

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد بوضياف – المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES
AGRONOMIQUES
N°: 21/DSA/VCDPGR/2024



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE
FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES
OPTION : PRODUCTION ET NUTRITION
ANIMALE

Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique

par: **BENGHADA Fahima et SEAYED Ahlame**

Intitulé

**Evaluation de la qualité microbiologique du lait de
chèvre dans la région de M'sila.**

Soutenu devant le jury composé de:

Mme BARA Yamouna	MCB	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Présidente
M. MAMMERI Adel	MCA	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Encadreur
M. BAA Abdelhamid	MCA	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Co-Encadreur
Mme HAFFAF Samia	MCA	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Examinatrice

Année universitaire: 2023 /2024

Dédicace

Je dédie ce travail

À la personne la plus précieuse que j'ai dans ce monde, à la source de mon soutien et de ma confiance en soi, ma chère mère, et à celui qui lutte pour nous enseigner, mon cher père.

Je n'ai pas de mots suffisants pour vous remercier pour tout ce que vous avez fait et sacrifié pour moi, à sa juste valeur. Tous mes remerciements et ma gratitude à vous, chers parents.

*À mes sœurs Rabiha, Nadia, Iman, Yasmin et mon frère
Mohammad El Siad.*

À mes nièces ,Malak ,Mohamed ,Farah et Tasnim.

À ma chère grand-mère Fatima.

À toute la famille Saaid et ma belle famille.

Ahlame

Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents.

à mes frères

à mes sœurs

Et à toute ma famille.

Fahima

Remerciements

*Nous remercions tout d'abord **ALLAH** le tout puissant de nous avoir donné la santé, la patience, la puissance et la volonté pour réaliser ce modeste travail.*

*Nos sincères remerciements vont à notre encadreur **Dr Mammeri Adel** pour avoir accepté de nous encadrer, pour son aide, ses conseils et ses orientations, et aussi à notre co-encadreur **Dr Baa Abdelhamid** pour son aide et ses orientations.*

*Nous remercions aussi **Melle Meryem Khelfallah** pour son aide lors de la réalisation des enquêtes et des analyses microbiologiques.*

*Nos vifs remerciements sont adressés aux membres de jury: **Dr Bara Yamouna** pour avoir accepté de présider le jury et **Dr Haffaf Samia** pour avoir accepté d'évaluer notre modeste travail.*

*Notre gratitude va également au staff administratif du département de sciences agronomiques, et particulièrement au chef de département **Mr. Cherief A.** ainsi qu'aux enseignants ayant participé dans notre formation.*

Nos sincères remerciements s'adressent également aux ingénieurs des laboratoires des sciences agronomiques de l'université de M'sila.

Nous remercions tous les éleveurs ayant accepté de participer dans cette enquête.

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Sommaire	I
Liste des Tableaux	II
Liste des figures	III
Liste des photos	IV
Liste des abréviations	V
Introduction.....	1

Synthèse bibliographique

Chapitre I:Notions sur la qualité du lait de chèvre

1.Généralités sur lait de chèvre.....	03
1.1 Définition du lait de chèvre.....	03
1.2 Importance du lait de chèvre.....	04
2.Qualité du lait.....	04
2.1 Qualité organoleptique.....	04
2.2 Qualité nutritionnelle	05
2.3 Qualité hygiénique.....	05
2.3.1 Microflore bactériologie du lait.....	05
2.3.1.1 Flore aérobie mésophile totale (FTAM).....	06
2.3.1.2 Microflore utile.....	06
2.3.1.3. Microflore d'altération	07

Sommaire

2.3.1.3.a) Microflore psychrotrophe.....	07
2.3.1.3.b) Microflore thermorésistante.....	08
2.3.1.3.c) Microflore coliforme.....	08
2.3.1.4 Microflore Pathogène	08
2.3.1.4.a) <i>Staphylococcus aureus</i>	09
2.3.1.4.b) <i>Salmonella</i>	09
2.3.1.4.c) <i>Listeria monocytogenes</i>	09
2.3.2 Levures et moisissures.....	10
2.4 Qualité technologiques.....	10
2.5 Facteur influant la qualité microbiologique du lait de chèvre.....	11
2.5.1 Impact de l'environnement et du niveau du bien-être en élevage.....	11
2.5.1.1 Méthode de traite de lait.....	11
2.5.1.2 Présence de chevreaux.....	12
2.5.1.2.a) Contamination bactérienne.....	12
2.5.1.2.b) Flore microbienne.....	12
2.5.1.2.c) Qualité sanitaire	12
2.5.1.3 Nature du sol et méthode d'extraction des effluents.....	12
2.5.1.3 a) Effet de la nature du sol.....	12
2.5.1.3b) Effet de la méthode d'extraction des effluents.....	13
2.5.2 Influence du système d'élevage et de la taille du troupeau	13
2.5.2.1 Système d'élevage.....	13
2.5.2.1 Taille du troupeau.....	14
2.5.3 Effet du suivi sanitaire de la prophylaxie en élevage caprin.....	14

2.5.3.1 Hygiène et statut sanitaire du personnel.....	14
2.5.3.2 Méthodes prophylactiques.....	15
2.5.3.2.a) Antibiotiques.....	15
2.5.3.2.b) Vaccination.....	15
2.5.3.2.c) Désinfection.....	15
2.5.3.2.d) Examen clinique et analyses vétérinaires périodiques.....	16

Chapitre II : Risques liés a la contamination microbienne du lait de chèvre

1. Statut microbien du lait de chèvre.....	17
2.Risques sanitaires éventuels pour le consommateur du lait de chèvre.....	17
2.1 Principales zoonoses bactériennes transmises par le lait de chèvre.....	17
2.1.1. <i>Salmonella sp</i>	18
2.1.2 <i>Listeria monocytogenes</i>	19
2.1.3 <i>Escherichia coli</i>	19
2.1.4 <i>Campylobacter jejuni</i>	19
2.1.5 <i>Brucella sp</i>	20
2.1.6 <i>Staphylococcus aureus</i>	20
2.2 Zoonoses rarement transmises par le lait de chèvre.....	21
2.2.1 Fièvre Q.....	21
2.2.2 Tuberculose.....	21
2.2.3 Toxoplasmose.....	21
2.3 Risques zoonotiques liés aux champignons et leurs mycotoxines.....	21
2.3.1 <i>Aspergillus sp</i>	21
2.3.2 <i>Candida sp</i>	22

Sommaire

2.3.3 Moisissures.....	22
2.3 Transmission de germes antibiorésistants aux consommateurs.....	22
2.3.1 Utilisation des antibiotiques en élevage caprin.....	23
2.3.2 Transmission de bactéries résistantes.....	23
2.3.3 Conséquences de l’antibiorésistance.....	24
2.3.3.1 Impacts de l’antibiorésistance sur la santé humaine.....	24
2.3.3.2 Impacts de l’antibiorésistance sur la production laitière.....	24
2.4 Risque sanitaire pour les chevreaux et les congénères.....	26
2.4.1 Diarrhées et mortalité des chevreaux.....	26
2.4.2 Contamination des congénères et de l’environnement.....	26
2.5.Risques pour le futur technologique et la transformation du lait.....	27

Chapitre III : Partie pratique

1.Région d’étude	28
1.1 Situation géographique.....	28
1.2 Caractéristiques climatiques.....	29
1.2.1 Température.....	29
1.2.2 Humidité.....	29
1.2.3 Pluviométrie.....	29
1.2.4 Vents	29
1.3 Situation de cheptel caprin dans la région de M’sila.....	30
2.Matériel et méthodes.....	30
2.1 Objectif du travail.....	30
2.2 Le choix des fermes d’étude	30

Sommaire

2.3 Méthodes d'échantillonnage et de prélèvement du lait.....	32
2.4 Méthodes d'analyses de laboratoire.....	33
2.4.1 Milieux de culture.....	33
2.4.1.1 Préparation de la gélose Sabouraud	33
2.4.1.2 Coulage de la gélose PCA.....	34
2.4.2 Préparation des dilutions décimales.....	35
2.4.3 Ensemencement des boîtes de Pétri.....	36
2.4.4 Incubation.....	36
2.4.5 Lecture des résultats.....	37
2.4.5.1 Recherche des champions et levures.....	37
2.4.5.2. Recherche de la FTAM.....	38
2.5. Analyses statistiques et évaluation de la conformité du lait.....	38

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Résultats et discussion.....	39
1.1 Recherche de la FTAM.....	39
1.2 Recherche des champions et levures	41
Conclusion.....	43

Références bibliographiques

Annexes

Résumés

Liste des tableaux

N°	Titre du tableau	Page
1	Composition du lait de chèvre	03
2	Critères microbiologiques des laits de chèvres destinés à être transformés	06
3	Les différents groupes bactériens selon les plages de températures favorables à leur développement	07
4	Éléments clés entrant dans l'appréciation de la traite, à prendre en compte en cas de problèmes sur le cheptel et/ou sur la qualité du lait	11
5	Effectif du cheptel caprin dans la wilaya de M'sila	30
6	Situation géographique et effectifs des fermes visitées	31
7	Résultats de la recherche de la FTAM	39
8	Résultats minimal et maximal du nombre de FTAM en UFC/ml par comparaison avec les normes du JORA	40
9	Application du test de corrélation de Kindall ($p \leq 0.5$) entre la variable « Ferme » et la variable «niveau de contamination du lait cru par la FTAM»	41
10	Résultats de la recherche des champignons et levures	42

Liste des figures

N°	Titre de la figure	Page
1	Les mycotoxines du champ et de stockage des aliments	14
2	Voies de transmission des maladies zoonotiques	18
3	Cibles bactériennes et mécanisme de résistance aux antibiotiques	23
4	Diffusion de la résistance bactérienne	24
5	Le bon usage des antibiotiques	25
6	Carte administrative de la wilaya de M'sila et sites des élevages visités	28

Liste des photos

N°	Titre de la photo	Page
1	Exemple d'un élevage caprin visité	31
2	Désinfection des mamelles	32
3	Prélèvement du lait	32
4	Pesage de l'agar	34
5	Suspension d'agar sur agitateur magnétique chauffant	34
6	Stérilisation par autoclave	34
7	Coulage de la gélose dans des boîtes de Pétri	34
8	Tubes de dilution après stérilisation.	35
9	Échantillons de lait cru	35
10	Préparation des dilutions décimales	35
11	Ensemencement de la gélose en surface	37
12	Étalement par Pipette pasteur	36
13	Placement des boîtes de Pétri dans l'incubateur	36
14	La lecture par compteur de colonies	38
15	Résultats de la FTAM après incubation durant 48h à 30° C sur PCA	39
16	Résultat de l'incubation sur Sabouraud durant 72h à 25°C avec croissance de <i>Candida</i> sp. (beige) et de <i>Penicillium</i> sp. (noire)	42

Liste des abréviations

C° : Degré celsius

CAC : Commission du Codex Alimentarius

CEE : Communauté économique européenne

DIFAGRI : Société familiale Française spécialisée dans la fabrication et la distribution de solutions nutritionnelles pour animaux de rente

DSA : Direction des services agricoles.

EC : European council

EHEC : Souche entérohémorragique d'*Escherichia coli*

FAO : Food and agriculture organisation

FMAR : Microflore mésophile aérobie revivifiable

FTAM : Flore aérobie mésophile totale

HACCP : Hazard analysis critical control points

HPLC : Chromatographie en phase liquide à haute performance

INRA : Institut national de la recherche agronomique

JORA : Journal officiel de la république Algérienne

MADR : Ministère de l'agriculture et du développement rural

OIE : Office international des epizooties

OMS: Organisation mondiale de la santé

ONM : Office national de météorologie

PCA : Plate count agar

PH : potentiel hydrogène

RPC : Reusable packaging containers

SHU : Syndrome hémolytique urémique

SPSS : Statistical package for the social sciences

UFC: Unités formant des colonies

Synthèse
Bibliographique

Introduction

Introduction

La demande en lait ne cesse d'augmenter, à la fois sous forme de lait frais et de produits dérivés tels que le fromage et le beurre. Cette croissance de la demande est due à plusieurs facteurs, notamment l'augmentation de la population mondiale, l'urbanisation et l'amélioration des niveaux de vie (FAO, 2021).

En tant que source de protéines animales, le lait joue un rôle crucial dans la sécurité alimentaire mondiale. Il fournit des acides aminés essentiels qui sont nécessaires à la croissance et au développement (OMS, 2018). Le lait de chèvre présente des avantages nutritionnels et des propriétés uniques qui le rendent tout aussi intéressant, voire plus riche que le lait de vache (Haenlein, 1996). Dans le contexte de l'industrialisation, le lait de chèvre est très demandé en raison de ses arômes spécifiques, qui sont appréciés dans la fabrication fromagère (Chen et al., 2016). Les chèvres sont des animaux rustiques capables de s'adapter à des conditions difficiles (Kumar et al., 2016).

En Algérie, la consommation de lait et de produits laitiers est importante. Selon les données du MADR, la production laitière en Algérie a atteint environ 4,7 milliards de litres en 2020, contre une consommation de 5,8 milliards de litres de lait et de produits laitiers (FAO, 2020). Cela signifie que l'Algérie doit importer du lait et des produits laitiers pour répondre à la demande interne. Selon les données de la Banque mondiale (2022), la population de l'Algérie était d'environ 44,6 millions de personnes en 2020.

Le cheptel caprin de l'Algérie fait preuve d'une diversité importante. L'importance économique des caprins, notamment pour les populations les plus défavorisées, est souvent sous-estimée. L'élevage caprin avec un effectif de 4,7 millions de têtes dont 50% sont des chèvres, occupe la deuxième place après les ovins. Il représente environ 14% de l'effectif global (Mami, 2013). L'élevage de la chèvre se pratique dans des régions défavorisées ou marginales (montagnes, steppes, zones sahariennes) en raison de son adaptation aux milieux difficiles (Lahrech et al., 2018). Cependant, en Algérie, la production laitière caprine reste limitée (Mouhous et al., 2013).

L'élevage caprin en Algérie est principalement extensif, avec des animaux qui se nourrissent essentiellement de fourrage naturel, ce qui entraîne des rendements laitiers variables. Dans les zones arides, la disponibilité du fourrage est compromise par les conditions climatiques difficiles, ce qui crée un déséquilibre par rapport aux zones côtières où le fourrage est plus abondant (Nedjraoui, 2002).

Bien que la qualité du lait de vache ait été largement étudiée, les facteurs influençant la qualité du lait de chèvre ont reçu moins d'attention (Kljajevic, 2017). La composition du lait de chèvre peut varier tout au long de l'année, affectant ses propriétés, y compris ses caractéristiques sensorielles (Siefarth et Buettner, 2014). Une alimentation inadéquate peut avoir un impact négatif sur la production laitière et la qualité du lait (Kljajevic, 2017).

Divers facteurs, tels que la saison, la race et la région, peuvent influencer la qualité nutritionnelle et microbiologique du lait de chèvre. D'autres facteurs restent encore à explorer et à confirmer par la communauté scientifique (Milewski et al., 2018).

La contamination microbienne du lait de chèvre peut provenir de diverses sources telles que l'environnement de la traite, la santé des animaux, et les pratiques de manipulation et de stockage. Les principales bactéries pathogènes concernées comprennent *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* et *Staphylococcus aureus*, en plus des moisissures et des levures.

La wilaya de M'sila est l'une des principales régions productrices de lait (DSA, 2022). L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité microbiologique; dont principalement la FTAM, les champignons et les levures, du lait cru issu de quelques élevages caprins de la wilaya de M'sila.

Chapitre I

Notions sur la qualité du lait de chèvres

1. Généralités sur le lait de chèvre

1.1. Définition du lait

Le lait a été défini en 1908 lors du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant "le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum" (Pougheon et Goursaud, 2001). Selon Aboutayeb (2009), le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femelle et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes.

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24 heures (Fredot, 2006). La composition du lait de chèvre est représentée sur le Tableau 1.

Tableau 1: Composition du lait de chèvre (Anonyme, 2013)

Constituants	Quantité (g/l)
Eau	890-910
Extrait sec total	116-134
Matière grasse	28-42
Lactose	44-47
Matière azote	18-26
Caséines	8-10
Autre constituants divers	Enzymes, vitamines, microorganismes

1.2. Importance du lait de chèvre

Le lait de chèvre est un aliment d'importance mondiale. Il contribue grandement à l'alimentation des populations dans les pays en développement (Wehrmüller et Ryffel, 2007). Selon les données de la FAO (2006), l'Algérie se classe au 15^{ème} rang mondial des producteurs de lait de chèvre avec 160 000 tonnes.

Les produits à base de lait de chèvre suscitent l'intérêt des consommateurs pour trois principales raisons (Haenlein, 2004) :

- ✓ la consommation domestique (la chèvre étant la "vache du pauvre") ;
- ✓ l'attrait pour les produits laitiers caprins, en particulier le fromage et le yaourt, en raison de leurs saveurs caractéristiques, de leurs propriétés nutritionnelles spécifiques et de leur rentabilité accrue ;
- ✓ la demande émanant de personnes souffrant d'allergies au lait de vache.

2. Qualité du lait

La qualité du lait est un élément indissociable qui ne doit pas présenter de discontinuité. Elle commence au niveau du cheptel, avec l'état de santé des animaux, leur alimentation et l'hygiène de traite, et se poursuit tout au long du processus de conservation, de stockage et de transformation du lait. La qualité est un critère de rentabilité direct pour l'élevage, au même titre que la quantité. La notion de qualité du lait revêt une signification particulière et différente selon le groupe concerné : producteurs, transformateurs ou consommateurs. Chacun a sa propre perception et ses attentes en termes de qualité (Pradal, 2012).

2.1. Qualité organoleptique

Tout comme le lait de vache, le lait de chèvre est une émulsion de matière grasse sous forme de globules gras dispersés dans une solution aqueuse. Cette solution contient de nombreux éléments, certains étant dissous (comme le lactose et les protéines de lactosérum) et d'autres sous forme colloïdale (comme les caséines) (Doyon, 2005).

Le lait de chèvre a une saveur légèrement sucrée (Duteurtre et al., 2005) et se caractérise par une saveur particulière ainsi qu'un goût plus prononcé que le lait de vache (Jooyandeh et Abroumend, 2010).

2.2. Qualité nutritionnelle

Depuis des millénaires, le lait de chèvre est réputé pour ses vertus thérapeutiques. De nombreuses sources mentionnent son utilisation pour traiter des troubles de nutrition chez les bébés, des ulcères d'estomac, de l'arthrite, de l'eczéma et des allergies (Amiot, 2011).

Le lait de chèvre est une source importante d'énergie. Cette caractéristique peut expliquer les observations de gain de poids chez les enfants malades. Une équipe de pédiatres malgaches a montré qu'il était possible de réalimenter avec succès des enfants malnutris de plus d'un an (Razafindrakoto et al., 1993). Ainsi, si le lait de chèvre est bénéfique dans ces cas extrêmes, il est logique de le proposer, selon sa disponibilité, pour maintenir l'état nutritionnel des enfants en bonne santé (Desjeux, 1993).

La valeur nutritionnelle du lait de chèvre est bonne à condition qu'il soit produit dans de bonnes conditions d'hygiène. Chez le jeune enfant, il ne peut pas remplacer le lait maternel, mais il peut être utilisé avec d'autres aliments à partir de l'âge d'un an (Desjeux, 1993).

Sur le plan minéral, le lait de chèvre est riche en calcium et en phosphore, qui sont facilement assimilables et favorisent la formation osseuse. Il contient également des quantités élevées de zinc et de sélénium, des micronutriments essentiels pour la défense antioxydante et la prévention des maladies neurodégénératives (Compos, 2011).

2.3. Qualité hygiénique

Cette notion est importante sur le plan économique pour les producteurs laitiers qui livrent leur lait aux coopératives, car les critères d'hygiène sont pris en compte dans les modalités de paiement du lait (Pradal, 2012). Elle s'intéresse plus particulièrement à la flore microbienne, à la santé de la mamelle (numération cellulaire) et à la présence de substances appelées "inhibitrices", car celles-ci sont susceptibles de perturber la croissance des bactéries intéressantes d'un point de vue technologique (Lucbert, 2012).

2.3.1. Microflore bactériologique du lait

La microflore bactériologique du lait est extrêmement diversifiée. Elle est généralement divisée en trois groupes selon différents critères (Lucbert, 2012) :

- Une microflore utile, d'intérêt technologique, comprenant notamment les lactocoques, les lactobacilles et les leuconostocs ;
- Une microflore d'altération, indésirable car susceptible de dégrader la qualité du produit ;
- Une microflore potentiellement pathogène.

Chapitre I. Notions sur la qualité du lait de chèvres

Cependant, cette classification n'est pas absolue et ne doit être considérée qu'à titre indicatif. Pour un transformateur et selon le produit recherché, certains microorganismes considérés comme indésirables dans une technologie donnée peuvent être perçus comme utiles dans une autre (Lucbert, 2012).

2.3.1.1. Flore aérobique mésophile totale (FTAM)

La flore totale, également appelée germes totaux, fait référence à la microflore mésophile aérobique revivifiable (FMAR). Il s'agit de l'ensemble des bactéries mésophiles aérobies qui se développent à 30°C pendant 72 heures, en laboratoire et sur un milieu nutritif gélosé standard (Lucbert, 2012).

La flore totale est considérée comme un indicateur d'hygiène car elle reflète les effets des pratiques associées à la traite, au stockage et à la conservation du lait. Elle permet d'évaluer le degré de contamination microbiologique globale du lait (Lucbert, 2012).

C'est un critère réglementaire utilisé pour apprécier la qualité microbiologique du lait. Cette mesure donne une indication sur l'hygiène mise en œuvre tout au long de la chaîne de production et de transformation du lait (Tableau 2).

Tableau 2: Critères microbiologiques des laits de chèvres destinés à être transformés (Lucbert, 2012).

Critères microbiologiques	Destination du lait	
	Traitement thermique	Fabrication de produits au lait cru
Germes à 30 C° (FTAM) (UFC/ml)	< 1500 000	< 500000

2.3.1.2. Microflore utile

Les microorganismes jouent un rôle essentiel dans l'élaboration des produits laitiers destinés à la consommation, notamment les bactéries acidifiantes et les microflores d'affinage. Les bactéries lactiques, telles que les lactocoques, leuconostocs et lactobacilles, sont à l'origine d'une fermentation lactique qui contribue à l'acidification du lait et du caillé. De plus, les bactéries propioniques se caractérisent par la production d'acide acétique et d'acides propioniques

Chapitre I. Notions sur la qualité du lait de chèvres

à partir de molécules présentes dans le lait (Lucbert, 2012). Cette activité microbienne est donc cruciale dans le processus de fabrication des produits laitiers.

2.3.1.3. Microflore d'altération

Seules quelques-unes des espèces microbiennes présentes seront responsables de l'altération du produit. Elles sont d'abord sélectionnées en fonction des conditions physico-chimiques mises en jeu, comme la nature du produit, le pH, la pression partielle en oxygène, la température de stockage, etc (Bennefoy et al., 2002) (Tableau 3).

Parmi les microflores d'altération, on peut distinguer les groupes suivants :

- La microflore psychrotrophe, qui se développe préférentiellement à basse température ;
- La microflore thermorésistante, qui survit à des températures élevées ;
- La microflore coliforme.

Tableau 3 : Les différents groupes bactériens selon les plages de températures favorables à leur développement (Lucbert, 2012).

Groupes bactériens	Températures de développement (C°)		
	Minimales	Optimales	Maximales
Thermophiles	+40 à +45	+55 à +75	+60 à +90
Thermotrophes	+15 à +20	+30 à +40	+45 à +50
Mésophiles	+5 à +15	+30 à +40	+40 à +47
Psychrophiles	-5 à +5	+12 à +15	+15 à 20
Psychrotrophes	-5 à +5	+25 à +30	+30 à +35

2.3.1.3.a) Microflore psychrotrophe

Les bactéries psychrotrophes sont présentes dans l'environnement, le sol, les poussières, l'eau et les plantes. Elles s'organisent aisément en biofilm, ce qui les rend difficiles à éliminer (Lucbert, 2012).

2.3.1.3.b) Microflore thermorésistante

Les bactéries se caractérisent par leur capacité à résister à des températures élevées. Parmi les plus thermorésistantes, on trouve les bactéries du genre *Clostridium*. Ces dernières sont capables de produire des formes de survie appelées "spores", comme par exemple les spores butyriques, qui sont résistantes aux agents physiques et chimiques (chaleur, oxygène, acidité) (Lucbert, 2012).

2.3.1.3.c) Microflore coliforme

Les coliformes totaux sont utilisés depuis longtemps comme indicateurs de la qualité microbiologique, car ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Ils sont définis comme des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, qui possèdent l'enzyme β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C, produisant ainsi des colonies rouges avec un reflet métallique sur un milieu gélosé approprié. Une absorption massive de coliformes banals (1 million à 1 milliard de germes) peut provoquer des troubles gastro-intestinaux de courte durée, comme des nausées, des vomissements et de la diarrhée.

Les coliformes thermotolérants sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à 44,5°C. *Escherichia coli* est l'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe, représentant 80 à 90% des coliformes thermotolérants détectés. Bien que la présence de coliformes thermotolérants indique généralement une contamination fécale, certains d'entre eux ne proviennent pas nécessairement de matières fécales, mais peuvent provenir d'eaux enrichies en matière organique, comme les effluents industriels. C'est pourquoi il serait plus approprié d'utiliser le terme "coliformes thermotolérants" plutôt que "coliformes fécaux". L'intérêt de la détection de ces coliformes est qu'ils ont une survie dans l'environnement généralement équivalente à celle des bactéries pathogènes et que leur densité est souvent proportionnelle au degré de pollution fécale (Lucbert, 2012).

2.3.1.4. Microflore pathogène

Certaines bactéries pouvant être dangereuses pour la santé humaine ou animale (appelées bactéries pathogènes) peuvent se retrouver dans le lait, soit en raison d'une excrétion directe par la mamelle, soit suite à une contamination externe, d'origine fécale (Lucbert, 2012). Les agents pathogènes les plus souvent impliqués ou suspectés sont :

2.3.1.4.a) *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est une bactérie opportuniste qui fait partie de la flore commensale de la peau et des muqueuses (fosses nasales, périnée, tractus gastro-intestinal et pharynx) chez l'homme et de nombreuses espèces animales. La population humaine peut être décomposée en trois groupes : 20 % sont des porteurs permanents, 60 % sont des porteurs intermittents et 20 % ne seront jamais porteurs. *Staphylococcus aureus* se caractérise par la production d'une enzyme appelée staphylocoagulase. Un test de coagulase en laboratoire permet de différencier les staphylocoques à coagulase négative, considérés comme des pathogènes mineurs, des staphylocoques à coagulase positive, considérés comme un pathogène majeur.

Chez la chèvre, les staphylocoques (à coagulase positive ou négative) sont les principaux agents responsables des infections de la mamelle, appelées mammites. Ces bactéries sont alors excrétées dans le lait par la mamelle infectée (Lucbert, 2012).

2.3.1.4.b) *Salmonella*

Salmonella est principalement localisée dans l'intestin des animaux malades ou porteurs sains. Elle est ensuite diffusée dans l'environnement, notamment dans l'eau, par les excréments des animaux, mais aussi par les écoulements utérins, le placenta et les avortons. De ce fait, la salmonelle peut se retrouver dans le lait (Pradal, 2012). Les salmonelles peuvent se multiplier à des températures comprises entre 5 °C et 45 °C, avec un optimum entre 35 °C et 37 °C, et à des pH allant de 4,5 à 9, avec un optimum entre 6,4 et 7,5 (D'aoust, 1989). *Salmonella* est responsable de nombreuses toxi-infections alimentaires collectives et doit donc être totalement absente dans les aliments.

Chez la chèvre, il existe un portage latent de salmonelle qui peut, suite à un stress, évoluer vers une excrétion, voire des signes cliniques. La salmonelle peut ainsi être impliquée dans des infections de la mamelle (peu fréquentes), dans des avortements (rares) et dans des infections digestives avec des formes diarrhéiques et/ou septicémiques chez les jeunes ou les adultes (Lucbert, 2012).

2.3.1.4.c) *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes provient à la fois de sources animales (mamelles) et environnementales (litière, fèces, poussière de la traite, eau, trayeur, lactosérum). Elle atteint d'abord le système digestif du malade, puis son système nerveux, provoquant ainsi une

Chapitre I. Notions sur la qualité du lait de chèvres

encéphalite, une méningite et une septicémie. La multiplication de la listeria est favorisée lorsque les conditions d'hygiène sont défectueuses (Pradal, 2012).

2.3.2. Levures et moisissures

Elles se manifestent dans le fromage (peu dans le lait). Les levures sont des champignons microscopiques unicellulaires et sont souvent rondes à ovales, la division se fait par bourgeonnement, plus rarement par scissiparité. Les levures d'altération sont associées au domaine laitier (Hermier et al., 1992). Les moisissures sont des champignons microscopiques filamenteux, dix fois plus grosse que les levures, il existe plusieurs genres de moisissures notamment les genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium* (Meyer et al., 2004).

La morphologie des levures est d'une grande importance taxonomique. Les cellules sont généralement sphériques ou ovoïdes, parfois cylindriques, ellipsoïdes, allongées, apiculées, ogivales, triangulaires, ou en forme de bouteille (Walker, 2009 ; Kurtzman, 2011 ; Labbani, 2015). La taille des cellules est grande par rapport aux bactéries : elle varie entre 5 et 20 micron. La morphologie cellulaire peut être examinée facilement à l'objectif $\times 40$ pour une préparation à l'état frais. Les cellules peuvent rester accolées et donner naissance à un pseudomycélium ou même un vrai mycélium (Guiraud, 1998).

2.4. Qualité technologique

La fabrication de fromage reste la principale voie de valorisation du lait de chèvre. Cependant, la qualité fromagère de ce lait est fortement influencée par sa composition physico-chimique, qui peut connaître de grandes variations. Cela peut avoir un impact négatif sur le produit final.

L'une des particularités du lait de chèvre est sa faible teneur en caséine $\alpha S1$, ce qui le rend très sensible au traitement thermique (Benyoub, 2016).

De plus, le lait de chèvre a un comportement technologique différent de celui du lait de vache, en raison de sa grande variabilité protéique. Même à teneur égale en caséines, le lait de chèvre ne réagit pas de la même manière à la présure. Le gel formé est moins ferme et plus friable. Il se caractérise par un temps de prise plus court, une vitesse de raffermissement plus élevée, mais un rendement moindre, surtout pour les laits pauvres en caséine $\alpha S1$. Cette faible fermeté du gel s'explique par la grande taille des micelles caséiques du lait de chèvre, qui est corrélée négativement à la fermeté du gel (Benyoub, 2016).

2.5. Facteurs influant la qualité microbiologique du lait de chèvre

2.5.1. Impact de l'environnement et du niveau du bien-être en élevage

2.5.1.1. Méthode de traite de lait

La qualité de la traite repose sur de nombreux éléments interdépendants. Cela inclut l'agencement et l'hygiène des locaux, l'entretien du matériel, la conception, le fonctionnement et le réglage des installations de traite, l'ambiance et la technique de traite, ainsi que la santé des animaux.

Le Tableau 4 résume les principaux postes qui peuvent avoir un impact, d'une part sur la santé de la mamelle, et d'autre part sur la contamination bactérienne du lait (flore totale ou micro-flores pathogènes spécifiques). Cependant, il faut garder à l'esprit que les problèmes liés à la traite et à l'installation de traite ne font souvent qu'aggraver une situation préexistante. Par exemple, une surtraite sera mieux tolérée par des animaux en bonne santé, mais dans un contexte de dysfonctionnement de l'installation et/ou de fréquence élevée d'infections, elle exposera les animaux à un risque accru d'infection (Lucbert, 2012).

Tableau 4: Éléments clés entrant dans l'appréciation de la traite, à prendre en compte en cas de problèmes sur le cheptel et/ou sur la qualité du lait (Crémoux et al., 2011)

Éléments clés dans l'appréciation des conditions et techniques de traite	Infections intramammaire (modèle contagieux)	Germes pathogènes et FTAM
<u>Lieu de traite</u>		
• Hygiène générale du lieu de traite	++	+++
• Éclairage de la salle de traite	++	+++
<u>Matériel de traite et entretien</u>		
• Montage et réglage de la machine à traire	+++	+++
• Évacuation du lait	++	-
• État des pièces en caoutchouc, y compris les coupelles de nettoyage	++	+++
• Nettoyage et désinfection du matériel en contact avec le lait	+	+++
<u>Animaux</u>		
• Comportement des animaux, stress	+	++
• Ordre de traite	+++	-
• Propreté de la mamelle	+	+++
• Hygiène avant/après la traite	++/+++	+++/-

Chapitre I. Notions sur la qualité du lait de chèvres

• État des trayons	+++	–
<u>Technique et incidents de traite</u>		
• Entrées d'air/glissements de faisceaux	+++	–
• Chutes de faisceaux	++	+++
• Surtraite	+++	–
<u>Autres</u>		
• Refroidissement du tank	+	+++

* Germes pathogènes: se référer également à la colonne « infections intramammaires » en cas de présence d'animaux excréteurs

Légende : – élément moins important, + élément clé important, ++: élément clé très important; +++ élément clé incontournable

2.5.1.2. Présence de chevreaux

La présence de chevreaux dans le troupeau peut avoir une influence sur la qualité microbiologique du lait de chèvre, notamment :

2.5.1.2.a) Contamination bactérienne

La présence de chevreaux augmente les risques de contamination du lait par des bactéries, en raison de l'environnement plus chargé en micro-organismes dans les locaux où sont élevés les chevreau

2.5.1.2.b) Flore microbienne

Le lait des chèvres allaitantes peut présenter une flore microbienne plus diversifiée et avec des charges bactériennes plus élevées, en comparaison avec le lait de chèvres non allaitantes.

2.5.1.2.c) Qualité sanitaire

Des études ont montré que le lait de chèvres allaitantes pouvait présenter un taux de germes plus élevé et une moins bonne qualité sanitaire, en particulier en l'absence de bonnes pratiques d'hygiène (Mattiello et al., 2022).

2.5.1.3. Nature du sol et méthode d'extraction des effluents

2.5.1.3.a) Effet de la nature du sol

Le type de sol (argile, sable, limon, etc.) influence la composition minérale, le pH et la teneur en matière organique du sol. Ces paramètres du sol affectent la flore microbienne présente, qui peut se retrouver dans le lait lors de la traite. Les sols riches en matière organique et ayant un pH proche de la neutralité favorisent généralement une flore microbienne plus diversifiée et équilibrée. Un sol pauvre et acide pourrait par exemple favoriser le développement de microorganismes pathogènes comme les coliformes (Callon et al., 1992).

2.5.1.3.b) Effet de la méthode d'extraction des effluents

Le stockage, le traitement et l'épandage des effluents d'élevage (lisiers, fumiers) peuvent être sources de contamination du lait. Une mauvaise gestion des effluents (ex: stockage à l'air libre) peut permettre le développement et la dissémination de bactéries (*Salmonella*, *Escherichia coli*, *Listeria*, etc.) (Directive 92/46/CEE du conseil). À l'inverse, un traitement approprié des effluents (ex: compostage) permet de réduire significativement leur charge microbienne. (Sanviddo et al., 2008) L'épandage raisonné des effluents traités sur les pâtures limite les risques de contamination directe du lait. (Directive 91/676/CEE du conseil).

2.5.2. Influence du système d'élevage et de la taille du troupeau

2.5.2.1. Système d'élevage

Le lait de chèvres élevées au pâturage, présente généralement une charge microbienne plus faible et une meilleure qualité hygiénique que le lait de chèvres en stabulation (Skeie, 2014). L'alimentation des chèvres (fourrages, concentrés, etc.) peut influencer la composition et la qualité microbiologique du lait (Kalač et Samková, 2010). La croissance de moisissures pourrait être un indicateur de la présence de mycotoxines dans les aliments. On distingue cinq grandes familles de mycotoxines posant des problèmes sanitaires en élevage (DIFAGRI, 2023) :

- **Aflatoxines** : ce sont les mycotoxines les plus toxiques. Elles sont produites par des champignons du genre *Aspergillus*, notamment *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus*. Les aflatoxines sont présentes dans les céréales, les fruits à coque et les produits dérivés du lait.
- **Trichothécènes** : elles sont produites par des champignons du genre *Fusarium*, notamment *Fusarium graminearum*. Les trichothécènes sont présentes dans les céréales, les fourrages et les produits carnés.
- **Zéaralénones** : celles-ci sont produites par des champignons du genre *Fusarium*, notamment *Fusarium graminearum*. Les zéaralénones sont présentes dans les céréales, les fourrages et les produits laitiers.
- **Fumonisines** : elles sont produites par des champignons du genre *Fusarium*, notamment *Fusarium verticillioides* et *Fusarium moniliforme*. Les fumonisines sont présentes dans les céréales et les fourrages.
- **Ochratoxines**: elles sont produites par des champignons du genre *Aspergillus*, notamment *Aspergillus ochraceus*. Les ochratoxines sont présentes dans les céréales, les fruits à coque et les produits dérivés du lait (DIFAGRI, 2023) (Figure 1).

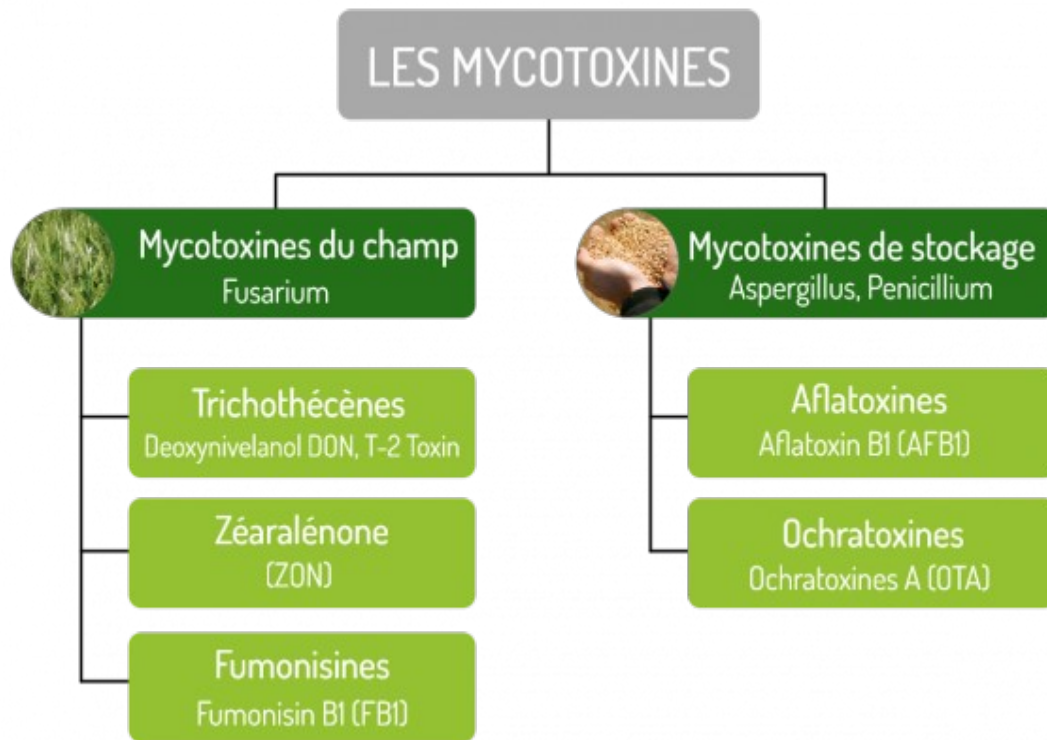


Figure 1: Les mycotoxines du champ et de stockage des aliments (DIFAGRI, 2023)

2.5.2.2. Taille du troupeau

Une étude menée en 2022 par l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) en France a montré que les troupeaux de chèvres de taille plus importante (plus de 100 têtes) avaient généralement une prévalence plus élevée de bactéries pathogènes comme *Listeriamonocytogenes* et *Staphylococcus aureus* dans le lait, par rapport aux troupeaux plus petits (moins de 50 têtes). Cela s'explique notamment par une gestion sanitaire plus difficile dans les grands troupeaux.

2.5.3. Effet du suivi sanitaire et de la prophylaxie en élevage caprin

2.5.3.1. Hygiène et statut sanitaire du personnel

Une bonne hygiène du personnel, notamment le lavage régulier des mains, est essentielle pour limiter la contamination microbienne du lait de chèvre (Regulation (EC) No 853/2004 on the hygiene of foodstuffs). Des études ont montré que le respect des bonnes pratiques d'hygiène

Chapitre I. Notions sur la qualité du lait de chèvres

permet de réduire significativement les niveaux de bactéries pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*) dans le lait (Rosengren et al., 2010).

La présence de personnel infecté ou porteur sain de bactéries pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, etc.) peut entraîner une contamination directe du lait (CAC/RCP 57-2004, FAO ; OMS, 2016).

Un dépistage régulier et l'exclusion temporaire du travail des employés malades ou porteurs permettent de prévenir cette contamination croisée (OMS, 2016).

2.5.3.2. Méthodes prophylactiques

2.5.3.2.a) Antibiothérapie

L'utilisation d'antibiotiques de manière préventive n'est pas recommandée, car cela peut favoriser l'apparition de résistances bactériennes. Seul un traitement curatif en cas d'infection avérée doit être prescrit, sous contrôle vétérinaire, conformément à la réglementation (Directive 2001/82/CE).

2.5.3.2.b) Vaccination

La vaccination des chèvres contre certaines maladies infectieuses (brucellose, tuberculose, etc.) peut permettre de réduire les risques de contamination du lait. Un programme de vaccination adapté doit être mis en place en concertation avec un vétérinaire, selon les recommandations sanitaires en vigueur (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de France, 2021).

2.5.3.2.c) Désinfection

Un nettoyage et une désinfection rigoureux de l'environnement de traite (local, matériel, etc.) sont essentiels pour limiter la contamination microbienne, conformément au Règlement (CE) n°852/2004. Des protocoles de nettoyage et de désinfection doivent être mis en place et respectés (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de France, 2021).

2.5.3.2.d) Examen clinique et analyses vétérinaires périodiques

L'examen clinique régulier permet de détecter précocement les signes de maladies chez les chèvres, comme les infections mammaires subcliniques (Leitner et al., 2004). Le traitement rapide des mammites grâce à la détection précoce permet de réduire la contamination bactérienne du lait (Bergonier et al., 2003).

Une surveillance vétérinaire active, associée à des mesures correctives rapides, permet généralement de maintenir une bonne qualité microbiologique du lait de chèvre, avec des

Chapitre I. Notions sur la qualité du lait de chèvres

niveaux de contamination dans les normes réglementaires (Stuhr et Aulrich, 2010). Cela contribue à préserver la sécurité sanitaire du lait et des produits laitiers caprins, ainsi que leur qualité organoleptique (Papademas et Robinson, 2016).

Aussi les analyses bactériologiques régulières du lait permettent d'identifier les principaux agents pathogènes présents (bactéries, levures, moisissures) et leurs niveaux de contamination (Quigley et al., 2013). Ces analyses aident à mettre en place des mesures de contrôle ciblées pour réduire la charge microbienne, comme l'amélioration des pratiques d'hygiène à la traite (Moroni et al., 2006).

Chapitre II

Risques liés à la contamination microbienne du lait de chèvres

1. Statut microbien du lait de chèvre

Le statut microbien du lait de chèvre cru est influencé par de nombreux facteurs, avec des agents pathogènes introduit à différentes étapes de la chaîne de production primaire et de transformation. Le lait de chèvre cru a une microflore mélangée qui est dérivée de plusieurs sources comprenant l'intérieur du pis, les surfaces extérieures de la chèvre, l'environnement, l'équipement de manutention du lait. En outre, la procédure de traite, l'emballage, l'entreposage et la livraison de lait cru comporte également le risque d'une contamination ou d'une croissance supplémentaire du lait le lait de chèvre cru ne subit aucune étape d'élimination ou de réduction des agents pathogènes; toute contamination pathogène, quelle qu'en soit l'origine, peut présenter un risque pour la santé publique et la sécurité (Gosta, 1995)

2. Risques sanitaires éventuels pour le consommateur du lait de chèvre

Le lait est un aliment très nutritif consommé, avec ses dérivés, dans de nombreux pays, cultures et groupes de population. Dans l'industrie laitière et du lait d'aujourd'hui, la contamination par des dangers menaçant la santé du consommateur peut provenir de diverses sources et peut être représentée par des microorganismes pathogènes ou leurs toxines, agents chimiques utilisés en médecine vétérinaire, les pratiques agricoles et de fabrication ou en raison de la pollution de l'environnement, ainsi que par des agents physiques tels que des corps étrangers. De plus, elle peut survenir à n'importe quel stade de la production laitière : à la ferme, pendant le stockage et le transport, dans l'usine de transformation, dans le magasin de détail et même au domicile du consommateur (Chye et al., 2004).

2.1. Principales zoonoses bactériennes transmises par le lait de chèvre

Les zoonoses, maladies transmissibles entre les animaux et les humains, représentent un risque sanitaire important. Parmi les divers modes de transmission, le lait caprin occupe une place notable (Moya, 2017). Les toxiinfections alimentaires sont des maladies causées par l'ingestion d'aliments contaminés par des agents pathogènes tels que des bactéries, des virus ou des parasites. Le lait cru de chèvre, bien que réputé pour ses qualités nutritionnelles, peut parfois être un vecteur de ces agents pathogènes, posant des risques pour la santé humaine (Adams et Moss, 2020) (Figure 2).

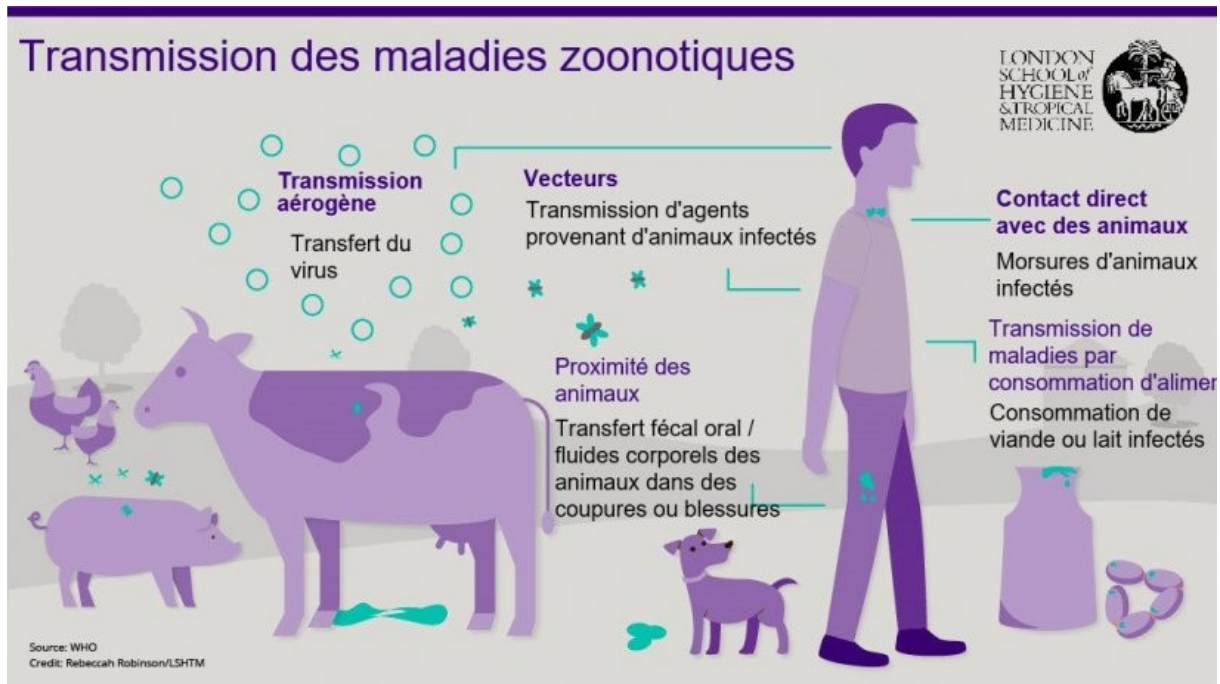


Figure 2. Voies de transmission des maladies zoonotiques.

Source : London School of Hygiene and Tropical Medicine.

https://www.3trois3.com/3tres3_common/art/3trois3/12912/voies-de-transmission-des-maladies-zoonotiques_130016.jpg?w=820&q=1&ts=1653979446.

Parmi ces principaux agents pathogènes, on a :

2.1.1. *Salmonella sp.*

- ✓ **Agent causal:** C'est un groupe de bactéries entériques, pouvant contaminer le lait cru de chèvre et causer des toxiinfections alimentaires chez l'homme. Ces toxiinfections se caractérisent par des symptômes gastro-intestinaux désagréables et peuvent entraîner des complications graves dans certains cas.
- ✓ **Transmission:** c'est une zoonose. La contamination du lait cru de chèvre par *Salmonella sp.* peut survenir à différentes étapes :
 - Mammite de la chèvre
 - Environnement contaminé
 - Manipulation et hygiène inadéquates
- ✓ **Symptômes:** chez l'homme les symptômes d'une toxiinfection alimentaire à *Salmonella sp.* apparaissent généralement dans les six à 72 heures suivant la consommation de lait contaminé et incluent : diarrhée ; nausées ; vomissements ; crampes abdominales ; fièvre (Adams et Moss, 2020).

Chapitre II. Risques liés à la contamination microbienne du lait de chèvres

2.1.2. *Listeria monocytogenes*

- ✓ **Agent causal:** *Listeria monocytogenes* est présente dans l'environnement et peut contaminer les aliments, y compris le lait cru de chèvre.
- ✓ **Transmission:** c'est une zoonose. La contamination se produit par consommation d'aliments contaminés. La listériose, due à *Listeria monocytogenes*, peut contaminer le lait caprin lors de la traite ou par des pratiques de manipulation hygiéniques inadéquates (Smith, 2021).
- ✓ **Symptômes:** la listériose affecte principalement les femmes enceintes, les nouveau-nés et les personnes immunodéprimées. Les symptômes peuvent inclure de la fièvre, des maux de tête, des raideurs musculaires, des nausées et des vomissements. La listériose est particulièrement dangereuse pour les femmes enceintes, les nouveau-nés, les personnes âgées et les immunodéprimés (Smith, 2021). Chez les femmes enceintes, la listériose peut entraîner des fausses couches, des naissances prématurées et des infections graves chez le nouveau-né (Doyle et Buchanan, 2019).

2.1.3. *Escherichia coli*

- ✓ **Agent causal:** certaines souches d'*Escherichia coli*, notamment la souche entérohémorragique (EHEC), peuvent causer des diarrhées sanglantes et des complications graves telles que le syndrome hémolytique urémique (SHU).
- ✓ **Transmission:** c'est une zoonose. La contamination se produit par contact avec des fèces animales infectées ou par consommation d'aliments contaminés, comme le lait cru de chèvre.
- ✓ **Symptômes:** les symptômes de l'infection à EHEC incluent une diarrhée aqueuse ou sanglante, des crampes abdominales, des nausées et parfois des vomissements. Dans les cas graves, le SHU peut entraîner une insuffisance rénale, en particulier chez les jeunes enfants (Jayarao et Oliver, 2017).

2.1.4. *Campylobacter jejuni*

- ✓ **Agent causal:** la bactérie *Campylobacter jejuni* est l'une des principales causes de diarrhée bactérienne dans le monde. Elle peut contaminer le lait cru de chèvre.
- ✓ **Transmission:** c'est une zoonose. La contamination se produit par contact avec des animaux infectés ou par consommation d'aliments contaminés, comme le lait cru de chèvre.

Chapitre II. Risques liés à la contamination microbienne du lait de chèvres

- ✓ **Symptômes:** la campylobactériose se manifeste par une diarrhée aqueuse ou sanglante, des crampes abdominales, de la fièvre, des maux de tête et des douleurs musculaires. Dans de rares cas, des complications graves telles que le syndrome de Guillain-Barré peuvent survenir (Coia et Johnston, 2020).

2.1.5. *Brucella sp.*

- ✓ **Agent causal:** la bactérie *Brucella melitensis* est principalement responsable de la brucellose chez l'homme, bien que d'autres espèces de *Brucella* puissent également être impliquées.
- ✓ **Transmission:** c'est une zoonose. La contamination se produit par contact direct avec des animaux infectés ou leurs sécrétions, ou par consommation de produits laitiers contaminés, notamment du lait cru de chèvre.
- ✓ **Symptômes:** *Brucella melitensis* est particulièrement pathogène chez les chèvres et peut se transmettre à l'humain par ingestion de lait ou de produits laitiers contaminés. Les symptômes chez l'homme incluent fièvre récurrente, sueurs nocturnes et douleurs articulaires (Brown, 2018). La brucellose humaine se caractérise par de la fièvre, des maux de tête, des douleurs musculaires et articulaires, de la fatigue et des sueurs nocturnes. Dans certains cas, des complications graves peuvent survenir, telles que des infections articulaires, des problèmes cardiaques et des avortements chez les femmes enceintes (Koutsoumanis et Sofos, 2019).

2.1.6. *Staphylococcus aureus*

- ✓ **Agent causal:** la bactérie *Staphylococcus aureus* est souvent présente sur la peau et dans les narines des humains et des animaux. Elle peut contaminer le lait cru de chèvre lors de la traite ou de la manipulation.
- ✓ **Transmission:** c'est une zoonose. La contamination se produit par consommation d'aliments contaminés, notamment du lait cru de chèvre.
- ✓ **Symptômes:** l'intoxication alimentaire à *Staphylococcus aureus* se manifeste généralement par des symptômes gastro-intestinaux tels que nausées, vomissements, diarrhée et crampes abdominales. Les symptômes apparaissent généralement dans les 6 heures suivant la consommation d'aliments contaminés et durent généralement 1 à 3 jours.

Chapitre II. Risques liés à la contamination microbienne du lait de chèvres

2.2. Zoonoses rarement transmises par le lait de chèvre

2.2.1. Fièvre Q

La fièvre Q, due à *Coxiella burnetii*, est une autre zoonose préoccupante. Les chèvres sont des hôtes principaux et la bactérie peut être excrétée dans le lait. L'inhalation de particules contaminées est la voie de transmission la plus courante, mais la consommation de lait cru infecté est également une source de contamination (Jansen et Schimmer, 2019).

2.2.2. Tuberculose

La tuberculose, causée par *Mycobacterium bovis*, peut se transmettre par le lait caprin. Bien que la pasteurisation élimine le risque, la consommation de lait cru constitue un danger potentiel, surtout dans les régions où la tuberculose bovine n'est pas bien contrôlée (OIE, 2020).

2.2.3. Toxoplasmose

Toxoplasma gondii est un parasite qui peut être transmis par le lait de chèvre cru. Bien que l'infection par la toxoplasmose soit souvent asymptomatique chez les personnes en bonne santé, elle peut causer des complications graves chez les femmes enceintes et les immunodéprimés (Quinn et Markey, 2022). Le lait caprin peut être contaminé par des agents pathogènes de diverses manières, incluant la contamination directe de la glande mammaire, la contamination croisée lors de la traite ou de la transformation du lait, et la survie des agents pathogènes malgré les conditions de conservation (Radostits et Gay, 2023).

2.3. Risques zoonotiques liés aux champignons et leurs mycotoxines

2.3.1. *Aspergillus sp.* : trois formes principales sont possibles (Guillot, 2008) :

- ✓ Forme allergique : apparition de symptômes d'allergies diverses.
- ✓ Aspergillose : développement localisé de la moisissure (boule fongique) dans une cavité (lésion préexistante d'un poumon, d'un sinus...).
- ✓ Aspergillose invasive : chez les personnes immunodéprimées, envahissement pulmonaire puis généralisé conduisant fréquemment à la mort.

2.3.2. *Candida sp.*

De même que chez l'animal, le *muguet* est la forme la plus caractéristique de la candidose humaine. Elle est très fréquente chez le nourrisson. Les lésions sont les mêmes ;

Chapitre II. Risques liés à la contamination microbienne du lait de chèvres

fausses membranes blanches, légèrement adhérentes à la muqueuse buccale. Les autres muqueuses peuvent être également touchées mais sans gravité particulière. Chez les adultes affaiblis, peuvent apparaître également des lésions d'intertrigo, de muguet vulvo-vaginal et de lésions des ongles. Les lésions sont donc habituellement cutanéomuqueuses, mais des formes systémiques peuvent être parfois observées chez des individus immunodéprimés ou ayant reçu un traitement antibiotique prolongé ; les organes les plus touchés sont l'œil, le rein et le tissu osseux (Dagnac, 2004).

2.3.3. Moisissures

Les moisissures produisent des spores qui sont invisibles à l'œil nu et qui peuvent se retrouver dans l'air que nous respirons. Les moisissures peuvent aussi produire des substances chimiques, tels des composés organiques volatils qui donnent aux moisissures leur odeur caractéristique, ou des toxines, aussi appelées mycotoxines (Bélangier *et al.*, 2002). Les mycotoxines sont des sous-produits toxiques issus du métabolisme secondaire des moisissures des aliments de l'homme et des animaux (Bignon, 2010). Les mycotoxines se développant sur les productions végétales peuvent passer dans le lait. Le cas a été observé avec les aflatoxines contaminant l'arachide. Comme avec les radioéléments, le danger concerne plus les organismes en croissance tels les enfants, que les adultes (Boubezari, 2010).

Ces toxines sont des contaminants naturels de denrées d'origine végétale (fruits et légumes secs ...), d'aliments manufacturés (céréales, jus et produits de fermentation) et de denrées d'origine animale (lait, oeufs, viande, abats). La contamination par les spores de moisissures pouvant se faire par voie alimentaire ou par voie aérienne (Pfohl-leszkowicz, 1999).

2.3. Transmission de germes antibiorésistants aux consommateurs

L'antibiorésistance se réfère à la capacité des bactéries à résister aux effets des antibiotiques, rendant ces médicaments moins efficaces voire inefficaces. Cette résistance survient principalement à cause de l'usage inapproprié et excessif des antibiotiques dans la médecine humaine et vétérinaire. Les conséquences de l'antibiorésistance sont graves, avec une augmentation des infections difficiles à traiter, des coûts médicaux plus élevés et une mortalité accrue (Jansen et Fink-Gremmels, 2019) (Figure 3).

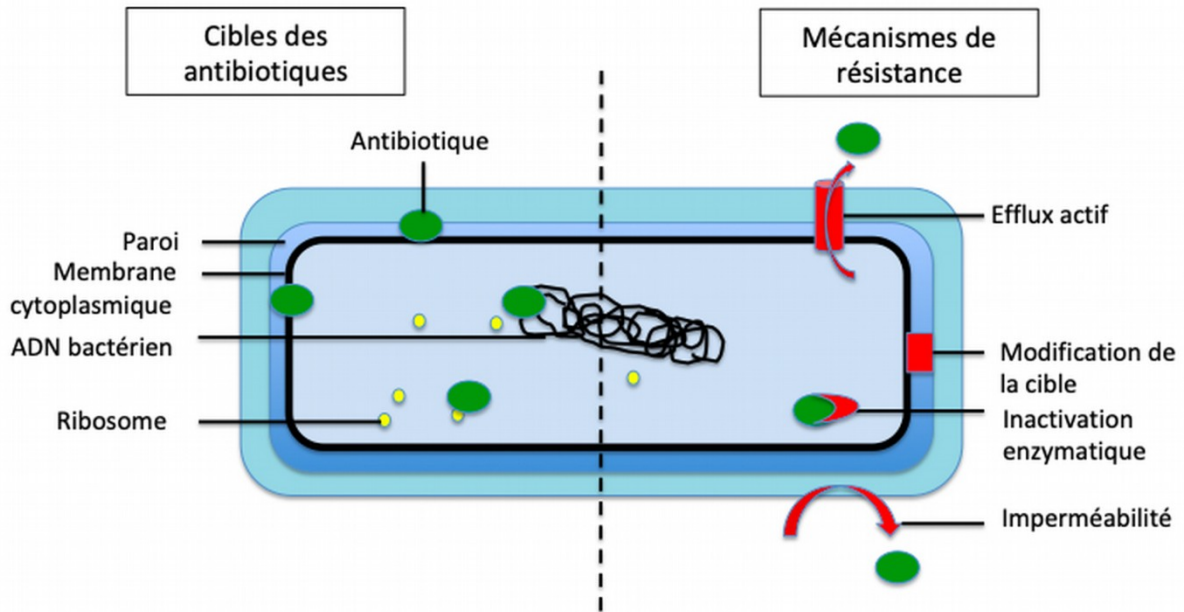


Figure 3. Cibles bactériennes et mécanisme de résistance aux antibiotiques

(Cardot Martin et al., 2019)

Le lait caprin, bien que souvent perçu comme une alternative saine au lait de vache, n'est pas exempt de risques liés à l'antibiorésistance. Les chèvres laitières sont parfois traitées avec des antibiotiques pour prévenir ou traiter des infections bactériennes comme la mammite. Ces traitements, bien que nécessaires pour la santé animale, peuvent entraîner la présence de résidus d'antibiotiques dans le lait. Lorsque ces résidus sont présents, ils peuvent contribuer à la sélection et à la propagation de bactéries résistantes aux antibiotiques (Madden et Courtenay, 2018).

2.3.1. Utilisation des antibiotiques en élevage caprin

L'utilisation excessive et inappropriée des antibiotiques chez les chèvres est l'une des principales causes de l'émergence d'antibiorésistances dans le lait caprin. Les antibiotiques sont fréquemment utilisés pour traiter et prévenir les infections bactériennes, mais une utilisation non contrôlée peut conduire au développement de souches bactériennes résistantes, l'administration prophylactique des antibiotiques dans les élevages caprins contribue significativement à la sélection de bactéries résistantes (Viridis et al., 2018).

2.3.2. Transmission de bactéries résistantes

Les bactéries résistantes peuvent être transmises de l'animal à l'homme par le biais de la consommation de lait contaminé. Cette transmission est particulièrement préoccupante dans le cas du lait cru, qui n'a pas subi de pasteurisation pour éliminer les agents pathogènes ; les pratiques de consommation de lait cru augmentent le risque d'infection par des bactéries anti-biorésistantes (Pexara et al., 2019)(Figure 4).

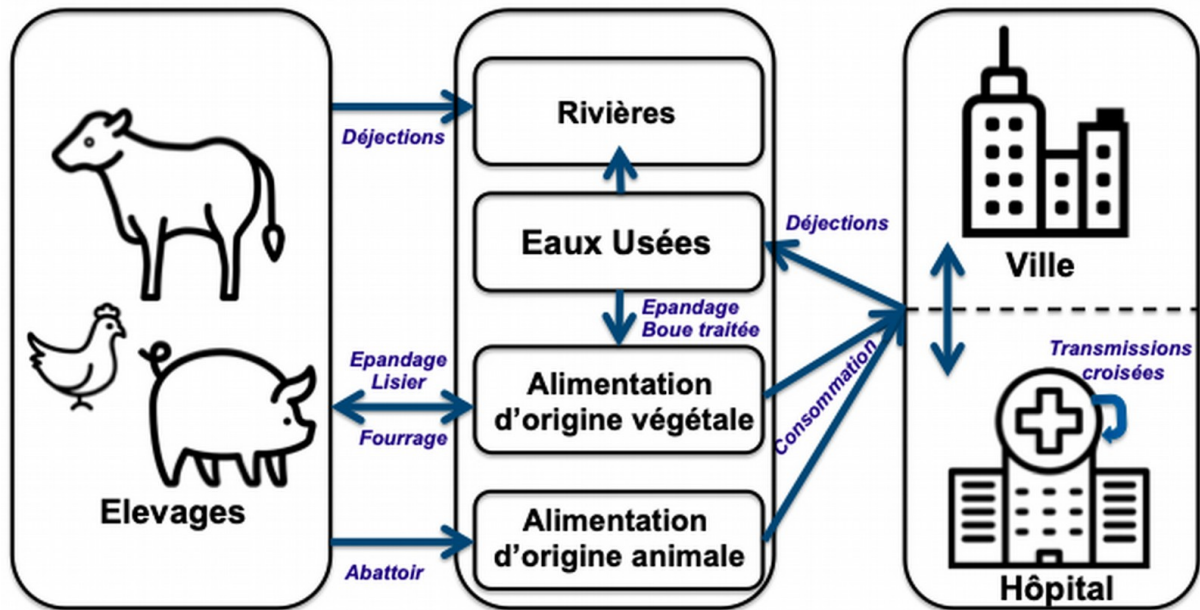


Figure 4. Diffusion de la résistance bactérienne (Cardot Martin et al., 2019)

2.3.3. Conséquences de l'antibiorésistance

2.3.3.1. Impacts de l'antibiorésistance sur la santé humaine

L'antibiorésistance dans le lait caprin représente un danger pour la santé publique. Les infections causées par des bactéries résistantes sont plus difficiles à traiter et peuvent conduire à des complications graves, voire mortelles. En outre, l'émergence de souches résistantes réduit l'efficacité des traitements antibiotiques disponibles, comme l'ont démontré de nombreuses études (Dufour et al., 2020).

2.3.3.2. Impacts de l'antibiorésistance sur la production laitière

La résistance aux antibiotiques peut également affecter la rentabilité et la productivité des élevages caprins. Les infections persistantes et récurrentes nécessitent des traitements plus coûteux et des périodes de retrait du lait plus longues, réduisant ainsi la quantité de lait

Chapitre II. Risques liés à la contamination microbienne du lait de chèvres

disponible pour la vente (Balzi et al., 2021). Les bonnes pratiques d'usage des antibiotiques sont résumées sur la Figure 5.

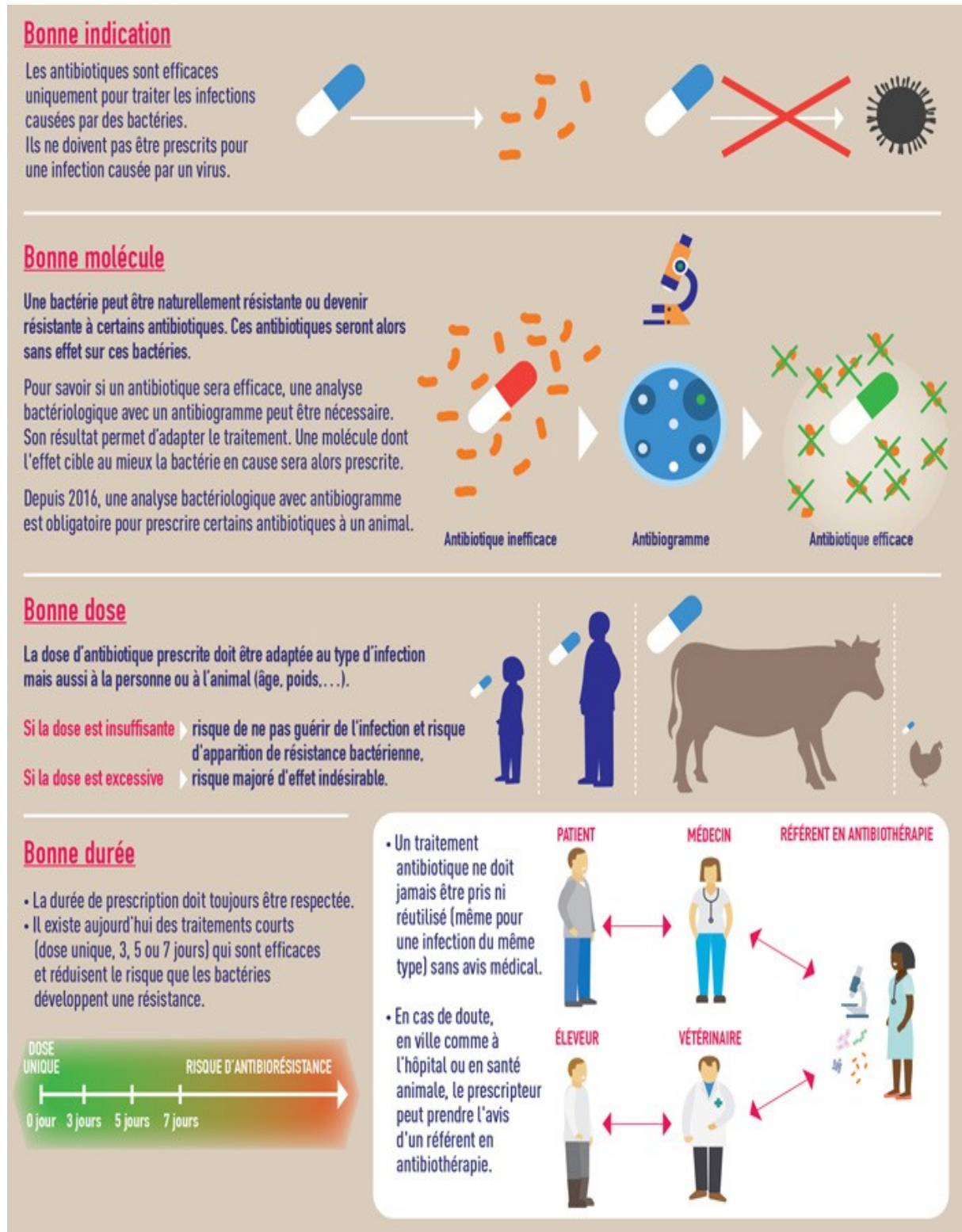


Figure 5 : Le bon usage des antibiotiques (Santé Publique France, 2023)

2.4. Risques sanitaires pour les chevreaux et les congénères

2.4.1. Diarrhées et mortalité des chevreaux

Les chevreaux sont particulièrement vulnérables aux maladies gastro-intestinales, notamment les diarrhées, qui constituent une cause majeure de morbidité et de mortalité dans les élevages caprins. Les diarrhées néonatales chez les chevreaux sont souvent causées par des agents pathogènes tels que *Escherichia coli*, *Rotavirus*, *Coronavirus*, et *Cryptosporidium parvum*. Ces infections peuvent entraîner des pertes économiques significatives en raison de la mortalité des animaux affectés et de la réduction de leur croissance et de leur productivité ultérieure (Arsenault et Dubreuil, 2019).

La diarrhée néonatale chez les chevreaux est généralement caractérisée par une déshydratation rapide et sévère, une acidose métabolique et une perturbation électrolytique. Les chevreaux touchés présentent souvent des signes cliniques de léthargie, de perte d'appétit, de faiblesse et d'émaciation. La mortalité peut survenir rapidement si des mesures thérapeutiques adéquates ne sont pas prises à temps. La gestion efficace de ces maladies nécessite une approche intégrée incluant des pratiques d'hygiène rigoureuses, la mise en place de protocoles de vaccination et l'administration préventive de colostrum de haute qualité pour renforcer l'immunité passive des nouveau-nés (Berg et Hultén, 2018).

2.4.2. Contamination des congénères et de l'environnement

La contamination des congénères et de l'environnement constitue une préoccupation majeure dans la gestion des élevages caprins. Les agents pathogènes responsables des maladies diarrhéiques peuvent se propager rapidement au sein d'un troupeau par contact direct entre les animaux, ainsi que par les matières fécales contaminées présentes dans l'environnement. Les installations d'élevage mal entretenues et les pratiques de gestion inadéquates favorisent la propagation des infections, mettant en péril la santé de l'ensemble du troupeau. (Guillot, 2020).

L'hygiène des installations joue un rôle crucial dans la prévention des infections. Il est impératif de nettoyer et de désinfecter régulièrement les abris et les zones de pâturage, d'éliminer correctement les déchets organiques et de garantir un approvisionnement en eau propre. De plus, la mise en œuvre de mesures de biosécurité, telles que la quarantaine des nouveaux arrivants et la séparation des animaux malades, est essentielle pour limiter la transmission des maladies. Les stratégies de gestion doivent également inclure des programmes de surveillance régulière pour détecter précocement les signes de maladie et intervenir rapidement afin de mi-

Chapitre II. Risques liés à la contamination microbienne du lait de chèvres

nimiser les risques sanitaires pour les chevreaux et leurs congénères (Smith et Sherman, 2021).

2.5. Risques pour le futur technologique et la transformation du lait

La transformation du lait représente une industrie cruciale tant pour les économies locales que pour les industries agroalimentaires mondiales. Avec l'évolution rapide des technologies, tant la fromagerie artisanale que la fromagerie industrielle se trouvent à un carrefour critique (Smith, 2020).

De nombreux produits laitiers (exemples : beurre, fromages, yaourts) peuvent subir des altérations dues au développement des moisissures. Il peut s'agir d'altérations visibles (exemples : changement de couleur, texture, aspect, apparition du mycélium) ou invisibles (exemples : changement de goût, de saveur). Les contaminations des produits laitiers et notamment des fromages peuvent apparaître à plusieurs étapes : à la ferme, dans l'usine de production lors de la fabrication, de l'affinage et du stockage ou chez le consommateur.

Les étables, les salles de traite et les pies sont des sources de contamination du lait. L'étape de pasteurisation permet d'éliminer la majorité des levures et des moisissures présentes dans le lait. Toutefois, ce dernier peut être recontaminé après cette étape. En effet, l'environnement de production est la principale source de contamination fongique. La saumure utilisée pour l'étape de salage des fromages est une source importante de contaminations fongiques. Le personnel peut également contribuer à la dispersion des spores (Valle, 2022).

Partie Pratique

Chapitre III

Matériels

Et Méthodes

1. Région d'étude

1.1 Situation géographique

La wilaya de M'sila a une superficie de **18 175 km²**. Elle est limitée par les wilayas de Médéa, Bouira, Bordj-Bou-Argeridj et Sétif au Nord, Batna à l'Est, Djelfa à l'Ouest, et Ouled Djellal au Sud. Sa population est de 1 029 447 habitants. Sa morphologie et sa position géographique confèrent à cette région un aspect écologique unifié représenté par la prédominance de la steppe qui couvre 1 200 000 ha (soit 63 % de la superficie totale) de la wilaya. La superficie affectée à l'agriculture représente 20 % de la surface totale, consacrées essentiellement à la céréaliculture, à l'arboriculture et au maraîchage (MADR, 2023) (Figure 6).



Figure 6 : Carte administrative de la wilaya de M'sila et sites des élevages visités (MADR, 2023).

Chapitre III. Matériel et Méthodes

1.2 Caractéristiques climatiques

À M'sila, les étés sont courts, caniculaires et secs ; les hivers sont longs et froids ; et le climat est dégagé dans l'ensemble tout au long de l'année. Au cours de l'année, la température varie généralement de 3 °C à 38 °C et est rarement inférieure à 0 °C ou supérieure à 42 °C. Selon l'indice de plage/piscine, la meilleure période de l'année pour visiter M'sila pour les activités estivales s'étend du début juin à la fin septembre (ONM, 2022).

1.2.1 Température

À M'Sila, la saison très chaude dure 2,9 mois, du 14 juin au 9 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 33°C. Le mois le plus chaud de l'année est juillet, avec une température moyenne maximale de 38°C et minimale de 23°C. La saison fraîche dure 3,9 mois, du 16 novembre au 13 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 19°C. Le mois le plus froid de l'année est janvier, avec une température moyenne minimale de 3°C et maximale de 14°C (ONM, 2022).

1.2.2 Humidité

Contrairement à la température, qui varie généralement de manière importante entre le jour et la nuit, les points de rosée varient plus lentement. Ainsi, bien que la température puisse chuter la nuit, une journée lourde est généralement suivie d'une nuit également lourde (ONM, 2022).

1.2.3 Pluviométrie

M'sila connaît des variations saisonnières modérées concernant les précipitations mensuelles. La période pluvieuse dure 9,8 mois, du 23 août au 15 juin, avec au moins 13 mm de pluie sur une période glissante de 31 jours. Le mois le plus pluvieux est avril, avec une pluviométrie moyenne de 34 mm. La période sèche dure 2,2 mois, du 15 juin au 23 août. Le mois le moins pluvieux est juillet, avec en moyenne 4 mm de pluie (ONM, 2022).

1.2.4 Vents

À M'sila, la vitesse horaire moyenne du vent connaît une variation saisonnière modérée au cours de l'année. La période la plus venteuse dure 4,5 mois, du 21 janvier au 6 juin, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 13,4 km/h. Le mois le plus venteux de l'année est avril, avec une vitesse horaire moyenne du vent de 14,7 km/h (ONM, 2022).

Chapitre III. Matériel et Méthodes

1.3. Situation de cheptel caprin dans la région de M'sila

En plus de l'élevage des ovins et des bovins, l'élevage caprin détient une place importante dans la wilaya de M'sila. Cet élevage est principalement géré selon un système d'élevage extensif (Tableau 5).

Tableau 5 : effectif du cheptel caprin dans la wilaya de M'sila (unité: tête) (DSA, 2023)

	Chèvres	Boucs	Chevreaux	Chevrettes	Total
Effectif (tête)	149 160	12 853	29 125	30 768	221 906

2. Matériels et méthodes

2.1. Objectif du travail

Ce travail consiste à évaluer la qualité microbiologique du lait à travers la recherche de (FTAM) et de champignons présents dans le lait cru de chèvres élevées dans quelques exploitations de la wilaya de M'sila.

2.2. Choix des fermes d'étude

Nous avons visité différentes communes, afin d'élargir le champ d'étude, cependant, le choix des élevages était réalisé d'une façon raisonnée, car il était conditionné par l'acceptation des éleveurs à accéder à leurs exploitation. Ceci a constitué une contrainte majeure, ayant entravé les possibilités d'extension de l'étude pour plusieurs sites d'élevage ou pour appliquer un échantillonnage aléatoire. En fait, pour des habitudes ancestrales, les éleveurs de la région d'étude, acceptent mal la présence de visiteurs en dehors de la sphère familiale. Ainsi, il était possible de visiter six élevages, comme il est présenté sur le Tableau 6. La quasi-totalité des élevages visités se composaient de la race caprine *Arbia* (Photo 1).

Chapitre III. Matériel et Méthodes

Tableau 6 : Situation géographique et effectifs des fermes visitées

Numéros des fermes	1	2	3	4	5	6
Région	M'Tarfa	Souamaa	M'Tarfa	Medjedel	El'Hamel	Khoubana
Éloignement de chef-lieu de la wilaya (km)	5,6	17	5,6	132	82	64
Effectif total (tête)	27	37	13	79	29	17
Effectif des chèvres (tête)	20	15	09	42	13	11
Effectif des ovins (tête)	00	05	00	11	07	00
Effectifs des chevreaux/ boucs (tête)	07	17	04	26	09	06



Photo 1: Exemple d'un élevage caprin visité (Photo originale)

Chapitre III. Matériel et Méthodes

2.3. Méthode d'échantillonnage et de prélèvement du lait

Notre étude a porté sur six échantillons de lait collectif de chèvre. Chaque échantillon a été prélevé à partir d'un mélange de lait cru issu de cinq têtes chèvres allaitantes. On a prélevé les échantillons de lait par traite manuelle. Les prélèvements ont été effectués entre avril et mai, 2024. On a suivi la technique de prélèvement de lait pour examen bactériologique préconisé par Mialot (1983), ainsi :

- Désinfection par l'alcool à 70° C puis essuyage des mamelles (Photo 2);
- Remplir aseptiquement des récipients en plastique stériles avec 50 ml de lait cru (Photo 3).
Chaque échantillon provenait de cinq chèvres allaitantes représentant ainsi chaque ferme visitée. La sélection des chèvres, était aléatoire, sous condition quelles soient en lactation.
- Les échantillons de lait ont été identifiés et numérotés, immédiatement.
- Les prélèvements de lait, ont été transportés dans une glacière isotherme avec glaçons vers le laboratoire de microbiologie à l'université de M'sila.
- Tous les prélèvements du lait ont été traité avant l'écoulement de 24h après leur réalisation.



Photo 2 : Désinfection des mamelles
(Photo originale).



Photo 3 : Prélèvement du lait (Photo
(Photo originale)

2.4. Méthodes d'analyses de laboratoire

2.4.1. Milieux de culture

2.4.1.1. Préparation de la gélose Sabouraud

Le matériel utilisé lors des analyses microbiologiques, est détaillé sur l'Annexe I. Durant toutes analyses, on a suivi les protocoles préconisés par Guiraud et Rosec (2004) et par Chabasse et al., (1999). On a utilisé la gélose Sabouraud/chloramphenicol (0.5g/1) qui est un milieu de mycologie générale, permettant la croissance et l'isolement d'une grande variété de levures et de moisissures. L'addition de chloramphenicol a pour but d'inhiber la croissance des bactéries Gram positif et Gram négatif (Sabouraud, 1910).

Selon les recommandation du fabricant, on ajoute 45,5 g d'agar de Sabouraud à un litre d'eau distillée. Dans notre étude, on a utilisé 0.5 L d'eau distillée avec 22,75 g d'Agar, après pesage sur une balance sensible (Photo 4), puis on a mis la suspension dans un bécher, puis sur un agitateur magnétique muni d'une plaque chauffante, afin de le chauffer jusqu'à atteindre 100 ° C (Photo 5).

Après ça, on a mis la suspension dans une bouteille en verre, afin de la mettre dans l'autoclave pour stérilisation à 120 ° C durant 20 mn (Photo 6).

Après stérilisation, on a coulé la gélose Sabouraud dans des boîtes de Pétri stériles ; à raison de 15 à 20 ml par boîte, ceci près d'une flamme de bec Bunzen, afin de garantir un champs stérile de 20 à 30 cm de rayon (Photo 7).

Les boîtes de Pétri ont été ensuite laissées refroidir, puis elles étaient bien fermées et placées au réfrigérateur pendant 24 heures, pour êtreensemencées le lendemain.

Chapitre III. Matériel et Méthodes

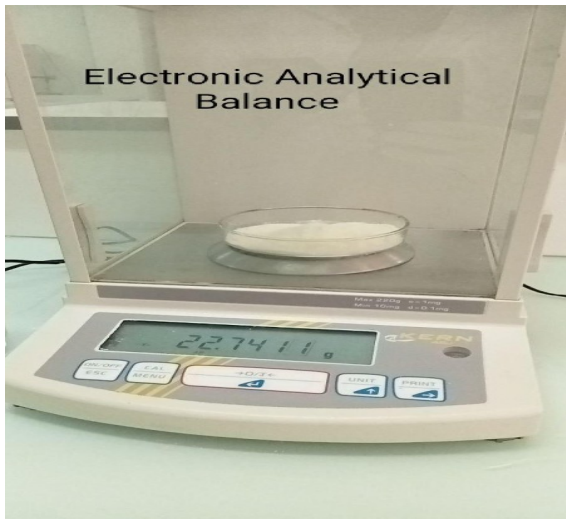


Photo 4 : Pesage de l'agar (Photo originale).



Photo 5 : Suspension d'agar sur agitateur magnétique chauffant (Photo originale).



Photo 6 : Stérilisation par autoclave. (Photo originale).



Photo 7 : Coulage de la gélose dans des boîtes de Pétri (Photo originale)

2.4.1.2. Coulage de la gélose PCA

La gélose PCA (Biokar, France) était d'emblée préparée dans des flacons en verre de 180 ml. Ces flacons ont été autoclavés, puis la gélose a été coulée dans des boites de Pétri, selon le même protocole suscité. Les boites de Pétri ont été placées au réfrigérateur pendant 24 heures, pour être ensemencées le lendemain.

Chapitre III. Matériel et Méthodes

2.4.2. Préparation des dilutions décimales

On a réalisé 3 dilutions décimales dans des tubes stériles (Photo 8) contenant chacun 9 ml d'eau distillée. On a ajouté aseptiquement 1 ml de lait cru à partir de chaque échantillon (Photo 9) par une micropipette en changeant les embouts stérilisés, et en se rapprochant au champ de stérilité du bec Bunzen. Puis les tubes étaient bien agités, pour obtenir la dilution 1. A partir de la dilution 1, puis on y prend un ml de la suspension et on le met dans le tube de la dilution 2, et refaire ainsi avec le tube 3 (Photo 10).

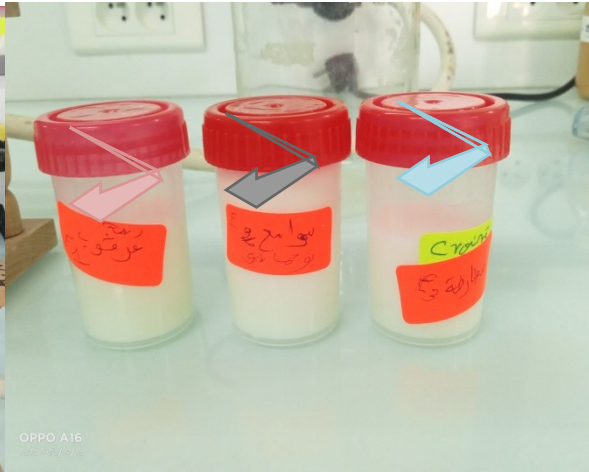
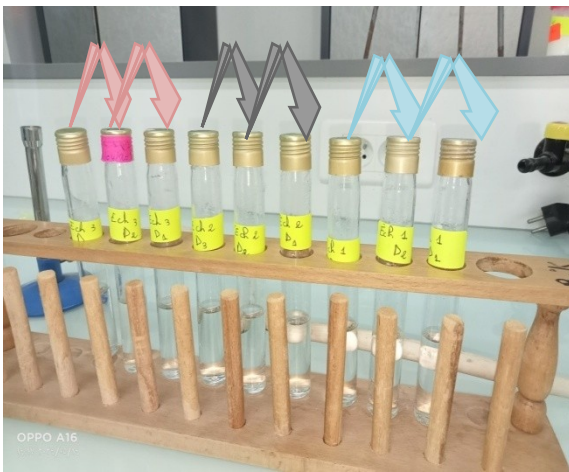


Photo 8 : Tubes de dilution après stérilisation.
(Photo originale).

Photo 9: Échantillons de lait cru
(Photo originale)



Photo 10: Préparation des dilutions décimales (Photo originale)

Chapitre III. Matériel et Méthodes

2.4.3. Ensemencement des boîtes de Pétri

A partir de chaque dilution décimales (1, 2 et 3), on prend 0,1 ml de suspension par une micropipette et on la dépose en surface de la gélose (Sabouraud ou PCA) (Photo 11) et ceci dans la zone de stérilité à 20-30 cm du bec Bunzen.

Les embouts doivent être utilisés une seule fois puis jetés. Puis on a utilisé la pipette Pasteur mise sous forme de râteau, pour étaler la goutte de suspension en surface de la gélose, afin de garantir une croissance rapide et visible des colonies (Photo 12).

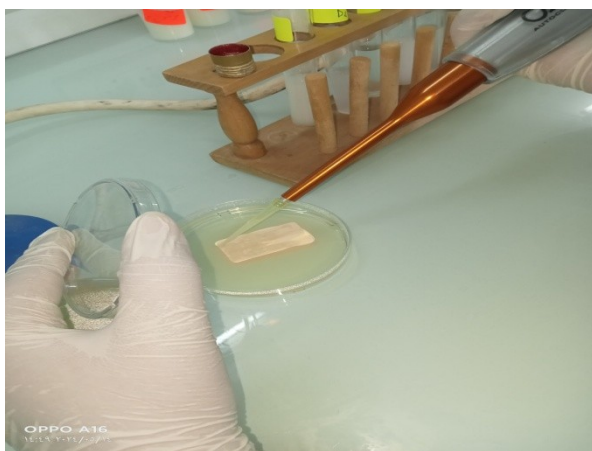


Photo 11: Ensemencement de la gélose en surface (Photo originale).

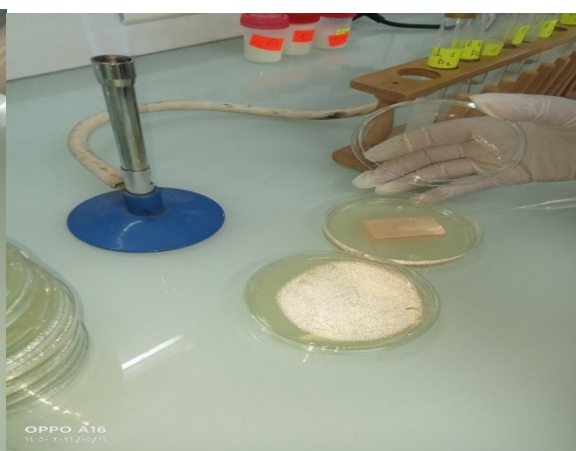


Photo 12 : Étalement par Pipette pasteur (Photo originale)

Ainsi, on aura 6 boîtes pour chaque échantillon de lait (3 Sabouraud + 3 PCA).

Il faut identifier les boîtes ainsi:

le numéro de l'échantillon, le numéro de dilution, en plus du type de gélose.

2.4.4. Incubation

On a utilisé deux incubateurs réglés à différentes températures.

- ✓ Recherche des champignons et levures : les boîtes de Pétri incluant la gélose Sabouraud ont été incubées dans une étuve à 25°C pendant 5 jours (Chabasse et al., 1999).
- ✓ Recherche de la FTAM : les boîtes de Pétri incluant la gélose PCA ont été incubées dans une étuve à 30°C pendant 24-48 heures (Guiraud et Rosec, 2004) (Photo 12).



Photo 13 : Placement des boîtes de Pétri dans l'incubateur (Photo originale).

2.4.5. Lecture des résultats

2.4.5.1. Recherche des champignons et levures

Selon les recommandations et les clés d'identification de Chabasse et al., (1999), l'identification se fait par simple observation de l'aspect macroscopique des colonies au recto et au verso des boîtes de Pétri, sous la loupe binoculaire ; puis sous le microscope optique avec plusieurs agrandissements. Au cours de l'examen macroscopique des colonies, nous devons noter les points suivant : Colonies crémeuses, lisses ou rugueuses, de couleur blanche, beige ou rouge (champignons lévuriformes) ; colonies duveteuses, cotonneuses ou poudreuses (champignons filamenteux).

Il est important surtout pour les levures, de quantifier le nombre de clones ayant poussés par l'utilisation du symbole + entre un à quatre + comme suit :

+ : <10 colonies.

++ : 10 à 50 colonies.

+++ : >50 colonies, bien isolées.

++++ : >50 colonies en nappe.

Chapitre III. Matériel et Méthodes

2.4.5.2. Recherche de la FTAM

La lecture s'est réalisée selon les recommandations de Guiraud et Rosec, (2004) par comptage de toutes colonies ayant poussé peu importe leur aspect. Le dénombrement s'est réalisé par compteur de colonies (Photo 14).

Le dénombrement est suivi d'un calcul du nombre des microorganismes selon la formule :

$$N = \sum c / d \cdot V$$

$\sum c$ = nombre de colonies comptée sur les boîtes retenus ;

d = taux de dilution (1/10, 1/100, 1/1000) ;

V = volume ensemencé (ml).

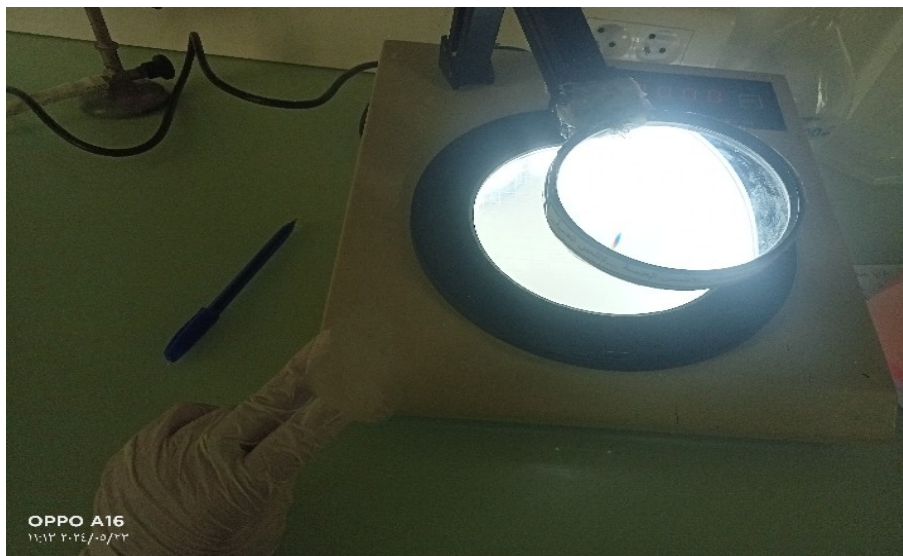


Photo 14 : La lecture par compteur de colonies (photo originale)

2.5. Analyses statistiques et évaluation de la conformité du lait

On a utilisé le logiciel SPSS version 26. en appliquant un test de corrélation de Kindall avec un seuil de signification de $p \leq 0.05$, entre la variable « Ferme » comme facteur dépendant et la variable « niveau de contamination du lait cru par la FTAM ». Aussi, on a comparé les résultats du nombre de FTAM en UFC/ml de lait cru, avec les valeurs des normes rapportées par JORA (Juillet, 2017).

Chapitre VI

Résultats Et

Discussion

Chapitre IV. Résultats et Discussion

1. Résultats et discussion

1.1. Recherche de la FTAM

Le Tableau 7 et la Photo 15 représentent les résultats obtenus après incubation durant 48h à 30° C. Le Tableau 7 inclue le nombre de colonies obtenues en milieu PCA pour chaque échantillon, pour les trois dilutions.

Tableau 7: Résultats de la recherche de la FTAM (N : nombre initial de germes)

Numéro de l'échantillon	Dilutions			N (UFC/ml)
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	
1	11	03	18	1,841×10 ⁵
2	47	15	10	1,197×10 ⁵
3	03	01	00	1,3×10 ³
4	00	48	00	4,8×10 ⁴
5	29	00	01	1,29×10 ⁴
6	15	48	02	6,95×10 ⁴



Photo 15: Résultats de la FTAM après incubation durant 48h à 30° C sur PCA
(Photo originale)

Chapitre IV. Résultats et Discussion

On observe sur les Tableaux 7 et 8, que la valeur maximale pour les FTAM (UFC/ml) correspond à la Ferme 1 situé à M'Tarfa, alors que la valeur minimale pour les FTAM correspond à la Ferme 3, situé elle aussi à M'Tarfa.

Tableau 8: Résultats minimal et maximal du nombre de FTAM en UFC/ml par comparaison avec les normes du JORA (juillet, 2017) (Annexe II).

Bactéries	Min (F3)	Max (F1)	Norme (JORA, 2017)
FTAM	$1,3 \times 10^3$	$1,841 \times 10^5$	$m=3 \times 10^5 < N < M=3 \times 10^6$

m : nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur en dessous de laquelle la qualité du produit est considérée comme satisfaisante;

M : nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur au dessus de laquelle la qualité du produit est considérée comme inacceptable.

D'après les résultats de dénombrement des FTAM (Tableaux 7 et 8), on constate que les échantillons de lait de chèvres, analysés durant cette présente étude, sont conformes aux normes du JORA (juillet, 2017) (Annexe II).

La FTAM est un bon indicateur de contamination globale, renseigne sur la qualité hygiénique du lait cru (Guinot-Thomas et al., 1995). Le dénombrement des FTAM reflète la qualité microbiologique générale du lait cru. Ainsi le nombre de germes totaux pourra donner une indication de l'état de fraîcheur ou de décomposition (altération) du lait (Guiraud et Rosec, 2004). Des valeurs élevées n'indiquent pas nécessairement la présence de pathogènes, aussi des valeurs basses peuvent accompagner la présence de pathogènes à des niveaux dangereux (Sutra et al., 1998).

On a utilisé le logiciel SPSS version 26. en appliquant un test de corrélation de Kindall avec un seuil de signification de $p \leq 0,05$, entre la variable « Ferme » et la variable « niveau de contamination du lait cru par la FTAM » (Tableau 9), cependant, aucune corrélation significative n'a été détectée entre les deux variables. Ceci, pourrait être dû au fait que le nombre de fermes, de même que le nombre d'échantillons de lait analysés, sont très réduits. En fait, pour des contraintes d'ordre logistique (difficultés de déplacement) et d'ordre communicative avec les éleveurs, en plus du manque de réactifs spécifiques de laboratoire, on n'a pas pu augmenter la

Chapitre IV. Résultats et Discussion

taille de notre échantillon, et même on a renoncé à la recherche de *Salmonella sp.* et de *Staphylococcus aureus*.

Tableau 9: Application du test de corrélation de Kendall ($p \leq 0,05$) entre la variable « Ferme » et la variable «niveau de contamination du lait cru par la FTAM»

Kendall's test	-0.33333333
Z score	-0.97435470
P-value	0.16494022 (N.S)
95% Confidence Interval	[-1 , 0.3372]
95% Right-Sided Interval	[-0.8960 , +1]
95% Left-Sided Interval	[-1 , 0.2294]
Number of (x,y) pairs	6
Least-Squares Regression Line	$y = -0.48571429 \cdot x + 5.20$

N.S: Non significatif

1.2. Recherche des champignons et levures

On observe sur le Tableau 10, que parmi six échantillons analysés, seulement les échantillons de lait correspondant à la Ferme 2 (Souamaa) et à la Ferme 5 (El'Hamel), ont révélé la présence de levures et de champignons. D'après les clés d'identification de Chabasse et al., (1999), on a pu identifier des colonies beige représentant des champignons lévuriformes du genre *Candida sp.* (Photo 16). Aussi, sur la même boîte (Photo 16) on a identifié des champignons de couleur noir du genre *Penicillium sp.*

La recherche avancée des espèces de champignons, exige beaucoup de milieux de culture et d'isolement qui sont spécifiques et sélectifs, et qui ne sont pas à notre disposition au niveau des laboratoires du département.

On a quatre échantillons de lait cru sur six, ayant donné un résultat négatif par rapport à présence ou l'absence de champignons et de levures, ce résultat n'est pas un indicateur que le lait est très hygiénique et sain, puisque l'absence de moisissures n'exclut pas la présence de leur mycotoxines dans le lait. La difficulté de recherche des mycotoxines, à cause du manque les moyens techniques (H.P.L.C), nous pousse à relier entre les méthodes de conservation et le niveau de contamination des aliments consommés par les chèvres et le risque d'existence de mycotoxines dans leurs laits (estimation des risques).

Chapitre IV. Résultats et Discussion

Aussi, la majorité des genres de moisissures isolés dans les aliments ; *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Mucor sp.*, *Cladosporidium sp.*, *Penicillium sp.*, pourraient produire des mycotoxines dans des conditions particulières. Ainsi, les aliments contaminés par les moisissures constituent un danger potentiel qu'il faudrait prendre en considération. Les levures ne constituent pas un grand danger sur la santé, mais ils diminuent la qualité nutritionnelle des aliments (Guiraud et Rosec, 2004). Il était difficile d'effectuer une identification complète des genres de champignons isolés, et ceci à cause du manque de moyens et de réactifs au niveau des laboratoires.

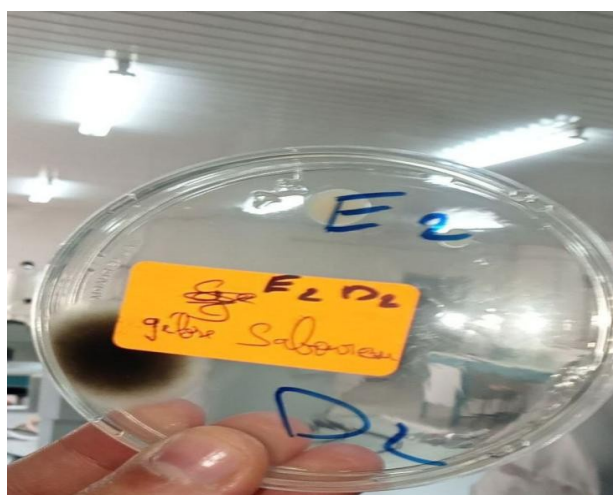


Photo 16 : Résultat de l'incubation sur Sabouraud durant 72h à 25°C avec croissance de *Candida sp.* (beige) et de *Penicillium sp.* (noire) (photo originale)

Tableau 10: Résultats de la recherche des champignons et levures

Numéro de l'échantillon	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	N
1	-	-	-	-
2	-	+	-	ND
3		-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	+	-	N.D
6	-	-	-	-

+ : <10 colonies. ++ : 10 à 50 colonies. +++ : >50 colonies, bien isolées. ++++ : >50 colonies en nappe.

N.D : Non déterminé

Conclusion

Conclusion

Cette étude sur l'évaluation de la qualité microbiologique du lait de chèvre dans la région de M'sila, a révélé des niveaux variables de contamination microbienne. Les résultats de cette étude soulignent l'importance des bonnes pratiques d'élevage, de traite et de manipulation pour garantir la sécurité microbiologique du lait de chèvre. Ceci, malgré que la majorité des résultats de recherches des FTAM sont conformes aux normes fixées par JORA (Juillet, 2017), mais avec un échantillon assez réduit, durant cette étude.

La croissance de *Penicillium sp.* en tant que moisissure, augmente de risque et de présence de mycotoxines dans le lait caprin. L'existence de *Candida sp.* qui sont des champignons levuriformes, dans le lait cru, est alarmante vis à vis de la santé animale et les risques zoonotiques, car certaines espèces du genre *Candida sp.* peuvent provoquer plusieurs formes d'infections superficielles touchant les muqueuses et la peau, ainsi que des infections viscérales, chez l'animal et de même chez l'homme.

On avait des difficultés à accroître la taille de l'échantillon des chèvres et des élevages visités, pour pouvoir atteindre un échantillon représentatif de la région d'étude, et ceci pour des raisons de longues distances séparant les élevages, du doute exprimé par les éleveurs, et parfois même leur refus total de participer à cette enquête, en plus du manque de réactifs et de milieux de culture.

Sachant que les principales sources de contamination possibles du lait, sont les trayons des chèvres, les équipements de traite et l'environnement de la ferme, ainsi que le personnel. Des mesures urgentes doivent être prises pour minimiser l'impact de ces sources de contamination, notamment en améliorant l'hygiène des mamelles, en désinfectant régulièrement les équipements de traite et en maintenant un environnement fermier propre.

En améliorant la qualité microbiologique du lait de chèvre, au niveau de la ferme, nous pouvons réduire les risques pour la santé des consommateurs et améliorer la compétitivité économique de l'industrie laitière caprine dans la région de Msila.

Les producteurs laitiers doivent également être formés aux bonnes pratiques d'hygiène et à l'importance de la surveillance régulière de la qualité du lait. Les autorités sanitaires doivent mettre en œuvre des programmes de surveillance et d'inspection pour garantir la conformité aux normes de sécurité alimentaire.

De plus, il est crucial d'informer et de sensibiliser les différents acteurs de la filière lait : producteurs, transformateurs, distributeurs et commerçants, sur l'importance de la chaîne de froid et la difficulté de conservation, en particulier pour les laits provenant de longues distances dans les régions chaudes.

Il serait intéressant de généraliser cette étude sur d'autres fermes de la région de M'sila. Cela permettrait d'avoir une perspective plus large sur la question d'hygiène et de bien-être en élevage caprin.

L'épanouissement de l'élevage caprin dans la région de M'sila mérite plus d'efforts, soit de la part des autorités publiques concernées, à travers des séances de vulgarisation, des sorties de recensement, et la mise en place d'un nombre suffisant d'infrastructures de collecte, de contrôle et de transformation du lait afin d'encourager l'adhésion de nouveaux éleveurs, soit de la part des éleveurs, qui devraient mieux s'informer sur cette filière, demander l'accompagnement des agents de vulgarisation communaux et enfin respecter les normes d'hygiène en élevage.

Aussi, il faut installer des réseaux de maîtrise des risques liés à la contamination du lait animal, surtout que la majorité des mycotoxines ne sont pas détruites par le chauffage du lait, et même les aliments de bétail qui devraient être contrôlés, et ceci par l'application des normes de l'H.A.C.C.P., soit au niveau des élevages, soit des unités de collecte du lait, dans le but de minimiser au maximum d'éventuels risques d'intoxication ou d'intoxication alimentaire.

Références

Bibliographiques

Référence bibliographiques

- Aboutayeb ,R., (2009).** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien.Revue 163.
- Adams, M. R., & Moss, M. O. (2020).** Food Microbiology (5th ed.). Royal Society of Chemistry. AFNOR. Saint-Denis La Plaine Cedex. FRANCE, 300 page.
- Amiot ,J.,(2001).**Technologie alimentaire et nutrition.Notes de cours,Université and dairy product aspects of goat and sheep milks.World Applied Science journal.
- Anonyme, 2013.** Composition physicochimique du lait de chèvre.
- Arsenault, J., & Dubreuil, P. (2019).** Gestion de la santé des chevreaux en élevage caprin: Prévention et traitement des maladies gastro-intestinales.
- Balzi, A., Simoni, G., & Mucchetti, G. (2021).** Strategies to improve milk quality and safety in dairy goats
- Bélangier M., d'Halewyn MA., FrenetteY., King N.,Leclerc JM., Legris M., 2002.** Les
- Bennefoy C., Guillet F, Luyral G., Bourdis E-V., (2002)** .Microbiologie et qualité
- Benyoub,kQ., (2016).**Caracterisation morphométrique,typologie de l'elevage caprin et étude physico-chimique de son lait au niveau de la wilaya de Tlemcen .mémoire de Master: Génétique. Département de Biologie, Université de Tlemcen,88p
- Benyoub,kQ., (2016).**Caracterisation morphométrique,typologie de l'elevage caprin et étude physico-chimique de son lait au niveau de la wilaya de Tlemcen .mémoire de Master:
- Beresford, TP, Ross, RP, Fitzgerald, GF et Cotter, PD (2013). Le microbiote complexe du lait cru.
- Berg, M., & Hultén, C. (2018).** Infectious Diseases in Small Ruminants
- Bergonier, D., de Crémoux, R., Rupp, R., Lagriffoul, G. et Berthelot, X. (2003).** Mastite des petits ruminants laitiers. Recherche vétérinaire, 34(5), 689-716.
- Bignone E., 2010 :** Amélioration de la qualité des laits biologique : caractère des
- Boubezari M.T., 2010 :** Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et
- Brest, 2022.** Français. ffNNT : 2022BRES0099ff. fftel-04088666f
- Brown, L. (2018).** Infectious Diseases of Livestock. Oxford: Oxford University Press.
- Brown, T. et Green, L. (2019).** Progrès technologiques dans la production laitière.
- Callon, C., Montel, M.-C., Roqueplo, C., & Desmazeaud, M. J. (1992).** Les relations entre les caractéristiques des laits crus et les caractéristiques des fromages: Le cas particulier des paramètres microbiologiques. Lait, 72(4), 391-415.

Chen, L., Zeng, X., & Zhang, Y. (2016). Flavor characteristics and aroma compounds of goat milk yogurt: A review. [Article de revue]. *Journal of Dairy Science*, 99(11), 8106-8119.

Chye, M. L., Abdullah, N., & Mustafa, S. (2004). Microbiological quality evaluation of goat milk collected from small-scale dairy farms in Penang Island, Malaysia. *International Journal of Agriculture & Rural Development*, 5(2), 125-129.

Codex Alimentarius. 2004. Code d'usages en matière d'hygiène pour le lait et les produits laitiers. CAC/RCP 57-2004.

Coia, J. E., & Johnston, Y. (2020). *Foodborne Pathogens and Food Safety*. Springer.

Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, Section de l'Alimentation et de la Nutrition, Constantine, 27p. 124pages.

Desjeux J.F.,(1993)...valeur nutritionnelle du lait de chèvre. *Lait*, 73, p.580.

diététique, Tec et Doc, Lavoisier: 25 (397 pages).

Directive 91/676/CEE du Conseil du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles.

Directive 92/46/CEE du Conseil du 16 juin 1992 arrêtant les règles sanitaires pour la production et la mise sur le marché de lait cru, de lait traité thermiquement et de produits à base de lait.

Doyle, M. P., & Buchanan, R. L. (2019). *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers* (5th ed.). ASM Press.

Doyon A.,(2005).Influence de l'alimentation sur la composition de lait de chèvre: revue des travaux récents ., colloque sur la chèvre, CRAAQ, 7 octobre, Québec, Canada drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*, 88 : 106S-116S.

Dufour, S., Dohoo, I. R., Barkema, H. W., Descôteaux, L., Devries, T. J., Reyher, K. K., ... & Scholl, D. T. (2020). Epidemiology of coagulase-negative staphylococci intramammary infection in dairy cattle and the effect on udder health.

Duteurtre G ., Oudanang M K., N'gaba S H.,(2005).Les bras laitiers de N'djamena (Tchad) des petites entreprises qui valorisent le lait de brousse. Acte de colloque, ressources vivrières et choix alimentaire dans le bassin lac Tchad: 20-22 novembre, Paris X-nanterre.

Ed. TEC & DOC, Paris, pages 457. fabriquer pour mieux valoriser ses fromages de chèvre, France, Lavoisier, pp.21-26. -

Foodborne Pathog Dis. 2013;10(2):125-36).

Fredot E., (2006). Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la

- Gosta, N. (1995).** Microbial status of raw goat milk and its implications for public health. *Journal of Dairy Science*, 78(12), 2821-2833. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76812-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76812-3)
- Guillot, J. (2020).** Pathologie et Hygiène des Animaux d'Élevage
- GUINOT-Thomas P., AMMOURY M., LAURENT F.** Effects of storage conditions on the composition of raw milk. *Int. Dairy J.*, 1995, 5, 211-223.
- Guiraud J.P et Rosec J.P., 2004.** Pratique des normes en microbiologie alimentaire.
- Guiraud J-P. (1998).** Microbiologie alimentaire.Ed, Dunod, Paris, p : 310-321.
- Haenlein G. F. W., (2004).**Goat milk in human nutrition.*Small Rumin.Res.* 51, 155
- Haenlein, G. F. W. (1996).** Milk and dairy products from goats. [Article de revue]. *Small Ruminant Research*, 22(2), 199-210.
- HERMIER J., LENOIR J., WEBER F. 1992.** Les groupes microbiens d'intérêt laitier .Edition CEPIU, paris, pp. 62-88.
- Industries agro-alimentaires.** Aquitaine : Doin, Paris. 248p.
- Institut national de santé publique du Québec.** 159 pages.
- J Food Prot.** 2007;70(12):2732-2744
- Jansen, A., & Schimmer, B. (2019).** Zoonotic Pathogens in Milk.
- Jansen, J., & Fink-Gremmels, J. (2019).** Risk Management Practices for Veterinary Antimicrobial Use and Antimicrobial Resistance in Dairy Farming.
- Jayarao, B. M., & Oliver, S. P. (2017).** Raw Milk and the Dairy Farm Environment: Pathogens and Public Health Implications. Springer.
- Johnson, M. (2017).** Pratiques durables dans l'industrie laitière . Oxford : Livres verts.
- Jones, A. (2018).** La fabrication traditionnelle du fromage à l'ère moderne
- Jooyandeh H.et Abroumand A .,(2010) .**Physicochemical,nutritional,heattreatment effects
- Kalač, P. et Samková, E. (2010).** Les effets de l'alimentation de divers fourrages sur la composition en acides gras de la matière grasse du lait bovin : une revue -*Journal tchèque des sciences animales*, 55(12), 521-537.
- Kljajevic, J. (2017).** Factors affecting goat milk quality. [Article de revue]. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 68(1), 1-13.
- Koutsoumanis, K. P., & Sofos, J. N. (2019).** Food Safety Management: A Practical Guide for the Food Industry. Elsevier.

Kumar, P., Singh, S., & Rajput, Y. S. (2016). Goat milk: A natural alternative to cow milk with better nutritional properties. [Article de revue]. *Journal of Food Science and Technology*, 53(6), 3559-3569.

Kurtzman C P. (2011). Discussion of Teleomorphic and Anamorphic Ascomycetous Yeasts and Yeast-like Taxa. In: C.P. Kurtzman., J.W. Fell., T. Boekhout (Eds), *The Yeasts, a Taxonomic Study*. Elsevier, London, p: 304.

Labani KFZ. (2015). Activité «Killer» chez des levures isolées des sols du Nord-Est Algérien Purification, caractérisation et effet sur les souches de levures indésirables. Thèse de Doctorat. Université Mentouri. Constantine.

Lahrech A, M Hamidi, A Choukri et B Ancer.(2018). Qualité microbiologique du lait et du fromage de chèvres Arbia : coagulation par *Cynara cardunculus*. Laboratoire de chimie organique et de substances naturelles. Université de Djelfa. Algérie.¹ Ecole nationale supérieure d'agriculture ENSA (Ex INA). El Harrach. Algérie.

Laval,166p.and fecal coliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency.

Leitner, G., Silanikove, N. et Merin, U. (2008). Estimation de la perte de rendement en lait et en caillé chez les ovins et caprins atteints d'une infection intramammaire et sa relation avec le nombre de cellules somatiques. *Recherche sur les petits ruminants*, 74(1-3), 221-225.

Lucbert,J.,(2012).Qualité hygienique.In:L'élevage des chèvres, France,pp.209-222.

Madden, R. H., & Courtenay, O. (2018). Antimicrobial Resistance in Farm Animals: A Comprehensive Overview.

Mami, A. (2013). Contribution à l'étude des paramètres de reproduction et de production des caprins en Algérie. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Martin, P. et Clark, D. (2021). *Biotechnologie et sécurité alimentaire*. Boston : Presse académique.

Mattiello, S., Caroprese, M., Napolitano, F., & Ettorre, F. (2022). Goat milk quality and sanitary practices on dairy goat farms *Small ruminant research* 106746211.

Méd.Vét.,160,12,pp:590-595.

Mialot J.P. (1983). – Technique de prélèvement de *lait* pour examen bactériologique. *Rec. Méd. vét.*, 159 (11), 1057–1058.

Milewski, S., Ślósarz, P., Litwińczuk, Z., & Krężel, J. (2018). The effect of season and lactation stage on the chemical composition and sensory characteristics of goat milk. [Article de revue]. *Journal of Dairy Research*, 85(2), 133-139.

Moroni, P., Pisoni, G., Varisco, G. et Boettcher, P. (2007). Effet de l'infection intramammaire chez la brebis Bergamasque sur les paramètres du lait et les rendements en jus et en fromage. *Journal de recherche laitière*, 74(3), 340-344.

- Mouhous, A., Gaouar, S. B. S., & Youbi, N. E. B. (2013).** Caractérisation du système d'élevage et des performances de production caprine en Algérie. [Article de revue]. *Revue des Régions Arides*, 27, 19-26.
- Mouhous, A., Moulla, F., Huguenin, J., Casabianca, F. (2013).** Performances laitières et modalités d'élevage des chèvres dans la région montagneuse de Kabylie en Algérie. *Options Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranéens*, (108), 515-519.
- Moya, S. J. (2017).** *Zoonoses and Milk: Public Health and Prevention Strategies*. New York.
- Nedjraoui, D. (2002).** Évaluation du potentiel fourrager des parcours steppiques en zone aride : application au parcours de Guorrichane (Sud-Ouest Algérien). [Thèse de doctorat, Université de Tlemcen].
- OIE. (2020).** *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*.
- ONM, 2022.** Données climatiques sur la wilaya de M'sila.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). (2021).** *L'état mondial de l'alimentation et de l'agriculture 2021*. [Rapport]. Rome : FAO.
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2018).** *Lignes directrices sur l'alimentation saine pour les nourrissons et les jeunes enfants*. [Rapport]. Genève : OMS.
- P.,Coquin P.,Briend A.,Desjeux JF.,(1993)** .Le lait de chèvre peut il remplacer le lait de vache
- Papademas, P. et Robinson, RK (2016).** Fromage Halloumi : le produit et ses caractéristiques *Journal international de technologie laitière*, 51(3), 98-103.
- Pexara, A., Solomakos, N., & Govaris, A. (2019).** Monitoring antibiotic residues in milk and dairy products. *Journal of Dairy Science*, 102(5), 3875-3893.
- PfohlleszkowiczA., 1999 :** Les mycotoxines dans l'alimentation : évaluation et gestion du risque.
- Pougheon ,S .et Goursaud ,J., (2001)** . Le lait caractéristiques physicochimiques InDEBRY
- Pradal ,M.,(2012).**Qualité du lait.In:La transformation fromagère caprine fermière : Bien
- Quinn, P. J., & Markey, B. K. (2022).** *Concise Review of Veterinary Microbiology*
- Radostits, O. M., & Gay, C. C. (2023).** *Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats*. Philadelphia
- Razafindrakoto O.,Ravelomanana N.,Rasolofa A.,Rakotoarimanana RD.,Gourgue**
Regulation (EC) No 852/2004 on the hygiene of foodstuffs.
- Rosengren, Å., Fabricius, A., Guss, B., & Sylvén, S. (2010).** Contamination of cow and gibier milk by *Staphylococcus aureus* in farmer-owned herds. *Food microbiology*, 27(8), 1064-1070.
- Sanvido, O., Romeis, J., Bigler, F., 2008.** Ecological impacts of genetically modified crops: Ten years of field research and commercial cultivation. *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.* 111, 235-278.

- Siefarth, C., & Buettner, A. (2014).** Goat milk: Properties and nutritional value. [Article de revue]. Food Technology and Biotechnology, 52(3), 237-244.
- Skeie, S. (2014).** Qualité du lait et affinage du fromage influencés par les pratiques de gestion agricole. Journal laitier international, 34(2), 123-130.
- Smith, B. P. (2021).** Large Animal Internal Medicine. .
- Smith, J. (2020).** Les défis de la production de fromage à petite échelle .
- Smith, M. C., & Sherman, D. M. (2021).** Goat Medicine (3rd ed).
- Stuhr, T. et Aulrich, K. (2010).** Infections intramammaires chez la chèvre laitière : connaissances récentes et indicateurs pour la détection des mammites subcliniques.
- Thompson, R. (2022).** Cybersécurité dans la production alimentaire . Technologie de sécurité alimentaire.
- Valle M.2022.** Effets des conditions de stockage et de formulation des produits laitiers sur la physiologie des moisissures d'intérêt technologique ou d'altération. Microbiologie et Parasitologie. Université de Bretagne occidentale -
- Virdis, S., Scarano, C., Cossu, F., Spanu, V., Spanu, C., & De Santis, E. P. L. (2018).** Antibiotic resistance in Staphylococcus aureus and coagulase-negative staphylococci isolated from goats with subclinical mastitis.
- Walker G M. (2009).** Yeasts. University of Abertay Dundee, Dundee, Scotland. Elsevier Inc, p: 1174-1187.
- Wehrmüller K. et Ryffel S., (2007).** Produits au lait de chèvre et alimentation Agroscope
- Williams, S. et Phillips, K. (2021).** Dynamique du marché et production laitière.

WEBOGRAPHIE :

Antibiothérapie (CRATB) des Hauts de France.COMPRENDRE LES ENJEUX.

Le problème : une consommation d'antibiotiques élevée en France.

<https://www.gilar.org/UserFiles/Image/mieux-utiliser-les-antibiotiques.jpg>

Banque mondiale.La population humaine de l'Algérie.

<https://www.banquemondiale.org/fr/publication/wdr2022>.

DIFAGRI.2023.Comprendre et gérer les mycotoxines en élevage. <https://www.difagri.fr/>

Figure 1. Voies de transmission des maladies zoonotiques. Les zoonoses sont des maladies infectieuses qui peuvent être transmises des animaux aux humains, mais également des humains aux animaux.

Source : London School of Hygiene and Tropical Medicine.

https://www.3trois3.com/3tres3_common/art/3trois3/12912/voies-de-transmission-des-maladies-zoonotiques_130016.jpg?w=820&q=1&ts=1653979446.

Figure 2. Cibles bactériennes et mécanisme de résistance aux antibiotiques

Emilie Cardot Martin, Oana Dumitrescu, Philippe Lesprit.2019.

<https://planet-vie.ens.fr/sites/default/files/2019-12/Figure%201%20-%20Cibles%20bact%C3%A9riennes%20et%20m%C3%A9canisme%20de%20r%C3%A9sistance%20aux%20antibiotiques.png>

Figure 3. Diffusion de la résistance bactérienne. **Emilie Cardot Martin, Oana Dumitrescu, Philippe Lesprit.2019.** <https://planet-vie.ens.fr/sites/default/files/2019-12/Figure%205%20-%20Diffusion%20de%20la%20r%C3%A9sistance%20bact%C3%A9rienne.png>

Figure 4 : Le bon usage des antibiotiques Santé Publique France 2023. Centre Régional en

Annexes

Annexe I

Matériels et réactifs utilisés :

1-Sur le terrain :

- Alcool 70 °
- Serviettes en papier
- Boîtes d'échantillonnage stérile

2- Outils et réactifs de laboratoire

- Bain-marie Memmert
- Incubateurs réglés à différentes températures (30°C , 25 °C)
- Bec Bunsen.
- Balance analytique électronique
- Agitateur magnétique chauffant
- Autoclave
- Pipettes Pasteur
- Boîtes de Pétri
- Tubes en verre
- Pipette en verre stériles
- Eau physiologique
- Embouts bleu et jaune
- Portoirs de tubes
- Compteur de colonies
- Loupes binoculaire

3 -Milieux de culture

- Gélose PCA (Agar)
- Gélose Sabouraud

Annexe II

8 Chaoual 1438
2 juillet 2017

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39

13

ANNEXE I

Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires

1- Lait et produits laitiers

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc (1)/g ou ufc/ml)	
		n	c	m	M
Lait cru	Germes aérobies à 30 °C	5	2	3.10 ⁵	3.10 ⁶
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	Coliformes thermotolérants	5	2	5.10 ²	5.10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml	
	Antibiotiques	1	—	Absence dans 1 ml	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Lait pasteurisé et autres produits laitiers liquides pasteurisés	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	Enterobacteriaceae	5	0	10	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml	
Lait UHT et lait stérilisé	Germes aérobies à 30 °C	5	0	10/0.1ml	
Lait en poudre et lactosérum en poudre	Enterobacteriaceae	5	2	10	10 ²
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Fromages au lait cru	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ³	10 ⁴
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Fromages à base de lait ayant subi un traitement thermique moins fort que la pasteurisation et fromages affinés à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Fromages à pâte molle non affinés (fromages frais) à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Crème au lait cru	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ³	10 ⁴
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	

Résumé :

Cette étude visait d'avoir un aperçu sur la qualité microbiologique du lait de chèvre provenant de quelques exploitations caprines de la wilaya de M'sila. Dans cette vision, on a visité six élevages caprins pour prélever des échantillons de lait collectif, à partir des régions de: Souamaa, Metarfa, Medjedel, El'Hamel et Khoubana. Puis, au niveau du laboratoire des sciences agronomiques, on a réalisé une recherche et un dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FTAM) par culture sur milieu PCA et de la flore mycosique par culture sur Sabouraud. Les résultats ont montré que la valeur du dénombrement des FTAM, sont conformes aux normes du JORA (Juillet, 2017). Après l'utilisation du logiciel SPSS version 26. et l'application du test de corrélation de Kindall ($p \leq 0,05$) entre la variable « Ferme » et la variable « niveau de contamination du lait cru par la FTAM », aucune corrélation significative n'a été détectée entre les deux variables, ce qui pourrait être dû à un échantillon réduit. Aussi, on a pu identifier des champignons lévuriformes du genre *Candida sp.* et des champignons de couleur noire du genre *Penicillium sp.* Les résultats de cette étude soulignent l'importance des bonnes pratiques d'élevage, de traite et de manipulation pour garantir la sécurité microbiologique du lait de chèvre.

Mots-clés: qualité microbiologique, lait de chèvre, flore aérobie mésophile totale, champignons et levures, M'sila.

Summary:

The aim of this study was to gain an insight into the microbiological quality of goat's milk from some goat farms in the wilaya of M'sila. To this end, six goat farms were visited to take samples of collective milk from the regions of: Souamaa, Metarfa, Medjedel, El'Hamel and Khoubana. Then, at the agronomic sciences laboratory, the total aerobic mesophilic flora (FTAM) was researched and counted by culture on PCA medium and the mycotic flora by culture on Sabouraud. The results showed that the FTAM enumeration value complied with JORA standards (July, 2017). After using SPSS software version 26. and applying Kindall's correlation test ($p \leq 0,05$) between the variable "Farm" and the variable "level of FTAM contamination of raw milk", no significant correlation was detected between the two variables, which could be due to a small sample. Also, levuriform fungi of the genus *Candida* sp. and black fungi of the genus *Penicillium* sp. were identified. The results of this study highlight the importance of good husbandry, milking and handling practices to ensure the microbiological safety of goat's milk.

Key words: microbiological quality, goat's milk, total aerobic mesophilic flora, fungi and yeasts, M'sila.

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على الجودة الميكروبيولوجية لحليب الماعز في بعض مزارع الماعز بولاية المسيلة. ولهذا الغرض، تمت زيارة ستة مزارع ماعز لأخذ عينات من الحليب الجماعي من مناطق: السوامع، المطارفة، مجدل، الهامل والخبانة. بعد ذلك، في مختبر العلوم الزراعية، تم بحث إجمالي البكتيريا الهوائية المحبة للحرارة المتوسطة (FTAM) وإحصاءها عن طريق الزراعة في وسط PCA والنباتات الفطرية عن طريق الزراعة في وسط سابورو. أظهرت النتائج أن قيمة تعداد FTAM تتوافق مع معايير الجريدة الرسمية الجزائرية (عدد جويلية 2017). وبعد استخدام برنامج الإحصاء SPSS الإصدار 26. وتطبيق اختبار ارتباط كيندال ($p \leq 0.05$) بين متغير "المزرعة" ومتغير "مستوى تلوث الحليب الطازج بـ FTAM"، لم يتم الكشف عن وجود علاقة ارتباط بين المتغيرين، وهو ما يمكن أن يعزى لصغر عينة الدراسة. أيضا، تم التعرف على الفطريات من جنس *Candida* sp والفطريات السوداء من جنس *Penicillium* sp. تسلط نتائج هذه الدراسة الضوء على أهمية الممارسات الجيدة عند تربية الحيوانات واثناء الحلب من اجل ضمان السلامة الميكروبيولوجية لحليب الماعز. الكلمات المفتاحية: الجودة الميكروبيولوجية، حليب الماعز، البكتيريا الهوائية المحبة للحرارة المتوسطة، الفطريات والخمائر، المسيلة.