g	
◆	Gélose.....	16g	pH=7
◆	Eau distillée.....	1000ml	

☞ **Gélose PCA (Plate Count Agar):**

◆	Peptone.....	5g.	
◆	Extrait de levure	2, 5g.	
◆	Glucose.....	1g.	pH= 7±0,2
◆	Gélose.....	15g.	
◆	Eau distillée	1000ml.	

☞ **Bouillon Rothe :**

◆	Peptone.....	20g	
◆	Glucose.....	5g	
◆	Chlorure de sodium.....	5g	pH=7
◆	Phosphate bipotassique.....	2,7g	
◆	Phosphate monopotassique.....	2,7g	
◆	Azide de sodium.....	0,2g	
◆	Eau distillée.....	1000ml.	

☞ **Bouillon Schubert :**

◆	Tryptophane.....	0,2g	
◆	Acide glutamique.....	0,2g	
◆	Sulfate de magnésium.....	0,7g	pH=7,4
◆	Citrate de sodium.....	0,5g	
◆	Sulfate d'ammonium.....	0,4g	
◆	Chlorure de sodium.....	2g	
◆	Peptone.....	10g	
◆	Mannitol.....	7,5g	
◆	Phosphate disodique.....	4g	
◆	Phosphate monopotassique.....	0,6g	
◆	Eau distillée.....	1000ml.	

☞ **Gélose TGEA (gélose tryptone- glucose-extrait de viande)**

◆	Peptone de caséine.....	5g	
◆	Extrait de viande.....	3g	
◆	Glucose.....	1g	pH=7
◆	Gélose.....	15 g	

♦ Eau distillée.....1000ml.

☞ **Bouillon TSE (Tryptone, sels, eau)**

♦ Tryptone.....1g.
♦ Chlorure de sodium.....8,5g. pH=7
♦ Eau distillée.....1000ml.

☞ **Gélose Sabouraud au Chloramphénicol :**

♦ Peptone.....10g
♦ Glucose massé.....20g
♦ Agar-agar.....15g pH=6,0
♦ Agar.....20g
♦ Eau distillée1000ml

☞ **Gélose VF (viande foie) :**

♦ Extrait de viande foie10g.
♦ Peptone.....20g.
♦ Extrait de levure10g. pH=7,6±0,2
♦ Glucose5g.
♦ Gélose.....15g.
♦ Eau distillée1000ml.

☞ **Gélose VRBG (gélose bilée violet et au rouge neutre=violet red bile glucose agar)**

♦ Extrait de levures.....5 g
♦ Sels biliaires.....1,5 g
♦ Glucose.....10 g pH=7,4
♦ Chlorure de sodium.....5 g
♦ Rouge neutre.....30 g
♦ Cristal violet.....2 g
♦ Gélose.....12 g
♦ Eau distillée.....1000ml.

☞ **Gélose VRBL (gélose lactosée bilée au cristal violet et au rouge neutre=violet red bile lactose agar) :**

♦ Extrait de levures.....5 g
♦ Sels biliaires.....1,5 g
♦ Lactose.....10 g pH=7,4
♦ Chlorure de sodium.....5 g
♦ Rouge neutre.....30 g
♦ Cristal violet.....2 g
♦ Gélose.....12 g
♦ Eau distillée.....1000ml.

✦ Photos de quelques appareils utilisés



1-Etuve



2-Autoclave



3-Balance analytique



4-Centrifugeuse



5-Distillateur



6-Acidimètre



7-Plaque chauffante

TABLE DE MACKRADY

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

Table de nombre le plus probable (NPP)

1 X 50 ml (D/C)	5 X 10 ml (D/C)	5 X 1 ml (S/C)	Nombre caractéristique	Limites de confiance	
				Inférieure	Supérieure
0	0	0	<1		
0	0	1	1	<0,5	4
0	0	2	2	<0,5	6
0	1	0	1	<0,5	4
0	1	1	2	<0,5	6
0	1	2	3	<0,5	8
0	2	0	2	<0,5	6
0	2	1	3	<0,5	8
0	2	2	4	<0,5	11
0	3	0	3	<0,5	8
0	3	1	5	<0,5	13
0	4	0	5	<0,5	13
1	0	0	1	<0,5	4
1	0	1	3	<0,5	8

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

