

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOC
Ministère de l'Enseignement Supérieur e



1038THV-1

Université de Blida-1-
Institut des Sciences Vétérinaires



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention
du diplôme de docteur vétérinaire

THEME :

*Contrôle de la qualité physico-chimique et
microbiologique du fromage à pâte molle
(Brie) au niveau de la laiterie de Beni-Tamou*

Réalisé par :

SKENDER Samia

et

MARHOUNI Karima

Devant le jury :

- | | | |
|--------------------------------------|--|----------------------|
| M^{me} BAAZIZE-AMMI D | Maître assistante à ISV de BLIDA | Présidente |
| M^r KEBBAL S | Maître de conférence à ISV de BLIDA | Examineur |
| M^{elle} TARZAALI D | Maître assistante à ISV de BLIDA | Promotrice |
| M^{elle} BEN ZAUCHE A | Maître assistante à ISV de BLIDA | Co-Promotrice |

Promotion : 2014/2015

REMERCIEMENTS

Nous tenons en premier lieu à remercier le Bon Dieu tout puissant Allah qui nous a donné la force et le courage de mener à bien ce travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude et nos remerciements dévoués à :

Notre promotrice M^{elle} TARZAALI D Maître assistante à l'institut des sciences vétérinaires de l'université de Blida, pour ces conseils précieux, ces orientations et surtout sa patience et sa disponibilité tout au long de notre travail.

Notre Co-Promotrice M^{elle} BEN ZAOUCHE A Maître assistante à ISV de BLIDA de nous avoir aidé dans la réalisation de ce travail.

Nous remercions chaleureusement :

M^{me} BAAZIZE-AMMI D, maître assistante à l'institut des sciences vétérinaires de l'université de Blida, pour avoir présidé le jury, ainsi que :

M^r KEBBAL S, maître de conférence à l'institut des sciences vétérinaires de l'université de Blida, pour avoir examiné le présent mémoire.

Nous remercions énormément M^r BENCHABANE Mustapha, le responsable de l'atelier des pâtes molles de la laiterie de Beni-Tamou de nous avoir facilité l'accès au laboratoire de la laiterie et toute l'équipe du laboratoire de microbiologie et de physico-chimie pour leur aide consentie pour la réalisation de ce travail.

Enfin, Que toute personne ayant contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire trouve ici l'expression de nos sincères remerciements.

Dédicaces

Je dédie le présent mémoire à mes chers parents à qui je dois tout ce travail qui est le fruit de leur amour, leurs encouragements et sacrifices.

A ma chère maman : femme de courage, et soutien de tous les moments, seul Allah te comblera pour ton amour et ton sens du partage.

A mon cher papa : Tu as dépensé toute ta vie pour assurer une éducation exemplaire à tes enfants ; reçois ici toute la reconnaissance de ta fille et les mérites de ton sacrifice.

A mon adorable petite sœur : Sarah.

A mes chers frères : Abderrahmane et Abdenour.

A mes tantes les biens aimés : Soumia Nabila et Noria qui m'apportent leurs joies à chaque fois que je les voie.

A tous mes oncles ; cousins et cousines qui m'ont aidé, encouragé, soutenu, et surtout aimé.

A ma très chère binôme Karima et sa famille.

A tous mes amies pour tous les moments que nous avons partagé depuis tant d'années.

Que Dieu nous réunisse dans son vaste paradis inchaaAllah.

SAMIA



Dédicaces



Louange à ALLAH, maitre de l'univers paix et salut sur notre prophète Mohamed.

A MES PARENTS :

A ma très chère mère qui m'a éclairé mon chemin et m'a encouragé et soutenu tout au long de ma vie ; A Mon cher père qui m'a épaulé par son aide, soutien et encouragement. Soyez assuré de mon profond respect et amour.

A mon mari :

Ibrahim pour avoir supporté les moments difficiles et ma mauvaise humeur de certains jours, et pour partager maintenant ce moment de bonheur inchaaAllah.

A mes chers frères : Hamza et Amin.

A mes chères sœurs : Imen et Souhila; pour leur affection, compréhension et patience.

A tous mes amis, que j'apprécie beaucoup en particulier FAZIA.

A ma sœur et mon binôme : SAMIA ET SA FAMILLE ; j'espère que notre amitié durera pour toujours.

A mes camarades de promotion 2015.

A toute personne qui m'a aidé un jour à réussir jusqu'ici, en espérant être toujours à la hauteur de leurs attentes et de leurs espérances.

KARIMA

LISTE DES ABREVIATIONS

Abs : absence.

ANP : Azote Non Protéique.

ASR: Spores d'anaérobies Sulfito-réducteurs.

°C: Degré Celsius.

Ca/P: calcium / phosphore.

Ca: calcium.

CF: Coliformes fécaux.

Cl : chlore.

cm: centimètre.

CT: Coliformes totaux.

EPT: eau peptonnée tamponnée.

EST : extrait sec total.

FAO: Food and Agricultural Organization.

FDA: Food and drug administration.

g: gramme.

g / l : gramme par litre.

G/S: gras / sec.

H : heur.

JORA : journal officiel de la république Algérienne.

K : potassium.

L : litre.

Lb : Lactobacillus delbruckii ssp. bulgaricus.

m : la norme décrite par J.O.R.A.

M : le seuil d'acceptabilité.

MG : matière grasse.

Mg : Magnésium.

mg : milligramme.

Min: minute.

ml : millilitre.

mm : millimètre.

µm : Micromètre

N° : numéro.

LISTE DES ABREVIATIONS

Na : Sodium.

P : phosphore.

pH : potentiel hydrogène.

% : Pourcentage.

S: soufre.

SFB : bouillon d'enrichissement au sélénite de sodium et à la cystéine.

St : Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus.

Staph aureus: Staphylococcus aureus.

TSE: tryptone sel eau.

UHT : Ultra Haute Température.

VRBL : milieu lactosée bilié au cristal violet et au rouge neutre.

LISTES DES TABLEAUX ET FIGURES

1. Liste des tableaux

Tableau I : Composition moyenne du lait de vache.	3
Tableau II : Concentration moyenne des minéraux du lait cru.	5
Tableau III : Composition recommandée et optionnelle des ferments du yaourt.	8
Tableau IV : Composition moyenne comparée du lait et des fromages.	9
Tableau V : Différents types des fromages.	11
Tableau VI : Principaux fromages à pâte molle.	13
Tableau VII : Résultats des analyses physico-chimique du fromage Brie.	23
Tableau VIII : Normes J.O.R.A pour le Brie.	24
Tableau IX : Classement des résultats physico-chimiques par rapport aux normes J.O.R.A.	24
Tableau X : Résultats des analyses microbiologiques du Brie.	26
Tableau XI : Résultats de dénombrement des germes.	27
Tableau XII : Norme J.O.R.A pour fromage Brie.	28
Tableau XIII : Classement des résultats par rapport aux normes.	29
Tableau XIV : Calcule de M pour chaque germe.	30
Tableau XV : Classification de la qualité du fromage étudié.	30

2. Liste des figures

Figure 1 : Étapes essentielles de transformation du lait en fromage.	8
Figure 2 : Classement des résultats physico-chimique de la laiterie par rapport aux normes J.O.R.A.	25
Figure 3 : Représentation des résultats microbiologiques.	28
Figure 4 : Représentation graphique des résultats par rapport aux normes.	29

RESUME

Le brie est un fromage à pâte molle et à croûte fleurie blanche, il est fabriqué par le lait de vache cru, sa production doit être contrôlée afin de donner au consommateur une garantie d'un produit de bonne qualité.

Cette étude a été conduite dans le but de contrôler la qualité physico-chimique et microbiologique du fromage à pâte molle type Brie.

64 échantillons de ce fromage ont été analysés au niveau de la laiterie de Beni Tamou pour atteindre l'objectif initial.

Les résultats ont montré que la qualité physico-chimique est convenable et proche des normes.

L'analyse microbiologique a indiqué qu'il y a une forte contamination par les coliformes totaux et fécaux et une absence de germes pathogènes. La moitié des échantillons présentent une valeur insatisfaisante et cela signifie que la qualité microbiologique du fromage étudié est médiocre.

Mots clés : Fromage Brie, qualité physico-chimique, qualité microbiologiques.

ABSTRACT

Brie is a soft and white Bloomy Rind cheese, it is manufactured by the raw cow milk, its production must be controlled in order to give the consumer a guarantee of a product of good quality.

This study was conducted for the purpose of the physico-chemical quality control and microbiological soft cheese type Brie.

64 samples of cheese were analyzed at the level of the dairy of Beni Tamou to achieve the original objective.

The results show that the physico-chemical quality is adequate and close to standards.

Microbiological analyses indicate that there is a strong total and fecal coliform contamination and an absence of pathogenic germs. Half of the samples have an inadequate value and this means that the microbiological quality of the studied cheese is mediocre.

Key words: Brie cheese, physico-chemical quality, microbiological quality.

المخلص

البري هو جبن طري قشرته مزهرة و بيضاء مصنوع من حليب البقر الخام يجب ان يخضع انتاجه لمراقبة صارمة و هذا لإعطاء المستهلك ضمانة منتوج من النوعية الرفيعة

أجريت هذه الدراسة لغرض مراقبة النوعية الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية لجبن من نوع بري تم تحليل 64 عينة من الجبن على مستوى ملبنة " بني تامو" لتحقيق الهدف الأصلي بينت النتائج أن النوعية الفيزيوكيميائية مرضية وقريبة من المعايير أشار التحليل الميكروبيولوجي إلى أن هناك تلوث قوي بالقولونيات و القولونيات البرازية ، وعدم وجود الجراثيم المسببة للمرض نصف العينات لها قيمة غير مرضية وهذا يعني أن الجودة الميكروبيولوجية للجبن المدروس متوسطة

الكلمات الرئيسية : جبن بري ، الجودة الفيزيوكيميائية ، الجودة الميكروبيولوجية

SOMMAIRE

Introduction	1
--------------	---

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : LE LAIT ET L'INDUSTRIE DE TRANSFORMATION LAITIÈRE

1.1. Le lait	2
1.1.1. Définition	2
1.1.2. Composition du lait de vache	2
1.1.2.1. L'eau	4
1.1.2.2. Lactose	4
1.1.2.3. Matière grasse	4
1.1.2.4. Matière azotée	4
1.1.2.5. Matière minérale	4
1.1.2.6. Enzyme	5
1.1.2.7. Vitamines	5
1.1.3. Différents types de laits	5
1.1.3.1. Lait cru	5
1.1.3.2. Lait traité thermiquement	5
1.1.3.3. Lait Concentré	6
1.1.3.4. Lait infantiles	6
1.1.3.5. Lait en poudre	6
1.2. Industrie de transformation laitière	6
1.2.1. Généralités sur l'industrie laitière Algérienne	6
1.2.2. Produits laitiers fermentés	7
1.2.2.1. Lait fermenté	7
1.2.2.2. Yaourt	7
1.2.2.3. Fromage	8

CHAPITRE 2 : Le fromage

2.1. Définition	9
2.2. Différents types de fromages	10
2.2.1. Fromage à pâte fraîche	11
2.2.2. Fromage à pâte pressé	12
2.2.2.1. Fromage à pâte pressé non cuite	12

SOMMAIRE

2.2.2.2 Fromage à pâte pressé cuite	12
2.2.3. Fromage à pâte molle	12
2.2.3.1. Définition	12
2.2.3.2. Différents types de fromages à pate molle	12
2.2.3.3. Brie	14
2.2.3.3.1. Définition	14
2.2.3.3.2. Différents types de brie	14
2.2.3.3.3. Fabrication du brie	14
2.2.3.4. Procédé de fabrication de fromage type pate molle	15
2.2.3.4.1. Filtration	15
2.2.3.4.2. Standardisation	15
2.2.3.4.3. Homogénéisation	15
2.2.3.4.4. Pasteurisation	15
2.2.3.4.5. Maturation	15
2.2.3.4.6. Coagulation	16
2.2.3.4.7. Egouttage	16
2.2.3.4.8. Moulage	16
2.2.3.4.9. Salage	17
2.2.3.4.10. Affinage	17

PARTIE EXPERIMENTALE

1. Lieu et période de stage	18
2. Matériel et méthodes	18
3. Résultats	23
4. Discussion	31
Conclusion	33
Référence bibliographique	
Annexe	

Introduction

INTRODUCTION

Le fromage est le nom générique pour un groupe de produits alimentaires à base de lait fermenté, fabriqué dans une grande diversité de saveurs et de formes dans le monde entier [30]. Au cours de la dernière décennie sa consommation a augmenté sensiblement dans la plupart des pays, mais reste variante d'un endroit à un autre, cette variation évidente est considérable [24].

En Algérie, les laits fermentés et les fromages sont fabriqués traditionnellement le plus souvent par les femmes à la maison et servent à l'autoconsommation [52].

Plusieurs produits traditionnels sont en voie de disparition pour différentes raisons dont la non disponibilité fourragère, l'exode rural et le changement des habitudes alimentaires [3].

Il est bien établi que la qualité du fromage dépend considérablement du type et de la qualité du lait utilisé avec d'autres facteurs [67]. Les microorganismes existant dans notre environnement vont trouver dans le lait un substrat idéal pour leur développement [44], cette composante microbienne, qualifiée de naturelle ou indigène permet de préserver la typicité et une certaine diversité sensorielle des fromages [66].

Tous les produits finis, doivent subir des analyses physico-chimiques et microbiologiques, avant l'autorisation de leurs commercialisation, dans ce contexte le travail présenté dans ce mémoire vise à fixé les objectifs suivants :

- Evaluation des paramètres physico-chimiques fromage à pâte molle « Brie ».
- Analyse microbiologiques du fromage à pâte molle « Brie ».
- Vérification de la conformité du produit fini selon les normes.

Partie
bibliographique

1.1. Le lait

1.1.1. Définition

Le lait est un fluide aqueux opaque, blanc, d'une saveur douceâtre et d'un pH (6.6 à 6.8) légèrement acide, proche de la neutralité, il peut être considéré comme une émulsion de matière grasse dans une solution aqueuse [4]. Le terme lait sans aucun qualificatif est réservé au lait de vache [31].

Selon DEFORGES et AL [22], le lait cru est un lait non chauffé au-delà de 40°C ni soumis à un traitement non thermique d'effet équivalent notamment du point de vue de la réduction de la concentration en micro-organismes.

1.1.2. Composition du lait de vache

Le lait de vache est un lait caséineux. Les données sont des approximations quantitatives, qui varient en fonction d'une multiplicité de facteurs : race, alimentation, état de santé de l'animal, période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite [56]. Sa composition générale est représentée au tableau I.

Tableau I : Composition moyenne du lait cru [6].

	Composition (g/L)	Etat physique des composants
Eau	905	Eau libre (solvant) plus eau liée (3,7%)
Glucides (lactose)	49	Solution
Lipides	35	Emulsion des globules gras (3 à 5 μm)
Matière grasse proprement dite	34	
Lécithine (phospholipides)	0,5	
Insaponifiable (stéroïls, carotènes, tocophérol)	0,5	
Protides	34	Suspension micellaire phosphocaséinate de calcium (0,08 à 0,12 μm) Solution (colloïdale) Solution (vraie)
Caséine	27	
Protéines solubles (globulines, albumines)	2,5	
Substances azotées non protéiques	1,5	
Sels	9	Solution ou état colloïdale
De l'acide citrique (en acide)	2	
De l'acide phosphorique (P ₂ O ₃)	2,6	
Du chlorure de sodium (NaCl)	1,7	
Constituants divers (vitamines, enzymes, gaz dissous)	Traces	
Extrait sec non gras	127	

1.1.2.1. Eau

L'eau est l'élément quantitativement le plus important : 900 à 910 g par litre. En elle sont dispersés tous les autres constituants du lait, ceux de la matière sèche [50].

Elle forme une solution vraie avec les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum [60].

1.1.2.2. Lactose

La quasi-totalité des glucides contenus dans le lait est sous forme de lactose [31] C'est le solide blanchâtre qui est en solution vraie dans le sérum du lait [70].

Le lactose est fermentescible par de nombreux micro-organismes et il est à l'origine de plusieurs types de fermentations pouvant intervenir dans la fabrication de produits laitiers [54].

1.1.2.3. Matière grasse

La matière grasse ou taux butyreux représente 25 à 45 g par litre [46].

Elle se compose principalement de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol [70].

1.1.2.4. Matière azotée

Le lait de vache contient en moyenne 35g/l de matières azotées [28]. La matière azotée du lait englobe deux groupes, les protéines et les matières non protéiques [34] dont les protéines représentent 95% et les matières azotées non protéiques représentent 5% [47].

1.1.2.4.1. Azote non protéique (ANP)

L'ANP correspond à toutes les molécules renfermant de l'azote, autres que les protéines [64] Elles sont composées en grande majorité d'urée (36 à 80 %) [16].

1.1.2.4.2. Protéines

C'est la fraction la plus importante (93 à 95%) [39] ; ces protéines existent sous un grand nombre de structures différentes. Elles peuvent être subdivisées en deux grandes catégories, les protéines solubles dites protéines du lactosérum et les caséines [18].

1.1.2.5. Matière minérale

La matière minérale du lait (7g à 7,5g/l) est fondamentale d'un point de vue nutritionnel et technologique [46].

Les minéraux sont présents soit en solution dans la fraction soluble, soit sous forme liée dans la fraction insoluble (ou colloïdale) [39]. Le tableau II représente les constituants majeurs des matières salines du lait cru (g/litre).

Tableau II : Concentration moyenne des minéraux du lait cru [38].

Minéraux	K	Ca	Cl	P	Na	S	Mg
mg/100ml	141	123	119	95	58	30	12

1.1.2.6. Enzymes

Ce sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques [15]. Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases (oxydases) et les oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température [70].

1.1.2.7. Vitamines

Ce sont des molécules complexes, de structures variées ayant un rapport étroit avec les enzymes dont elles jouent un rôle de coenzyme [35] ; On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (B et C), et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E, K) [31]. D'une manière générale, le lait ne permet pas de satisfaire tous les besoins vitaminiques. Ce sont surtout les vitamines A, B1, B2; qui constituent la valeur nutritive du lait [42].

1.1.3. Différents types de lait

1.1.3.1. Lait cru

C'est un produit intéressant sur le plan de nutrition puisqu'il n'a subi aucun traitement d'assainissement, sa production et sa commercialisation doivent être sévèrement contrôlée en raison des risques qu'il peut encore présenter pour la santé [47]. Sa durée de conservation est de 48 heures après conditionnement, ce qui constitue sa date limite de consommation [69].

1.1.3.2. Lait traité thermiquement

1.1.3.2.1. Lait pasteurisé

Il se conserve plus longtemps que le lait cru grâce à la pasteurisation. Cette technique consiste à chauffer à une température située entre 72 °C et 85 °C, le chauffage doit durer 15 secondes et cela permet de détruire les bactéries indésirables et nocives. Le lait est ensuite refroidi et embouteillé [69].

1.1.3.2.2. Lait stérilisé

C'est un lait conditionné stérilisé dans un récipient hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes par la chaleur. La stérilisation est réalisée à une température de 100 à 120 °C pendant 20 minutes [46].

1.1.3.2.3. Lait UHT

Le traitement UHT (Ultra- Haute -Température) consiste à mètre le lait pendant 1 ou 2 secondes au moins à 140-150 °C. Le lait doit être stocké à basse température (inferieur à 6°C) [36].

1.1.3.3. Lait Concentré

Après pasteurisation, le lait est soit évaporé, homogénéisé et stérilisé dans un emballage étanche, par exemple 2 secondes à 150°C (lait concentré non sucré), soit sucré pendant ou avant l'évaporation et emballé sans stérilisation (lait concentré sucré). Le lait concentré peut être altéré par des moisissures, des levures ou des microcoques [36].

1.1.3.4. Lait infantile

Les divers constituants de lait infantile, qu'ils soient d'origine laitière ou non sont mélangés en proportion voulu en phase liquide (eau, lait, lactosérum et crème) puis homogénéisés. Le lait est ensuite séché pour obtenir un lait en poudre [27].

1.1.3.5. Lait en poudre

Il se conserve un an, emballage fermé, dans un lieu sec et frais. Pour fabriquer le lait en poudre, on commence par pasteuriser et concentrer le lait. Ensuite, le lait est pulvérisé dans une enceinte parcourue par un grand courant d'air très chaud, l'évaporation de l'eau est instantanée [2].

1.2. Industrie de transformation laitière**1.2.1. Généralités sur l'industrie laitière Algérienne**

La consommation des produits laitiers a connu une croissance continue; l'Algérie étant le premier consommateur du lait au sein du grand Maghreb [7].

En Algérie, le produit fabriqué est, en majeure partie, un lait reconstitué en usine. Il peut être Entier (28g/L de matière grasse), partiellement-écrémé (15 à 20g/L de matière grasse) ou écrémé (0g/L de matière grasse). Ce lait est ensuite conditionné en sachet polypropylène, en bouteille et tétra-pack [43].

Le lait constitue la matière première d'un grand nombre de produits obtenus à l'aide de procédés variés, essentiellement de nature physique et ou biochimique.

La conservation du lait et des produits qui en sont issue constitue une préoccupation majeure de la production à la consommation [27].

1.2.2. Produits laitiers fermentés

1.2.2.1. Lait fermenté

Les laits fermentés sont consommés depuis la plus haute antiquité [55]. Ce sont des produits laitiers transformés par une fermentation essentiellement lactique qui aboutit à l'acidification et à la gélification du lait [13].

1.2.2.1.1. L'ben

L'ben est un produit lacté classé dans la catégorie « lait fermenté » très répandu en Algérie où il est consommé aussi bien à la campagne qu'en ville. Sa fermentation lactique lui donne son arôme naturel et sa saveur inimitable [68].

L'acidification est provoquée par ensemencement des ferments lactiques mésophiles. Le lait qui sert à la préparation du L'ben est reconstitué. Il subit une pasteurisation à 84°C pendant 30 secondes, puis refroidi à 22°C etensemencé de levain lactique [14].

1.2.2.1.2. Raïb

Le Raïb a une très ancienne tradition en Algérie; il s'agit d'un lait fermenté entier qui est fabriqué à partir du lait cru de vache ou de chèvre. La fermentation du lait, comme de nombreux procédés traditionnels de fermentation, est spontanée et incontrôlée et pourrait être une source précieuse des bactéries lactiques autochtones [51].

1.2.2.2. Yaourt

Le yaourt est un lait fermenté obtenu exclusivement par la coagulation du lait sous l'action de deux bactéries : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* [62]. (Voir Tableau III). Les microorganismes du produit final doivent être viables et abondants [27].

Tableau III : Composition recommandée et optionnelle des ferments du yaourt [40].

Composition standard recommandée par la FDA (Food and drug administration)	Ferments additionnels du yaourt
Streptococcus salivarius ssp. thermophilus (St). Lactobacillus delbrückii ssp. bulgaricus (Lb).	Lactobacillus acidophilus Lactobacillus casei Lactobacillus helveticus Lactobacillus jugurti Lactobacillus lactis Bifidobacterium longum Bifidobacterium bifidum Bifidobacterium infantis

1.2.2.3. Fromage

Les fromages sont des formes de conservation et de stockage ancestral de la matière utile du lait dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont très appréciées [42]. La transformation du lait en fromage comporte quatre étapes essentielles (Voir figure 1).

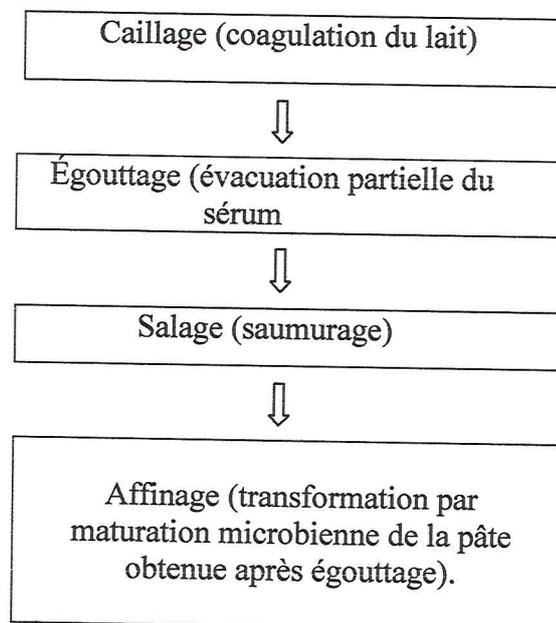


Figure 1 : Étapes essentielles de transformation du lait en fromage [59].

2.1. Définition

Le fromage correspond à une véritable conserve alimentaire, obtenue grâce à l'élimination plus au moins poussée de l'eau du lait et de la récupération des matières sèches [17]. Il est fabriqué à partir de lait de vache principalement mais aussi de brebis, de chèvre ou de bufflonne [48].

Ce produit est un aliment de base, riche en graisses, protéines, calcium et phosphore à longue conservation en comparaison de la durée de conservation du lait à partir duquel il est fabriqué (Voir tableau IV) [1].

Tableau IV : Composition moyenne comparée du lait et des fromages [1].

	Lait	Fromage
Eau	Environ 87%	Éliminée en partie par la fabrication. Teneur en eau varie de : 35% (pâte cuite dure) 50% (pâte molle) 80% (fromage frais)
Glucides	Lactose 5% Les ferments lactiques transformant le lactose en acide lactique, ce sucre peut être également transformé en alcool.	Pratiquement éliminé avec l'eau par la fabrication.
Lipides	Environ 4% Sous forme de globules gras très petits en émulsion dans le liquide ; Ce sont en majeure partie des triacylglycérols (beaucoup d'oléine) avec un peu de lécithines.	Se retrouvent dans la majorité des fromages sauf dans les fromages maigres : 23% fromages à pâte molle. 30% fromage à pâte dure.

Protéines	<p>Environ 3,5%</p> <p>Les plus importantes en quantités sont les caséines : 3%</p> <p>Les protéines du sérum sont aussi d'un apport non négligeable.</p>	<p>La caséine coagulant avec la présure, est l'élément essentiel de tous les fromages</p> <p>18% fromages à pâte molle.</p> <p>19% fromages blancs au lait écrémé.</p> <p>24% fromages à pâte fermé.</p>
Minéraux	<p>Très intéressante en valeur minérale car très riche en calcium et en phosphore.</p> <p>Le calcium étant plus abondant que le phosphore, le rapport CA/P = 1,39 donc le lait est recalifiant.</p> <p>Contient aussi potassium et chlore de sodium.</p> <p>Pas de fer.</p>	<p>Grande richesse en calcium et en phosphore, surtout dans les fromages à pâte ferme.</p> <p>Rapport CA/P = 1,26 en moyenne, donc aliment recalifiant.</p> <p>Plus au moins riches en chlorures de sodium selon leur fabrication.</p>
Vitamines	<p>-B1 en petite quantité.</p> <p>-B2 assez importante.</p> <p>-C en quantité variable dans le lait frais, mais pratiquement détruite au contact de l'air durant les manipulations et le transport.</p> <p>-A en quantité importante dans la matière grasse, donc absente dans les laits écrémés.</p> <p>-D en quantité variable selon la saison.</p>	<p>Les fromages fermentés à pâte molle, notamment les fromages bleus, sont de bonnes sources de vitamines B, du fait des synthèses réalisées par les moisissures.</p> <p>Se trouve dans le fromage selon la teneur en matières grasses.</p>

2.2. Différents types de fromages

On peut regrouper les fromages en 03 catégories (Voir tableau V).

Tableau V : Différents types des fromages [48].

Type de fromage	Fromage de type lactique	Fromage de type présure	Fromage de type mixte
Caractéristiques	<p>Obtenus essentiellement par coagulation biologique appelé aussi coagulation lactique ou coagulation par acidification.</p> <p>Ce sont des fromages à pâte fraîche.</p> <p>Ils sont fabriqués à une température qui va de 16 à 23°C.</p> <p>Ce type de fromage demande pour sa fabrication 3 à 10 ml de présure pour 100 l de lait.</p>	<p>Obtenus essentiellement par coagulation chimique appelé aussi coagulation par l'action des enzymes (la présure).</p> <p>Ce sont des fromages à pâte pressé, à pâte forme cuite.</p> <p>Ils sont fabriqués à une température qui va de 34 à 40°C.</p> <p>Ce type de fromage demande pour sa fabrication 25 à 35ml de présure pour 100 l de lait.</p>	<p>Obtenus par coagulation chimique et coagulation biologique.</p> <p>Ils sont obtenus par les deux méthodes de manière équivalente.</p> <p>Ce sont des fromages à pâte mole.</p> <p>Ce type de fromage demande pour sa fabrication 15 à 25ml de présure pour 100 l de lait.</p>

2.2.1. Fromage à pâte fraîche

La pâte fraîche est la base de tout fromage, et existe au début de tout processus de fabrication, avant toute fermentation et tout affinage. La pâte fraîche est faite à partir de lait et pour certains de petit-lait (lactosérum) tiré du lait entier ou écrémé [48].

2.2.2. Fromage à pâte pressé

2.2.2.1. Fromage à pâte pressé non cuite

Les fromages à pâte pressé non cuite ou demi-ferme subissent une période d'affinage assez longue à atmosphère fraîche et très humide, les fromages à pâte demi-ferme (cheddar, cantal....) ont une consistance dense et une pâte de couleur jaune pâle. Ils contiennent entre 40 et 60 % d'humidité [12].

2.2.2.2 Fromage à pâte pressé cuite

Les fromages à pâte pressé cuite ou pâte dure, sont des fromages pour les quels, après pressage, le caillé est chauffé à 65°C, puis laissé à l'affinage.

Le terme cuite se dit d'un fromage dont le caillé subit un chauffage au moment de son tranchage, lorsqu'il est thermisé, le lait est chauffé à environ 65°C, ce qui ne détruit qu'une partie de la flore, lorsqu'il est pasteurisé, le lait est chauffé de 72 à 85°C pendant 20 secondes maximum, puis refroidi immédiatement à 4°C .Cette procédure détruit la flore naturellement présente dans le lait , et nécessite donc un réensemencement en flore standardisée , ce qui peut avoir pour les industriels l'avantage d'obtenir un goût régulier et une texture régulière [48].

2. 2.3. Fromage à pâte molle

2.2.3.1. Définition

Les fromages à pâte molle sont des fromages affinés ou non, dont la pâte n'est ni cuite ni pressée [70]. Ils doivent leur noms au fait qu'ils soient relativement souple, leur taux d'humidité oscille autour de 50% [20].

2.2.3.2. Différents types de fromages à pâte molle

2.2.3.2.1. Fromages à pâte molle à croûte lavée

Ils sont fabriqués avec du lait cru ou pasteurisé et sont volumineux. Le caillage est mixte et l'égouttage spontané. La lenteur de l'affinage nécessite un lavage de la croûte afin qu'elle reste souple d'où leur appellation de croûte lavée.

Ce lavage s'effectue à l'eau salée qui favorise le développement de certaines bactéries protéolytiques donnant à ces fromages leur goût et leur odeur caractéristique. La croûte devient alors jaune-orangée [31].

2.2.3.2.2. Fromages à pâte molle persillée

Ces fromages sont caractérisés par un développement interne de la moisissure *Penicillium roqueforti*, ces moisissures, en se développant donnent les marbrures vertes ou bleues qui persillent la pâte des fromages [33].

Une pâte persillée bien affinée doit être d'aspect graisseux en surface, avec à l'intérieur des veinures bleues réparties autant que possible dans toute la masse du fromage [20]. Avant l'affinage, ils sont percés de trous très fins pour que le *Penicillium* s'y développe [29].

2.2.3.2.3. Fromages à pâte molle à croûte fleurie

Il se caractérise par une croûte blanche à dorée recouverte d'un duvet de moisissures blanc et feutré appelé fleur qui se développe pendant l'affinage ce qui leur donne le nom de croûte fleurie. Ces aspects duveteux de la croûte est dû à la présence du champignon *penicillium candidum* qui peut être pulvérisé à la surface des fromages en début d'affinage [61].

Les différents types de fromage à pâte molle sont présentés dans le tableau VI.

Tableau VI : Principaux fromages à pâte molle [33].

Type de fromage à pâte molle	Fromages les plus connus de la catégorie
A croûte fleurie	Camembert Brie Coulommiers Carré de l'est Saint Marcellin
A croûte lavée	Pont l'évêque Mont d'or Munster Livarot Maroilles
Persillée	Bleu d'auvergne Bleu de Gex Bleu des causses Roquefort

2.2.3.3. Brie

2.2.3.3.1. Définition

Le brie qui tenait une bonne place dans les foires médiévales de Meaux et de Coulommiers, fut le fromage du peuple avant d'être celui des rois [41]. C'est un fromage à pâte molle, affiné en surface principalement par des moisissures blanches qui se présente sous la forme d'un cylindre plat ou de morceaux dudit cylindre [57].

2.2.3.3.2. Différents types de brie

2.2.3.3.2.1. Brie de Meaux

C'est un fromage à pâte molle et croûte fleurie, qui subit un affinage lent, pendant 1 mois et demi, il se présente sous la forme d'un grand fromage d'un diamètre de 35 cm sur 2,5 cm d'épaisseur [53].

2.2.3.3.2.2. Brie de Melun

C'est un fromage exclusivement fait à partir du lait cru de vache, à pâte Molle légèrement salée, sa croûte est fine et recouverte d'un feutrage blanc parsemé de stries rouges ou brunes [19].

2.2.3.3.2.3. Brie de Nangis

D'un diamètre de 22 cm, d'une épaisseur de 3 cm, sa croûte est blanche, parsemé de stries rouges et brunes et sa pâte jaune d'or [45].

2.2.3.3.2.4. Brie de coulommiers

Fabriqué à partir du lait cru ou pasteurisé il est d'un diamètre inférieur à 13 cm, sa texture crémeuse s'explique par une teneur en matière grasse supérieure [41].

2.2.3.3.3. Fabrication du brie

Pour obtenir les bonnes proportions en matière grasse, le lait cru est battu et écrémé. Le mélange obtenu est mis au repos après avoir été emprésuré caillé puis placé en moules circulaires dans un local à 30 °C et au taux d'humidité très élevé. Retourné sur des « pailles sèches » recouvert d'un « paillon » égoutté lentement et salé selon un dosage précis, il est finalement affiné. L'affinage consiste, tout d'abord, à pulvériser du pénicillium sur le fromage

pour accélérer le « fleurissement » de sa croûte toute en le laissant en salle d'affinage à 12°C pendant au moins quatre semaines en le retournant régulièrement à la main [45].

2.2.3.4. Procédé de fabrication de fromage type pâte molle

2.2.3.4.1. Filtration

La filtration vise à ce que le produit final soit entièrement exempt de poil d'animaux, de poussières et de débris de terre [9].

2.2.3.4.2. Standardisation

La standardisation consiste à donner au lait la composition correspondante à celle du fromage à élaborer, elle est réalisée par un ajustement de la teneur en matière grasse et parfois du taux de protéines [1].

2.2.3.4.3. Homogénéisation

C'est un traitement qui a pour but de pulvériser (désintégrer) les globules de matière grasse en globules plus petites. Ce phénomène mécanique permet de retarder la remontée des globules (séparation du gras ou écrémage spontanée) et d'assurer ainsi une meilleure homogénéité des produits contenant de la matière grasse [49].

2.2.3.4.4. Pasteurisation

C'est un traitement thermique du lait, il permet l'élimination des germes pathogènes du lait, se fait à une température de 72°C pendant 15 secondes pour ne pas altérer les propriétés organoleptiques du lait [48].

2.2.3.4.5. Maturation

Elle a pour but d'améliorer le lait en tant que milieu de culture pour les bactéries lactiques et d'amener le lait à son pH optimum d'emprésurage. Secondairement, elle contribue à reconstituer les équilibres physico-chimiques du lait ayant pu être perturbé par des traitements antérieurs (réfrigération principalement). Il existe diverses méthodes de maturation dont le choix est fonction de la qualité du lait reçu, de l'organisation du travail et de la nature du fromage [10].

2.2.3.4.5.1. Maturation froide

La maturation froide consiste àensemencer le lait avec un ferment lactique mésophile à des doses très faibles. On laisse reposer le laitensemencé de 12 à 18 heures à une température de 10 à 15°C. On peut procéder avant la maturation froide à une thermisation ou à une pasteurisation [70].

2.2.3.4.5.2. Maturation chaude

La maturation chaude diffère de la maturation froide par son taux d'inoculation plus élevé, environ 10 fois plus élevé, par sa température comprise entre 20 et 40°C et par sa durée qui ne dépasse pas 60 minutes [70].

2.2.3.4.6. Coagulation

C'est une modification physico-chimique des micelles de caséines, entraînant la transformation du lait en gel [26]. Elle est liée étroitement à la déstabilisation structurale de la micelle de caséine [32].

La coagulation, dans ce type de fromage, est mixte : elle est obtenue par l'action conjuguée de la voie acide (acidification lactique ou pré-maturation par des ferments lactique mésophiles) et de la voie enzymatique (présure) [42].

2.2.3.4.7. Egouttage

C'est l'élimination progressive du lactosérum qui s'accompagne de la rétraction et d'un durcissement du gel. Il conduit à un caillé dont l'extrait sec est plus ou moins élevé, et qui correspond au fromage formé [17].

L'égouttage est le résultat de deux phénomènes physiques différents [56].

- **Synérèse** : qui correspond à la contraction spontanée du coagulum sous l'action de trois facteurs : la température, la présure et l'acidification.
- **Facteurs mécaniques** : le décaillage qui consiste à découper le caillé afin de faciliter la sortie du sérum, et le brassage qui permet d'accroître l'égouttage du caillé.

2.2.3.4.8. Moulage

Le moulage est réalisé après soutirage de 20 à 30 % du lactosérum, pour répartir un mélange homogène caillé/lactosérum à l'intérieur des moules. Il permet de poursuivre

l'égouttage et donc l'élimination du sérum, ainsi pour donner une forme précise aux fromages [42].

2.2.3.4.9. Salage

Son rôle est non seulement gustatif, mais également d'améliorer l'égouttage et de permettre une meilleure conservation en prévenant la prolifération des bactéries [29]. Deux méthodes de salage sont couramment utilisées [42] :

- la première est le salage en masse, qui consiste à saupoudrer ou à frotter régulièrement chacune des surfaces de fromage avec du sel ;
- la deuxième est le salage en saumure réalisée en plongeant les fromages dans un bac de saumure, pendant un temps qui varie suivant la taille des pièces, la concentration en sel et la température de la saumure.

2.2.3.4.10. Affinage

L'affinage du caillé est la dernière étape de fabrication qui permet d'obtenir les caractéristiques organoleptiques du fromage [21]. C'est la transformation biochimique des constituants du caillé sous l'action d'enzymes, pour la plupart, d'origine microbienne [25].

Au cours de l'affinage, il y a dégradation plus ou moins poussée de la caséine mais aussi des matières grasses. L'oxygène, l'humidité et la température d'entreposage jouent un rôle très important [37].

*Partie
expérimentale*

Matériel et méthodes

Le but de notre travail vise à contrôler la qualité physico-chimique et microbiologique du produit fini qui est le fromage à pâte molle « Brie » et de vérifier sa conformité selon les normes au niveau de la laiterie de Beni-Tamou située dans la wilaya de Blida.

1. Lieu et période de stage

Notre étude a été menée durant la période s'étalant du mois de mars jusqu' au mois de mai 2015 au niveau du laboratoire de contrôle de qualité de la laiterie de Beni-Tamou.

Cette laiterie qui est un véritable complexe industriel campé sur un terrain de sept hectares, faisait la fierté de Blida. Elle couvrait toute la région en lait et en produits laitiers de grande qualité ; elle fut reprise par le groupe Lactalis et la laiterie Soummam.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Matériel biologique

Les essais sont menés sur un nombre total de 64 échantillons du produit fini du fromage Brie dans le cadre du contrôle de qualité systématique de la laiterie.

2.1.2. Matériel non biologique

Le matériel employé est mentionné dans l'annexe 1.

2.2. Méthodes

2.2.1. Prélèvement et échantillonnage

Les prélèvements sont réalisés le jour de leur emballage, 2 à 3 échantillons (selon la quantité fabriquée) de chaque lot sont pris en double au hasard pour effectuer les analyses physico-chimiques et microbiologiques selon les normes de J.O.R.A 1998.

2.2.2. Analyses physico-chimiques

Des analyses physico-chimiques ont été réalisées, afin de caractériser le fromage, il s'agit de :

- La mesure du pH.
- La détermination de l'extrait sec totale.
- La détermination du taux de matière grasse (MG).
- La détermination du gras/ sec.

2.2.2.1. Mesure du pH

Les mesures du pH sont réalisées avec un pH-mètre en introduisant directement les deux sondes (pH et température) dans un échantillon de fromage après avoir été broyé.

2.2.2.2. Mesure de l'extrait sec totale

Le principe consiste à l'élimination de l'eau contenu dans le produit à l'aide d'un dessiccateur et de peser son résidu.

➤ Mode opératoire

La détermination de l'extrait sec totale est réalisée selon les étapes suivantes :

- Une prise d'essai de 4g de fromage est étalée sur toute la surface d'une capsule en aluminium après avoir éliminé sa croûte.
- Introduit la capsule dans le dessiccateur à une température de 105°C durant 20 min.
- La teneur de l'extrait sec totale est donnée directement par l'afficheur du dessiccateur.

2.2.2.3. Mesure du taux de la matière grasse

La matière grasse est déterminée par la méthode de Gerber dite la méthode acido-butyrométrique.

Cette méthode consiste à l'utilisation de l'acide sulfurique qui va dissoudre les protéines du fromage ; et l'addition de l'alcool isoamylique afin de favoriser la séparation de matière grasse par centrifugation au butyromètre.

➤ Mode opératoire

L'appréciation du taux de matière grasse se fait selon les étapes suivantes :

- A l'aide d'une raclette métallique débarrasser la croûte superficielle de l'échantillon à analyser puis écraser le à l'aide d'un broyeur pour fromage.
- Dans un godet préalablement taré peser 3g de l'échantillon préparé et l'introduire dans le butyromètre.
- Ajouter de l'acide sulfurique jusqu'à ce que le niveau d'acide atteigne les 2/3 de la chambre du butyromètre et mettre ce dernier dans le bain marie pendant 5 min.
- Retirer le butyromètre du bain marie et l'agiter pendant 10 secondes puis le remettre dans le bain marie.
- Ajouter 1 ml d'alcool isoamylique après avoir enlevé le butyromètre du bain d'eau et agiter pendant 3 secondes.
- Ajouter de l'acide sulfurique jusqu'à ce que le niveau de graduation atteigne 35 % puis agiter pendant 10 secondes.
- Mettre à nouveau le butyromètre dans le bain marie pendant 5 minutes.
- Centrifuger le butyromètre pendant 10 min puis le remettre dans le bain marie.
- Le taux de la matière grasse est lu directement par la graduation du butyromètre.

2.2.3. Analyses microbiologiques du fromage fabriqué (Brie)

Nous avons effectué des analyses microbiologique sur notre fromage fabriqué afin d'estimer sa charge microbienne compte tenu des règlements sanitaires.

Il s'agit de la recherche des coliformes totaux et fécaux, staphylococcus aureus, salmonelles et les spores d'anaérobies sulfito-réducteurs.

2.2.3.1. Préparation des solutions fromagères (Solution mère et décimales)

Afin d'effectuer le dénombrement des microorganismes présent dans notre fromage il suffit de préparer des dilutions successives selon les étapes suivantes :

- Enlever la croûte superficielle du fromage.
- Prélever 25 g de fromage à analyser, ceci constitue l'unité d'analyse.
- Mettre l'échantillon dans un broyeur de type stomacher et ajouter 225 ml de TSE (tryptone sel eau).
- Mélanger le tout pendant 1 à 2 min (NFV08-002).
- Cette solution correspond à la dilution mère (10^{-1}).
- Prélever aseptiquement 1ml de cette suspension à l'aide d'une pipette stérile dans un tube qui contient 9 ml du même diluant (TSE) afin de réaliser la dilution 10^{-2} et ainsi de suite.

2.2.3.2. Détermination du nombre de coliformes totaux et fécaux (NF V08-50)

➤ **Mode opératoire**

- En conditions aseptiques pipeter 1ml de chaque dilution préparer et verser le contenu dans des boîtes de pétri vides.
- Ajouter dans chaque boîte 20 ml de gélose VRBL (milieu lactosée bilié au cristal violet et au rouge neutre) après avoir fondu et refroidi à $+45^{\circ}\text{C}$.
- Mélanger l'ensemble par des mouvements circulaires en forme de 8.
- Laisser solidifier.
- Pour la recherche des coliformes totaux incuber à 30°C pendant 24 h.
- Pour la recherche des coliformes fécaux incuber à 44°C pendant 24 à 48 h.

➤ **Lecture**

Les colonies caractéristiques des coliformes sont violacées avec un diamètre de 0,5 mm ou plus et entourées d'une zone rougeâtre.

Les résultats sont exprimés en nombre de coliformes / ml du produit.

2.2.3.3. Recherche et détermination du nombre de salmonelles (NF V08-052)

➤ Mode opératoire

La recherche des salmonelles passe par les étapes suivantes :

- **Pré-enrichissement**

- Broyer l'échantillon à analyser.

Incorporer 25g de l'échantillon dans un sachet stomacher qui contient 225 ml d'EPT (eau peptonnée tamponnée).

- mélanger le tout et mettez le dans un flacon.
- Incuber la suspension préparée à 37°C pendant 18h.

- **Enrichissement primaire**

- De manière aseptique prenez 10 ml de suspension et incorporer la dans un milieu liquide SFB (bouillon d'enrichissement au sélénite de sodium et à la cystéine), (100 ml par flacon).
- Incuber à 37°C pendant 18h.

- **Enrichissement secondaire et isolement**

Le bouillon SFB incubé fera l'objet :

- D'un enrichissement secondaire sur 10 ml de SFB en tubes à raison de 0,1 ml par tube.
- D'un isolement sur gélose Hektoen
- Dans les deux cas, l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

➤ Lecture

La boîte de gélose Hektoen incubée subira une lecture sachant que les colonies caractéristiques des salmonelles sont de couleur gris bleu avec ou sans centre noir.

2.2.3.4. Détermination du nombre de *Staphylococcus-aureus* (NF V 08-057)

➤ Mode opératoire

- Le dénombrement est effectué sur le milieu Giolitti Cantoni.
- Verser 15 ml de Tellurite de potassium dans le flacon contenant le milieu Giolitti Cantoni.
- Mélanger le milieu d'enrichissement adéquat pour le développement des staphylococcus-aureus.
- Inoculer aseptiquement 1ml de chaque dilution dans des tubes stériles.
- Additionner 15 ml de milieu d'enrichissement dans chaque tube.
- Mélanger soigneusement l'inoculum et le milieu.
- Incuber les tubes à 37°C pendant 24 à 48h.

➤ **Lecture**

Les tubes ayant virés au noir seront considérés comme positifs.

Ces tubes feront l'objet d'une confirmation par isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîte de pétri et bien séchées.

Les boîtes de Chapman ainsiensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Après ce délai, repérer les colonies suspectées à savoir leur taille moyenne, surface lisse et brillant, pigmentées en jaune.

2.2.3.5. Détermination du nombre des spores d'anaérobies Sulfito-Reducteurs

➤ **Mode opératoire**

- La recherche des spores d'anaérobies sulfito-reducteurs est effectuée sur gélose viande foie.
- Faire fondre la gélose viande foie et refroidir dans un bain d'eau à 45°C.
- Ajouter dans une ampoule de sulfite de sodium et une ampoule d'alun de fer puis mélanger le tout aseptiquement.
- Garder le mélange dans une étuve à 45°C.
- Pour préserver que les formes sporulées, chauffer les tubes ayant une dilution de 10^{-1} et 10^{-2} à 80°C pendant 10 min puis les refroidir immédiatement sous l'eau du robinet.
- Introduit aseptiquement 1ml de chaque dilution dans 2 tubes à vis stérile puis rajouter dans les 2 tubes, 15ml de gélose viande foie prêt à être utilisée.
- Laisser solidifier pendant 30 min.
- Incuber à 46°C pendant 16h, 24h, 48h.

➤ **Lecture**

- Noter comme positif les tubes présentant des colonies noires d'un diamètre dépassant 0,5 mm.
- Exprimer le résultat en nombre de spores par millilitre ou gramme de produit.

Résultats et discussion

3. Résultats

3.1. Résultats physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur 36 échantillons de fromage type Brie sont présentés dans le tableau VII.

Tableau VII : Résultats des analyses physico-chimique du fromage Brie

Lots fabriqués	Echantillons	EST (g)	MG (g)	G/S (%)	Ph
1	A	48.07	26.47	55.07	5.28
	B	49.02	26.82	54.71	5.28
	C	48.24	26.46	54.85	5.26
2	A	49.01	26.25	53.56	5.04
	B	49.26	26.28	53.35	5.02
3	A	49.66	28.06	56.50	5.13
	B	50.99	28.36	55.62	5.18
	C	50.46	28.16	55.81	5.16
4	A	49.73	27.19	54.68	5.09
	B	50.2	27.03	53.84	5.06
	C	50.69	27.81	54.86	5.07
5	A	49.99	27.56	55.13	5.06
	B	48.84	26.99	55.26	5.08
	C	49.19	27.03	54.95	5.19
6	A	51.64	28.67	55.52	5.21
	B	51.11	28.43	55.63	5.20
	C	51.05	28.31	55.46	5.21
7	A	49.12	24.5	49.88	5.21
	B	49.07	24.47	49.87	5.18
8	A	51.76	27.53	53.19	5.17
	B	51.53	27.08	52.55	5.15
	C	51.81	27.59	53.25	5.19
9	A	51.28	27.83	54.27	5.16
	B	51.69	28.34	54.83	5.12
10	A	50.83	27.67	54.44	5.09
	B	48.72	26.6	54.60	5.25
	C	50.41	27.51	54.57	5.21
11	A	51.1	27.85	54.50	5.24
	B	51.18	27.88	54.47	5.21
12	A	48.39	26	53.73	4.95
	B	47.91	25.56	53.35	4.90
13	A	52,95	29,63	55,96	5,21
	B	51,61	28,96	56,11	5,16
	C	53,38	29,61	55,47	5,24
14	A	49.02	26.16	53.37	5.21
	B	48.92	26.17	53.50	5.19

3.1.1. Paramètres physico-chimiques du Brie selon les normes J.O.R.A

Les paramètres physico-chimiques du Brie selon J.O.R.A sont rapportés dans le tableau suivant.

Tableau VIII : Normes physico-chimiques du fromage Brie selon J.O.R.A (1998).

Paramètres	EST (g)	MG (g)	G/S (%)	pH
Normes	49-50	26-28,5	53-59	5,05-5,15

3.1.2. Classification des résultats obtenus par rapport aux normes

Nous avons arrangé les résultats physico-chimiques de notre fromage, obtenu par la laiterie de Beni-Tamou par rapport aux normes J.O.R.A dans le tableau si dessous.

Tableau IX : Classement des résultats physico-chimiques par rapport aux normes J.O.R.A

Paramètres Normes	EST(g)	MG(g)	G/S(%)	pH
> Norme	13	4	0	23
= Norme	16	29	33	9
< Norme	7	3	3	4

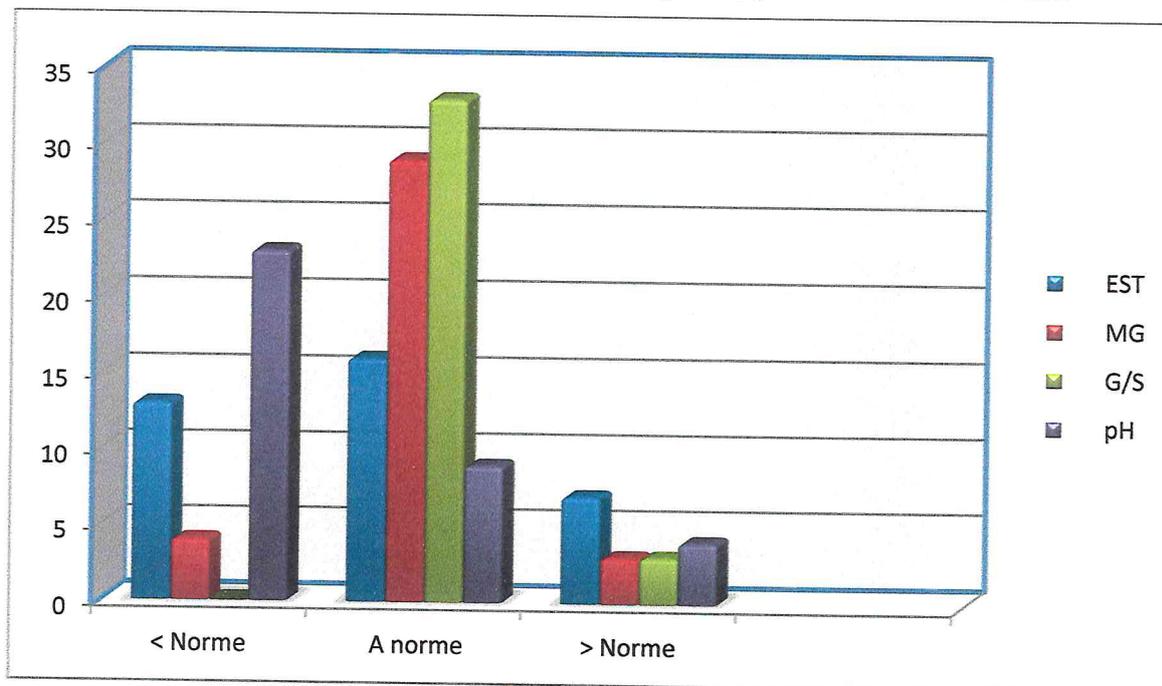
La classification des résultats a révélé que :

➤ L'extrait sec total est :

- 37 % > à la norme et 19 % < à la norme.

- La matière grasse est :
 - 11 % > à la norme et 8 % < à la norme.
- Le gras / sec est :
 - 0 % > à la norme et 8 % < à la norme.
- Le pH est :
 - 63 % > à la norme et 11 % < à la norme.

La figure suivante représente les résultats obtenus par rapport à la norme J.O.R.A.



EST : Extrait sec totale ; **MG** : Matière grasse ; **G/S** : Gras/Sec ; **pH** : Potentiel hydrogène.

Figure 2 : Classement des résultats physico-chimiques de la laiterie par rapport aux normes J.O.R.A.

3.2. Résultats microbiologiques

L'analyse microbiologique a été réalisée sur 28 échantillons seulement, Les résultats sont présentés dans le tableau X.

Tableau X : Résultats des analyses microbiologiques du Brie

Lots fabriqués	Echantillons	CT	CF	ASR	Staph aureus	Salmonelles
1	A ₁	>1500	940	Abs	Abs	Abs
	A ₂	>1500	10	Abs	Abs	Abs
	B ₁	>1500	40	Abs	Abs	Abs
	B ₂	>1500	10	Abs	Abs	Abs
2	A ₁	<10	<10	Abs	Abs	Abs
	A ₂	<10	<10	Abs	Abs	Abs
	B ₁	20	<10	Abs	Abs	Abs
	B ₂	90	<10	Abs	Abs	Abs
	C ₁	<10	<10	Abs	Abs	Abs
	C ₂	90	<10	Abs	Abs	Abs
3	A ₁	>1500	>1500	Abs	Abs	Abs
	A ₂	>1500	>1500	Abs	Abs	Abs
	B ₁	>1500	>1500	Abs	Abs	Abs
	B ₂	>1500	>1500	Abs	Abs	Abs
	C ₁	>1500	>1500	Abs	Abs	Abs
	C ₂	>1500	>1500	Abs	Abs	Abs
4	A ₁	>1500	>1500	Abs	Abs	Abs
	A ₂	>1500	>1500	Abs	Abs	Abs
	B ₁	>1500	>1500	Abs	Abs	Abs
	B ₂	>1500	>1500	Abs	Abs	Abs
5	A ₁	>1500	>1500	Abs	Abs	Abs
	A ₂	>1500	>1500	Abs	Abs	Abs
	B ₁	>1500	>1500	Abs	Abs	Abs
	B ₂	>1500	>1500	Abs	Abs	Abs
6	A ₁	80	<10	Abs	Abs	Abs
	A ₂	>1500	<10	Abs	Abs	Abs
	B ₁	290	<10	Abs	Abs	Abs
	B ₂	90	<10	Abs	Abs	Abs

3.2.1. Dénombrement des germes recherchés

Le dénombrement des germes nous renseigne sur le taux de contamination de notre produit fini par les différents microorganismes recherchés et cela est rapporté dans le tableau XI.

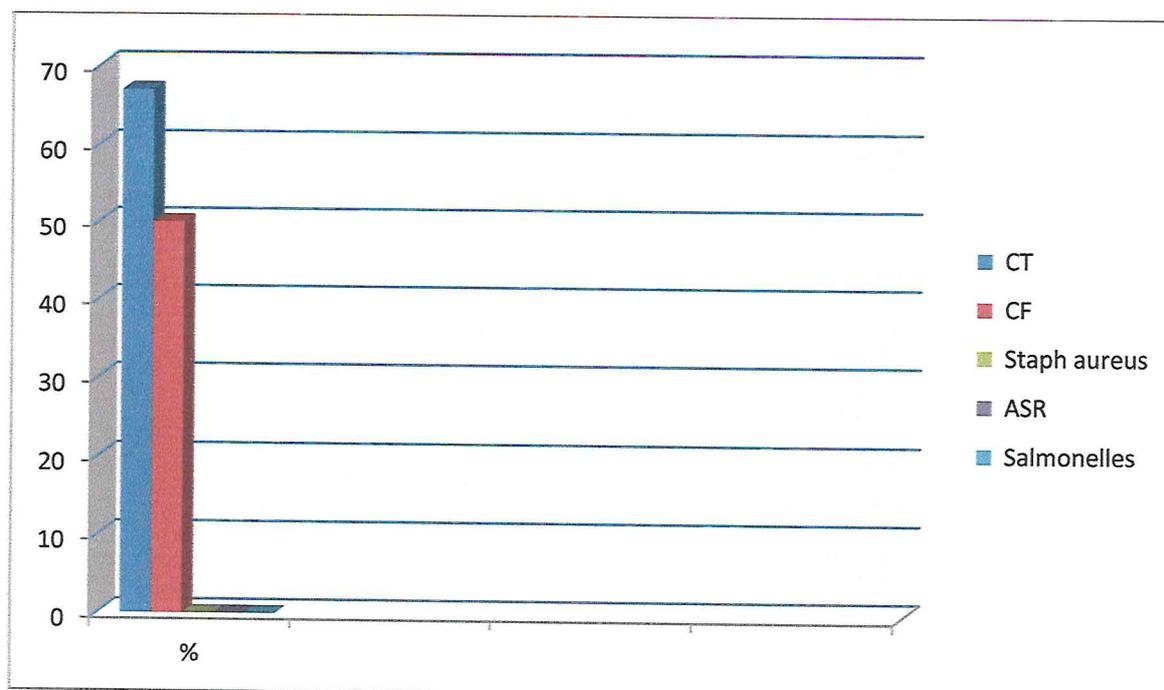
Tableau XI : Résultats de dénombrement des germes.

Germes recherches	N	Echantillons positifs ou qui dépassent un certain taux	Pourcentage (%)
Coliformes totaux	28	19	67
Coliformes fécaux		14	50
Staphylococcus aureus		0	0
Spores d'anaérobies sulfito-réducteurs		0	0
Salmonelles		0	0

3.2.2. Interprétation des résultats obtenus

Les résultats obtenus montrent que nos échantillons sont exempts de germes pathogènes (salmonelles, *staphylococcus aureus*, spores d'anaérobies sulfito-réducteurs) ; et possède 67 % de Coliformes totaux qui dépassent un certain taux ainsi que 50 % de Coliformes fécaux qui dépassent un certain taux.

Ces résultats sont représentés dans la figure suivante :



CT: Coliformes totaux, **CF:** Coliformes fécaux, **Staph aureus:** Staphylococcus aureus, **ASR:** Spores d'anaérobies Sulfito-réducteurs.

Figure 3 : Représentation des résultats microbiologiques.

3.2.3. Classification des résultats obtenus par rapport aux normes

3.2.3.1. Normes J.O.R.A

Les normes des microorganismes selon J.O.R.A pour le fromage Brie sont rapportées dans le tableau suivant :

Tableau XII : Norme J.O.R.A pour le fromage Brie

Germes	Normes
Coliformes totaux	10^3
Coliformes fécaux	10^2
Staphylococcus aureus	10^2
Spores d'anaérobies Sulfito-réducteurs	1
Salmonelles	Absence

3.2.3.2. Classification

Afin d'estimer la conformité de notre fromage selon les normes nous avons classé les résultats microbiologiques obtenu, par rapport à la norme J.O.R.A dans le tableau suivant :

Tableau XIII : Classement des résultats par rapport aux normes

Germes recherchés	Echantillons			
	> à la norme	%	< à la norme	%
Coliformes totaux	19	67	9	33
Coliformes fécaux	15	53	13	47
Staphylococcus aureus	0	0	28	100
Spores d'anaérobies Sulfito-réducteurs	0	0	28	100
Salmonelles	0	0	28	100

La figure suivante représente le classement des résultats par rapport aux normes :

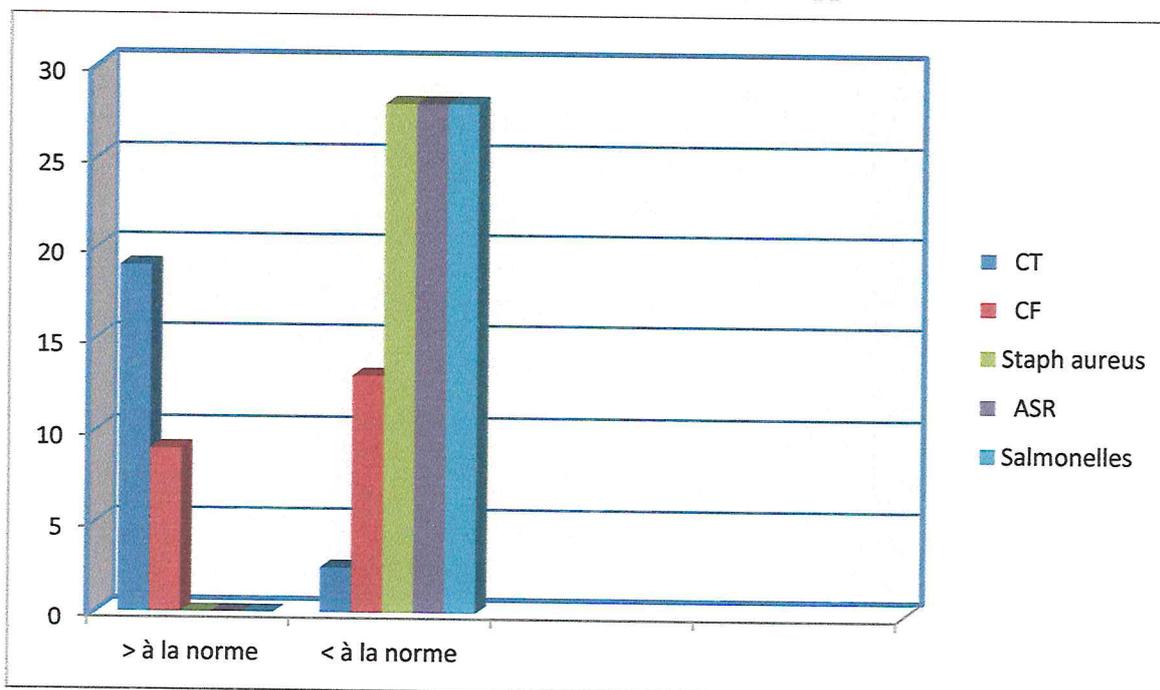


Figure 4 : Représentation graphique des résultats par rapport aux normes.

3.2.4. Interprétation des résultats des analyses microbiologique selon J.O.R.A

Selon l'arrête interministériel du 27 Mai 1998 paru sur le journal officiel N°35/98, les critères microbiologiques utilisée pour l'interprétation des analyses bactériologique sont les suivants :

- **Satisfaisants** : quand le nombre de germes est inférieur à **m**.
- **Non satisfaisants** : quand le nombre de germes est supérieur à **M**.
- **Acceptables** : quand le nombre de germes est compris entre **m** et **M**.

m : c'est la norme décrite par J.O.R.A.

M : c'est le seuil d'acceptabilité qui est :

- Dans le milieu liquide est : **30m**.
- Dans le milieu solide est : **10m**.

Calcule du M dans le tableau suivant :

Tableau XIV : Calcule de M pour chaque germe

Germe recherché	m	M
Coliformes totaux	10^3	10^4
Coliformes fécaux	10^2	10^3
Staphylococcus aureus	10^2	10^3
Spores d'anaérobies Sulfito-réducteurs	1	10
Salmonelles	Abs	0

Le calcul du M nous permet de classer la qualité de notre fromage brie selon ces trois critères ; satisfaisante, acceptable ou non satisfaisante.

Cette classification est rapportée dans le tableau XV.

Tableau XV : Classification de la qualité du fromage étudié

Qualité	Nombre échantillons	Pourcentage %
Satisfaisante	9	32
Acceptable	5	18
Non satisfaisante	14	50
Total	28	100

4. Discussion

4.1. Caractéristique physico-chimique

L'observation des valeurs expérimentales des résultats montre que 11% des échantillons présentent un pH inférieur à la norme par contre la majorité est supérieur à la norme (63%).

Selon **DIMITRELI et al [23]**, cette augmentation est expliquée, par l'influence de l'eau sur l'environnement ionique de la spécialité fromagère par l'ionisation des complexes de phosphate de calcium et des différents groupements fonctionnels amino-acide.

37 % des échantillons analysés présentent un taux d'extrait sec total élevé car ce dernier dépend d'une part de la composition initiale du lait et d'autre part de la manière dont sont effectués la coagulation et l'égouttage [4]. Par contre 11% d'entre eux sont inférieurs à la norme. L'injection de l'eau froide dans le mélangeur est la cause principal de l'augmentation du taux d'humidité et donc de la diminution de l'extrait sec total [58].

La minorité des échantillons, soit 8% présentent un taux de matière grasse inférieur à la norme ; la baisse en matière grasse est expliquée par l'effet des traitements thermiques et l'homogénéisation qui engendrent une réduction de la taille des globules gras [63]. En outre une augmentation de ce taux enregistré dans 11% des échantillons est due à la libération des gras résultant de la lipolyse sous l'effet des ferments fongique.

4.2. Analyses microbiologiques

Les résultats obtenus ont permis d'évaluer la contamination du produit fini et d'estimer sa qualité.

Nous observons une contamination excessive et supérieure à la norme par les coliformes totaux dans 67% des échantillons analysés ainsi que par les coliformes fécaux dont 50% d'entre eux sont supérieurs à la norme.

La présence abondante de ces germes dans le produit fini nous renseigne sur un problème d'hygiène dans les locaux de stockage.

La contamination par les coliformes entraîne un défaut de texture qui correspond à un gonflement précoce [33], et cela va influencer sur la qualité du produit.

Les échantillons analysés montrent une absence de germes pathogènes à savoir les *staphylococcus aureus*, les spores d'anaérobie sulfito-réducteurs et les salmonelles, cela veut dire qu'ils sont conformes aux normes décrites par J.O.R.A. Ce qui reflète un bon traitement thermique du lait cru destiné à la fabrication de ce fromage.

Le classement des analyses selon les 3 critères à montré que la moitié des échantillons sont de qualité non satisfaisante. Ce qui incite les responsables de revoir les conditions d'hygiène de tous l'environnement qui entour la production fromagère.

Conclusion

CONCLUSION

Le fromage a toujours été une valeur sûre de l'alimentation humaine, les valeurs nutritionnelles des fromages peuvent varier énormément d'un type à l'autre selon la présence ou l'absence des microorganismes.

Ces microorganismes peuvent se multiplier dans le fromage, et provoquent des transformations nuisibles à la qualité de ce dernier par dégradation de ces constituants.

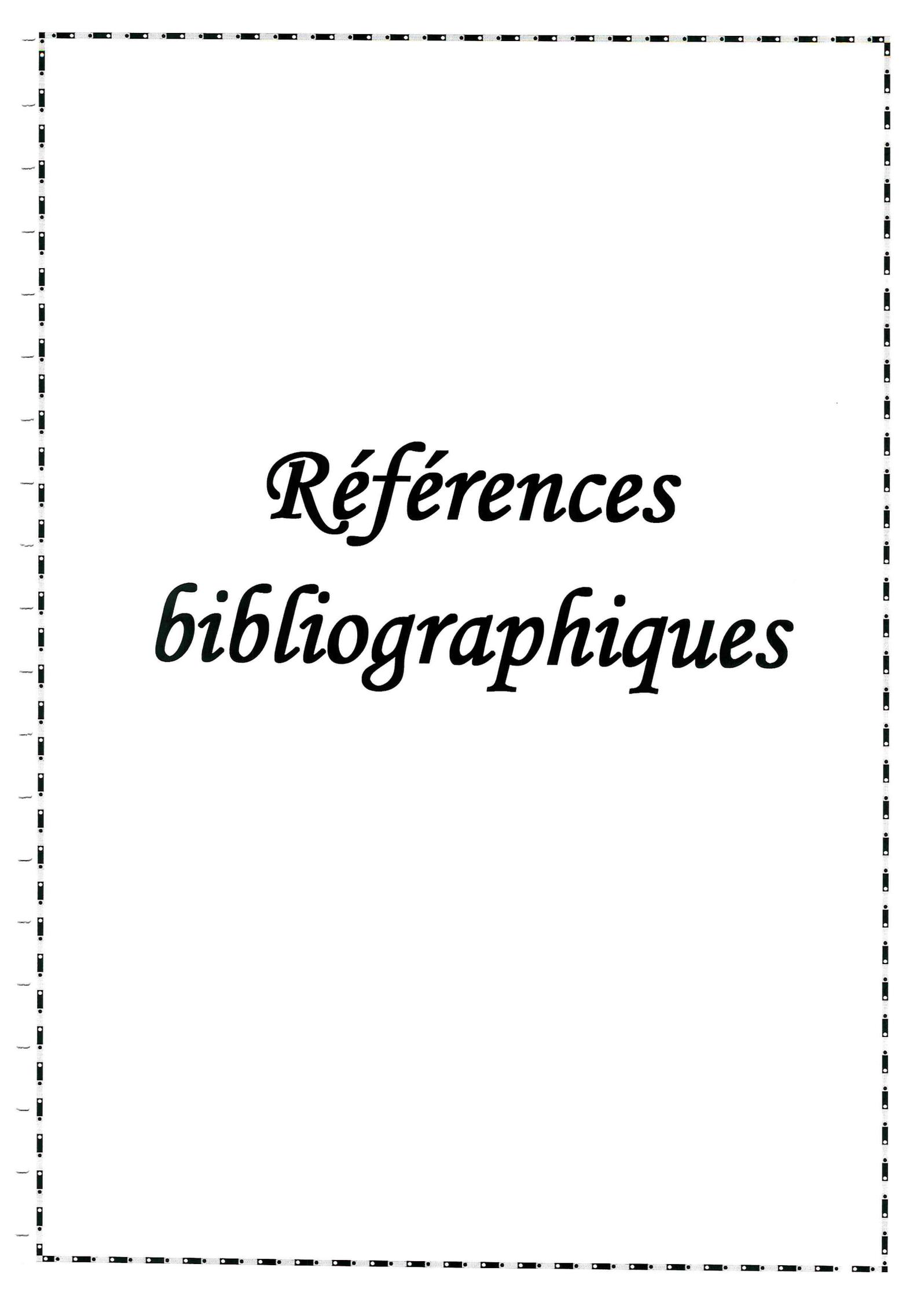
Au cours de cette étude, nous avons atteint un certain nombre des objectifs que nous avons fixé au début de notre travail.

En premier lieu nous avons pu évaluer les caractéristiques physico-chimiques du fromage à pâte molle « Brie ». Les résultats ont révèlés que les échantillons sont très proche aux normes décrite par J.O.R.A.

En second lieu nous avons déterminé le degré de contamination de ce produit afin d'estimer sa qualité hygiénique et sanitaire.

Sur ce plan microbiologique le fromage est exempt de tous germes pathogènes. Cependant, il existe une forte contamination par les coliformes totaux et fécaux. Cela signifie que la qualité microbiologique de notre fromage n'est pas satisfaisante d'une manière générale.

Vu que la contamination du produit fini est liée au manque d'asepsie, le recours aux règles d'hygiènes et la maitrise des techniques de pasteurisation sont la première étape à faire pour améliorer la qualité du fromage étudier.



Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ABDOUNE O. (2003)**. « Qualité du fromage à pâte molle type Camembert fabriqué à la laiterie Draa ben khedda: nature de la matière première et évaluation de l'activité protéolytique au cours de l'affinage et de l'entreposage réfrigéré du fromage » .mémoire de magister en science alimentaire, Constantine, 88 p.
2. **ADRAIN J et LEPEN B. (1987)**, « le lactose ».in : CEPIL .le lait matière première de l'industrie alimentaire.
3. **AISSAOUI O., ZITOUN M et ZIDOUNE N. (2006)**, « Le fromage traditionnel algérien Bouhezza ».Séminaire d'Animation Régional. Technologies douces et procédés de séparation au service de la qualité et de l'innocuité des aliments .INSAT-Tunis.Tunisie (27-28-29 Novembre).
4. **ALAIS C. (1984)**, « Science du lait et Principes des techniques laitières ». *Ed. SEPAIC*, 4ème édition ,814 p.
5. **ALAIS C. (2003)**, « Abrégé en biochimie alimentaires ». Paris, Dunod, 250 p.
6. **ALAIS C., LINDEN G et MICLO L. (2008)**. « Biochimie alimentaire », Dunod 6^{ème} édition. Paris. p: 86-88.
7. **AMELLAL R. (1995)**, « La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance ». CIHEAM - Options Méditerranéennes, Série B, p 230-238.
8. **AMIOT J., FOURNIER S., LEBEUF Y., PAQUIN P et SIMPSON R. (2002)**, « Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait », In : Vignola C.L., 2002. Science et technologie du lait : transformation du lait. Presse internationale polytechnique, Montréal (Canada), 600 p
9. **ANONYME (1966)**, « Hygiène du lait, mesures à prendre aux stades de production, du traitement et de la distribution ». OMS, Genève. P 256-239-314-400-511.
10. **ANONYME (1995)**, « Lait et produits laitiers dans la nutrition humaine ».FAO, Rome, p 194-195-200.
11. **ANONYME (1998)**, FAO, organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, « Lait et produits laitiers dans la nutrition humaine, technologie des produits laitiers », Edition bibliographique David Lubin (Rome) p 8.
12. **ANONYME (1999)**, « Le guide des aliments, Indispensable à tout amateur de cuisine ». Éd Québec Amérique Inc., canada, 219 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

13. **BEAL C et SODINI I. (2012)**, « Fabrication des yaourts et des laits fermentés », Techniques de l'Ingénieur f 6315, Paris-France, 16 p.
14. **BENKERROUM N et TAMIME A. Y. (2004)**, « Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (Iben, jben and smen) to small industrial scale ». Food. Microbiol p65.
15. **BLANC B. (1982)**, « Les protéines du lait à activité enzymatique et hormonale », International dairy journal, 62. p 350-395.
16. **BLOCK E., DEPATIE C., LEFEBVRE D et PETITCLERC D. (1998)**, « L'urée du lait : les sources de variation et les implications ». Symposium dur des bovins laitiers, CPAG, p 77 – 87.
17. **BRULE G., LENOIR J et REMEUF F. (1997)**, « La micelle de caséine et la coagulation du lait », In Le fromage, Tec & Doc. Paris. P 7-39.
18. **CAYOT P et LORIENT D (1998)**, « structure et techno-fonction des protéines du lait ». Ed Tech et Doc, Lavoisier, Paris, p 323-363.
19. **CORINE L., DOMINIQUE A et JEAN P L. (2012)**, « La route des fromages », paris, 289 p.
20. **COURTINE RJ. (1972)**, « Dictionnaire des fromages », Librairie Larousse, p 73-74.
21. **CRANNEY J. (1996)**, « INRA, 50 ans de recherche ».INRA, Paris. p304.
22. **DEFORGES J., DERENS E., ROSSET R et Serrand M. (1999)**, « Maitrise de la chaine du froid des produits laitiers réfrigérés », Edition Cemagref Tec et Doc, Paris.
23. **DIMITRELI G., THOMAREIS A S et SMITH P G. (2005)**, « Effect of emulsifying salts on casein peptization and apparent viscosity of processed cheese » , International Journal of Food Engineering, volume 1, n°4, p 1–17.
24. **EARLY R. (1998)**, « the technology of dairy products », second edition, Thomson science, 428 p.
25. **ECK A. (1987)**, « Le fromage ». Edition Lavoisier Tec et Doc, 895 p.
26. **ECK A. et GILLIS J.C. (1997)**, « Le fromage », 3ème édition Lavoisier, Tec et Doc. 891p.
27. **F.A.O, (1998)**, « le lait et les produits Laitiers dans la nutrition humaine », alimentation et nutrition n°28.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

28. FOURNIER J et TERRIEN M. (1998), «chimie de petit déjeuner», culture et techniques, p 201-304.
29. FOURNIER A. (2006), « La vache. Artémis », Slovaquie, p 97.
30. FOX P., GUINEE T., COGAN T et MCSWEENEY P. (2000), «fundamentals of cheese science », aspen publishers, Inc, 575 p.
31. FREDOT E. (2005), « Connaissance des aliments bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique », Ed. Tec & Doc Lavoisier, 424 p.
32. GELAIS-St D., TIRARD-C P., BELONGER G., COUTURE R et DRAPEAU R. (2002), « Fromage », In Sciences et technologies du lait, transformation de lait. Ed VIGNOLA C. Ecole polytechnique de Montréal, 599 p.
33. GOUDEDRANCHE H, CANIER C B, GASSI JY ET SCHUCK P. (2002), « procédés de transformation fromagère ». Partie 2, Technique de l'ingénieur. Ed DOC p 3-6-9-13-14-15-21.
34. GOURSAUD J. (1985), « Composition et propriétés physico-chimiques, Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre », Tome 1 : Les laits de la mamelle à la laitière, Luquet F.M, Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.
35. GOURSAUD J. (1999), « Réacteurs traditionnels à enzymes libres : cas de l'industrie laitière ». In : Biotechnologies, Scriban R., 5^{ème} Ed, p 365 – 401.
36. GUIRAUD J P. (1998), « Microbiologie alimentaire », Tec et Doc Dunod, paris 234 P.
37. GUIRAUD J.P. (2003), « Microbiologie alimentaire », DUNOD, Paris, 651p.
38. HANZEN CH. (1999), «Pathologie de la glande mammaire de la vache laitière : Aspects individuels et d'élevage », 4^{ème} Edition, Université de liège.
39. HANZEN CH. (2000), « Propédeutique et pathologies de la reproduction male et femelle, biotechnologie de la reproduction pathologie de la glande mammaire », 3^{ème} et 4^{ème} Ed, université de Liège.
40. HUI Y. H. (1992), « Dairy Science and Technology Handbook » , Wiley-VCH Verlag GmbH Edition, 1150 p.
41. JEAN P L., DOMINIQUE A et GIRARD M. (2007-2008), petit futé « les bons plans pour découvrir la France » ,15^{ème} Edition, paris ,840 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

42. JEANTET R., CROGUENEC T., SCHUCK P et BRULE G. (2008), « Sciences des aliments.vol.2 », Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 449 p.
43. KACI M et SASSI Y. (2007), « Industrie laitière et des corps gras », Recueil des fiches sous sectorielles, ED Pme, 44 p.
44. LARPENT J. (1997), « Microbiologie alimentaire : technique de laboratoire », technique et documentation –Lavoisier ,1073 p.
45. LATITIA P et JEAN P L. (2009), petit futé « Seine –et –Marne »,180 p.
46. LUQUET F M. (1985), « Laits et produits laitiers - Vache, brebis, chèvre », Tome 1 : Les laits De la mamelle à la laiterie, Ed Tech. & Doc., Lavoisier, Paris 513 p.
47. LUQUET F M. (1986), « le lait et les produits laitiers : vache, brebis, chèvre » .Tome 3, Ed tec & doc, paris (France), 349 p.
48. MAJDI A. (2009), « Séminaire sur les fromages AOP et IGP » .INT-Ingénieur Agronomie ,88 p.
49. MARTIN G. (1996), « L’homme et des aliments », initiation alimentaire à la connaissance des aliments, Les presses de l’université Laval, Québec, canada, p 260-268-297.
50. MATHIEU J. (1998), « Initiation à la physicochimie du lait », Guides Technologiques des IAA, Ed Lavoisier Tec et Doc, Paris.
51. MECHAI A et KIRANE D. (2008), « Antimicrobial activity of autochthonous lactic acid bacteria isolated from Algerian traditional fermented milk “Raïb” », African Journal of Biotechnology, 7 (16) : 2908-2914.
52. MEDOUNI Y ., BOULAHCHICHE N et BRAHIMI R. (2005), «Rôle de la femme rurale dans le système de production agropastorale», Cas de la fraction Ouled Baida Région de Djelfa (steppe centrale).option: Méditerranéennes.
53. MICHEL D et JEAN P L. (2009), petit futé « Paris Ile-de-France » ,614 p.
54. MORISSAY P A. (1995), « Lactose: chemical and physicochemical properties », Developments in dairy chemistry 3, London.
55. MUCHEL M., ROMAIN J., GERARD B et PIERRE S. (2000), « les produits industriels laitiers », Edition TEC & DOC, paris, 178 p.
56. NEYERS F. (1996), « L’égouttage des fromages », Partie 1, INRA. P 1-2-8-10-11.
57. NORME CODEX Pour le brie: CODEX STAN 283, 1978, p 1 – 5.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

58. NORONHA N., O'RIORDAN E.D et O'SULLIVAN M. (2008), « Influence of processing parameters on the texture and microstructure of imitation cheese », *European Food Research of Technology*, vol. 226, p 385–393.
59. PARENTE E et Cogan T M. (2004), «Starter cultures: general aspects ». In: Fox P F., Mcsweeney P L H., Cogan T.
60. POUGHEON S et GOURSAUD J. (2001), « Le lait et ses constituants : caractéristique physico-chimique », Ed Tec & Doc, Paris, 441 p.
61. PRADAL M. (2012), « Transformation fromagère caprine fermière », Lavoisier.
62. QUIBERONI A., MOINEAU S., ROUSSEAU G M., REINHEIMER J et ACKERMANN H W. (2010), « Streptococcus thermophilus bactériophages », *International Dairy Journal*, 20 :657-664.
63. RAYAN A A., KALÁB M et ERNSTROM C A. (1980), « Microstructure and rheology of process cheese ». *Scanning Electron Microsc. III*, p 635–643.
64. RIBADEAU D B. (1981), « Actualités dans le domaine de la connaissance de la structure et des propriétés biochimiques des protéines laitières », *Le lait*, 400 : 17-32.
65. ROUDAUT H et LEFRANQ E. (2005), « Alimentation théorique », Edition Sciences des Aliments.
66. SERHAN M. (2008), « valorisation durable des laits du chèvre de la région du nord Liban », thèse de doctorat, institut national polytechnique de lorraine, 199 p.
67. TAMIME A. (2006), « brined cheeses », Blackwell publishing Ltd, 332 p.
68. TOUATI K. (1990), « Contribution à l'étude microbiologique et physico-chimique d'un fromage artisanal Algérien (La Klila) », Mémoire d'ingénieur, Université Mentouri Constantine, 83 p.
69. VEISSEYRE R. (1975), « technologie du lait » 3^{ème} édition, la maison rustique, paris, 714 p.
70. VIGNOLA C L. (2002), « Science et technologie du lait », Edition presses internationales polytechniques, Canada ISBN, 600 p.

1. Matériel de l'analyse physico-chimique

- Bain D'eau.
- Bécher
- Broyeur pour Fromage.
- Butyromètre.
- Capsule En Aluminium.
- Dessiccateur.
- Godet troué
- pH-mètre.
- Raclette métallique.
- Spatule..

Réactifs utilisés

- Acide sulfurique
- Alcool iso amylique.

2. Matériel de l'analyse microbiologique

- Bain marie.
- Bec bensen.
- Boites de pétri.
- Broyeur homogénéisateur de type stomacher.
- Etuve à incubation à 25°C 30°C 37°C 44°C.
- Pipettes pasteur.
- tubes à vis stérile.

Réactifs utilisés

- Alun de fer.
- Tellurite de potassium.
- Sulfite de sodium.

Milieux de culture utilisés

- **Milieux solides**

- Gélose Chapman.
- Gélose glucosée lactosée biliée au cristal violet et rouge neutre (VRBL).
- Gélose Hektoen.
- Gélose viande foie.

- **Milieux d'enrichissement**

- Bouillon au sélénite de sodium et à la cystéine.
- Milieu Giolitti Cantoni.