



Université Sidi Mohamed Ben Abdullah
Faculté des sciences et Technique
Département des Sciences de La Vie



Projet de Fin d'Etudes
Licence Sciences & techniques
(Bioprocédé, Hygiène et Sécurité Alimentaire)

Contrôle de la qualité de lait cru provenant de la ville de TAZA

- Présenté par : Hanane ARROUD
- Encadré par :

Pr. Amal AZZOUZI (FST)

AM. Abderrahim ELMNIAI (LPDEHM)

- Soutenu le : Le 15 Juin 2015 Devant le jury composé de :

■ Pr. Amal AZZOUZI

■ AM. Abderrahim ELMNIAI

■ Pr. Karima MIKOU

Année universitaire : 2014-2015

REMERCIEMENTS

Avant d'aborder le présent rapport je tiens à remercier avec respect et gratitude Mrs Dr **Hamid BENSGHIR** délégué de ministère de la santé, Dr **Abdelouahab BENMANSOUR** médecin chef de SIAAP qui m'ont donné l'occasion d'effectuer mon stage au sien de laboratoire provinciale de diagnostic épidémiologique et hygiène de milieu.

J'adresse ma reconnaissance à **AM. Abderrahim ELMNIAI** pour avoir accepté de diriger ce travail, il m'a consacré énormément de temps, il m'a transmis une partie de son savoir avec beaucoup de patience et de rigueur, je lui adresse tous mes remerciements pour sa compréhension, son respect et son humanité.

Je tiens à exprimer mes profondes gratitude et mes sincères remerciements à mon encadrante **Pr. Amal AZZOUZI** qui a dirigé ce travail, ça ne sera jamais suffisant pour lui exprimer ma grande reconnaissance pour la confiance qu'elle m'a accordée pour faire avancer ce travail, pour sa patience, sa gentillesse et son esprit responsable, critique et rigoureux.

Je remercie également **Pr. Karima MIKOU** d'avoir accepté de juger et d'évaluer mon travail, je lui manifeste ma profonde gratitude.

Je remercie également Mr. **Abdelkrim Flouchi**, MAJOR de LPDEHM

Je remercie aussi tout le **personnel de LPDEHM** pour leur bienveillance, leur sympathie et leur disponibilité qu'ils ont pu me prodiguer au cours de ce stage.

J'adresse mes vifs remerciements au responsable de la filière **Mr. Lotfi AARAB**, et mes professeurs de la faculté des sciences et techniques de Fès pour la Formation de qualité qu'ils me dispensent.

Que tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail trouvent l'expression de mes remerciements les plus chaleureux.

Sommaire :

INTRODUCTION..... 6

PRESENTATION DU LABORATOIRE..... 7

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE LAIT CRU

I-Définition 9

II-Composition 9

III-Caractéristiques 10

IV-Contrôle de la qualité 12

V-Contaminant microbiologique du lait cru 12

CHAPITRE II:MATÉRIEL ET MÉTHODES

I –Echantillonnage et prélèvement 15

II- Les analyses physico-chimiques..... 15

III-Les analyses microbiologiques 18

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

I- Résultats d'analyses physico-chimiques..... 21

II-Résultats d'analyses microbiologiques..... 22

III- Discussion des résultats 24

CONCLUSION 27

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Annexes

Liste d'abréviation :

ASR : Anaérobie sulfite réducteur

CF: Coliformes fécaux

CT: Coliformes totaux

°D : Degrée Dornic

DLC : Gélose au désoxylate lactose citrate

E.Coli: Escherichia coli

FAO: Food and Agriculture Organization

Fig: Figure

FMAT: Flore Mésophile Aérobie Total

H : heure

Kcal: Kilo calorie

LPDEH : Laboratoire Provinciale de Diagnostic Epidémiologique et Hygiène de Milieu

PCA : Plat Cont Agar

S: Salmonelles

SA: Staphylococcus aureus

SCASR: Spore clostridium anaérobie sulfite réducteur

SPS : Sulfite de Sodium –Polymixine

ST : Streptocoque

STβH : Streptocoque β hémolytique

T° : Température

UFC/ml : Unité formant colonie/millilitre

Liste des tableaux :

Tableaux	Titre	Pages
<u>Tableau I</u>	Composition moyenne du lait entier	10
<u>Tableau II</u>	Caractéristiques physico-chimiques du lait.	11
<u>Tableau III</u>	Contrôle et spécification microbiologique	19
<u>Tableau IV</u>	Résultats des analyses physico-chimiques de onze échantillons de lait cru	35
<u>Tableau V</u>	Analyses microbiologiques (UFC/ml) de onze échantillons de lait cru	36

Liste des figures :

Figure 1: Température de chaque échantillon analysé

Figure 2 : pH de chaque échantillon analysé

Figure 3 : Acidité de chaque échantillon analysé

Figure 4 : Densité de chaque échantillon analysé

Figure 5: Extrait sec total de chaque échantillon analysé

Figure 6 : Distribution de la charge en FMAT dans les échantillons analysés

Figure 7: Distribution de la charge en Coliforme totaux dans les échantillons analysés

Figure 8 : Distribution de la charge en Coliforme fécaux dans les échantillons analysés

Figure 9: Distribution de la charge en Staphylococcus aureus dans les échantillons analysés

Figure 10 : Distribution de la charge en Streptocoques dans les échantillons analysés

INTRODUCTION

Le secteur laitier joue un rôle très important dans le secteur agroalimentaire de notre pays. En effet, il couvre les besoins essentiels de notre alimentation et présente une grande partie dans la consommation locale.

Les besoins en lait sont de plus en plus croissants :

- C'est un produit alimentaire de base du nourrisson.
- Essentiel pour l'alimentation humaine.
- La poussée démographique est énorme.
- L'amélioration du niveau de vie de la population.

Le lait est un excellent milieu de culture de microorganismes, les intoxications alimentaires d'origine laitières sont fréquents et devient un problème à la santé publique. Les fréquences de ces intoxications augmentent avec la croissance de la consommation de lait cru.

Outre l'industrie laitière, avec ses moyennes de pasteurisations, de conditionnements, de distributions au grand public. Les laiteries contribuent également à la distribution et constituent une interface entre le consommateur et l'éleveur. Dans la ville de Taza, le bureau municipal d'hygiène (BMH) compte 67 laiteries.

Comme il n'existe aucune réglementation à l'échelle nationale qui autorise la vente de lait cru directement au consommateur, à l'exception de l'arrêté conjoint de ministre de l'agriculture et du développement rural du ministre de la santé et du ministre de l'industrie du commerce de 08 Avril 2004 [1], comporte une spécification pour le contrôle de « lait cru à son état » afin de répondre aux besoins en termes de la gestion des risques et la protection du consommateur.

Le laboratoire provincial de diagnostic épidémiologique et d'hygiène de milieu (LPDEHM) de TAZA présente un intérêt particulier à cette problématique.

Ainsi l'objectif de mon travail de stage de projet de fin d'étude (PFE), s'inscrit dans ce cadre qui consiste à contrôler la qualité de lait cru issu des laiteries des différents quartiers de Taza.

PRESENTATION DE LABORATOIRE PDEHM

J'ai effectué mon stage au laboratoire provincial de diagnostic épidémiologique et hygiène du milieu (LPDEHM). Ce laboratoire constitue l'une des structures d'appui de la délégation du ministère de la santé à Taza.

Le laboratoire comporte quatre unités qui sont :

- Une unité de stockage des réactifs, milieux de culture et différents consommables.
- Une unité de stérilisation.
- La troisième est pour le diagnostic des maladies parasitaires (la leishmaniose et le paludisme) avec une infirmière diplômée d'état fonctionnant en tant que microscopiste.
- La quatrième unité est précisément dans laquelle a été déroulé mon stage et spécialisée dans le contrôle bactériologique des eaux et des denrées alimentaires avec un assistant médical et une technicienne de laboratoire.

Les échantillons reçus au laboratoire proviennent de différents structures, et majoritairement du service d'hygiène de milieu de SIAAP, de service d'hygiène de milieu de l'hôpital Ibnou Baja de Taza, des différents centres de santé de la province, de bureau municipal d'hygiène et aussi de service d'hygiène de milieu de la délégation de santé de la province de Guercif .

Les missions de LPDEHM sont comme suit :

- 1-**Réaliser les analyses microbiologiques des eaux et des aliments de la délégation et ce selon un programme d'échantillonnage établi conjointement entre le responsable de LPDEHM et le responsable de la cellule provinciale et bureau municipal d'hygiène du milieu de cette délégation et sous la coordination de médecin chef de SIAAP.
- 2-** Contribuer aux investigations épidémiologiques mises en œuvre par les services compétents de la délégation et en assurant les analyses nécessaires au diagnostic épidémiologique.
- 3-** Effectuer, dans le cadre de partenariat avec les autres départements, les analyses microbiologiques se rapportant au domaine de la santé (eaux de boissons, alimentation) [2].

CHAPITRE I :
GENERALITE SUR LE
LAIT CRU

I-Définition

Le lait cru est du lait frais non traité par la chaleur ni soumis à aucun autre traitement d'assainissement ou de conservation autre que la réfrigération.

«Le lait est produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum » [3].

II-Composition (Tableau I)

- Protéine : Le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité.
- Acides aminés : Le lait est riche en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance.
- Lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaînes courtes, sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en acides gras insaturés.
- Glucides : Essentiellement représentés par le lactose [4].

D'autres constituants sont présents mais en faibles quantités. Cependant, certains d'entre eux, du fait de leurs activités biologiques, revêtent une grande importance. Ce sont :

- Les enzymes : peroxydase, catalase, phosphatase ;
- Les vitamines : facteurs A, D, B1, B2, B6, B12, etc. ;
- Les lécithines (phospholipides) ;
- Les nucléotides ;
- Les cellules : leucocytes, cellules épithéliales, etc.

Outre, ces constituants, le lait renferme aussi des micro-organismes en quantité variable suivant l'état de santé de la vache laitière, l'hygiène, la traite et les manipulations diverses subies par le lait [5].

Tableau I : Composition moyenne du lait entier en g/100g [6]

<i>Composants</i>	Teneurs (g/100g)
<i>Eau</i>	89.5
<i>Dérivés azotés</i>	3.44
<i>Protéines</i>	3.27
<i>Caséine</i>	2.71
<i>Protéines solubles</i>	0.56
<i>Azote non protéique</i>	0.17
<i>Matières grasses</i>	3.5
<i>Lipides neutres</i>	3.4
<i>Lipides complexes</i>	<0.05
<i>Composés liposolubles</i>	<0.05
<i>Glucides</i>	4.8
<i>Lactose</i>	4.7
<i>Gaz dissous</i>	5% du volume du lait
<i>Extrait sec total</i>	12.8g

III- Caractéristiques

1- Caractéristiques organoleptiques

L'aspect, l'odeur, la saveur et la texture ne peuvent être précisés qu'en comparaison avec un lait frais [7].

1-1- Couleur

Le lait est de couleur blanche mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le β -carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait) [6].

1-2- Odeur

L'odeur est caractéristique du lait, du fait de la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales. Elles sont liées au contexte de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la

conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette) [7].

1-3- Saveur

La saveur du lait normal frais est agréable, les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est en parfois de même du colostrum.

L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, peuvent transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire [8].

1-4- Viscosité

La viscosité est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes.

La teneur en graisse et en caséine influencent grandement sur la viscosité du lait [9].

2- Caractéristiques physico-chimiques

Les propriétés physico-chimiques du lait sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau II : Caractéristiques physico-chimiques du lait

Température en °C	4,5 à 10	[16]
Extrait sec total (EST) en g/l	125 à 130	[10]
Extrait sec dégraissé (ESD) en g/l	90 à 102	[10]
Ph	6.6 à 6.8	[11]
Acidité titrable (Dornic) en °D	15 à 17	[12]
Densité	29 à 35	
Point de congélation en °C	-0,52 à 0,55	[11]
Masse volumique à 20°C en kg/ml	1028 – 1033	[11]
La valeur énergétique en Kcal /l	700	

VI-Contrôle de la qualité

Les principaux facteurs qui influent la qualité du lait sont : la race de bétail, la qualité alimentaire et l'hygiène.

Le contrôle de la qualité du lait cru est parmi les contrôles qui doivent être les plus sévères du fait qu'il est considéré comme milieu favorable à la prolifération des microorganismes.

En plus du contrôle de fraudes (addition d'eau au lait, mélange de laits de différentes sources) il est impératif de contrôler :

- La teneur en matières grasses.
- La teneur en matières solide (Extrait sec).
- La présence de Coliformes.
- La présence de levures et moisissures.
- Les antibiotiques et les antiparasitaire
- L'hygiène des étables et les conditions de la traite.
- L'état sanitaire des vaches. .

V-Contaminants microbiologiques de lait cru

1-Origine de contamination

Le lait d'un animal parfaitement sain traité aseptiquement, est normalement dépourvu de micro-organismes [13], alors que le niveau de contamination dépend étroitement des conditions d'hygiène dans lesquelles sont effectuées ces manipulations, à savoir l'état de propreté du trayeur, de l'animal et particulièrement celui des mamelles, du milieu environnant (étable, local de traite), du trayon, du matériel de récolte du lait (eau de traite, seaux à traire, machines à traire) et, enfin, du matériel de conservation et de transport du lait [14] et aussi les conditions liées aux points de vente comme la manipulation, et le refroidissement.

2- Contaminants microbiologiques

Trois types de microorganismes sont conventionnellement recherchés, lors de l'analyse microbiologique des lait [15]. Il s'agit :

- ✿ Des microorganismes responsables de l'altération: La flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) et la flore fongique constituée par les Levures et les Moisissures

- ✿ Des microorganismes indicateurs de la contamination fécale : Les Coliformes Totaux et les Coliformes Fécaux.

- ✿ Des microorganismes pathogènes responsables de toxi-infections alimentaires sont les Anaérobies Sulfite Réducteurs (ASR), Staphylococcus aureus, Salmonella, Listeria monocytogenes, campylobacter, E. Coli, Vibrio cholerae et Vibrio parahaemolyticus

CHAPITRE II :
MATERIEL ET
METHODES

I –Echantillonnage et prélèvement

Cette étude a porté sur 11 échantillons de lait cru, provenant de 11 laiteries représentatives des différents quartiers de la ville de Taza.

Les échantillons ont été prélevés le matin (7h à 9h), et placés dans un sac isotherme avec des glaçons, pour éviter l'augmentation de température lors du transport vers le laboratoire.

L'échantillonnage a porté sur 1 litre de lait (acheté) de chaque laiteries (1/2L de lait pour les analyses physicochimiques et 1/2L pour les analyses microbiologiques).

II-Analyses physico-chimiques

Sept paramètres ont été retenus pour l'analyse physicochimique: pH, température, acidité, densité, extrait sec total, test d'amidon, test d'ébullition.

Ces paramètres sont les plus souvent recherchés dans ce type d'analyse.

1-Détermination de la température

- La température est déterminée sur place à l'aide d'un thermomètre. Elle varie de 4,5 à 10°C, tranche de stabilité des germes [16].

2-Détermination du pH

- Ce test nous renseigne sur l'état de fraîcheur du lait [17]. Il est réalisé par trempage de pH-mètre dans un bécher contenant quelques ml de lait.

- Selon Alais [11], le pH normal est de 6,6 à 6,8. Au-delà de cet intervalle, les microorganismes peuvent proliférer.

3- Détermination de l'acidité titrable

C'est un test qui permet d'évaluer l'acidité du lait. Le titrage de l'acidité se fait par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré [18].

⊕ Réactifs

- Solution de phénolphtaléine à 1% (m/v) dans l'éthanol à 95%.

- Solution titrée d'hydroxyde de sodium 0.1N.

✦ Appareillage

Matériel courant de laboratoire et notamment :

- Pipette à lait de 10 ml ou seringue de précision réglée à 10 ml ou balance analytique.
- Burette graduée en 0.05 ou en 0.1 ml permettant d'apprécier la demi-division.
- Bêchers.

✦ Mode opératoire

- Dans un bêcher on introduit 10 ml de lait prélevé à la pipette.
- On ajoute dans le bêcher quatre gouttes de la solution de phénolphtaléine.
- On titre par la solution d'hydroxyde de potassium 0.1N jusqu'à virage au rose.

✦ Expression des résultats

- L'acidité est exprimée en degré Dornic ($^{\circ}\text{D}$) et égale à: $\boxed{^{\circ}\text{D}=10 \cdot V}$ Avec V : le volume de NaOH ajouté.

- D'après la FAO [12], l'acidité du lait est en moyenne 16 (15-17 $^{\circ}\text{D}$). L'augmentation de cette acidité peut être due à la dégradation du lactose en d'autres acides en plus de l'acide lactique et des liquides [19].

4-Détermination de la densité

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau. La densité est déterminée à 20°C par lactodensimètre [20].

✦ Appareillage

- Lactodensimètre avec thermomètre incorporé,
- Eprouvette cylindrique sans bec, de hauteur apportée à celle de lactodensimètre.

✦ Mode opératoire

- Après l'homogénéisation de l'échantillon, on remplit l'éprouvette de 250ml avec du lait et on trempe le lactodensimètre.

✦ Expression des résultats

- Les valeurs normales se trouvent entre 29 et 35.
- Si la valeur de la densité de lait est entre 25 et 29 le lait est considéré comme mouillé.

5 – Mesure de la teneur en matière sèche totale

On entend par matière sèche du lait le produit résultant de la dessiccation par évaporation d'une certaine quantité de lait et pesée du résidu [18].

✦ Mode opératoire

Evaporation au bain- marie à 70°C puis dessiccation de l'échantillon (10 ml) 3 heures à l'étuve à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ puis on pèse le résidu.

✦ Expression des résultats

La matière sèche totale s'élève habituellement de 125 à 130g/l pour le lait de vache [10]. La matière sèche du lait exprimée en pourcentage en masse, est égale à :

$$\frac{M1-M0}{M} \times 1000 \quad \text{Dont :}$$

M1: Masse en grammes, de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement.

M0: Masse en grammes, de la capsule vide.

M : Masse de la prise d'essai en grammes [21].

6-Test d'amidon

Ce test nous renseigne sur la nature du lait (naturel ou reconstitué). Il consiste à l'ajout diiode (I_2) dans quelques ml de lait.

✦ Mode opératoire

-Dans un tube à essai, on met quelque ml de lait fraîchement prélevés, on chauffe le tube quelques minutes à 70°C puis on ajoute quelques gouttes diiode (I_2).

-S'il y'a virement de coloration au bleu brick le test est considéré comme positif si non le test est négatif.

7-Test d'ébullition

Dans un tube on introduit 2 à 5ml de lait et on porte à l'ébullition.
- Si le lait est normal, le liquide reste homogène après quelques instants d'ébullition et au refroidissement il se forme en surface une pellicule blanche, plissée (formée principalement

de carbonates de calcium, de protides et de matière grasse).
– Si le lait est riche en albumine ou acide (au-dessus de 25°D), il coagule par ébullition [8].

III- Analyses microbiologiques

Pour les analyses microbiologiques nous avons étudiés 8 paramètres : la flore mésophile aérobie totale (FMAT), les coliformes totaux (CT) et fécaux (CF), les spores clostridium anaérobie sulfite réducteurs (SCASR), les staphylococcus aureus (SA), les streptocoques (ST), puis la recherche des streptocoques β hémolytique (ST β H), et enfin les salmonelles (S).

⊕ On a effectué une série de dilution de 10^{-1} jusqu'à 10^{-4} de tous les échantillons dans l'eau peptonée tamponné qui est le diluant.

⊕ Après l'établissement des dilutions, les prises d'essai sontensemencées dans les milieux de cultures qu'on a préparées (Annexe I).

⊕ Ensuite les ensemencements sont incubés à des températures pendant un temps déterminés selon le tableau 3.

⊕ Après la durée requise pour l'incubation, l'observation des colonies se fait par des examens macroscopiques puis microscopiques suivi par l'identification biochimiques (voir tableau3).

- L'examen macroscopique, permet l'identification des bactéries à partir de la couleur, la taille, la forme et la brillance des colonies.

- L'examen microscopique : (Coloration de Gram), donne une orientation sur le type de bactérie en fonction de sa couleur (Gram+/-) et de sa forme (coque, bacille).

On distingue ainsi les bactéries :

- Gram positives (paroi épaisse) qui sont colorées en violet foncé/bleu.
- Gram négatives (paroi mince) qui sont colorées en rouge/rose [22].

- L'identification biochimique : Test effectué pour la confirmation des bactéries recherchées comme test d'oxydase, test de catalase, test de coagulase ...etc.

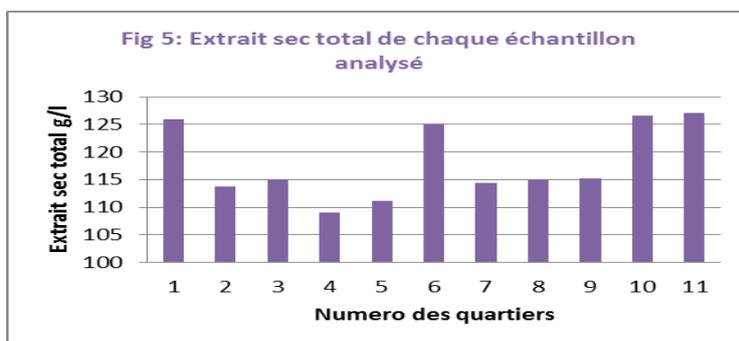
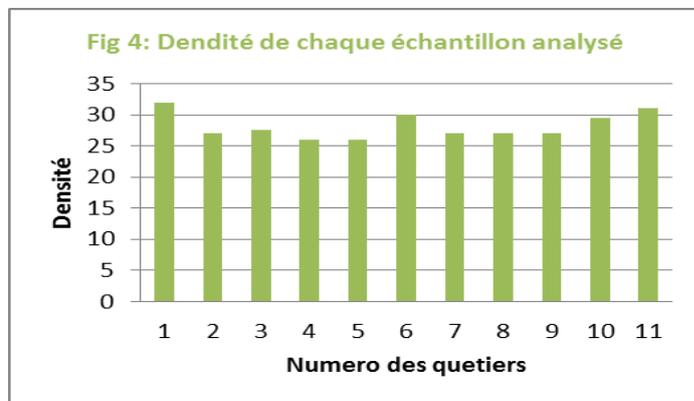
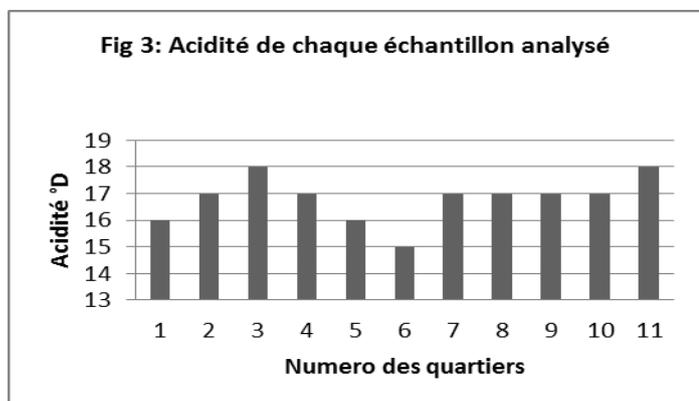
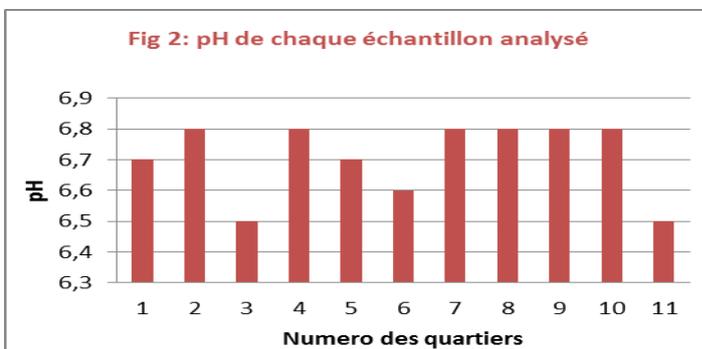
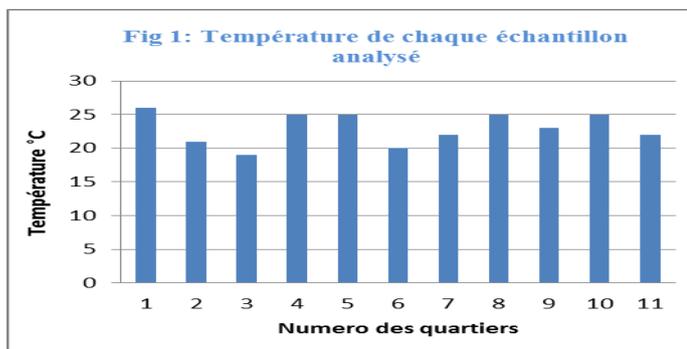
Tableau III : Contrôle et spécification microbiologique [23]

Paramètre	Volum e analysé	Milieu de culture (Voir annexe1)	Méthode d'ensemencement	Durée d'incubation	T° d'incubation	Caractéristiques des colonies	Tests d'identification	Spécification
FMAT	1 ml	Gélose PCA	En profondeur	72h	30°C	Colonies petites et blanches de taille et formes différentes	Aucun test d'identification	3.10 ⁶ [1]
Coliformes totaux	1 ml	DLC	En profondeur	24 à 48h	37°C	Rouge	- Lactose + - Oxydase -	10 ³ [24]
Coliformes fécaux	1 ml	DLC	En profondeur	48H	44°C	Rouge	- Lactose + - Oxydase-	10 ³ [1]
Staphylocoques aureus.	0,1 ml	Baird parker + jaune d'œufs	En surface	24à 48h	37°C	Noires, brillantes, convexes entourées d'un halo clair	- Gram+ - Catalase+ - Coagulas+ - ADN ase+	500/ml [24]
Spores de clostridium (ASR)	1m	SPS	En tube	24 à 48 H	46°C	Les colonies entourées d'un halo noir de sulfure de fer	Catalase- Oxydase-	—
Streptocoques	1ml	Slanetz et bartley	En surface	44h	37°C	Rouge ou marron	—	400 [1]
Streptocoques β hémolytiques/1ml	1 ml	Gélose au sang	En surface	24h	37°C	Rouge ou marron (flèche :β hémolyse)	Camp test avec hémolyse β	Absence [1]
Salmone-lles/ 25g	250 ml	Pré - enrichissement sur eau peptonnée tamponnée	-En tube	24 h.	37°C	Sur l'hektoen colonies incolores à vertes (glucides -) à centre noir (H2S +).	glucose+ et lactose- sur Kligler test urée_indole (uréase – indole-) API 20E	Absence [1]
		Enrichissement sur rappaport vasiliadis	-En tube	24h	44°C			
		-Culture sur hektoen	-En surface	24h	37°C			

CHAPITRE III :
RESULTATS ET DESCUSSION

I- Résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimique sont regroupé dans le tableau IV (Annexe 2) et graphiquement exprimés dans les figure : 1, 2, 3, 4, et 5.



Interprétation des résultats

❖ **Température** : Tous les échantillons de lait cru sont supérieurs à la normale : 4,5 à 10°C [16]. Avec un maximum de 20°C et un minimum de 19°C (Figure 1).

❖ **pH** : La majorité des laiteries présentent un pH normale : 6,6-6,8 [17], excepté le lait de la laiterie n°3 et n°1, qui ont la même valeur de pH (6,5) (Figure 2).

❖ **Acidité** : Excepter les échantillons des laiteries n°3 et n°11, qui ont la même valeur d'acidité (18°D), les autres expriment des valeurs d'acidité normales : 15 à 17°D [12] (Figure 3).

❖ **Densité** : Les échantillons des laiteries des quartiers : n°1, n°6, n°10, n°11, montrent respectivement les valeurs (32 ; 30 ; 29,5 ; 31), qui répond au critère désirait (29-35), la valeur de la densité des échantillons qui restent est inférieure à cette limite (Figure 4).

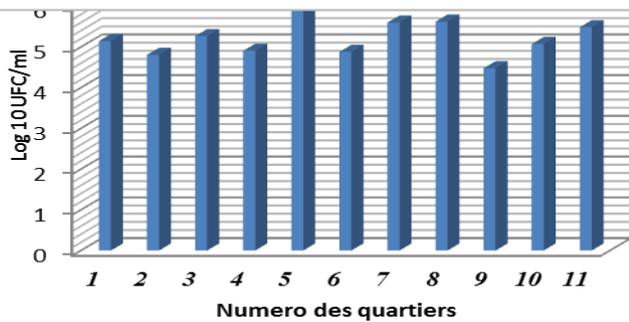
❖ **Extrait sec total** : Les quartiers: n°2, n°3, n°4, n°5, n°7, n°8, n°9, leurs échantillons montrent une valeur supérieure à 125g/l. L'extrait sec des autres échantillons fluctue entre 109-105g/l, respectivement des laiteries (n°1, n°6, n°10, n°11) (Figure 5).

❖ **Le test d'amidon et le test d'ébullition** sont négatifs.

II-Résultats des analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques sont regroupés dans le tableau V (Annexe 2), et graphiquement exprimer dans les figures : 6, 7, 8, 9, et 10. Les spores de clostridium anaérobie sulfite réducteur, les streptocoques β hémolytique et Salmonelles ont montré des résultats négatifs, c'est-à-dire ne sont pas rencontré dans les échantillons du lait cru analysés.

Fig 6 : Distribution de la charge en FMAT dans les échantillons analysés



Figge 7: Distribution de la charge en Coliformes totaux dans les échantillons analysés

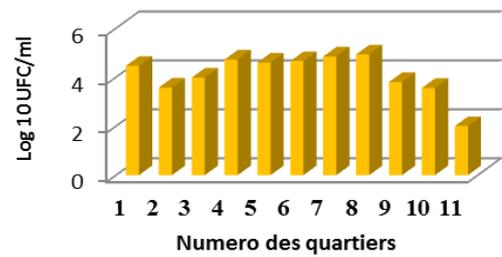


Fig 8: Distribution de la charge en Coliformes fécaux dans les échantillons analysés

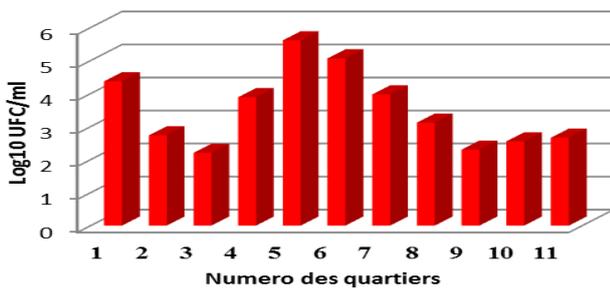


Fig 9: Distribution de la charge en Staphylococcus aureus dans les échantillons analysés

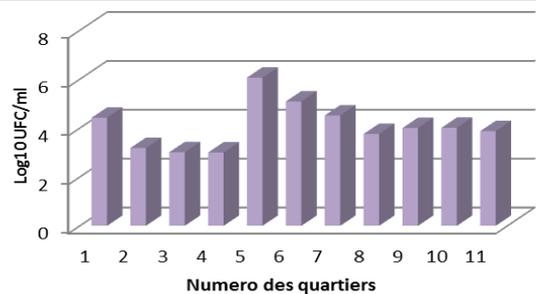


Fig 10 : Distribution de la charge en Stréptocoques dans les échantillons analysés



Interprétation des résultats

→ **FMAT** : Tous les échantillons analysés ne dépassent pas la valeur maximal ($3 \cdot 10^3$ UFC/ml) indiqué par la réglementation marocaine [1] (Figure 6).

→ **Coliformes totaux** : Les échantillons de toutes les laiteries montrent des valeurs non conformes à la norme de la république française : 10^3 UFC/ml [24], à l'exception de l'échantillon n°11 (10^2 UFC/ml), qui a une valeur inférieure à la norme (10^3 UFC/ml) (Figure 7).

→ **Coliformes fécaux** : Les quartiers : n°1, n°5, n°6, n°7, n°8, leurs échantillons montrent respectivement les valeurs ($2,352.10^4$ UFC/ml ; $7,761.10^3$ UFC/ml ; $4,093.10^5$ UFC/ml ; $1,160.10^5$ UFC/ml ; $9,4.10^3$ UFC/ml), supérieures à la valeur maximale (10^3 UFC/ml) indiqué par la réglementation en vigueur [1], les autres sont inférieures à 10^3 UFC/ml (Figure 8).

→ **Staphylococcus aureus** : Tous les échantillons de lait cru analysés provenant des différents quartiers, dépassent la valeur maximale (500UFC/ml) indiqué par la république française [24]. Avec une valeur maximale de $1,642.10^5$ UFC/ml (Figure 9).

→ **Streptocoques** : Aussi pour les streptocoques tous les échantillons de laits cru analysés provenant des différents quartiers, dépassent la valeur maximale (400UFC/ml) indiqué par la réglementation en vigueur [1] (Figure 10).

III-Discussion des résultats

Discussion des résultats des analyses physicochimiques

⊕ La température de tous les échantillons analysés de lait dépasse la limite 4,5 à 10°C indiqué par la filière Wallonne [19], ce qui signifie que toutes les laiteries étudiées ne respectent pas la chaîne de froid cela a été constaté aux moments de prélèvement ce qui peut déclencher la prolifération des microorganismes.

⊕ La valeur faible du pH pour les deux échantillons n°3 et n°11 qu'on a remarqué d'après la figure 2, peut être expliquée par les variabilités liées au climat, au stade de lactation, à la disponibilité alimentaire, à l'apport hydrique, à l'état de santé des vaches et aux conditions de la traite. [17]

⊕ L'augmentation de l'acidité pour les deux échantillons n°3 et n°11, est dus à la dégradation du lactose en d'autres acides en plus de l'acide lactique et des liquides

⊕ La valeur faible de la densité pour les échantillons n°2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, permet de détecter le mouillage de lait qui consiste à ajouter au lait des liquides ou des substances diverses (eau, lactosérum, conservateur) dans le but d'augmenter le volume de lait mis en vente ou d'améliorer sa qualité microbiologique. En fait, la densité dépend teneur en matière sèche, en matière grasse, de l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires [17].

⊕ La valeur bas de l'extrait sec total des échantillons n°2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 est dues soit au mouillage de lait ou à des pratiques d'alimentation et par la race des bovins [17].

⊕ Test d'amidon pour tous les échantillons est négatif c'est-à-dire que les échantillons analysés n'ont pas subi de poudrage.

⊕ Test d'ébullition est conforme pour tous les échantillons, le lait reste homogène donc n'est pas acide.

Discussion des résultats des analyses microbiologiques

Pour tous les échantillons de lait cru analysés, on a pas détecter la présence des colonies caractéristiques de spore clostridium anaérobie sulfite réducteur, de salmonelles et de streptocoques β hémolytiques.

⊕ La présence de FMAT est liée au manque d'hygiène et ou des équipements utilisés pour la traite. la santé du troupeau laitier, la traite et les conditions de pré-stockage sont aussi des déterminants de base pour la qualité du lait [25], les bactéries peuvent entrer dans le lait pendant qu'elle est encore dans la mamelle et la plupart des microorganismes retrouvés dans le lait cru sont des contaminants provenant de la surface externe de la mamelle, des ustensiles de traite et des trayeurs [26]. La mauvaise qualité de l'eau utilisée pour laver les ustensiles peut conduire à l'obtention d'un lait de qualité microbiologique médiocre [27].

⊕ La contamination élevée par les coliformes totaux n'indique pas nécessairement une contamination fécale directe du lait, mais elle est considérée comme un indicateur de mauvaises pratiques d'hygiène serait due au manque d'hygiène et sanitaire durant la traite, post manipulation et des conditions de vente. La présence de ces germes dans le lait peut être aussi liée à une contamination par les déjections des vaches, le sol et l'eau utilisée [26].

⊕ La présence de coliformes fécaux, indique forcément une contamination par les fèces des vaches ou par les mains des trayeurs.

⊕ La présence de staphylococcus aureus (SA), avec des valeurs qui dépassent la valeur maximale indiquée par la république française (500UFC/ml) [24], est en rapport

avec les conditions environnementales. SA est reconnu comme l'agent causal des mammites cliniques et subcliniques en élevage bovin [26] [28].

⊕ Le taux de streptocoques est en rapport avec l'état de santé des vaches, les conditions hygiéniques de la traite, et d'éventuelles contaminations au cours du dénombrement [29].

⊕ Finalement, les autres germes étudiés, Salmonelle, Spore de clostridium anaérobie sulfite réducteur (ASR) et Streptocoques β hémolytiques, sont conforme avec la réglementation marocaine [1].

Conclusion

Le lait est un aliment dont l'importance nutritionnelle n'est plus à démontrer. En effet, le lait constitue le premier apport protéique de l'être humain et le premier aliment naturel complet dès le jeune âge. Il renferme les nutriments de base nécessaires au bon développement de l'organisme humain.

Lorsque la qualité est évoquée, surtout pour un produit variable que le lait, de multiples interprétations peuvent être adaptées selon des critères retenus pour définir cette qualité.

Les échantillons du lait cru provenant des laiteries de différents quartiers de Taza montrent :

► Selon les critères physico-chimiques

Le pH, le test d'amidon et test d'ébullition répondent aux normes, cependant les autres paramètres : L'acidité (pour deux échantillons) et la température (pour tous les échantillons) sont supérieurs aux normes ce qui permet la prolifération des germes, tandis que la densité et l'extrait sec total sont inférieurs aux normes ce qui permet la détection de fraude en deux catégories :

- La fraude par addition de substances étrangères du lait comme l'eau mouillage
- La fraude par soustraction de substance propre du lait qui consiste à enlever une partie de la matière grasse: écrémage.

► Selon les critères microbiologiques :

La valeur de FMAT est conforme pour tous les échantillons, les coliformes totaux sont non conformes pour la majorité des échantillons, les coliformes fécaux sont non conformes pour six échantillons, les streptocoques et les staphylococcus aureus sont non acceptables pour tous les échantillons. Cependant les résultats sont satisfaisants pour les salmonelles, spore clostridium anaérobie sulfite réducteur et streptocoques β hémolytiques.

-La qualité des échantillons de lait analysés provenant de Taza ne répond pas en général aux critères microbiologiques exigés. Les contaminations résultent principalement du manque d'hygiène à la ferme et sur les lieux de vente. La présence de germes responsables d'intoxication alimentaire tels que *Staphylococcus aureus* peuvent devenir un problème de santé publique si des mesures ne sont pas prises pour éviter les contaminations. La qualité hygiénique de lait cru à la production et à la vente peut être également améliorée par l'utilisation du modèle dynamique des 5M (Milieu, Matière première, Matériel, Main d'œuvre, Méthode). Le développement de la filière lait avec l'organisation des producteurs, la création de centre de collecte et l'utilisation de la chaîne de froid peut permettre de réduire les contaminations.

Références bibliographiques

[1]- Arrêté conjoint de ministre de l'agriculture et du développement rural du ministre de la santé et du ministre de l'industrie du commerce et des Télécommunication N°1737_02 relatif aux normes microbiologiques auxquelles doivent répondre les denrées animales ou d'origine animale 08Avril 2004.

[2]- Circulaire de Mme la ministre de santé Yasmina Baddou de 17 Octobre 2011, Réf DELM/14 relatif à l'organisation et missions des Laboratoires de Diagnostic Epidémiologique et d'Hygiène du Milieu.

[3]- ALAIS (c). Science du lait : principes et techniques laitiers. 4ème éd, Paris: édition SEPAIC 1984,814 p.

[4]- FAVIER (1985) ; Composition du lait de vache-Laits de consommation, <http://www.horizon.documentation.fr>

[5]- POUEME, (2006); Contribution à l'étude de la qualité microbiologique du lait dans la filière artisanale au Sénégal. Thèse : Méd. Vét. Dakar, 23

[6]-FREDOT, (2006) ; Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier: 25 (397 pages).

[7]-VIERLING (2003) ; Aliment et boisson-Filière et produit, 2 édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).

[8]-THIEULIN et VUILLAUME, (1967) ; Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388 pages).

[9]-RHEOTEST (2010) ; Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.

[10]-Veisseyre(R) ;Technologie du lait: Principes des techniques laitières 3ème éd, Paris, SEPAIC, 1975,714 p.

[11]- Alais, (1984) ; Science du lait - principes des techniques laitières. Paris, Editions Sepaic. 4c éd. 814p.

[12]-FAO (2010) ; Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine- Laits de consommation <http://www.horizon.documentation.ird.fr>

[13]-FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, (1998); Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO : Alimentation et nutrition, n°28, ISBN 92-5- 20534-6.

[14]- **BONFOH B., WASEM A., TRAORE A.N., FANÉ A., SPILLMANN H., SIMBÉ C.F., ALFAROUKH I.O., NICOLET J., FARAH Z. & ZINSSTAG J., (2003c)** ; Microbiological quality of cows' milk taken at different intervals from the udder to the selling point in Bamako (Mali). *Food Control*, 14: 495-500.

-**MURINDA SE, NGUYEN LT, NAN HM, ALMEIDA RA, HEADRICK SJ & OLIVER SP. (2004)** ; Detection of sorbitol-negative and sorbitol-positive Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, and *Salmonella* spp. in dairy farm environmental samples. *Foodborne Pathogens and Disease*, 1:97–104.

-**OLIVER SP, JAYARAO BM & ALMEIDA RA. (2005)**; Foodborne pathogens in milk and the dairy environment: food safety and public health implications. *Foodborne Pathogens and Disease*, 2:1115–29

-**ADESIYUN AA, STOUTE S. & DAVID B. (2007)**. Pre-processed bovine milk quality in Trinidad: prevalence and characteristics of bacterial pathogens and occurrence of antimicrobial residues in milk from collection centres. *Food Control*, 18:312–20.

[15]- **AWATIF QAJIA (2013)**. Analyse microbiologique des aliments, Projet de Fin d'Etudes. Faculté des sciences et Technique, Fès

[16]- À PROPOS DU LAIT CRU ... MARS 2014. Filière Wallonne lait et produit laitiers.

[17]- Evaluation de la qualité microbiologique du lait cru dans la région du Gharb, Maroc
Najia Ouazzani Taybi , Amine Arfaoui , and Mohamed Fadli .Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, B.P. 133, Kénitra, Maroc. Institut Royal de Formation des Cadres de la jeunesse et Sport, Route de Meknès, km 12, Salé, Maroc

[18]- **AFNOR., (1985)** ; Contrôle de la qualité des produits laitiers –Analyses physiques et chimiques, 3 édition : 107-121-125-167-251(321 pages).

[19]- **AMARIGLIO (5) (F)** ; Contrôle de la qualité des produits laitiers : analyses physiques et chimiques AFNOR, ITSV, 3ème éd, 1986, 1030 p.

[20]-**POINTURIER H., (2003)** ; La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64 (388 pages).

[21]- **LAMYAE ZOUHAIR (2014)** ; Suivi des paramètres physicochimiques des dérivés laitiers : Viscosité ; Extrait sec dégraissé, pH et Température ; Projet de Fin d'Études ; FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES. FES

[22]- BACTERIOLOGIE MEDICALE TROPICALE ; Institut de Médecine Tropicale ; Nationalestraat, 155 B – 2000 Antwerpen Stichting van Openbaar Nut 0410.057.701 p :8

[23]-Bulletin officiel : Milieu et réactifs de laboratoire pasteur

[24]- Laits de consommation à la mise sur le marché : AM du 30 mars 1994. Critères microbiologiques applicables aux aliments. Deuxième version. République Française ; Direction générale de l'alimentation ; Date : 27 juin 2001

[25]- **AUMAITRE A., (1999).** Quality and safety of animal products. *Livestock-Product. Sci.*, 59, 113–124.

[26]- **CHYE F., ABDULLAH A., AYOB M., (2004)** ; Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia. *Food Microbiology*, 21, 535–541.

[27]- **BONFOH B., FANE A., STEINMANN P., HETZEL M., TRAORE A.N., TRAORE M., SIM-BE C.F., ALFAROUKH I.O., NICOLET J., AKAKPO J.A., FARAH Z., ZINSSTAG J., (2003a).** Qualité microbiologique du lait et des produits laitiers vendus au Mali et leurs implications en santé publique, 9 pages.

[28]- **AFIF A., FAID M., CHIGR F., NAJIMI M.,(2008).** Survey of the microbiological quality of the raw cow milk in the Tadla area of Morocco. *International Journal of Dairy Technology* 61, No 4 November 2008.

[29]- **H. LABIOUI, L. ELMOUALDI, A. BENZAKOUR, M. EL YACHIOUI, E. BERNY, M. OUHSSINE,** "Étude physicochimique et microbiologique de laits crus", *Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux*, vol.148, pp. 7-16, 2009.

Annexes 1

Gélose Plate Count Agar (PCA)

La gélose glucosée à l'extrait de levure, appelée "Plate Count Agar" ou PCA, est utilisée pour le dénombrement des bactéries aérobies mésophiles. Les substances nutritives apportées par la Tryptone, les facteurs vitaminiques de l'extrait de levure et le glucose (source énergétique) favorisent la croissance de la plupart des bactéries à dénombrer.

Gélose lactosée au désoxycholate lactosée

La gélose lactosée au désoxycholate est un milieu sélectif utilisé pour le dénombrement des bactéries coliformes dans les eaux, le lait, les produits laitiers et les autres produits alimentaires. Ce milieu est également employé pour la différenciation et l'isolement des entérobactéries à partir des prélèvements d'origine animale.

Gélose Baird-Parker au jaune d'œuf et au tellurite de potassium

La gélose de Baird-Parker avec jaune d'œuf au tellurite de potassium est un milieu sélectif utilisé pour la recherche et le dénombrement de *Staphylococcus aureus* dans les prélèvements biologiques d'origine animale, les produits pharmaceutiques, les produits cosmétiques, les produits alimentaires et les eaux

Bouillon cœur-cervelle

Le bouillon cœur-cervelle, milieu nutritif tamponné, est utilisé pour la culture d'une très grande variété de microorganismes aérobies ou anaérobies, incluant levures et moisissures. Il convient aussi pour la mise en évidence de la staphylocoagulase.

Gélose Sulfite de Sodium – Polymixine (SPS)

La gélose Sulfite de Sodium – Polymixine (SPS) est destinée à l'isolement et à la numération des anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) et principalement de *Clostridium perfringens*

Gélose Slanetz et Bartley

La gélose de Slanetz et Bartley est un milieu sélectif utilisé pour le dénombrement des entérocoques intestinaux dans les eaux d'alimentation, les boissons, les eaux usées et divers produits biologiques d'origine animale, par la technique de filtration sur membrane.

Bouillon RAPPAPORT-VASSILIADIS Soja (RVS)

Le bouillon Rappaport-Vassiliadis Soja (RVS) est utilisé pour l'enrichissement sélectif des *Salmonella* dans le lait, les produits laitiers, les autres produits alimentaires, l'eau et dans le cadre des analyses en Santé Animale chez les mammifères.

GELOSE HEKTOEN

La gélose Hektoen est un milieu sélectif permettant l'isolement et la différenciation des entérobactéries pathogènes à partir des prélèvements biologiques d'origine animale, des eaux, des produits laitiers et des autres produits alimentaires.

Milieu	Composition chimique	Mode de préparation
PCA	<ul style="list-style-type: none"> - Tryptone.....5,0g - Extrait autolytique de levure..... 2,0g - Glucose.....1,0g -Agar agar bactériologique.....9,0g 	<ul style="list-style-type: none"> -Mettre en suspension 17,5 g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée ; -Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution ; -Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes ; -Refroidir et maintenir à 44-47°C.
DLC	<ul style="list-style-type: none"> Peptone 10g Désoxycholate de sodium 0,5g lactose 10 g chlorure de sodium..... 5g Citrate de sodium..... 2g Rouge neutre 0,03g Agar 15g 	<ul style="list-style-type: none"> -Ajouter 42,5 g à 1 litre d'eau distillée. -Porter à ébullition lentement en agitant fréquemment. -Faire bouillir 2min. NE PAS AUTOCLAVER.
SLT	<ul style="list-style-type: none"> - Tryptose.....20,0g - Extrait autolytique de levure.....5,0g - Glucose.....2,0g - Phosphate dissodique.....4,0g - Azide de sodium.....0,4g - Chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium.....0,1g -Agar agar bactériologique.....12,0g 	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en suspension 43,5 g de milieu de base déshydraté dans 1 litre d'eau distillée ; - Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution ; - Refroidir et maintenir le milieu à 47°C ;
BP	<p>Composition de base</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tryptone.....10,0 g - Extrait de viande de bœuf.....5,0 g - Extrait autolytique de levure.....1,0 g - Pyruvate de sodium.....10,0 g - Glycine.....12,0 g - Chlorure de lithium.....5,0 g - Agar agar bactériologique.....20,0g - Emulsion de jaune d'oeuf.....47,0 ml - Tellurite de potassium à 3,5%.....3,0 ml 	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en suspension 63,0 g de milieu de base déshydraté dans 1 litre d'eau distillée ; - Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution ; - Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes ; - Refroidir et maintenir à 50°C ; - Ajouter stérilement 50ml d'émulsion de jaunes d'œufs avec tellurite.

SPS	Tryptone.....15g Extrait de levure.....10g Citrate de fer0.5g Sulfite de sodium.....0.5g Sulfadiazine.....0.12g Sulfate de polymyxine B.....0.01g Agar14g	-Verser 40,1 grammes de poudre dans un litre d'eau distillée ; -Porter à ébullition lentement, en agitant jusqu'à complète dissolution ; -Autoclaver 15 minutes à 121°C ; - Liquéfier le milieu dans un bain-marie bouillonnant puis refroidir vers 47°C.
HEKTOE N	Proteose Peptone 12,0 g Extrait de levure 3,0 g Sels biliaires n ° 3..... 9,0 g Lactose..... 12,0 g Saccharose..... 12,0 g Salicine..... 2,0 g Chlorure de sodium..... 5,0 g Thiosulfate de sodium..... 5,0 g Ferric ammonium citrate..... 1,5 g Agar..... 14,0 g Bleu bromothymol..... 65,0 mg Fuchsin acide..... 0,1 g	-Ajouter 76 g de poudre à 1 litre d'eau distillée et laisser reposer 10 min. -Chauffer lentement à ébullition jusqu'à ébullition. -Maintenir l'ébullition quelques secondes. -NE PAS AUTOCLAVER. -Refroidir à 50°C et répartir.

Annexe 2

Tableau IV: Résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de lait cru

N° des quartiers	T (°C)	pH	Densité	Acidité (°D)	Test d'ébullition	Test d'amidon	Extrait sec total (g/L)
1	26	6,7	32	16	Négatif	Négatif	126
2	21	6,8	27	17	Négatif	Négatif	113,688
3	19	6,5	27,5	18	Négatif	Négatif	115,024
4	25	6,8	26	17	Négatif	Négatif	109,096
5	25	6,7	26	16	Négatif	Négatif	111,125
6	20	6,6	30	15	Négatif	Négatif	125,210
7	22	6,8	27	17	Négatif	Négatif	114,361
8	25	6,8	27	17	Négatif	Négatif	115,019
9	23	6,8	27	17	Négatif	Négatif	115,2
10	25	6,8	29,5	17	Négatif	Négatif	126,701
11	22	6,5	31	18	Négatif	Négatif	127,053

Tableau V : Analyses microbiologiques (UFC/ml) de onze échantillons de lait cru

N° des quartiers	FMAT (UFC /ml)	CT (UFC /ml)	CF (UFC /ml)	SA (UFC/ml)	ST (UFC/ml)
1	$1,4 \cdot 10^5$	$2,896 \cdot 10^4$	$2,352 \cdot 10^4$	$2,641 \cdot 10^4$	$1,248 \cdot 10^4$
2	$6,4 \cdot 10^4$	$3,76 \cdot 10^3$	$5,4 \cdot 10^2$	$1,527 \cdot 10^3$	$3,083 \cdot 10^3$
3	$1,842 \cdot 10^5$	$9,6 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^2$	$1,024 \cdot 10^3$	$4,551 \cdot 10^3$
4	$8,057 \cdot 10^4$	$5,235 \cdot 10^4$	$7,761 \cdot 10^3$	10^3	$1,011 \cdot 10^5$
5	$1,208 \cdot 10^6$	$3,954 \cdot 10^4$	$4,093 \cdot 10^5$	$1,161 \cdot 10^6$	$1,642 \cdot 10^5$
6	$7,530 \cdot 10^4$	$4,527 \cdot 10^4$	$1,160 \cdot 10^5$	$1,232 \cdot 10^5$	$1,461 \cdot 10^5$
7	$3,98 \cdot 10^5$	$7 \cdot 10^4$	$9,4 \cdot 10^3$	$3,286 \cdot 10^4$	$1,722 \cdot 10^3$
8	$4,19 \cdot 10^5$	$8,49 \cdot 10^4$	$1,318 \cdot 10^3$	$5,745 \cdot 10^3$	$6,9 \cdot 10^3$
9	$3 \cdot 10^4$	$6,30 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^2$	$1,007 \cdot 10^4$	$4,184 \cdot 10^4$
10	$1,181 \cdot 10^5$	$3,632 \cdot 10^3$	$3,553 \cdot 10^2$	$1,021 \cdot 10^4$	$1,434 \cdot 10^4$
11	$3,05 \cdot 10^5$	10^2	$4,60 \cdot 10^2$	$7,491 \cdot 10^3$	$3,865 \cdot 10^4$