



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de  
la vie  
Département des sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences biologiques

## MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences biologiques  
Spécialité : Microbiologie appliquée  
Réf : .....

---

Présenté et soutenu par :  
**Meissa HASSOUNI Amira Wissam DJEZZAR**

Le : dimanche 25 juin 2023.

### Thème

# Etude mycologique, physico-chimique et biochimique du lait de chèvre dans la région d'El-Hadjeb Biskra

---

### Jury:

Mme NEFOUCI Fatima	MAA	Université de Biskra	Président
Mme Sara REDOUANE SALAH	MCA	Université de Biskra	Rapporteur
Mme DJOUAMAA Manal	MAA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2022 – 2023

## Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Allah, qui a enseigné l'homme ce qu'il ne savait pas, de nous avoir donné le courage et la patience pour réaliser ce travail.

Nous remercions les membres de jury chacun de son nom, d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail.

Nous tenons tout particulièrement à adresser nos plus vifs remerciements à notre encadreur Mme Redouane-Salah Sara Maître de conférences à l'Université de Biskra pour avoir suivi et orienté ce travail, pour ses précieux conseils, sa gentillesse, et sa disponibilité à toute épreuve.

Nous adressons toute notre gratitude à l'équipe de laboratoire DEDSPAZA de la recherche scientifique université de Biskra, plus particulièrement un grand merci pour Monsieur Messai Ahmed, de nous avoir accueilli au sein de leurs Laboratoire et de nous avoir offert la chance pour compléter nos travaux de recherche.

Nous adressons notre profonde reconnaissance à tous les personnels du laboratoire de la biologie Biskra pour leur aide et leur patience tout au long de notre pratique,

Sans oublier nous tenons aussi à remercier l'ensemble l'équipement de laboratoire de département de la chimie.

Un grand merci à toutes les personnes qui nous ont donné confiance pour nous donne les échantillons de lait.

Nous adressons également tous particulièrement nos remerciements pour Ghorbal imen pour ses précieux conseils et son aide appréciable, merci infiniment.

Nous exprimons notre reconnaissance pour toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement, à la réalisation de ce travail.

## Dédicace

Avec un énorme plaisir et un cœur ouvert et une immense joie, que je dédie ce travail à :

Ceux qui ont donné un sens à mon existence, en m'offrant une éducation digne de confiance (Aucune dédicace ne peut exprimer ma profonde reconnaissance et mon grand amour pour eux)

Celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à **ma chère mère** qui nous a quittés, il y'a de cela 6 mois

**Mon père** qui m'a aidé à devenir ce que je suis aujourd'hui, que dieu le garde et le protège

Mes soeurs et mon frère ,à mes grands-parents que Dieu vous garde et vous protège pour nous, à tous les membres de ma famille sans exception

Ma copine Amira pour les bons moments qu'on a passés ensemble, à mes chères amies Haniya et Rayane

*Meïssa*

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, c'est tout simplement que je dédie ce mémoire de master à :

- A mon très cher père : aucune dédicace ne saurait exprimer le respect que j'ai toujours eu pour vous. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

- A ma très chère mère : qui représente pour moi l'exemple de dévouement, et qui n'a pas cessé de me motiver et de prier pour moi, sa prière et sa bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

- A mes très chers frères : Oussama, Ahmed, et Ayoub qui sont toujours mes fidèles accompagnant dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse.

- A ma binôme Meissa qui me partage le travail pour réaliser ce projet.

*Amira*

# Table des matières

**Remerciements**

**Dédicace**

**Table des matières**

**Liste des Tableaux** **I**

**Liste des Figures** **II**

**Liste des abréviations** **IV**

**Introduction** .....1

## Première partie: Synthèse bibliographique

### Chapitre 01 : Le lait de chèvre

1.	Le lait de chèvre.....	3
1.1	La production laitière caprine en Algérie.....	3
1.2	Définition.....	3
1.3	Les caractéristiques du lait de chèvre.....	3
1.4	Consommation du lait de chèvre.....	4
1.5	Les propriétés thérapeutiques de lait de chèvre.....	5

### Chapitre 02: Moisissures et Mycotoxines

2	Moisissures et mycotoxines.....	6
2.1	Les moisissures toxinogènes.....	6
2.1.1	Définition.....	6
2.1.2	Classification.....	7
2.1.3	Caractéristiques structurales.....	7
2.1.4	Mode de reproduction.....	8
2.1.5	Principaux moisissures toxinogènes.....	8

---

2.1.5.1	Le genre <i>Aspergillus</i> .....	8
2.1.5.2	Le genre <i>Penicillium</i> .....	9
2.1.5.3	Le genre <i>Fusarium</i> .....	10
2.1.5.4	Le genre <i>Alternaria</i> .....	11
2.1.5.5	L'altération du lait par les moisissures .....	12
2.2	Mycotoxines .....	13
2.2.1	Définition .....	13
2.2.2	Structure .....	13
2.2.3	Exemples des mycotoxines .....	14
2.2.4	Facteurs favorisant la mycotoxinogénèse .....	14
2.2.4.1	Température :.....	14
2.2.4.2	pH : .....	15
2.2.4.3	Tension d'oxygène : .....	15
2.2.4.4	Disponibilité de l'eau : .....	15
2.2.5	Effet de mycotoxine sur la santé humaine .....	15

## **Deuxième Partie : Partie Expérimentale**

### **Chapitre 03: Matériel et Méthode**

3	Matériel et méthode .....	17
3.1	L'objectif de travail .....	17
3.2	Echantillonnage .....	17
3.2.1	Site d'échantillonnage.....	17
3.2.2	Le choix des exploitations .....	18
3.2.3	Techniques de prélèvements du lait et des aliments .....	18

---

3.3	Analyse physico-chimique et biochimique du lait .....	21
3.3.1	Le LACTOSCAN SP.....	22
3.3.2	Les valeurs mesurées .....	22
3.3.3	Mode opératoire .....	22
3.4	Analyse de la flore fongique.....	22
3.4.1	L'isolement des moisissures .....	22
3.4.2	Repiquage et purification.....	24
3.4.3	Identification macroscopique et microscopique .....	25
3.4.3.1	Analyse macroscopique.....	25
3.4.3.2	Analyse microscopique.....	25
3.4.3.3	Expression des résultats.....	26
3.5	Détection de la présence des mycotoxines .....	27

#### **Chapitre 4: Résultats et discussion**

4	Résultats et discussion .....	29
4.1	Résultats et discussion des paramètres physico-chimiques et biochimique.....	29
4.1.1	Analyse physico-chimique du lait cru.....	29
4.1.1.1	Densité.....	29
4.1.1.2	Teneur en eau.....	30
4.1.1.3	Point de congélation .....	31
4.1.1.4	pH .....	32
4.1.1.5	Temperature.....	33
4.1.2	Analyse biochimique du lait cru de chèvre.....	33
4.1.2.1	Matière grasse.....	33

---

4.1.2.2	Protéines .....	34
4.1.2.3	Lactose.....	35
4.1.2.4	Sel .....	36
4.1.3	Analyse physico-chimique du lait cru, lait bouilli et lait bouilli au café .....	36
4.1.3.1	La densité.....	37
4.1.3.2	Teneur en eau.....	37
4.1.3.3	Point de congélation .....	38
4.1.3.4	pH .....	39
4.1.3.5	Temperature.....	40
4.1.4	Analyse biochimique du lait cru, lait bouilli et lait bouilli au café .....	40
4.1.4.1	Matière grasse.....	40
4.1.4.2	Protéines .....	41
4.1.4.3	Lactose.....	42
4.1.4.4	Sel .....	43
4.2	Résultats d'analyse de la flore fongique totale isolée des échantillons de lait de chèvre cru.....	45
4.2.1	Résultats d'isolement par l'utilisation des deux techniques d'ensemencement .....	45
4.2.2	Résultats de la purification des moisissures toxigènes isolées .....	46
4.2.3	Densité relative et Fréquence d'isolement des genres fongiques isolés .....	51
4.2.3.1	Fréquence d'isolement :.....	51
4.2.3.2	Densité relative .....	52
4.3	Résultats de la détection de la présence des mycotoxines.....	53

**Conclusion.....57**

**Bibliographie.....59**

**Annexes**

**Résumés**

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Composition du lait de chèvre et lait de vache.....	4
<b>Tableau 2.</b> Quelques mycotoxines produites suivant l'espèce de moisissure.....	14
<b>Tableau 3.</b> Effets identifiés ou suspectés des principales mycotoxines susceptibles de contaminer l'alimentation animale.....	16
<b>Tableau 4.</b> Les effectifs des animaux d'élevage dans la région El-Hadjeb (Biskra). ....	18
<b>Tableau 5.</b> type des différents aliments avec le totale d'élevage dans chaque ferme .....	20
<b>Tableau 6.</b> Les échantillons analysés par le LACTOSCAN .....	21
<b>Tableau 7.</b> La différence entre technique en surface et technique en masse.....	45
<b>Tableau 8.</b> Purification des différents genres de moisissures toxigènes isolées à partir de lait cru.....	46
<b>Tableau 9.</b> L'aspect macroscopique et microscopique des souches isolées.....	47
<b>Tableau 10.</b> Observation sous UV à 365nm des espèces productrices de mycotoxines .....	54

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Classification actuelle du règne des Champignons (modifiée).....	7
<b>Figure 2.</b> Structure d'un hyphe et son développement vers la formation d'un mycélium .....	8
<b>Figure 3.</b> Aspect microscopique des Aspergillus. ....	9
<b>Figure 4.</b> Aspect microscopique des Penicillium .....	10
<b>Figure 5.</b> Aspect microscopiques des conidies des Fusarium .....	11
<b>Figure 6.</b> Structure végétative d'Alternaria. ....	12
<b>Figure 7.</b> Les sources de la contamination du lait .....	13
<b>Figure 8.</b> Situation géographique de la région d'étude El Hadjeb -Biskra- .....	17
<b>Figure 9.</b> LACTOSCAN (Photo personnelle, 2023). ....	21
<b>Figure 10.</b> Schéma d'ensemencement en surface. ....	23
<b>Figure 11.</b> Schéma d'ensemencement en masse .....	24
<b>Figure 12.</b> Schéma de repiquage et de la purification. ....	25
<b>Figure 13.</b> Schéma récapitulatif du test de drapeau.....	26
<b>Figure 14.</b> Lampe UV 365nm et 254nm.....	27
<b>Figure 15.</b> Organigramme de la partie expérimentale .....	28
<b>Figure 16.</b> Densité de lait cru caprin dans les échantillons du lait analysés.....	29
<b>Figure 17.</b> Teneur en eau de lait cru caprin dans les échantillons analysés. ....	30
<b>Figure 18.</b> Point de congélation de lait cru caprin dans les échantillons analysés .....	31
<b>Figure 19.</b> Variations du pH de lait cru caprin dans les échantillons analysés. ....	32
<b>Figure 20.</b> Variations de la température de lait cru caprin dans les échantillons analysés .....	33
<b>Figure 21.</b> Variations de la matière grasse de lait cru caprin dans les échantillons analysés.....	34
<b>Figure 22.</b> Variations des protéines de lait cru caprin dans les échantillons analysés. ....	34
<b>Figure 23.</b> Variations du taux de lactose de lait cru caprin dans les échantillons analysés. ....	35
<b>Figure 24.</b> Variations du sel de lait cru caprin dans les échantillons. ....	36
<b>Figure 25.</b> Variations de la densité de différents traitements de lait de chèvre (bouilli et bouilli mélangé au café).....	37
<b>Figure 26.</b> variations de la teneur en eau de lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café ...	38
<b>Figure 27.</b> variations de point de congélation de lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café .....	38

**Figure 28.** : variations de pH de lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café .....39

**Figure 29.** variations de la température dans le lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café  
.....40

**Figure 30.** Taux de la matière grasse dans le lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café .41

**Figure 31.** Taux de protéines dans le lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café.....42

**Figure 32.** Taux de lactose dans le lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café .....43

**Figure 33.** Taux du sel dans le lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café.....44

**Figure 34.** Fréquence d’isolement des genres isolés à partir des échantillons de lait cru de chèvre.  
.....51

**Figure 35.** Densité relative des genres isolés à partir des échantillons de lait cru de chèvre.....52

**Figure 36.** Observation sous UV à 365nm d’exemple des boites négative. ....56

## Liste des abréviations

**FAO** : Food and Agriculture Organisation

**D** : Dalton

**Aw** : Activité en eau

**PDA** : Potatos Dextrose Agar

**SBR** : sabouraud

**pH** : potentiel d'Hydrogène

**Fr** : fréquence d'isolement

**Dr** : la densité relative

**UV** : Ultra-violet

**DEDSPAZA** : laboratoire Diversité des écosystèmes et dynamiques des systèmes de production agricoles en zones arides

# **Introduction générale**

# Introduction

Le lait est un aliment très consommé à l'échelle mondiale. Du fait de sa composition, le lait répond à la quasi-totalité des besoins nutritionnels de l'homme et des jeunes mammifères, constituant ainsi une source d'éléments nutritifs de grande valeur (Bouguedour, 2000).

L'Algérie connue comme un pays de tradition laitière, le lait et les produits laitiers préparés traditionnellement à la maison, constituent une source d'alimentation très riche pour les algériens, vue à la qualité nutritionnelle de ces derniers (Othmane-Rachedi *et al.*, 2022).

Le lait de chèvre, dont la production commence à se développer en Algérie depuis plusieurs années, présente de nombreux avantages, lui permettant même de substituer le lait de vache (Boumendjel *et al.*, 2017), grâce aux ces bienfaits, cette source idéale de haute valeur nutritif peut-être altérée par un grand nombre des microorganismes pathogènes comme la flore fongique , la contamination due à de nombreux facteurs tels que , la mauvaise manipulation dans les fermes de production, l'équipement de traite, les sources d'eau, l'alimentation du bétail, l'équipement utilisés pour le stockage du lait dans l'exploitation ou pendant le transport (Calahorrano-Moreno *et al.*, 2022).

Le problème des mycotoxines a pris une importance considérable dans les années 1960, lorsque la découverte des Aflatoxines a révélé que certaines moisissures étaient capables de synthétiser des substances toxiques dans les denrées alimentaires, ces molécules de faible poids moléculaire responsables des pathologies graves chez l'homme et l'animal (Tozlovanu, 2008).

Les mycotoxines est un groupe diversifié structurellement, résultent principalement du métabolisme secondaire de certains champignons dites toxigènes dans des conditions de température et d'humidité appropriées. L'exposition humaine aux mycotoxines peut résulter soit de l'ingestion des végétaux contaminés par ces derniers ou bien de façon indirecte par les produits animaux tels que la viande, les œufs, le lait (Zain, 2011).

Dans cette perspective s'inscrit notre travail qui a pour l'objectif d'évaluer la qualité physico-chimique, biochimique et la recherche d'une éventuelle contamination par les moisissures toxigènes du lait cru de chèvre collecté de la région d'EL Hadjeb (Biskra).

De façon spécifique, il s'agira de deux parties :

- Partie bibliographique : articulée autour de deux chapitres
  - Dans le 1<sup>er</sup> chapitre, nous rapportons une bibliographie concernant le lait de chèvre.
  - Dans le 2<sup>ème</sup> chapitre, nous rapportons une bibliographie concernant les moisissures et les mycotoxines.
- Partie pratique : organisée en cinq étapes :
  - Analyse physicochimique de lait de chèvre collectée de la région El-Hadjeb.
  - Analyse Biochimique.
  - Isolement des champignons contaminants le lait cru par deux méthodes d'isolement.
  - Purification et identification des différents genres des moisissures toxigènes isolés.
  - Détection de la présence des mycotoxines fluorescentes.

**Première partie**  
**Synthèse bibliographique**

# **Chapitre 1.**

## **le lait de chèvre**

# 1. Le lait de chèvre

## 1.1 La production laitière caprine en Algérie

Le lait de chèvre contribue de manière insignifiante à la production nationale du lait en Algérie (Mouhous *et al.*, 2016). Selon (FOA 2021), la production du lait de chèvre est estimée à plus de 308 000 tonnes, elle est généralement pratiquée en système d'élevage extensif mixte (lait/viande) avec de petits troupeaux de moins de 10 chèvres, généralement associé à un élevage ovin. Cependant, on rencontre en Kabylie des troupeaux importants (> 100 têtes) spécialisés en production laitière caprine (Sahraoui *et al.*, 2019).

## 1.2 Définition

Le lait de la chèvre frais est un liquide clair et blanc à la saveur légèrement sucrée et pratiquement sans odeur (Young, 2010). Il est moins allergène que le lait de vache (Rout et Verma, 2021). Sa teneur varie fortement en fonction d'un certain nombre de facteurs, notamment la saison, le stade de lactation, l'état physiologique, la région de production, le régime alimentaire, la race, la parité et les pratiques de gestion (Doyon, 2005 ; Sonu et Basavaprabhu, 2020).

Que ce soit sous sa forme cru ou transformé (Raïb, Lben : laits fermentés traditionnels locaux et Jben : fromage frais traditionnel local), le lait de chèvre joue un rôle essentiel dans la vie des communautés ruraux (Boumehira, 2010).

## 1.3 Les caractéristiques du lait de chèvre

Le lait de chèvre est l'un des aliments naturels les plus complets en termes de besoins nutritionnels de l'homme (Idamokoro *et al.*, 2019). Une faible allergénicité et une bonne digestibilité sont les principales caractéristiques du lait de chèvre qui ont contribué à l'intérêt croissant des consommateurs pour ce dernier. Il est considéré comme une alternative au lait de vache en cas d'indigestion ou d'intolérance (Sepe et Argüello, 2019).

Le lait de chèvre possède certaines propriétés qui ont des spécificités importantes pour l'alimentation humaine (Tableau 1).

- ✓ Des globules gras plus petits et la coagulation se développe plus rapidement en comparaison avec les laits de vache, buffle et brebis. Ce facteur le rend facilement digestible.
- ✓ Le niveau de sélénium dans le lait de chèvre est nettement plus élevé que dans le lait de vache, il contient plus d'acide caprique, d'acide caprylique et d'autres acides gras à chaîne courte.

Ces avantages permettent de recommander le lait de chèvre aux personnes ayant des problèmes métaboliques tel que l'intolérance aux autres laits (Lahrech., 2019).

**Tableau 1.** Composition du lait de chèvre et lait de vache (Bencherif, 2019).

<b>Composants chimiques</b>	<b>Lait de vache (g/l)</b>	<b>Lait de chèvre (g/l)</b>
<b>Eau</b>	900	900
<b>Matière protéique</b>	32	30,8
<b>Matière grasse</b>	40,4	34,4
<b>Lactose</b>	48	48
<b>Calcium</b>	1,25	1,25
<b>Phosphore</b>	0,95	0,95

#### **1.4 Consommation du lait de chèvre**

Le lait de chèvre n'est pas toujours apprécié par les consommateurs en raison de son goût piquant, au contraire, sa transformation en fromage, beurre, d'jben avec une manière traditionnelle le rend plus digeste et très apprécié tant d'un point de vue organoleptique que nutritionnel (Brahmia *et al.*, 2022).

## 1.5 Les propriétés thérapeutiques de lait de chèvre

- Le lait de chèvre possède des propriétés anticancéreuses, surtout pour la lutte contre le cancer du sein et du colon.
- Des Propriétés antimicrobiennes contrent plusieurs bactéries pathogènes telles que *Vibrio cholera*, *Salmonella typhi*, *Klebsiella pneumonia* .....
- La consommation de lait de chèvre déclenche la libération des molécules qu'ils ont un effet cardio-protecteur et antiathérogène, anti-inflammatoire .....etc. (Sonu *et al.*, 2020).

# **Chapitre 2**

## **Moisissures et Mycotoxines**

## 2 Moisissures et mycotoxines

### 2.1 Les moisissures toxigènes

#### 2.1.1 Définition

Les moisissures sont des champignons filamenteux microscopiques qui forment le groupe des hyphomycètes et comprennent des milliers d'espèces. Ils sont constitués de nombreuses fibres fines et enchevêtrées. Ces champignons poussent sur une variété de supports, principalement des plantes en décomposition, et produisent des spores qui sont dispersées dans l'air et l'eau (Fréalles *et al.*, 2017). On distingue deux grands types de moisissures :

- Des moisissures utiles utilisées dans l'industrie pour conférer des propriétés sensorielles et techniques supérieures aux produits.
- Des moisissures nuisibles peuvent se développer sur divers substrats et altérer les propriétés nutritionnelles du produit (Tabuc, 2007).

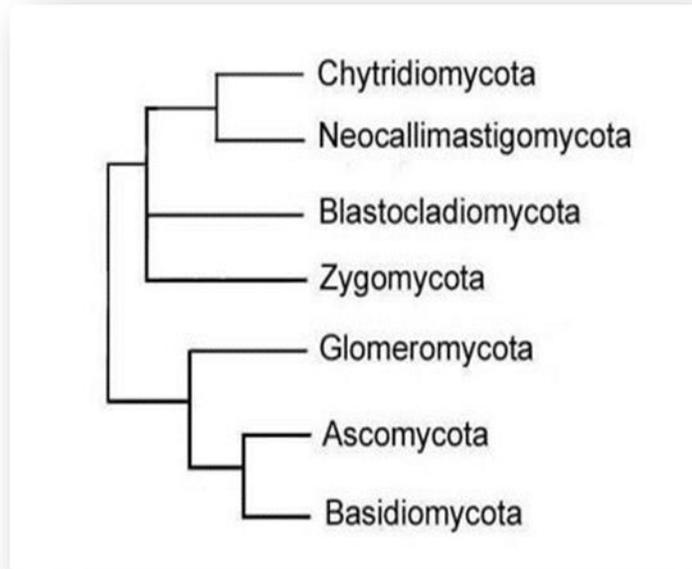
Les moisissures toxigènes ont attiré une attention particulière en raison de la production de métabolites secondaires toxiques (mycotoxines) dans des substrats alimentaires spécifiques, qui provoquent des maladies chez les humains et les animaux, bien que la présence de moisissures ne produit pas toujours des mycotoxines (Montagna *et al.*, 2004).

Les champignons toxigènes sont classés en deux groupes principaux :

- Contaminants du champ ou moisissures hygrophiles : Ces champignons se développent lorsque l'activité de l'eau est importante. Ils contaminent les produits agricoles avant et pendant la récolte. C'est le cas du *Fusarium ssp.* Et *Alternaria ssp.*
- Contaminants de Stockage ou xérolérance : se développent après la récolte, pendant le séchage, le stockage, le transport et la distribution. Ceux-ci incluent *Aspergillus* et *Penicillium* (Calvin *et al.*, 2022).

### 2.1.2 Classification

Les moisissures font partie du règne des mycètes (Fungi), à l'intérieur de ce règne se trouvent divers embranchements (figure 1).

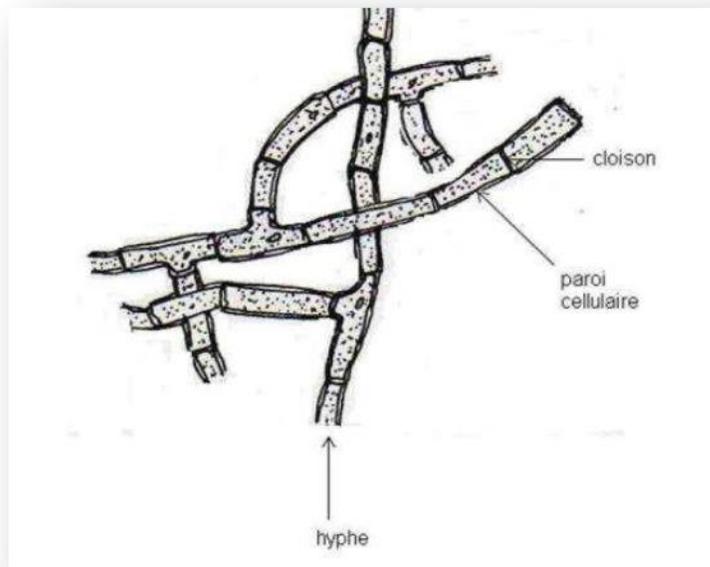


**Figure 1.** Classification actuelle du règne des Champignons (modifiée) (Gillot, 2015).

Les moisissures appartiennent à de nombreux groupes différents du règne fongique, les principaux étant les Ascomycètes, les Basidiomycètes et les Zygomycètes (Guarro *et al.*, 1999).

### 2.1.3 Caractéristiques structurales

La paroi est constituée principalement de chitine et de glycanes (Griffin, 1994). Le noyau peut en contenir une, deux ou plus. Les mitochondries sont dans le cytoplasme, rond, ovale ou allongées. La membrane plasmique (ou plasmalemme) est similaire aux autres eucaryotes, composée bicouches des phospholipides et protéines apparentées et des stérols (Nasraoui, 2006). Corps ou thalle composé mycélium et spores. Le mycélium est un groupe de filaments multiples appelés hyphes (figure 2), chaque hyphe a un diamètre de 5 à 10  $\mu\text{m}$  et partage un cytoplasme commun (Ait Abdelouahab, 2001).



**Figure 2.** Structure d'une hyphé et son développement vers la formation d'un mycélium (Ahmadou, 2019).

#### 2.1.4 Mode de reproduction

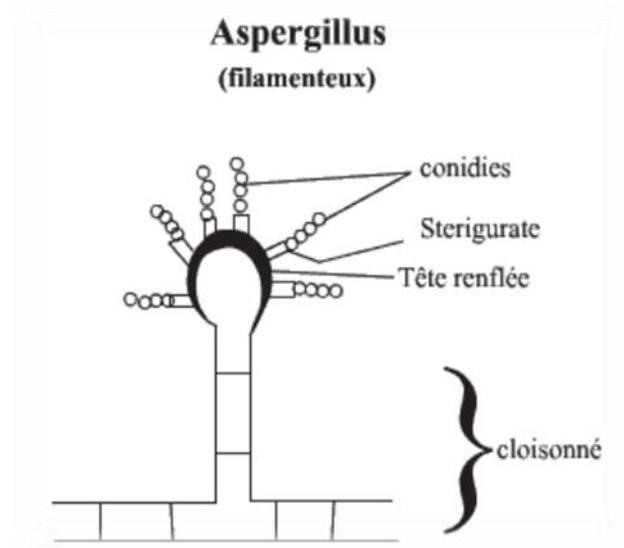
Les moisissures produisent des organes reproducteurs, souvent appelés spores qui peuvent être d'origine sexuelle ou végétative. Spores d'origine sexuée (reproduction sexuée) : produites par fécondation (zygospores et oospores) ou méiose (ascospores ou basidiospores). Spores d'origine végétative (reproduction asexuée) : issues de la mitose simple, souvent appelées conidies. Les conidiospores sont toujours des cellules terminales issues d'un filament appelé conidiophore (metulae, phialide, etc.) (Guiraud, 1998).

#### 2.1.5 Principaux moisissures toxigènes

##### 2.1.5.1 Le genre *Aspergillus*

Constitués d'environ 185 espèces, la majorité des *Aspergillus* poussent à 22-25 °C et se caractérisent par un appareil végétatif appelé thalle constitué de filaments mycéliens fins et

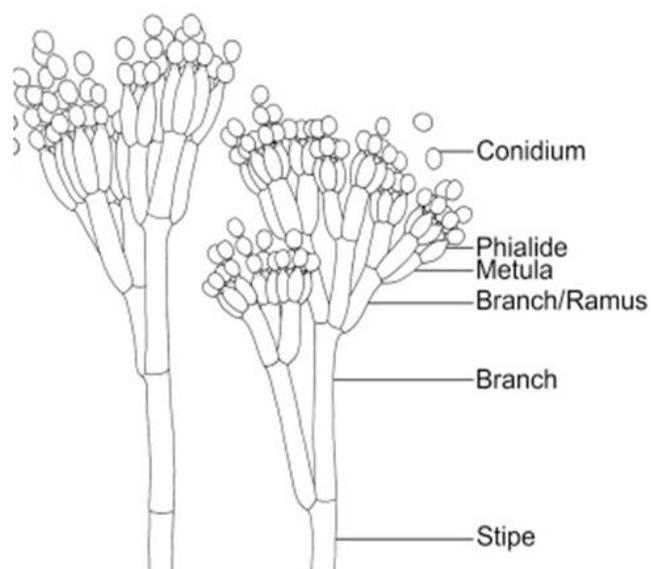
réguliers, divisés et ramifiés. Au-dessus des filaments végétatifs apparaissent des filets verticaux (conidiophore), qui se terminent par une vésicule de forme variable, sur laquelle se trouvent des cellules conidiogènes ou phialide (Figure 3) (Lahouar, 2016).



**Figure 3.** Aspect microscopique des *Aspergillus* (Houissa, 2020).

### 2.1.5.2 Le genre *Penicillium*

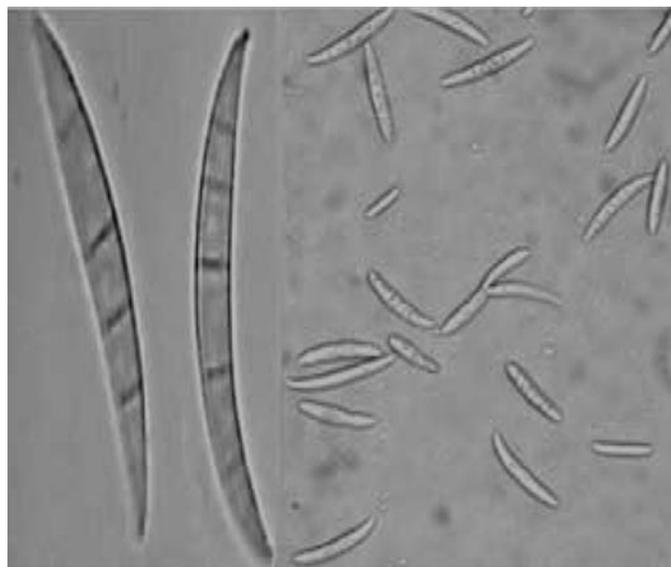
Contient 227 espèces, se développe dans les zones humides. Ils poussent à une température modérée, environ 20-27 ° C. Le *Penicillium* se distingue par une structure en forme de brosse. Le thalle est constitué d'un septum et d'un mycélium hyalin. Il porte des conidophores simples ou ramifiés. Les phialides (cellules conidogènes) sont disposées en verticilles aux extrémités des conidophores (Figure 4) (Lahouar, 2016).



**Figure 4.** Aspect microscopique des *Penicillium* (Visagie *et al.*, 2014).

### 2.1.5.3 Le genre *Fusarium*

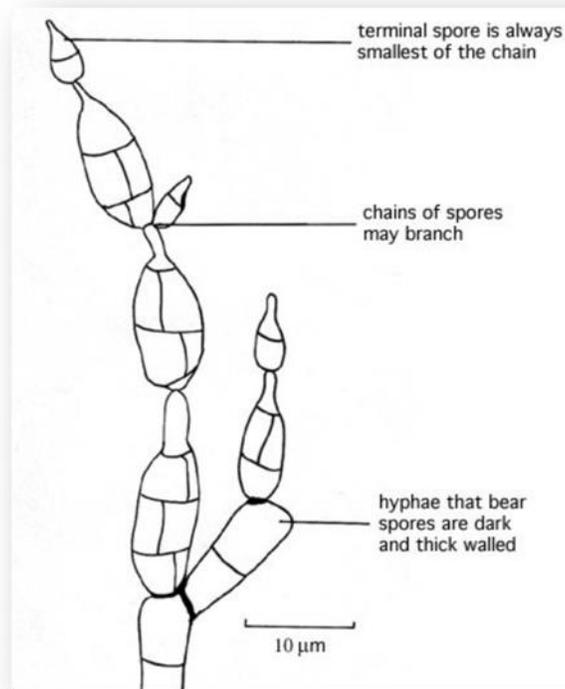
Il contient 40 espèces avec une température de croissance optimale entre 22 et 37 °C. Le principal caractère morphologique est la présence de macroconidies fusiformes et cloisonnées (Figure 5). Les phialides sont principalement un seul site de bourgeonnement (monophialide) sur sa tête, tandis que d'autres espèces ont plusieurs sites de bourgeonnement (polyphialide) (Lahouar, 2016).



**Figure 5.** Aspect microscopiques des conidies des *Fusarium* (Elsalam *et al.*, 2015).

#### **2.1.5.4 Le genre *Alternaria***

Il comporte 299 espèces (Gabi, 2008), les colonies sont à croissance rapide, noires à olivâtres-noires ou grisâtres, chaînes acropètes ramifiées, de conidies multicellulaires (dictyoconidies) parfois ovoïde ou ellipsoïdal sont produites à partir conidiophores simples (Figure 6), parfois ramifiés, courts ou allongés. Température optimales 25-28°C (Kidd *et al.*, 2016).

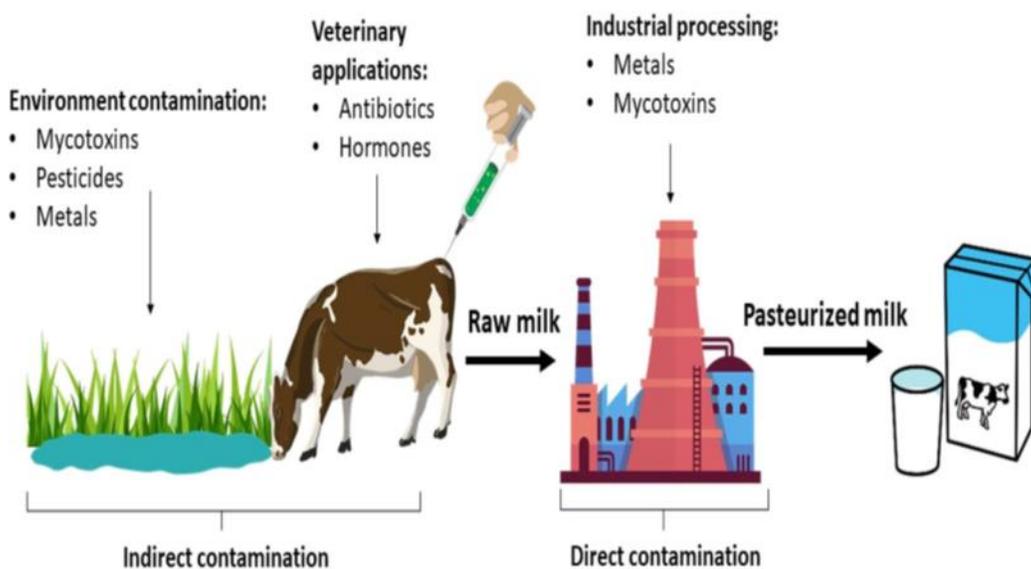


**Figure 6.** Structure végétative d'*Alternaria* (Abd El-Ghany et El-Sheikh, 2016).

### 2.1.5.5 L'altération du lait par les moisissures

Une centaine d'espèces de moisissures ont été identifiées comme responsables de l'altération des produits laitiers (Garnier *et al.*, 2017). La présence de mycotoxines dans les produits laitiers peut résulter de la croissance intentionnelle ou accidentelle de moisissures sur ces produits (contamination directe), ou de la consommation de produits laitiers (contamination indirecte) (Figure 7), les genres qui peuvent être couramment isolés sont le *Penicillium* (le plus souvent associé au fromage et aux produits laitiers fermentés), *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Mucor* et *Trichoderma*.

Les mycotoxines produites par ces champignons entraînent des changements indésirables affectant la qualité du produit, tels que la décoloration, mauvaise apparence et un mauvais goût (Early et Tamime, 2017).



**Figure 7.** Les sources de la contamination du lait (Calahorrano-Moreno *et al.*, 2022).

## 2.2 Mycotoxines

### 2.2.1 Définition

Le terme mycotoxine vient du mot grec « mycos » signifie champignon et du mot latin toxicum « poison » (Redouane-Salah, 2016).

Les mycotoxines sont de petites molécules capables de produire des effets toxiques à faible concentration (Boudih, 2011), c'est-à-dire des métabolites secondaires produits par des champignons filamenteux (ou moisissures) pouvant constituer une menace pour la santé humaine et animale.

La plupart des mycotoxines sont chimiquement stables, résistantes aux températures élevées, et aux conditions de stockage et processus de transformation (Dubois-brisonet *et al.*, 2017). Ces toxines sont présentes partout dans le monde en tant que contaminants naturels dans de nombreux aliments d'origine végétale ou animale (Smith *et al.*, 2016)

### 2.2.2 Structure

La variété des espèces productrices fait qu'il existe de nombreuses molécules aux structures relativement différentes. Les mycotoxines sont des molécules de faible poids moléculaire : la patuline possède du 154 D, qui est l'une des plus petites. Les mycotoxines sont principalement

des composés hétérocycliques insaturés. La présence de doubles liaisons C=C affecte souvent la toxicité et les propriétés cancérogènes. (Tabuc, 2007).

### 2.2.3 Exemples des mycotoxines

Il existe environ 300 à 400 mycotoxines (Tableau 2), Une même espèce fongique peut produire plusieurs sortes de mycotoxines selon les conditions de culture et une même mycotoxine peut être produite par plusieurs espèces fongiques différentes (Boudih, 2011).

**Tableau 2.** Quelques mycotoxines produites suivant l'espèce de moisissure (Calvin *et al.*, 2022)

Moisissures	Mycotoxines	Aliments
<i>Aspergillus.flavus</i> , <i>A.parasiticus</i> , <i>A.nomius</i>	Aflatoxines B1, B2, G1, G2	Arachides, céréales, graines de coton, épices, fruits et autres légumineuses à grains, etc.
<i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>A. carbonarius</i> , <i>Penicillium verrucosum</i>	Ochratoxine A	Légumes, céréales et graines de café, cacao, arachides, fromages, poissons, viandes, manioc, etc.
<i>Fusarium graminearum</i> et <i>F. crookwellense</i> , <i>F. cumorum</i>	Zéaralénone	Céréales (maïs, sorgho, orge, blé, riz, avoine)
<i>Fusarium ssp.</i>	Désoxynivalénol	Mais, blé, etc.
<i>Fusarium verticilloïdes</i> , <i>F. proliferatum</i> , <i>F. nugamai</i>	Fumonisines	Mais et autres céréales
<i>Asperillus ssp.</i>	Patuline	Fruits (pommes, poires ...)
<i>Penicillium ssp.</i>		

### 2.2.4 Facteurs favorisant la mycotoxinogénèse

#### 2.2.4.1 Température :

La majorité des champignons sont mésophiles, avec des optima de croissance variant de 25 °C à 35° C, la température idéale pour la toxinogénèse est généralement proche de la température idéale pour la croissance. Par ailleurs, les mycotoxines peuvent être élaborées à des températures généralement inférieures à celle de la croissance (Ben Miri, 2019).

#### **2.2.4.2 pH :**

La plupart des champignons se développent généralement à des valeurs de pH de 3 à 8 et leur croissance optimale est généralement atteinte à des valeurs de pH de 5 à 6 (Geuzlan *et al.*, 2016).

#### **2.2.4.3 Tension d'oxygène :**

Les moisissures ont besoin d'oxygène pour se développer normalement. Mais beaucoup d'entre eux ont peu ou pas de développement en dessous de 10 fois le niveau atmosphérique (2,1%) (Geuzlan *et al.*, 2016).

#### **2.2.4.4 Disponibilité de l'eau :**

La croissance des moisissures, en particulier la germination des spores et la croissance du mycélium, est fondamentalement influencée par  $A_w$ . L'exigence et la tolérance des moisissures vis à vis de l'eau sont variables d'une souche à l'autre (Ben Miri, 2019).

### **2.2.5 Effet de mycotoxine sur la santé humaine**

L'ingestion d'aliments contaminés détermine rarement la toxicité aiguë; cependant, il a été démontré que plusieurs ont des effets chroniques graves (Tableau 3), notamment une mutagénicité, induisant des troubles hormonaux, gastro-intestinaux ou rénaux. Leur effet tumorigène a été confirmé chez des animaux de laboratoire (Anfossi *et al.*, 2016).

**Tableau 3.** Effets identifiés ou suspectés des principales mycotoxines susceptibles de contaminer l'alimentation animale (Dragacci *et al.*, 2011).

Toxine ( moisissure)	Effets et conséquences
<b>Aflatoxine B1</b> <i>Aspergillus flavus</i> <i>A.parasiticus</i>	Hépatotoxicité (toutes espèces) Immunomodulation cancérogénicité Résidus d'aflatoxine M1 dans le lait
<b>Ochratoxine A</b> <i>Penicillium verrucosum</i> <i>A.ochraceus , A.carbonarius</i>	Néphrotoxicité (porc) Génotoxicité Résidus d'ochratoxine A dans les reins et le sang
<b>Patuline</b> <i>Penicillium expansum , A.clavatus</i>	Neurotoxicité Mutagenèse in vitro
<b>Déoxynivalénol</b> <i>Fusarium graminearum</i> <i>F.culmorum</i>	Altération de la croissance (porc)
<b>Fumonisine B1</b> <i>Fusarium verticillioides</i> <i>F.proliferatum</i>	Lésion du système nerveux central Hépatotoxicité Génotoxicité

**Deuxième partie :**  
**PARTIE**  
**EXPERIMENTALE**

# **Chapitre 3. MATERIEL ET METHODES**

### 3 Matériel et méthode

#### 3.1 L'objectif de travail

La présente étude a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique, Biochimique ainsi que l'analyse mycologique de lait cru de chèvre, afin de déterminer les principales souches toxigènes qui peuvent poser des risques pour la santé humaine.

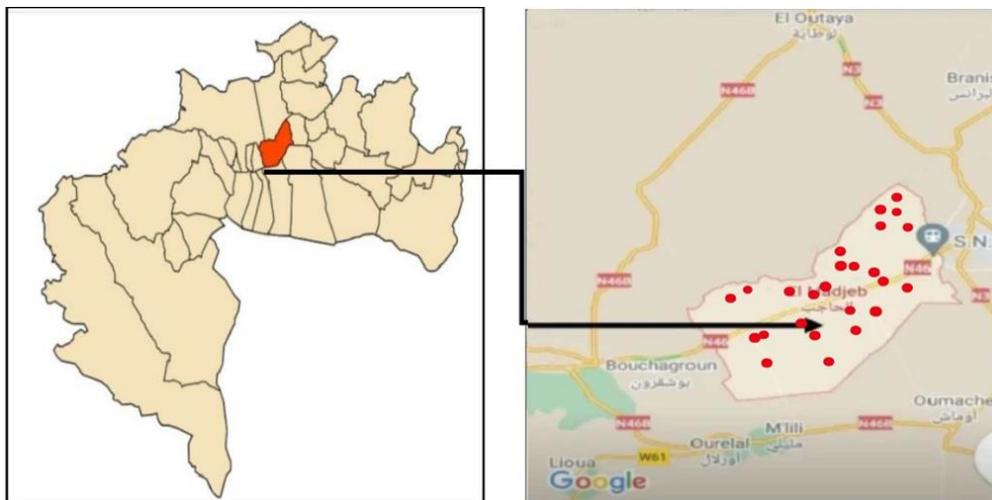
#### 3.2 Echantillonnage

##### 3.2.1 Site d'échantillonnage

La wilaya de Biskra est située au centre-Est de l'Algérie dans la région des Aurès aux portes du désert du Sahara.

Notre site de prélèvement des échantillons du lait est situé à une quinzaine de kilomètre au Sud-ouest du chef-lieu de la wilaya de Biskra, commune d'El-Hadjeb (figure 8), elle est caractérisée par un climat désertique (Djoukhjoukh & Ben Terky, 2022).

Les sites des exploitations distribués dans la commune montrés dans la figure 8.



**Figure 8.** Situation géographique de la région d'étude El Hadjeb -Biskra- (Djoukhjoukh & Ben Terky, 2022).

Les effectifs des animaux élevés pour leur lait dans la région d'EL-Hadjeb, selon les données de la direction des services agricoles Biskra (DSA), sont montrés dans le Tableau 4 :

**Tableau 4.** Les effectifs des animaux d'élevage dans la région El-Hadjeb (Biskra) (D.S.A, 2023).

	<b>Total femelles</b>	<b>Total males</b>	<b>Nombre total</b>
<b>Ovin</b>	2423	682	3105
<b>Caprin</b>	1574	292	1866
<b>Bovin</b>	235	121	114
<b>Camelin</b>	12	8	20

L'élevage des caprins vient en 2ème position après les ovins, dans la région d'El-Hadjeb avec 1866 têtes dont 84.35% femelles (Tableau 4).

### **3.2.2 Le choix des exploitations**

Les exploitations ont été choisies à l'aide d'une liste des éleveurs obtenus par des vétérinaires praticiens privés, et enfin sur l'acceptation et la disponibilité des éleveurs dans la région concernée.

Les fermes distribuées dans la région d'El Hadjeb ont fait l'objet de cette étude, pour recueillir des informations relatives à l'élevage des chèvres et aux performances techniques, un questionnaire (voir l'annexe 1) a été établi et rempli lors d'un premier passage dans ces fermes. Il englobe l'étude de plusieurs variables relatives à la pratique d'élevage du caprin (Les bâtiments d'élevage, l'effectif du caprin, les races, la composition des troupeaux, production du lait, conduite alimentaire et les règles d'hygiène à respecter) (Charif, 2017).

### **3.2.3 Techniques de prélèvements du lait et des aliments**

Les échantillons ont été prélevés dans des conditions d'asepsie rigoureuses, pour éviter toute contamination accidentelle durant la manipulation.

Les échantillons du lait provenant des chèvres de différentes races saines ont été prélevés frais juste après la traite matinale, les échantillons du lait ont été remplis dans des flacons d'échantillonnage de 30 ml, stériles, étiquetés (espèce, lieu, date), les flacons remplis à 75%.

Les prélèvements du lait ont été ensuite transportés par une glacière remplie par des poches de glace au Laboratoire de recherche (DEDSPAZA) Université Mohamed Khider –Biskra- pour les analyses physico-chimiques et biochimique, et au laboratoire pédagogique du département Sciences de la nature et de la vie pour les analyses mycologiques.

Un mélange des aliments de bétail a été prélevé avec le prélèvement du lait cru et met dans des sacs en plastique stérile (tableau 5).

**Tableau 5.** Type des différents aliments avec le totale d'élevage dans chaque ferme

<b>Echantillon</b>	<b>Nombre d'élevage</b>	<b>Type d'Aliment</b>
<b>E1</b>	19	Pain rassis
<b>E2</b>	14	son de blé, orge
<b>E3</b>	8	Pain rassis
<b>E4</b>	11	Ensilage de maïs, son de blé, orge, granulés
<b>E5</b>	7	Paille, datte, Ensilage d'herbe
<b>E6</b>	3	son de blé
<b>E7</b>	6	son de blé, luzerne
<b>E8</b>	20	Paille, datte
<b>E9</b>	17	Ensilage d'herbe
<b>E10</b>	12	Ensilage d'herbe
<b>E11</b>	25	Datte, son de blé
<b>E12</b>	13	Ensilage d'herbe, son de blé,
<b>E13</b>	22	Pain rassis
<b>E14</b>	14	Ensilage d'herbe
<b>E15</b>	18	Paille, pain rassis
<b>E16</b>	19	Ensilage d'herbe
<b>E17</b>	6	Pain rassis, datte, son de blé
<b>E18</b>	5	Ensilage d'herbe
<b>E19</b>	8	son de blé, luzerne
<b>E20</b>	13	Ensilage d'herbe
<b>E21</b>	9	Ensilage d'herbe, paille
<b>E22</b>	4	Paille
<b>E23</b>	11	Ensilage d'herbe
<b>E24</b>	7	Ensilage d'herbe, son de blé
<b>E25</b>	19	son de blé, luzerne,
<b>E26</b>	24	Ensilage d'herbe, son de blé, orge

<b>E27</b>	5	Paille
------------	---	--------

### 3.3 Analyse physico-chimique et biochimique du lait

Les analyses physico-chimiques et biochimique du lait de chèvre ont été réalisés par un LACTOSCAN de marque ULTRASONIC MILKANALYZER (Figure 10)



**Figure 9.** LACTOSCAN (Photo personnelle, 2023).

Vingt-sept (27) échantillons collectés de lait de chèvre cru ont été analysés pour leurs qualités nutritionnelles et physicochimiques. Parmi les 27 échantillons analysés, dix (10) échantillons ont été ensuite réanalysés après ébullition et après ébullition + 2.5 ml de café préparé (à raison de 5gr de café pure Robusta /250ml d'eau), pour permettre confirmer et comprendre l'influence de l'ébullition et du café sur les différents paramètres nutritionnels et physico-chimiques analysés et les changements qui se produisent.

**Tableau 6.** Les échantillons analysés par le LACTOSCAN

Echantillon du lait de chèvre	Analyse par LACTOSCAN		
		Lait cru	Lait bouilli

<b>27 Echantillons</b>	27 échantillons	10 échantillons	10 échantillons
------------------------	--------------------	-----------------	-----------------

### 3.3.1 Le LACTOSCAN SP

Est un appareil d'analyse de qualité du lait récemment mis sur le marché. Cet analyseur permet de mesurer rapidement divers paramètres de qualité du lait, grâce à la technologie des ultrasons utilisée. La mesure s'effectue en 50 secondes environ (Bensidi *et al.*, 2014).

### 3.3.2 Les valeurs mesurées

Teneur en eau ,Température , Point de congélation, pH, protéine, matière grasse, sel, lactose.

La densité (en pourcentage) pour convertir a une valeur, en suivi la formule suivante :

$$D=1+[(\text{densité en \%}) / 1000]$$

### 3.3.3 Mode opératoire

Mettre l'échantillon dans une tasse que l'on doit remplir suffisamment de lait, environ 30 ml de lait, qui doit être placée à l'endroit de la mesure. Nous devons plonger le tube d'admission ou la sonde d'analyse dans l'échantillon à analyser, puis nous devons appuyez sur le bouton 'entrée', et dans quelques secondes, nous pouvons lire les résultats directement sur l'écran de l'appareil et aussi imprimés sous forme d'un bon (Benizza *et al.*, 2021).

## 3.4 Analyse de la flore fongique

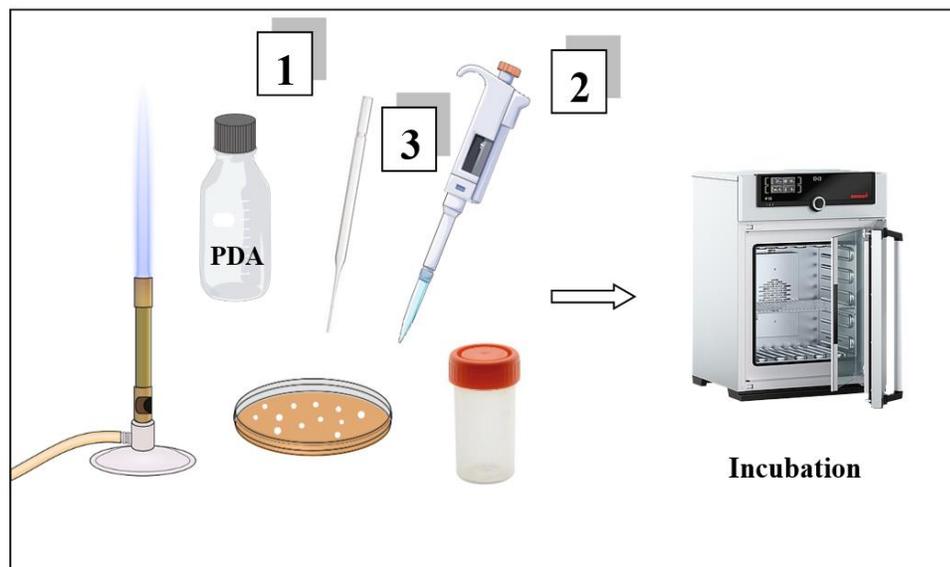
### 3.4.1 L'isolement des moisissures

Nous avons isolé les moisissures par deux méthodes :

- ✓ La méthode d'étalement en surface
- ✓ La deuxième par ensemencement en profondeur.

#### Méthode 1

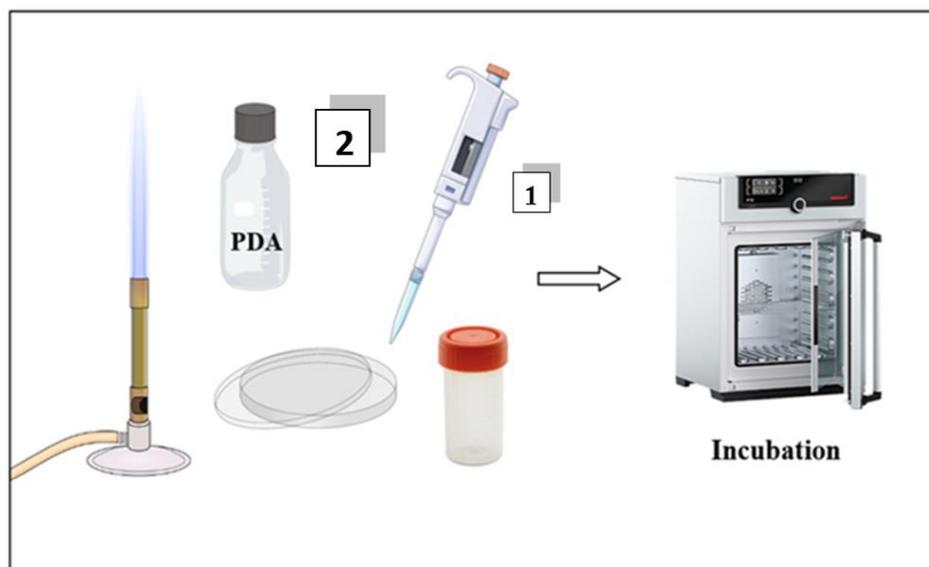
L'ensemencement a été effectué à l'aide de pipette pasteur par étalement de 100  $\mu$ l de lait sur toute la surface du PDA solidifié sur la boîte de Pétri. Les boîtes ont été mises à incuber pendant 3 à 5 jours à une température moyenne de 28° C (Figure 11). L'ensemencement a été réalisé en conditions stériles (Arroum et al., 2016).



**Figure 10.** Schéma d'ensemencement en surface.

### Méthode 2

Pour l'ensemencement en masse : 100  $\mu$ l du lait est déposé, par une micropipette et les embouts stériles dans la boîte de Pétri vide, on lui ajoute une quantité suffisante du milieu de culture PDA en surfusion à 45°C. Les boîtes ont été incubées à 30°C pendant 5 à 7 jours avec une observation toute les 24 heures (Figure 12) (Arroum *et al.*, 2016).

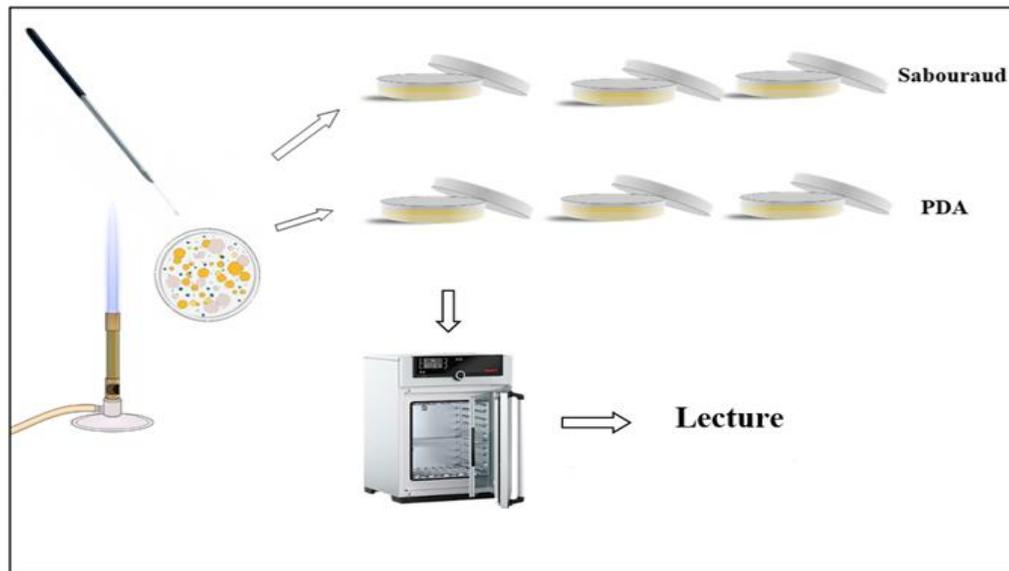


**Figure 11.** Schéma d'ensemencement en masse

### 3.4.2 Repiquage et purification

Selon les caractères morphologiques des champignons filamenteux, les colonies obtenues après l'isolement sont repiquées plusieurs fois en mettant les disques des moisissures au centre de boîte de Pétri sur les milieux PDA / SABOURAUD (voire l'annexe 2) jusqu'à l'obtention des souches pures (Figure 13) (Ayari-Guentri *et al.*, 2020). L'opération est réalisée en condition stériles.

Le but de cette étape consiste à isoler les colonies afin de pouvoir les identifier, toute en étudiant leurs aspects macroscopiques et microscopiques.



**Figure 12.** Schéma de repiquage et de la purification.

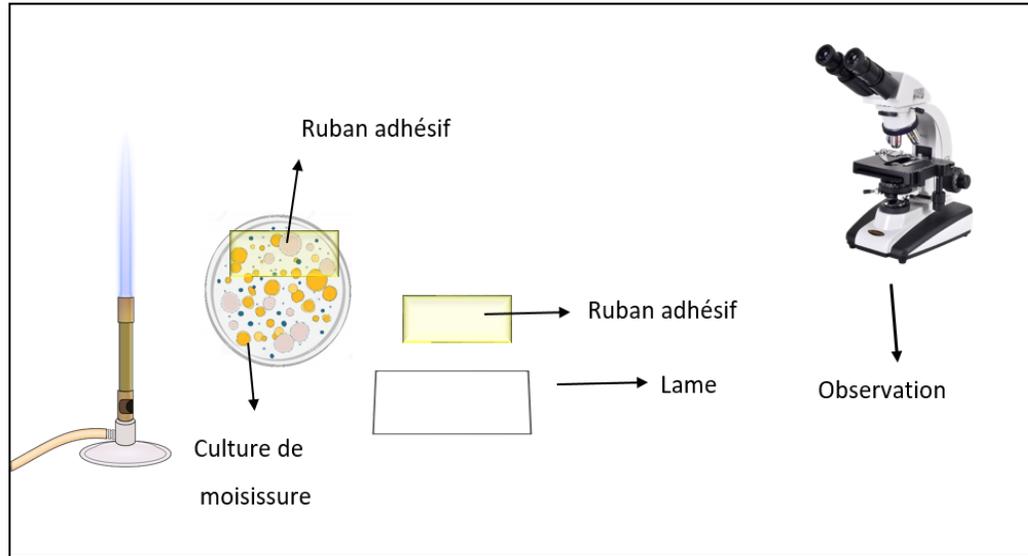
### 3.4.3 Identification macroscopique et microscopique

#### 3.4.3.1 Analyse macroscopique

Basée sur l'observation de critères morphologiques tels que : l'aspect des colonies - le relief - la taille des colonies - la couleur - la présence d'un pigment diffusant dans la gélose, ainsi que certains paramètres telle la vitesse de la pousse des colonies ou la température de développement peuvent être de bons indicateurs pour l'identification d'une moisissure (Lecellier, 2013).

#### 3.4.3.2 Analyse microscopique

Avec la technique utilisée par (Blaize *et al.*, 2021) technique du drapeau (scotch) (Figure 14), l'analyse microscopique se fait après apposition d'un morceau de ruban adhésif directement sur la colonie fongique, l'observation a été effectuée au grossissement x 40, puis x 100.



**Figure 13.** Schéma récapitulatif du test de drapeau.

Les caractéristiques microscopiques à étudier sont :

- L'aspect des filaments (ou hyphes) : hyphes septés (cloisonnés) ou siphonnés.
- Modes de formation des spores asexuées : spores endogènes ou bien exogènes.
- L'aspect des spores : forme (ronde, allongée), taille identiques ou au contraire variées, lisses ou échinulées, mélanisées, solitaires ou disposées en amas, en chaînettes ou en grappe ..... (Blaize *et al.*, 2021).

### 3.4.3.3 Expression des résultats

La fréquence d'isolement (**Fr**), et la densité relative (**Dr**) des espèces ont été calculées selon la méthode de Gonzalez *et al.*, (1995).

$$\text{Fr (\%)} = \frac{\text{Nombre d'échantillons avec une espèce ou d'un genre}}{\text{Nombre totale des échantillons}} \times 100$$

$$\text{Dr (\%)} = \frac{\text{Nombre d'isolats d'une espèce ou d'un genre}}{\text{Nombre total de champignons isolés}} \times 100$$

### 3.5 Détection de la présence des mycotoxines :

La production de mycotoxines par les moisissures toxigènes a été détectée par une lampe UV à une longueur d'onde 365 nm et 254 nm, au niveau du laboratoire pédagogique du Département Sciences des matériaux (Chimie), Université Mohamed Khider -Biskra-

Les boites de Pétri contenant une souche pure de moisissure ont été introduite dans une chambre noire (Figure 15), la chambre est assistée par 03 lampes, une dans le spectre visible et deux dans le spectre UV (254 et 365nm respectivement). Une fluorescence en bleu ou en vert est détectée sous UV (365nm) pour quelques souches de moisissures, ce qui indique que la souche est toxigène et elle a produits des mycotoxines fluorescentes.



**Figure 14.** Lampe UV 365nm et 254nm.

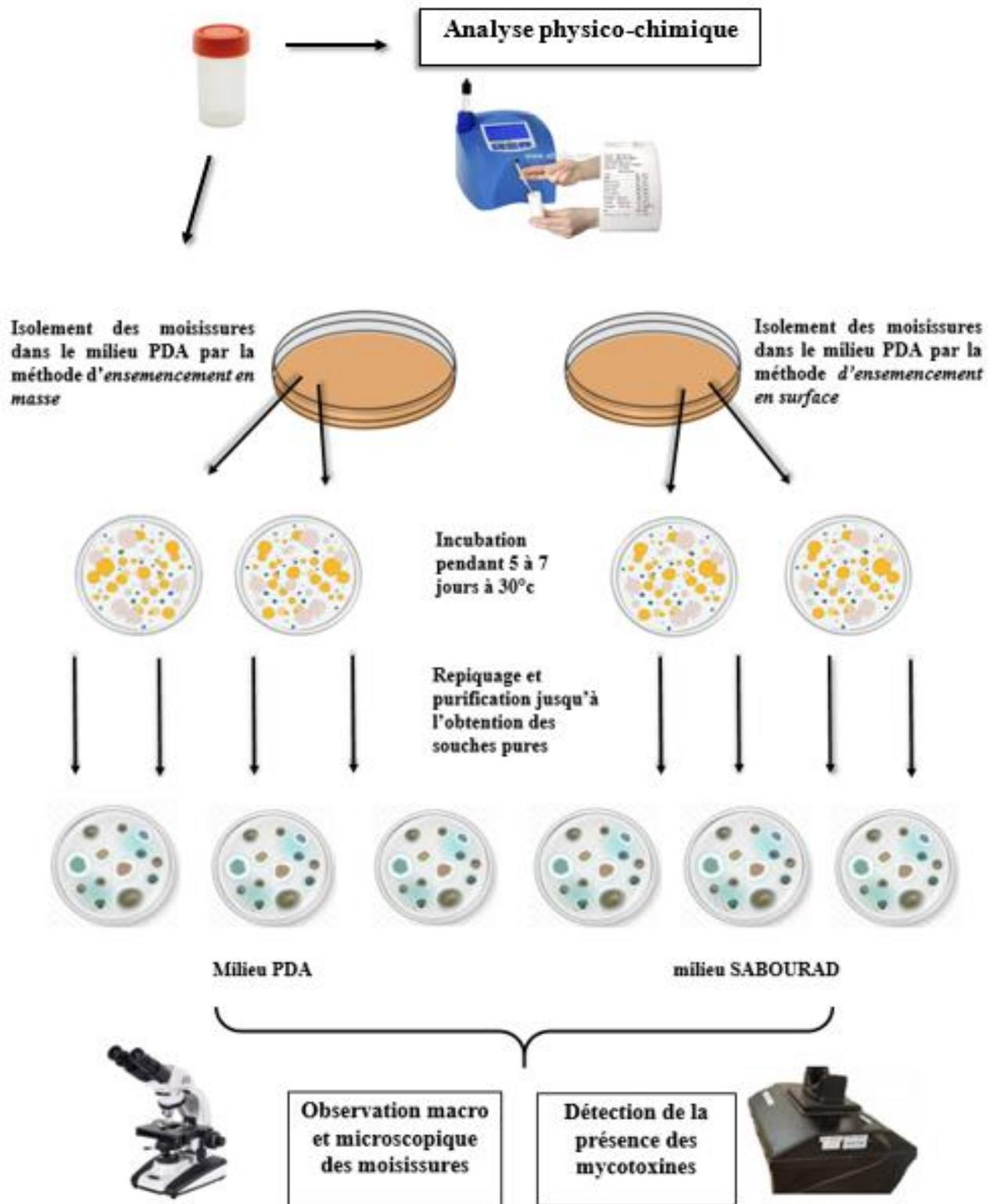


Figure 15. Organigramme de la partie expérimentale

# **Chapitre 4. Résultats et discussion**

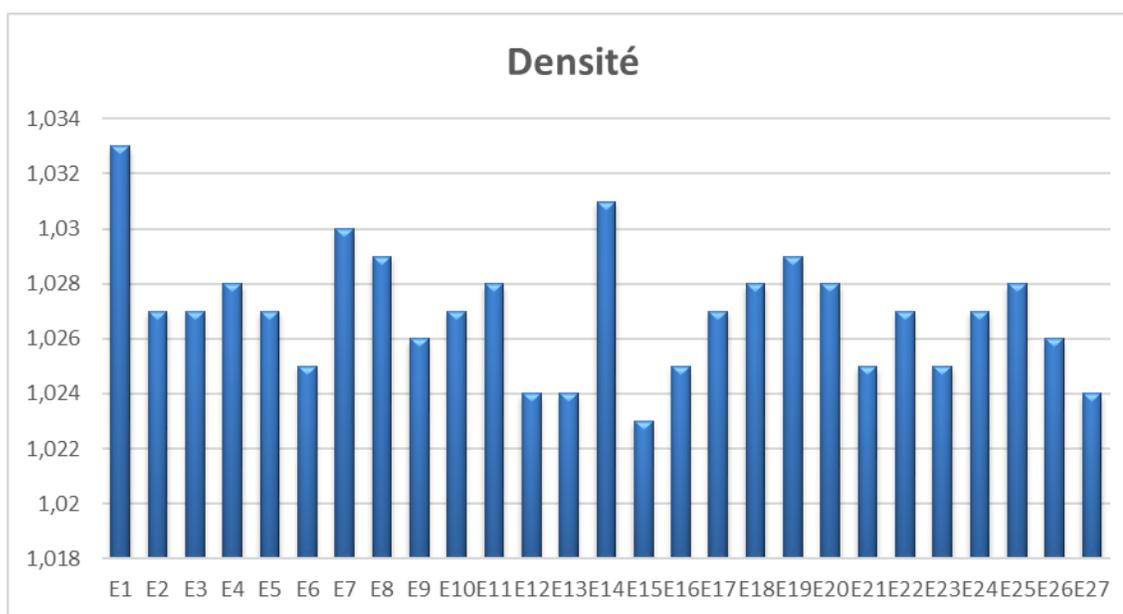
## 4 Résultats et discussion

### 4.1 Résultats et discussion des paramètres physico-chimiques et biochimique

#### 4.1.1 Analyse physico-chimique du lait cru

Les résultats de la mesure des paramètres physico-chimiques des différents échantillons du lait cru de chèvre sont représentés dans les figures ci-dessous. Pour plus des détails (voir l'annexe 3) :

##### 4.1.1.1 Densité

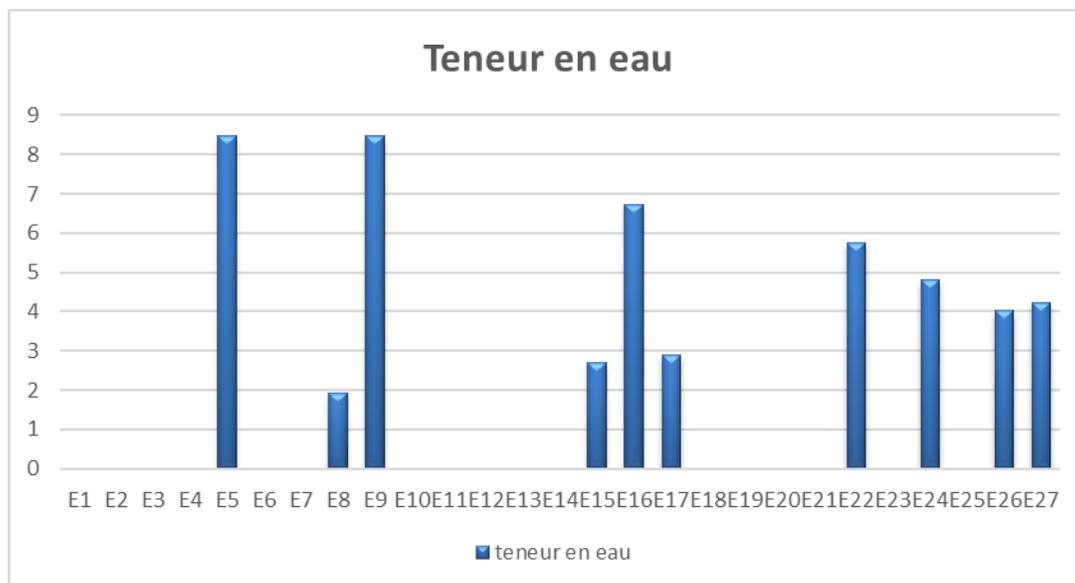


**Figure 16.** Densité de lait cru caprin dans les échantillons du lait analysés.

D'après la figure 17, les valeurs de la densité des échantillons analysés sont comprises entre 1.023 et 1.033. La majorité des valeurs sont dans les normes (1.027 et 1.035), selon la FAO (1990), (Boumendjel *et al.*, 1998) (voire l'annexe 4), à l'exception des échantillons E6, E12, E13, E15, E16, E21, E23, E26 et E27 qui sont inférieurs. Nos valeurs sont aussi inférieures à celles présentées par Djemai (2022) qui a mentionnée des valeurs de 1.039 – 1.040.

Selon Vignola (2002), la densité dépend de la température et des disponibilités alimentaires, Alais (1984) a montré que la faible densité reflète la richesse en matière grasse du lait.

#### 4.1.1.2 Teneur en eau



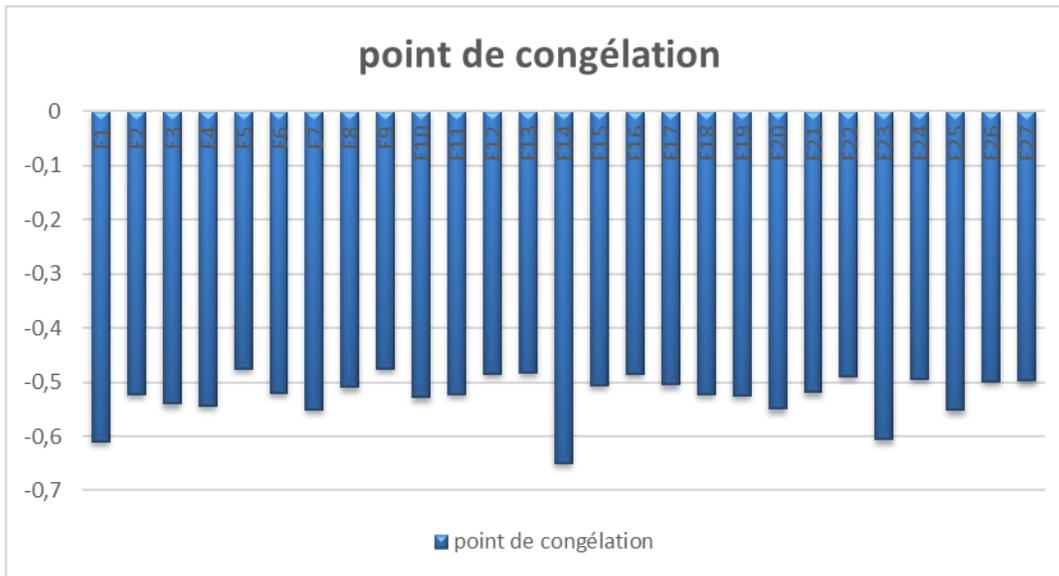
**Figure 17.** Teneur en eau de lait cru caprin dans les échantillons analysés.

D'après la figure 18, on remarque que 10/27 échantillons analysés ne répondent pas à la norme en ce qui concerne la teneur en eau. Les valeurs des 10 échantillons oscillent entre 1.92 - 8.46%. La valeur la plus élevée est celle des échantillons E5 et E9 (8.46%). Ce paramètre est très recherché car il permet la détection de fraudes par l'ajout de l'eau au lait.

Nos valeurs rejoignent celles mentionnées par Belkacemi et Fouchel (2018) qui ont trouvés des valeurs en teneur en eau entre 1.31 et 6.78 % dans une étude réalisée sur la qualité physico-chimique de lait cru de chèvre dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

En revanche, dans une autre étude Benizza *et al.* (2021) trouvent une teneur en eau égale à 0 pour tous les échantillons, ce qui révèle que le lait est à son état normal et qu'aucune opération frauduleuse qui consiste à l'ajout de l'eau au lait n'a été détectée.

### 4.1.1.3 Point de congélation



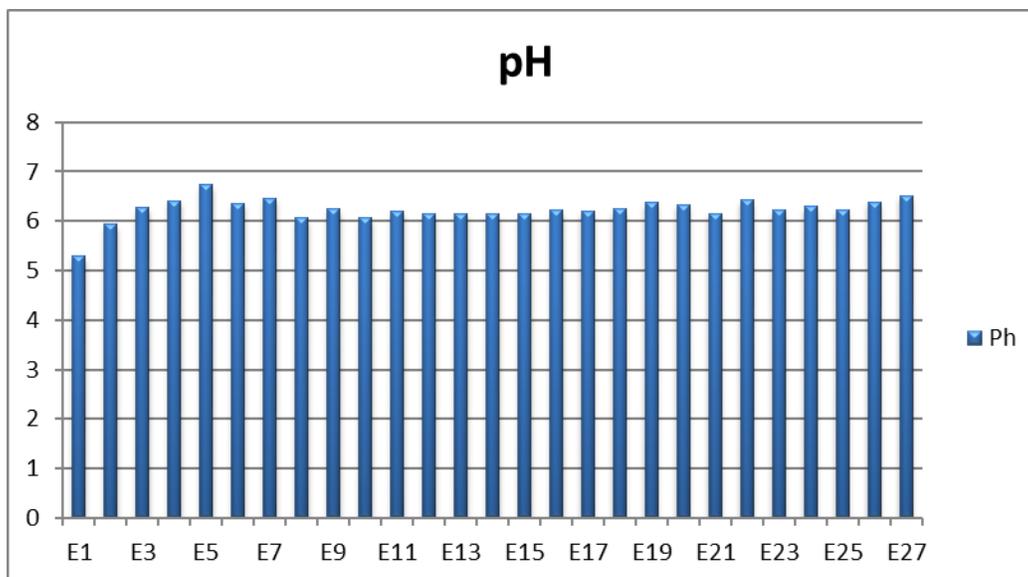
**Figure 18.** Point de congélation de lait cru caprin dans les échantillons analysés

Le point de congélation de nos échantillons oscille entre [-0.650 et -0.476°C]. La valeur la plus faible est enregistré pour l'échantillon E14 (-0.65) et la plus élevée pour les échantillons E5 et E9 (Figure 19).

La mesure du point de congélation du lait est couramment utilisée pour contrôler l'absence de mouillage lors de la traite, de la conservation ou de la collecte (Parguel *et al.*, 1994). Le point de congélation du lait est inférieur à celui de l'eau, ceci est dû aux substances dissoutes dans le lait. Il s'agit du lactose (sucre du lait), des sels et des minéraux. Un point de congélation supérieur à (-0,530°C) permet de soupçonner une addition d'eau au lait (Neville *et al.*, 1995). Ce paramètre est en parfait accord avec celui de la teneur en eau qui confirme que les échantillons E5 et E9 mouillage. Nos valeurs sont supérieures à celles rapportés par Djemai (2022) qui a enregistré des valeurs comprises entre -0.715 et -0.694. Et inférieures à celles trouvés par Belabeddou et Latrochman (2017), (-0.374 et-0.302).

Selon Janstova *et al.* (2007) les facteurs qui influencent le changement de point de congélation sont lactation, changement climatique et variance nutritionnelle saisonnières, ainsi que la plus faible teneur en solide non gras correspondant à un fort point de congélation.

#### 4.1.1.4 pH

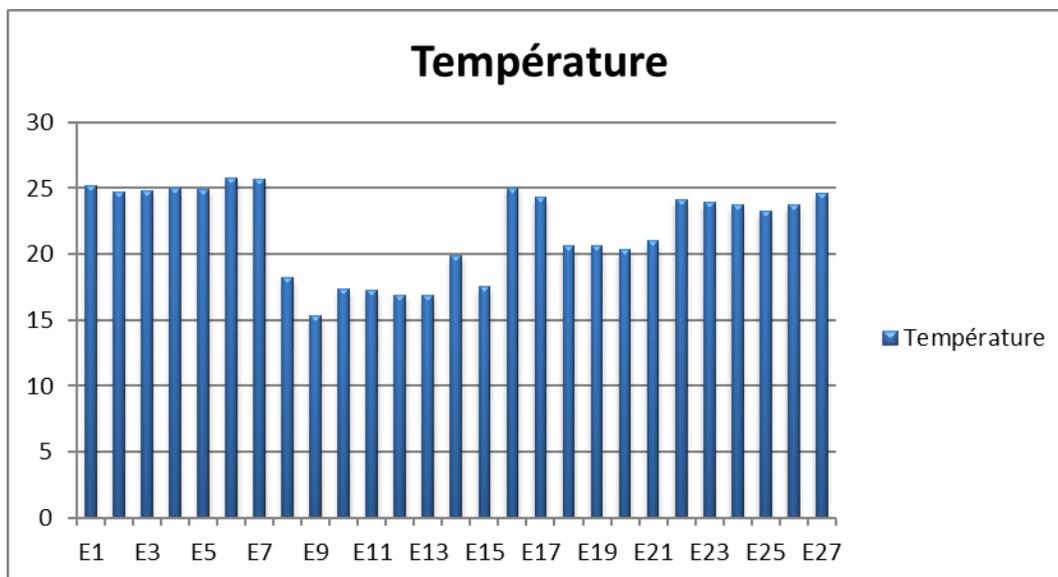


**Figure 19.** Variations du pH de lait cru caprin dans les échantillons analysés.

Concernant le pH, les valeurs mesurées varient entre 5.29 et 6.73, ces valeurs sont inférieures aux normes cités par Remeuf *et al.* (1989) (6,45 à 6,90) à l'exception des échantillons 5, 7 et 27 (6.73, 6.46 et 6.51).

Mathieu (1998), exprime que la variabilité du pH est liée au climat, à la disponibilité des aliments, à la consommation d'eau, à la santé et aux conditions de traite. La valeur du pH indique son état de fraîcheur. Selon Mathieu (1999) l'état sanitaire du pis fait changer le pH du lait et peut dépasser 7 dans le cas d'une mammitte.

### 4.1.1.5 Temperature

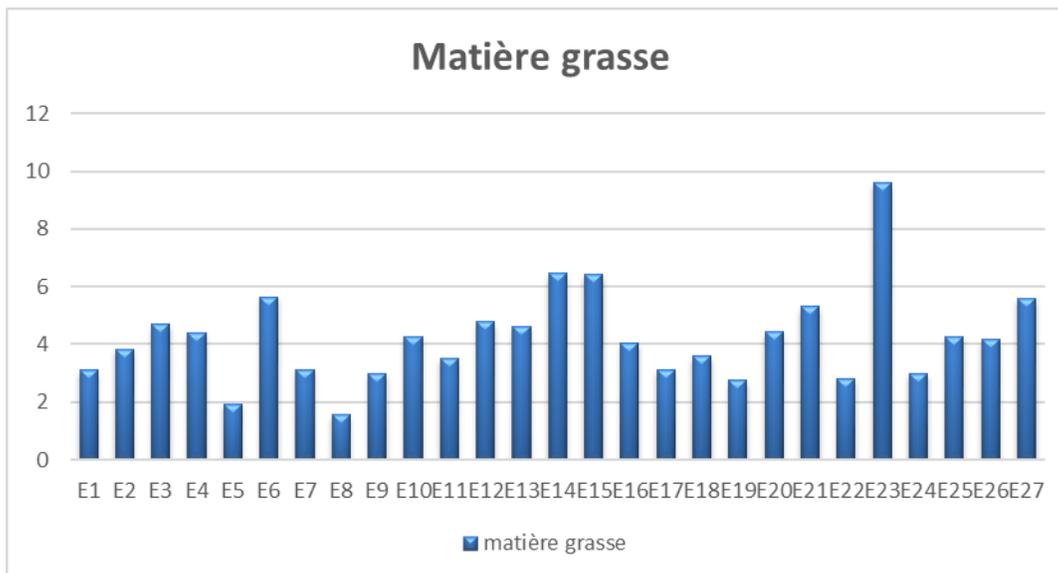


**Figure 20.** Variations de la température de lait cru caprin dans les échantillons analysés

Le minimum de la température du lait enregistré est 15.3°C et le maximum est 25.8 °C. Nos valeurs sont proches à celles enregistrées par Belabedou et Latrochman (2017), (16.8 -22.7°C).

## 4.1.2 Analyse biochimique du lait cru de chèvre

### 4.1.2.1 Matière grasse

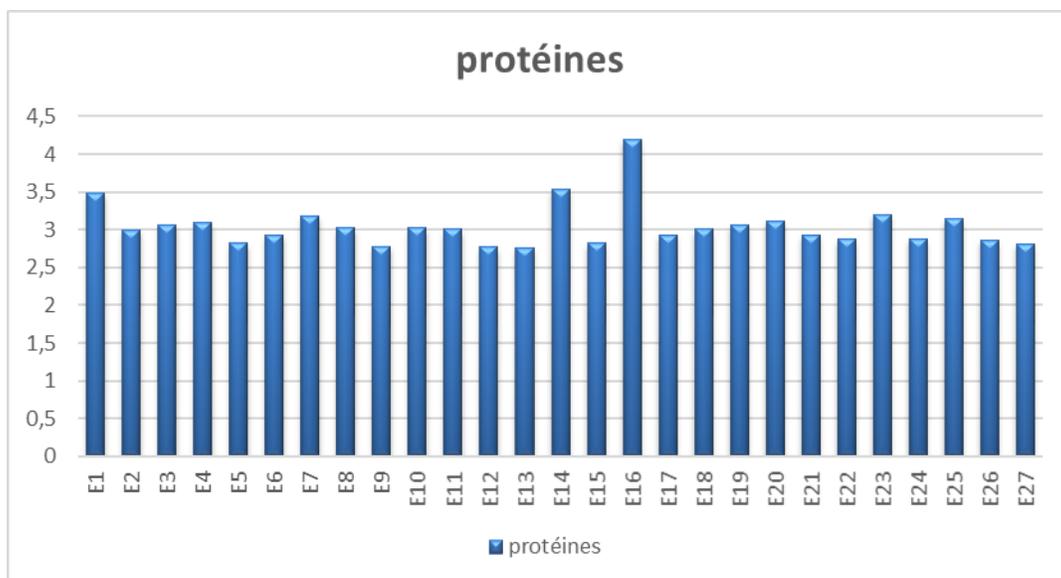


**Figure 21.** Variations de la matière grasse de lait cru caprin dans les échantillons analysés.

Pour la teneur en matière grasse nous avons enregistré des valeurs variant de 1.56 à 9.6%. La matière grasse de la quasi-totalité des échantillons est dans les normes 3.0 - 7.2% selon Roy *et al.* (2022). A l'exception de l'échantillon E23, qui possède une valeur très élevée (9.60%) à la norme et les échantillons E5, E8, E19, E22 qui possèdent des valeurs inférieures à la norme (1.94, 1.56, 2.76, 2.82 respectivement). La majorité des valeurs enregistrées dans notre travail sont supérieures à celles signalées par Djemai (2022), (4.1- 4.3%).

Getaneh *et al.* (2016) ont montré que le taux de la matière grasse dans le lait est influencé par la race, la qualité et la quantité des aliments, la saison génétique, le stade de la lactation.... etc.

#### 4.1.2.2 Protéines



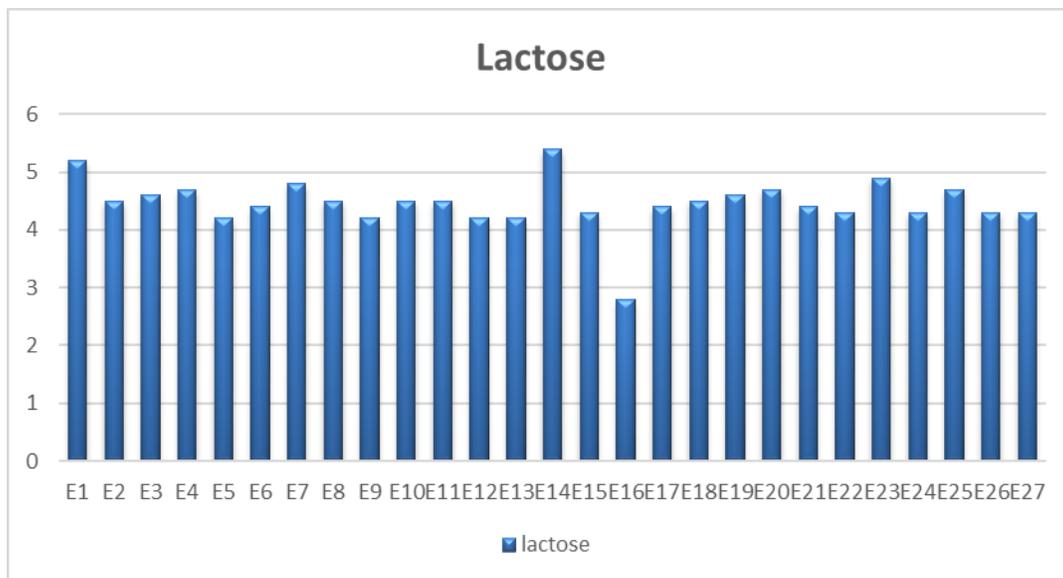
**Figure 22.** Variations des protéines de lait cru caprin dans les échantillons analysés.

Les valeurs enregistrées du taux des protéines sont situées entre 2.77 et 4.2% (Figure 23). Ces valeurs sont similaires à celles enregistrées par Doyon (2005), (2.72 et 4.68%), mais supérieures à celles mentionnées par Dmytrów *et al.*, (2010), (2.6 et 2.9%) et par Boudalia *et al.*, (2016), (2.60 à 2.70%). Il est à noter que l'échantillon E16 possède le pourcentage protéique le plus élevée (4.2%), ce qui reflète une bonne qualité biochimique de ce lait.

Selon Hoden et Coulon (1991), beaucoup de facteurs agissent sur le taux protéique tel que le stade physiologique et la saison. Amiot *et al.* (2002) expliquent que l'inflammation de la mamelle (les mammites) affecte la synthèse de la protéine « caséine », les protéines solubles et le pH augmentent en raison de leur passage du sang vers le lait.

Le taux protéique est une caractéristique importante du lait. Il conditionne la valeur marchande du lait, plus le taux protéique sera élevé par rapport à une référence et plus le lait sera payé cher au producteur (paiement du point de taux protéiques). En effet plus le taux protéique (TP) est élevé et plus le rendement de transformation fromagère sera bon (Redouane-Salah, 2016).

#### 4.1.2.3 Lactose



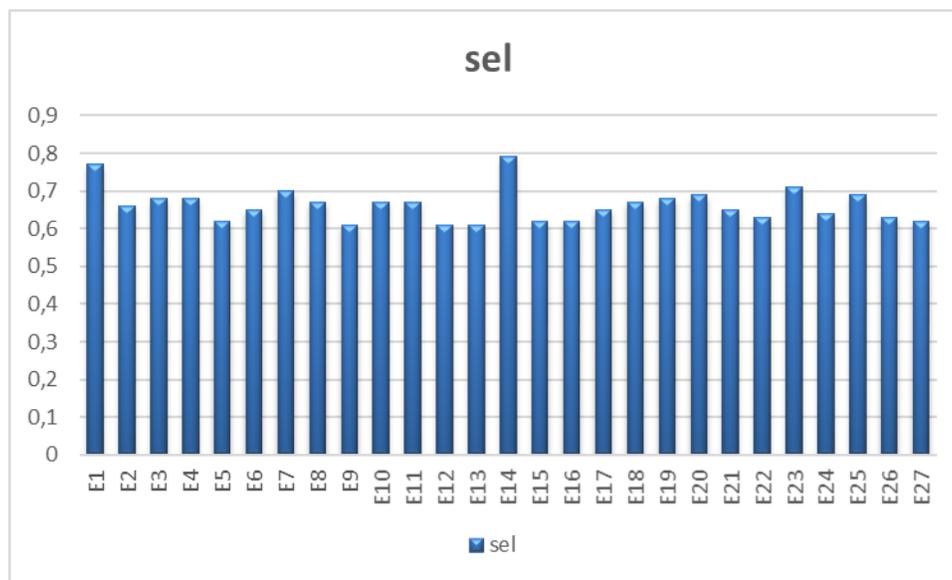
**Figure 23.** Variations du taux de lactose de lait cru caprin dans les échantillons analysés.

D'après la figure 24, on note que la valeur du lactose la plus élevée est celle de l'échantillon E14 (5.4%), suivi de l'échantillon E1 (5.2 %). Et la plus faible est celle de l'échantillon E16 (2.79%).

Nos résultats rejoignent celles trouvées par Roy (2022), (3.2 et 5 g /100 ml). Selon Kanwal *et al.* (2004) tous les résultats dans les normes (4.0-5.5 g /100 ml) à l'exception de l'échantillon 16.

Gauthier *et al.* (1961) a montré que le facteur le plus important de variation de lactose est l'infection de la mamelle qui réduit la sécrétion du lactose.

#### 4.1.2.4 Sel



**Figure 24.** Variations du sel de lait cru caprin dans les échantillons.

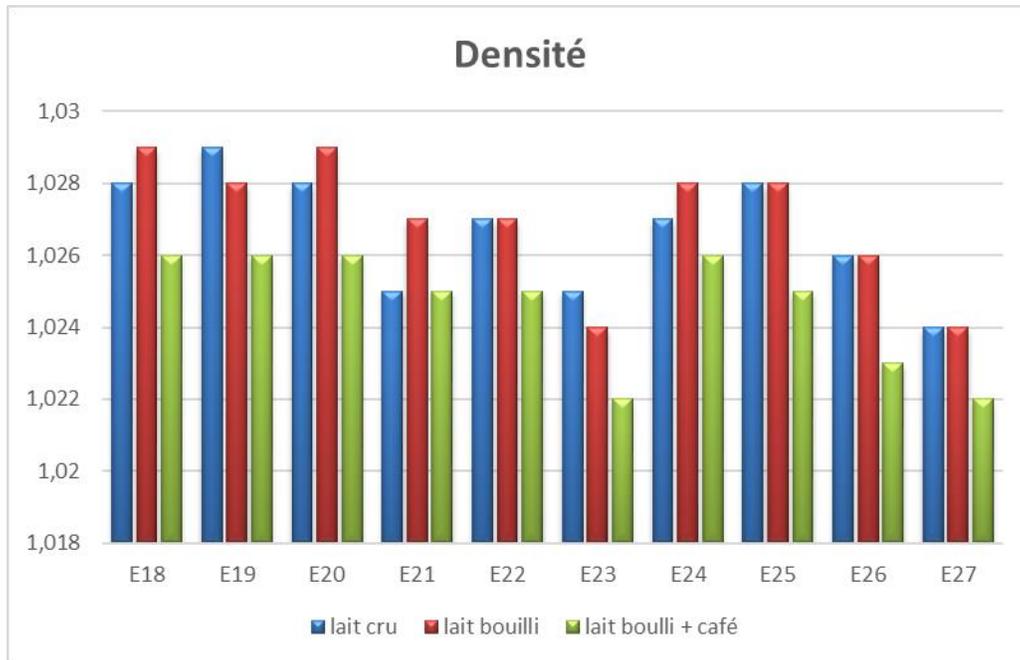
Nos avons trouvés des résultats situées entre 0.61-0.79 %, sont plus faibles que celle obtenus par Lahrech (2019) qui sont de l'ordre de 7.33-8.13 g/l, mais les échantillons 1 et 14 sont en concordance avec eux (0.77 et 0.79% respectivement). Les valeurs enregistrées par Benizza *et al.* (2021) entre 0.66 et 0.99% sont analogue à nos résultats mais la valeur la plus élevée de nos échantillons est 0.79%.

Brule (1987) décrit que les sels sont variables selon les espèces, les races de l'animal.

#### 4.1.3 Analyse physico-chimique du lait cru, lait bouilli et lait bouilli au café

Afin de confirmer ou nier l'idée de mettre du lait au café s'avère être mauvaise pour notre organisme, nous avons effectué des analyses physicochimiques et biochimiques du lait cru, bouilli et bouilli au café. Les analyses citées sont détaillées ci-dessous. Il est à noter que les échantillons E1 jusqu'à E17 sont éliminés de cette analyse pour la raison qu'ils ont dépassés 48h après la collecte.

### 4.1.3.1 La densité

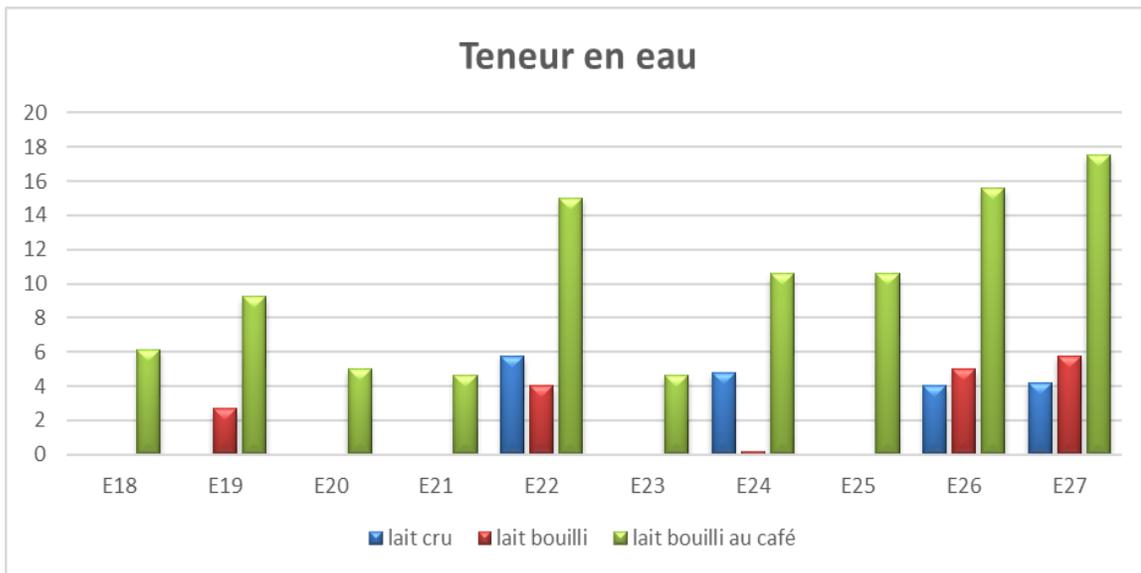


**Figure 25.** Variations de la densité de différents traitements de lait de chèvre (bouilli et bouilli mélangé au café)

Selon la figure 26, il n'y a pas une grande différence entre les valeurs de densité du lait cru et du lait bouilli. Mais une légère augmentation pour la densité du lait bouilli est observée par rapport le lait cru. Sboui *et al.* (2016) ont trouvé que la densité est augmentée suite aux traitements thermiques réalisés.

En revanche, une différence remarquable a été constatée entre le lait cru et le lait bouilli mélangé au café, où une diminution de la densité est observée pour tous les échantillons analysés. Cette diminution peut s'expliquer par l'influence des composants de café sur les matières solides dissoutes dans le lait, particulièrement la précipitation des protéines du lait sous l'effet de la température élevée et le pH acide du café (Teehan, 1995).

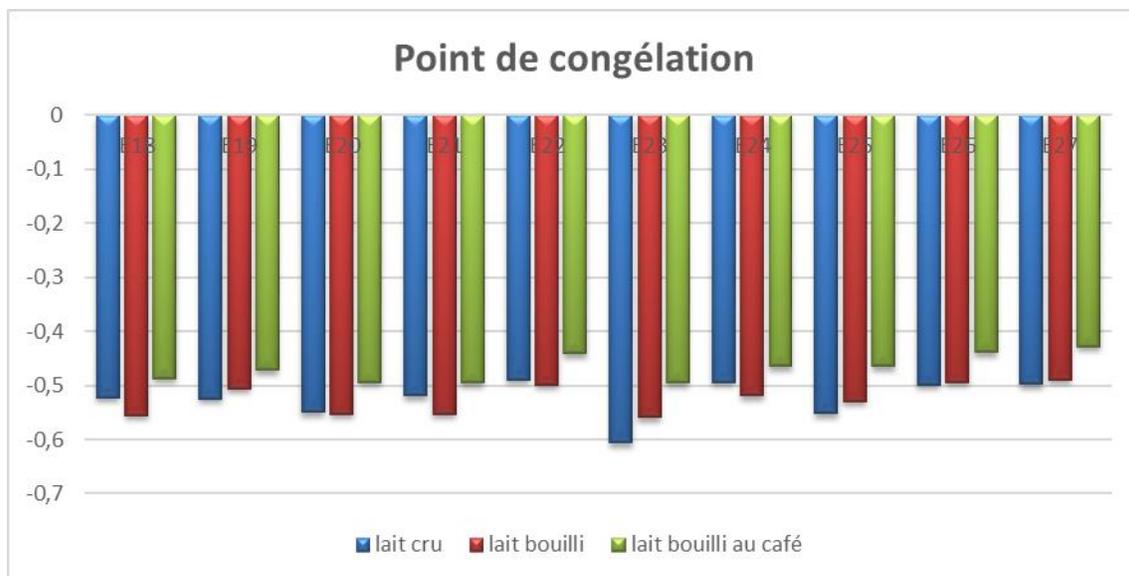
### 4.1.3.2 Teneur en eau



**Figure 26.** variations de la teneur en eau de lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café

Selon la figure 27, une augmentation de la teneur en eau dans le lait bouilli mélangé au café est observée dans tous les échantillons. Ce qui semble logique à cause de l'addition du café dilué dans l'eau.

#### 4.1.3.3 Point de congélation

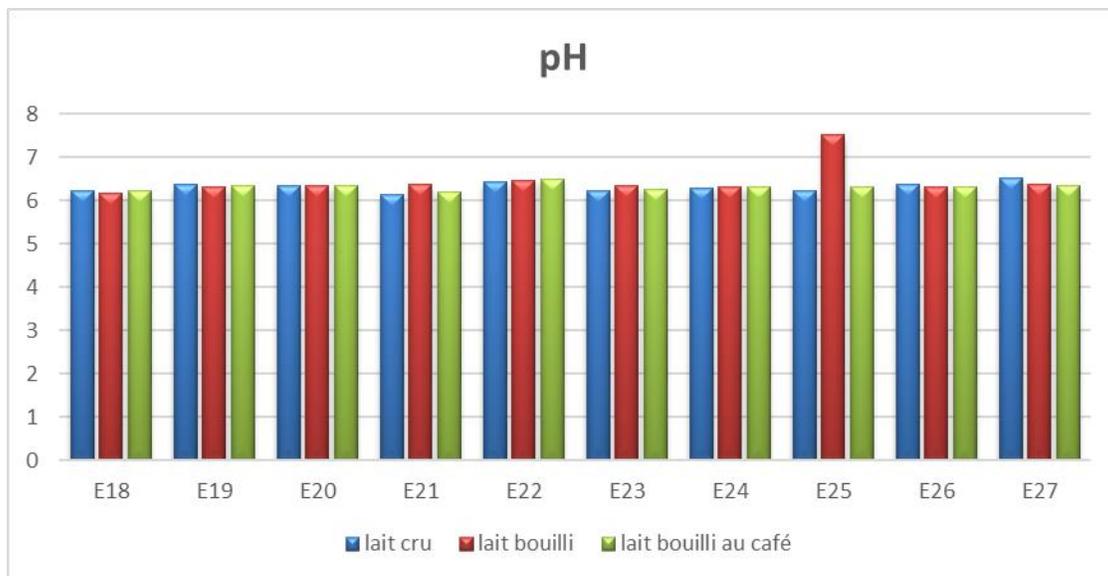


**Figure 27.** variations de point de congélation de lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café

D'après les résultats enregistrés dans la figure 28, nous avons observé une légère diminution de point de congélation après le chauffage de lait dans les échantillons E19, E23, E25, E26 et E27. Cette diminution est expliquée par l'évaporation de l'eau sous l'effet de l'ébullition

Les échantillons E18, E20, E21, E22 et E24, montrent un point de congélation plus bas à cause peut être à la dénaturation des protéines et que le lait probablement n'est pas bien homogénéisé dans le récipient avant la mesure.

#### 4.1.3.4 pH



**Figure 28.** : variations de pH de lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café

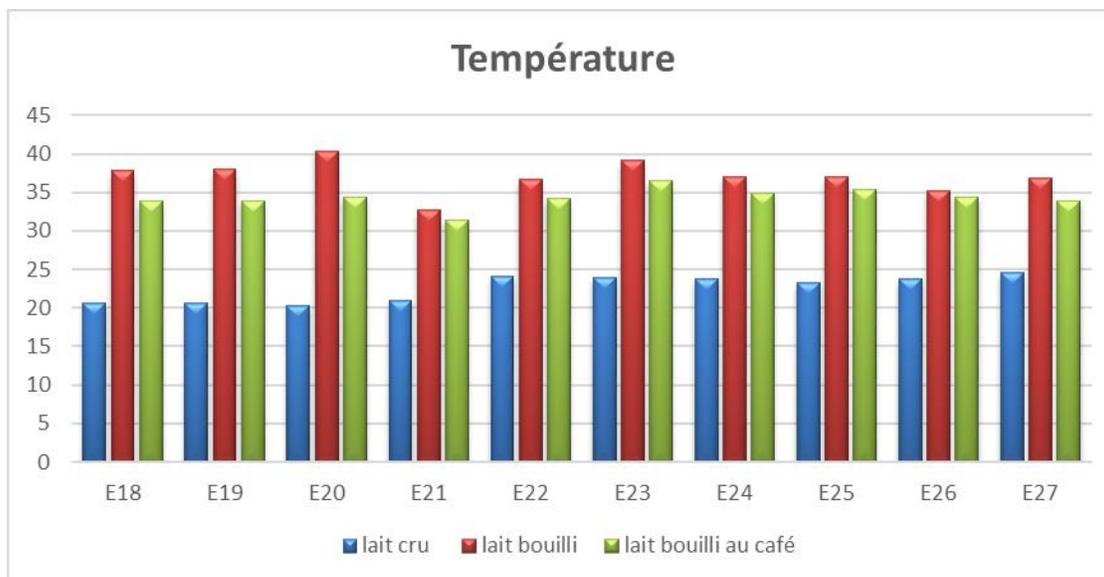
Le pH du lait ne change théoriquement pas, et constitue un indice de son état de fraîcheur, plus particulièrement en ce qui concerne sa stabilité, car c'est le pH qui influence la solubilité des protéines. Une légère acidification modifie suffisamment leur structure micellaire (Redouane-Salah, 2016).

Les valeurs de pH des échantillons de lait cru, bouilli et bouilli mélangé au café ont un pH légèrement acide avec une valeur de 6. A l'exception de l'échantillon E25 bouilli qui a un pH basique (7.51).

Sboui *et al.* (2016) et Elhasan *et al.* (2007) ont montré que le pH diminue de manière non significative suite au chauffage de lait.

Dans une autre étude d'Ul Haq *et al.* (2013), affirme que la chaleur provoque une diminution du pH du lait en raison de l'augmentation de la concentration d'acide lactique produit à partir de la dégradation de la teneur en lactose.

#### 4.1.3.5 Temperature

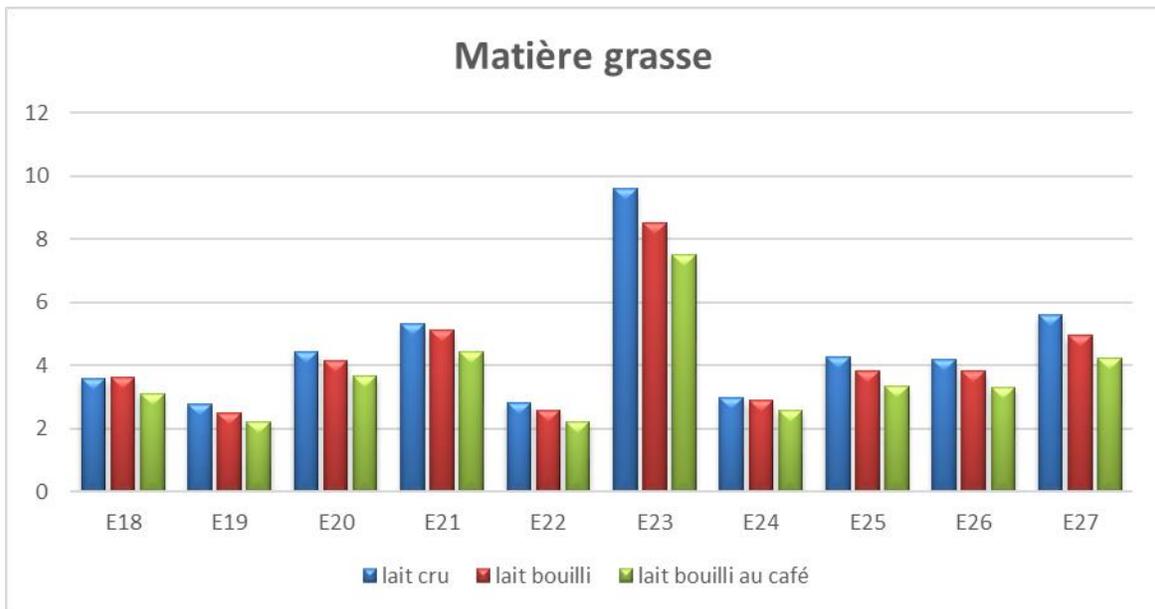


**Figure 29.** variations de la température dans le lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café

D'après la figure 30, Les valeurs de la température enregistrées de nos résultats sont augmentées après le chauffage de lait, cette température re-diminue après l'addition du café dissoute dans l'eau (préparation refroidie).

#### 4.1.4 Analyse biochimique du lait cru, lait bouilli et lait bouilli au café :

##### 4.1.4.1 Matière grasse

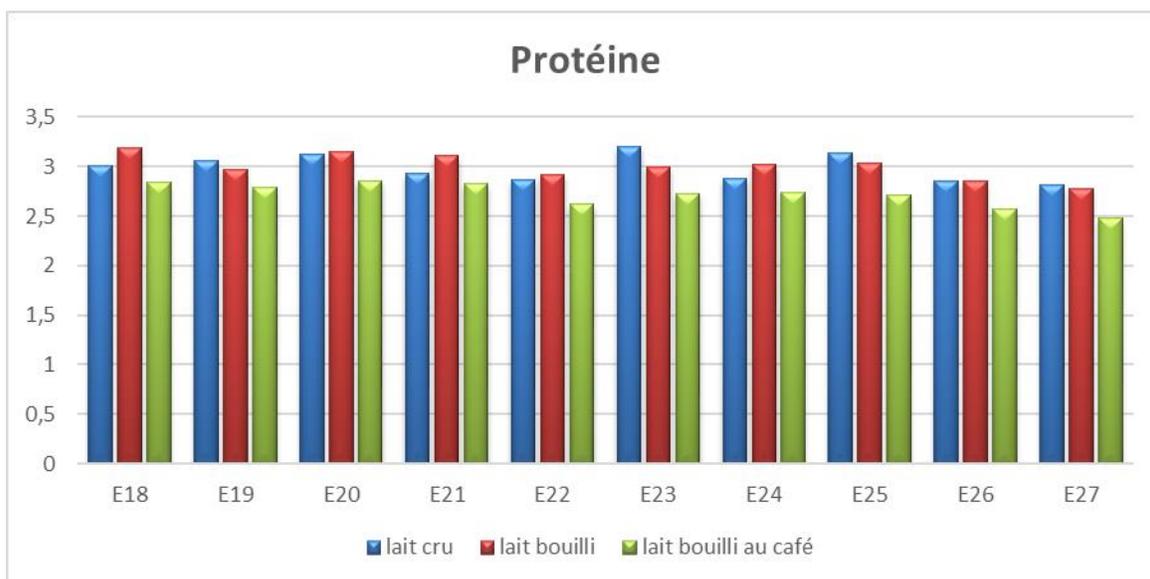


**Figure 30.** Taux de la matière grasse dans le lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café

En comparant la matière grasse du lait cru avec celle du lait bouilli on constate une légère diminution, mais cette diminution est remarquable entre le lait cru et le lait mélangé avec le café (figure 31). Mebarki et Zouani (2017) ont trouvé une diminution de la matière grasse après chauffage (3.4%), en comparant avec les échantillons non chauffés (3.5% à 3,6%). Sboui *et al.* (2016) et Elhasan *et al.* (2007) ont trouvé aussi que le taux de matière grasse est diminué après le chauffage de lait.

Ul Haq *et al.* (2013) ont signalé que la teneur en matière grasse du lait est légèrement réduite par rapport à celle du lait frais en raison de l'évaporation de certains composants du lait pendant le processus de chauffage.

#### 4.1.4.2 Protéines



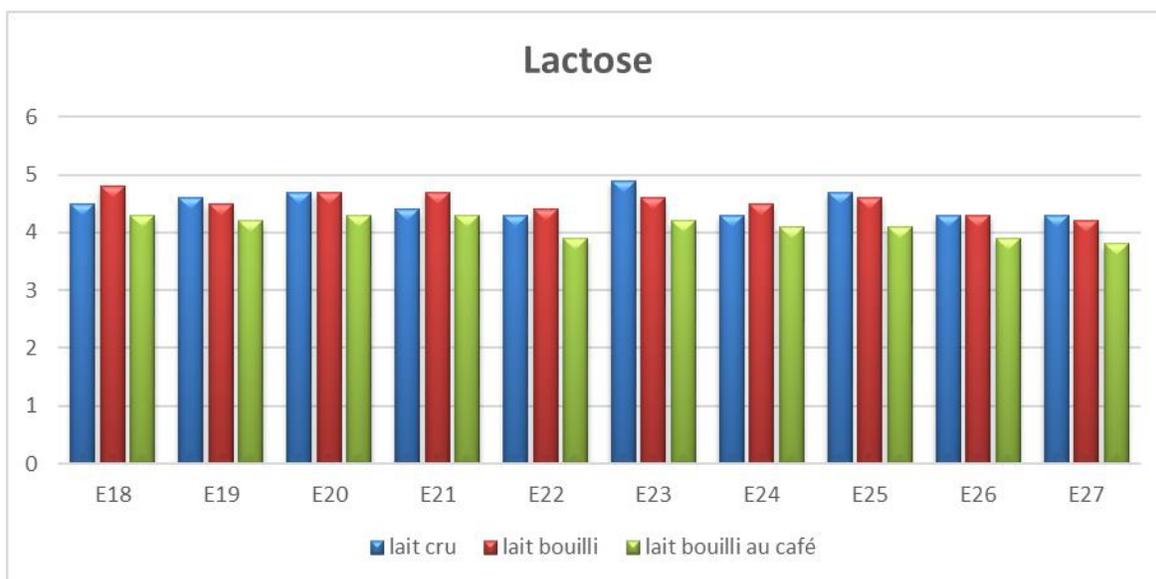
**Figure 31.** Taux de protéines dans le lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café

Selon la figure 32, Nous avons remarqué que la fraction protéique est légèrement élevée dans 3/10 échantillons du lait bouilli, cela peut être expliqué par la nature des protéines trouvée (solubles ou non solubles). Sboui *et al.* (2016) ont trouvé un taux de protéines croissant après le chauffage de lait, C'est résultats sont accordé avec les résultats trouvé par Elhasan *et al.* (2007).

Roudj *et al.* (2005) ont montré que dans le cas de la diminution du taux de protéines après le chauffage cela indique que les protéines sont thermosensibles est facilement dégradées par la chaleur.

La diminution du taux protéique dans le lait bouilli et mélangé avec le café est due à l'effet de la température et à l'effet des composant du café comme les composés phénoliques qui ont tendance à se complexé avec les protéines du lait (Teehan, 1995).

#### 4.1.4.3 Lactose

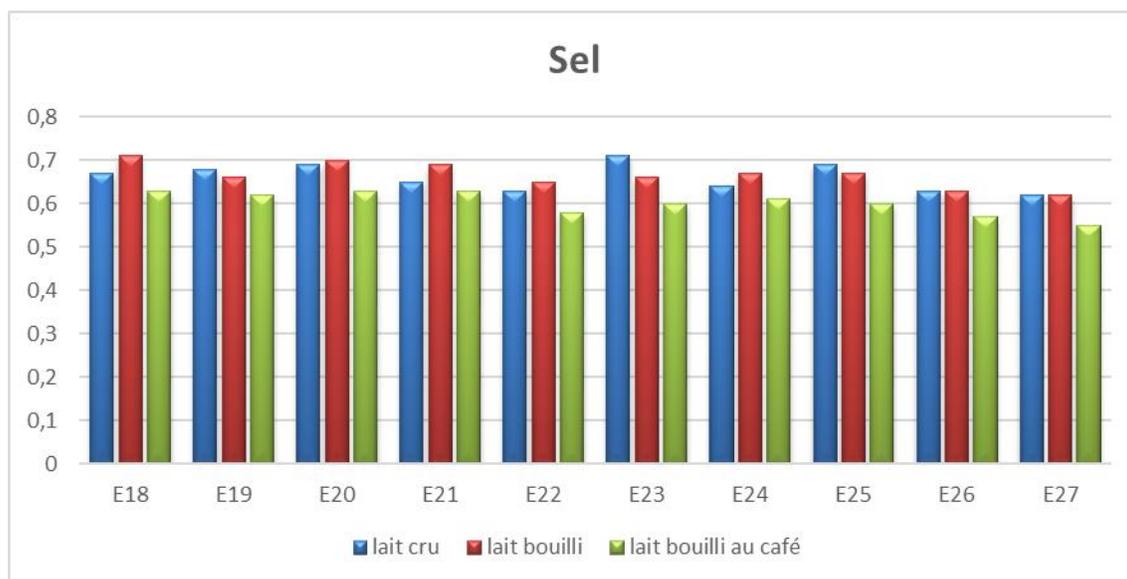


**Figure 32.** Taux de lactose dans le lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café

D'après les résultats de la figure 33, on note une légère augmentation du lactose dans le lait bouilli des échantillons E18, E21 et E24, cette diminution est proportionnelle avec l'augmentation du taux protéique dans les mêmes échantillons. Selon Pierre *et al.*, (1977) le lactose pourrait agir sur la stabilité thermique des protéines en augmentant leur caractère hydrophile. Et que le lactose est responsable de l'effet protecteur des protéines contre l'effet des traitements thermiques. Dans le reste des échantillons le taux du lactose est presque le même.

Mebarki et Zouani (2017) ont trouvé que les valeurs de lactose ont été augmentées après le chauffage du lait.

#### 4.1.4.4 Sel



**Figure 33.** Taux du sel dans le lait de chèvre cru, traité et traité mélangé au café

D'après la figure 34, nous pouvons constater qu'il y a une légère différence entre le lait cru et lait bouilli. En revanche la diminution est remarquable entre le lait cru et lait bouilli mélangé avec le café.

Malheureusement les travaux concernant le lait bouilli au café sont très rares. Selon Denker *et al.* (2006), l'ajout de café au lait peut avoir un effet médiateur sur le plan fonctionnel et nutritionnel en raison des interférences entre les composants de lait (par exemple, les protéines et graisses) et les constituants de café (par exemple, les acides et caféine...), bien que le café contient des propriétés bénéfiques (par exemple, antimicrobiennes et hypoglycémiantes). Mais l'interaction entre les protéines du lait et les polyphénols du café (facteurs les plus connus et les plus efficaces) limite le potentiel antioxydant des boissons lait-café).

## 4.2 Résultats d'analyse de la flore fongique totale isolée des échantillons de lait de chèvre cru

### 4.2.1 Résultats d'isolement par l'utilisation des deux techniques d'ensemencement

**Tableau 7.** La différence entre technique en surface et technique en masse

Méthode d'isolement	Echantillons Analysés	Nombre des échantillons contaminés	Nombre des échantillons non contaminé	Nombre d'isolat	Espèce Fréquente/dominante	Espèces isolées
Technique en masse	27	22	5	35	<i>A.niger</i>	<i>A. ochraceus</i> <i>A. fumigatus</i>
Technique en surface		21	6	32		<i>Bipolaris sp</i> <i>Curvularia sp</i> <i>A.nidulans</i> <i>Penicillium sp2</i> <i>Fusarium sp</i>

Les résultats obtenus par les deux méthodes d'isolement (voir annexe 5) montrent que l'isolement par l'ensemencement en masse a permis d'obtenir un grand nombre d'isolat (35 isolats) par rapport la technique en surface (32).

Concernant les genres isolés, la technique en masse a permis d'isoler un seul genre représenté par : *Aspergillus*. En revanche, la technique en surface a donnée 05 genres (*Penicillium sp2*, *Fusarium sp*, *Bipolaris sp*, *Curvularia sp*, *Aspergillus*).

*Aspergillus niger* semble être l'espèce la plus fréquente et la plus dominante isolée par les deux techniques (surface et en masse) (Tableau 7).

#### 4.2.2 Résultats de la purification des moisissures toxigènes isolées

**Tableau 8.** Purification des différents genres de moisissures toxigènes isolées à partir de lait cru.

Nombre des échantillons totaux	Echantillon Analysé	Genre	Nombre d'isolat
27 échantillons	25 Échantillons contaminés	<i>Aspergillus</i>	86
		<i>Penicillium</i>	5
		<i>Fusarium</i>	2
		<i>Curvularia</i>	3
		<i>Bipolaris</i>	1
	2 Échantillons non contaminés		

Les résultats de la présente étude, montrent que 25/27 échantillons sont contaminés par les moisissures. Nous avons pu isoler 97 souches fongiques appartenant aux genres suivants : *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Curvularia* et *Bipolaris*. L'aspect macroscopique et microscopique des souches isolées sont présentés dans le tableau 9, pour plus de détails concernent les résultats d'aspect macroscopique et microscopique (voire l'annexe 6). Il est à noter,

l'apparition de quelques colonies de levures, que nous n'avons pas prises en considération dans le présent travail.

**Tableau 9.** L'aspect macroscopique et microscopique des souches isolées.

Echantillon de lait	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Curvularia</i>	<i>Bipolaris</i>	Couleur de colonie	Aspect de colonie
<b>E1</b>	4 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
	1 <i>Aspergillus Fumigatus</i>					-vert verdâtre sur PDA	Velouté
	1 <i>Aspergillus nidulans</i>					-Blanc sur SBR	Diveteuses à poudreuses
		2 <i>Penicillium sp1</i>				-Vert olive sur PDA et SBR	Poudreuse, bombé
<b>E2</b>	2 <i>Aspergillus flavus</i>					-Vert pale sur SBR -vert jaune sur PDA	Poudreux
<b>E3</b>	2 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
<b>E5</b>	1 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
	1 <i>Aspergillus flavus</i>					-vert jaune sur PDA	Poudreux
<b>E6</b>	2 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux

<b>E8</b>	2 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
<b>E9</b>	4 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
<b>E10</b>	2 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
	1 <i>Aspergillus fumigatus</i>					-vert verdâtre sur PDA	Velouté
<b>E11</b>	4 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
					1 <i>Bipolaris sp</i>	-gris à noir sur PDA	Velouté à laineux
				1 <i>Curvularia sp</i>		- gris avec une périphérie blanche sur SBR	Laineux et veloutées
	1 <i>Aspergillus flavus</i>					-vert jaune sur PDA	Poudreux
<b>E12</b>	4 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
	2 <i>Aspergillus fumigatus</i>					-vert verdâtre sur PDA -vert gris sur SBR	Velouté

<b>E13</b>	4 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
	2 <i>Aspergillus fumigatus</i>					-vert verdâtre sur PDA -vert foncé à gris sur SBR	Velouté
	1 <i>Aspergillus ochraceus</i>					- ocre sur SBR	Poudreux
<b>E14</b>	4 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
	4 <i>Aspergillus flavus</i>					-vert jaune sur PDA - vert pale sur SBR	Poudreux
<b>E15</b>	2 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
	1 <i>Aspergillus ochraceus</i>					-Jaune pale sur PDA	Poudreux
<b>E16</b>	4 <i>aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
	1 <i>Aspergillus Sp1</i>					-Vert pale sur SBR	Poudreuses
<b>E17</b>	2 <i>Aspergillus Fumagitus</i>					-vert verdâtre sur PDA -vert foncé à gris sur SBR	Velouté
		1 <i>Penicillium Sp2</i>				-vert olive Sur SBR	Poudreuse, bombé

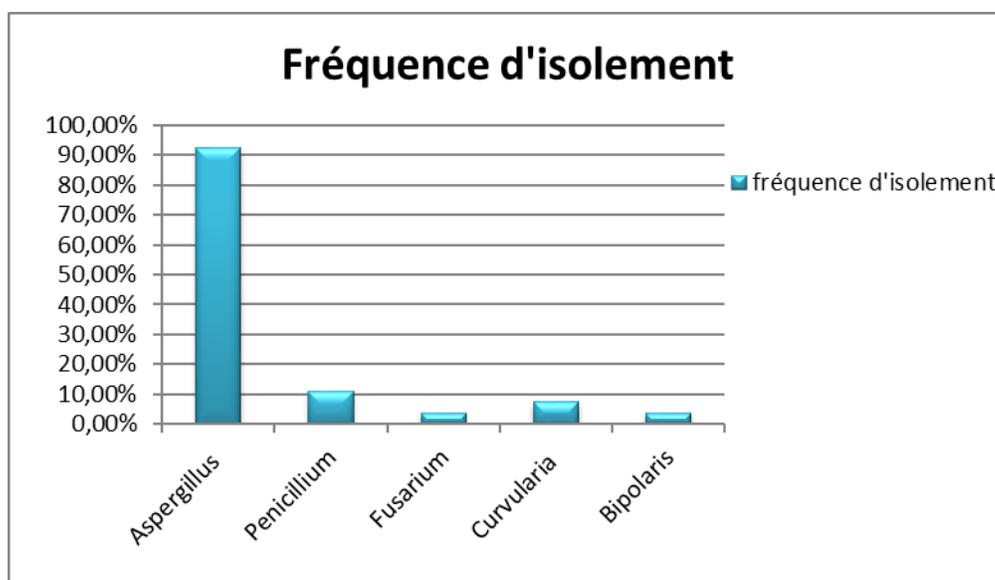
<b>E18</b>	2 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
		2 <i>Penicillium sp 3</i>				-vert lime sur PDA -vert pale sur SBR	Poudreuse
<b>E19</b>	4 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
<b>E20</b>	4 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
<b>E21</b>	4 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
<b>E22</b>	2 <i>Aspergillus flavus</i>					-vert jaune sur PDA - vert pale sur SBR	Poudreux
	1 <i>Aspergillus niger</i>					-Brun sur SBR	Granuleux
			2 <i>Fusarium spl</i>			-orange sur PDA et SBR	Cotonneux
<b>E23</b>	1 <i>Aspergillus niger</i>					-Brun sur SBR	Granuleux
<b>E24</b>	1 <i>Aspergillus niger</i>					-Brun sur SBR	Granuleux
	1 <i>Aspergillus Flavus</i>					-vert jaune sur PDA	Poudreux

<b>E25</b>	4 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
<b>E26</b>	2 <i>Aspergillus niger</i>					-Noir sur PDA -Brun sur SBR	Granuleux
				2 <i>Curvularia sp</i>		-brun sur PDA -gris et une périphérie blanche sur SBR	Laineux et veloutés
<b>E27</b>	1 <i>Aspergillus nidulans</i>					-blanc Sur SBR	Diveteuses à poudreuses

#### 4.2.3 Densité relative et Fréquence d'isolement des genres fongiques isolés

##### 4.2.3.1 Fréquence d'isolement :

En terme de fréquence d'isolement (**Fr%**), le genre *Aspergillus* est observé dans tous les échantillons du lait de chèvre cru, avec une **Fr (92.59%)**, les genres *Penicillium*, *Curvularia*, *Fusarium* et *Bipolaris* sont moins fréquents avec des **Fr (11.11%, 7.40%, 3.70%, 3.70%)** respectivement.



**Figure 34.** Fréquence d'isolement des genres isolés à partir des échantillons de lait cru de chèvre.

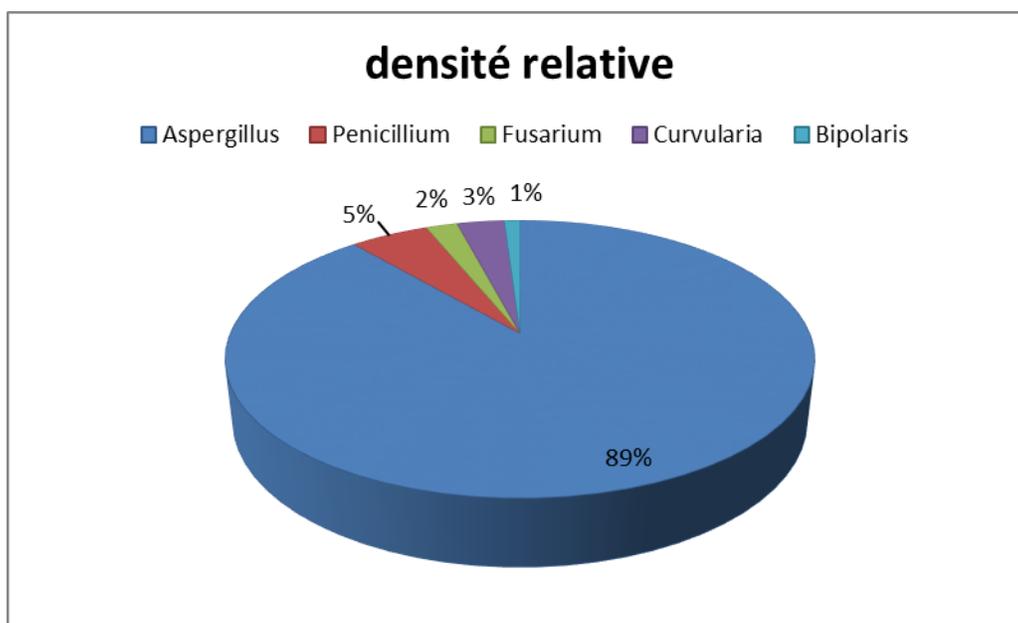
Le lait cru des échantillons E4 et E7 est dépourvu de toute contamination par les moisissures.

Nos résultats rejoignent ceux trouvés par Benachour (2019), qui a signalé que dans tous les échantillons de lait cru de vache analysés, sont contaminés par le genre *Aspergillus* avec une fréquence d'isolement de 100%. En revanche, les genres *Alternaria*, *Penicillium* et *Fusarium* présentaient une fréquence d'isolement de 33,33%.

Selon Gulbe et Valdovska (2014), Le lait cru est généralement considéré comme un milieu de croissance idéal pour de nombreuses *Aspergillus* et *Penicillium*, car elles fournissent tous les nutriments importants et les conditions de croissance fongique.

La contamination du lait par les spores des genres isolés dans le présent travail peut être survenue lors de la traite par le personnel, et également par leurs vêtements (Kabir, 2015).

#### 4.2.3.2 Densité relative



**Figure 35.** Densité relative des genres isolés à partir des échantillons de lait cru de chèvre.

Nos résultats montrent que le genre dominant est l'*Aspergillus* avec un pourcentage de 88.65% du total de l'isolat, suivi par le *Penicillium* qui représente une **Dr** de **5.15%**. Les genres sont moins dominants sont *Curvularia* (**3.09%**), *Fusarium* (**2.06%**) et enfin *Bipolaris* (**1.03 %**).

Dans une étude similaire à la présente étude, Abd El Tawab *et al.* (2020) ont pu isoler à partir 20 échantillons de lait cru dans la région de Gizeh (Égypte), 3 genres le plus dominant est *Penicillium spp.* (**44,5 %**), suivi d'*Aspergillus spp.* (**38,9%**) et de *Geotrichum spp.* (**16,6%**).

Dans une étude réalisée par El-Kest *et al.* (2015), les moisissures les plus prédominantes dans les échantillons de lait cru étaient les suivantes : *Aspergillus spp.* (**33,3 %**, **n = 10**), *Penicillium spp.* (**23,3 %**, **n = 7**), *Rhizopus spp.* (**33,3 %**, **n = 10**), et d'autres espèces avec une incidence similaire (**3,3 %**, **n = 1**) comprenaient *Fusarium spp.* et *Mucor spp.*

Selon Tabuc (2007) le lait et les produits laitiers sont beaucoup plus sensibles aux contaminations fongiques. Les espèces qui peuvent les contaminer appartiennent aux genres *Penicillium*, *Alternaria*, *Mucor*, *Fusarium*, *Aspergillus* et *Rhizopus*.

Selon Boubezari (2010) la présence de cette moisissure peut être expliquée par la mauvaise conduite d'hygiène au moment de la traite (la chute de particules d'excréments, de terre, de végétaux), ainsi que L'atmosphère et La qualité de l'eau servant au rinçage des récipients et des machines.

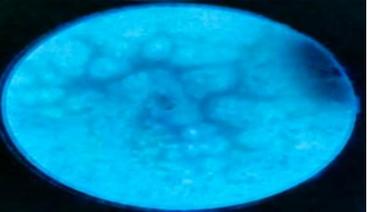
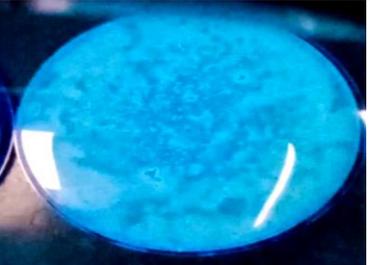
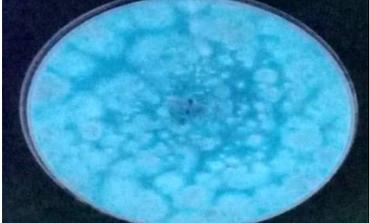
### **4.3 Résultats de la détection de la présence des mycotoxines**

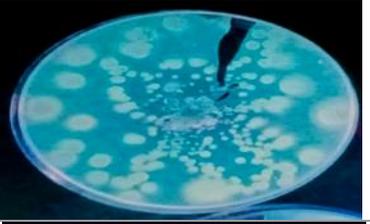
La lecture sous la lampe UV de toutes les souches isolées a montré la détection de la fluorescence dans les échantillons suivants : E1, E13, E14, E16, E17 et E22 qui émettent une fluorescence bleue pour les espèces d'*Aspergillus* ou verte pour l'espèce de *Penicillium* (Tableau 10). La fluorescence bleue indique que les isolats d'*Aspergillus* appartenant à la section Flavi sont aflatoxinogènes, productrices de l'Aflatoxine B (ATB). Ces couleurs sont d'ailleurs à l'origine de leurs dénominations : « B » pour Blue et « G » pour Green (Gauthier, 2016).

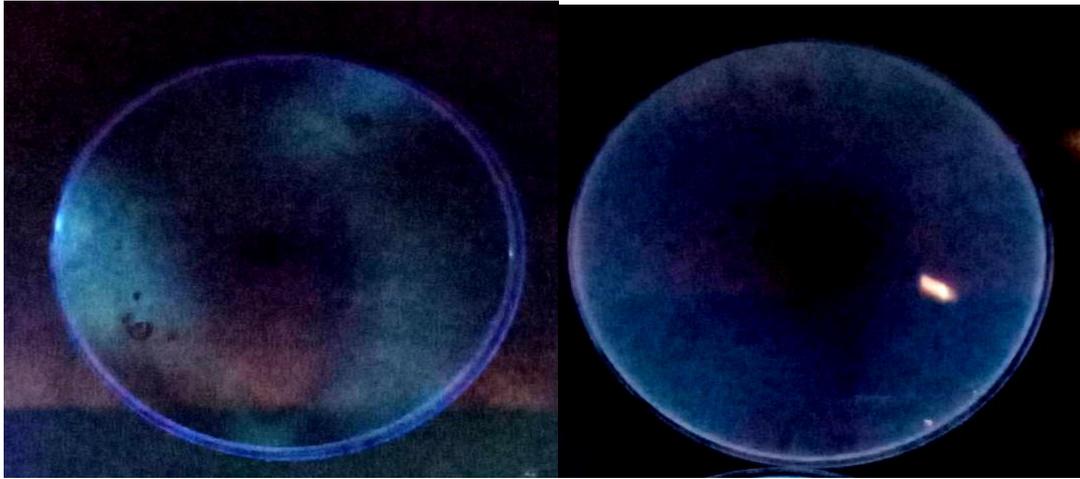
La fluorescence verte pour la souche de *Penicillium*, indique la présence de la mycotoxine Ochratoxine A (OTA), qui possède une intense fluorescence en lumière UV, de couleur verte en milieu acide et bleue en milieu alcalin (El Khoury, 2007).

Nos résultats rejoignent ceux trouvés par Ouattara-Sourabie *et al.* (2012), qui a mentionné dans son travail l'isolement des espèces d'*Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus* toxigènes à partir de graines d'arachide. Le même auteur, signale que la capacité qualitative de la production d'aflatoxine a été mesurée par émission de fluorescence sous lumière ultraviolette à 312 nm après 3 jours d'incubation à 30°C sur gélose coco.

**Tableau 10.** Observation sous UV à 365nm des espèces productrices de mycotoxines

<b>Date de purification/Date d'observation sous UV</b>	<b>Genre/Espèces</b>	<b>Observation sous UV (364nm)</b>
<p><b>08/05/2023</b> <b>22/05/2023</b></p>	<p><i>Aspergillus fumigatus</i> identifier par E1</p>	
<p><b>08/05/2023</b> <b>22/05/2023</b></p>	<p><i>Aspergillus sp</i> identifier par E16</p>	
<p><b>15/05/2023</b> <b>22/05/2023</b></p>	<p><i>Aspergillus fumigatus</i> identifier par E13</p>	
<p><b>03/05/2023</b> <b>22/05/2023</b></p>	<p><i>Aspergillus flavus</i> identifier par E14</p>	

<b>15/05/2023</b> <b>22/05/2023</b>	<i>Aspergillus flavus</i> identifier par E22	
<b>10/05/2023</b> <b>22/05/2023</b>	<i>Aspergillus fumigatus</i> identifier par E17	
<b>08/05/2023</b> <b>07/06/2023</b>	<i>Penicillium sp1</i> identifier par E1	
<b>15/05/2023</b> <b>07/06/2023</b>	<i>Penicillium sp1</i> identifier par E1	
<b>08/05/2023</b> <b>07/06/2023</b>	<i>Aspergillus flavus</i> identifier par E2	



**Figure 36.** Observation sous UV à 365nm d'exemple des boites négative.

Nous constatons l'absence de spots fluorescents dans tout le reste des boites analysé ce qui confirme l'absence de souche toxigènes productrices d'aflatoxines et d'Ochratoxine.

L'absence de mycotoxines peut être attribuée aux conditions défavorables à la toxinogénèse (température, humidité et pH ...etc) (Majerus et Zakaria, 1992).

# **Conclusion**

## Conclusion

La contamination des produits laitiers par divers types de moisissures toxiques (champignons) est un problème majeur, dont la consommation peut entraîner diverses maladies ou risques associés à la santé, tels que des vertiges, des diarrhées, des vomissements, des troubles de la vision et des cancers. La présence de moisissures toxiques capables de produire des mycotoxines dans une denrée alimentaire est considérée comme un problème crucial et largement négligé (Bhat, 2013).

De nos jours, les mycotoxines posent un réel problème sanitaire à l'échelle mondiale. En Algérie, le manque de contrôles sanitaires, le mauvais conditionnement des aliments (lieux de stockage humides, chauds et mal aérés) ainsi que l'absence d'une réglementation stricte augmentent le risque de contamination par ces métabolites (Guezlan-Tebibel *et al.*, 2016).

Mais l'absence de moisissures visibles à l'œil nu ne garantit pas l'absence de mycotoxines. Dans tous les cas, il est conseillé d'éviter de stocker longtemps les aliments et d'écartier les produits visiblement abîmés, ou ayant pris l'humidité, avant consommation (Dragacci, 2011).

Notre étude vise à évaluer la qualité physico-chimique, Biochimique ainsi que l'analyse mycologique de lait cru de chèvre, par précision la recherche des principaux genres toxigènes qui peuvent poser des risques sur la santé humaine.

D'après les résultats de lait cru testé, nous avons trouvé que le lait de tous les échantillons de bonne qualité, à l'exception de la détection de quelques pratiques frauduleuses tel que le mouillage du lait par l'eau qui constitue la fraude la plus fréquente.

Concernant le lait bouilli nous avons conclu que le traitement thermique a un effet sur le taux des protéines notamment, cela due à la nature de celles-ci (thermorésistantes ou bien thermosensibles). L'ajout du café a un effet remarquable sur tous les paramètres sauf le pH qui a conservé sa valeur. Plus d'études et d'analyses sont nécessaires pour déterminer les réactions biochimiques qui s'effectuent entre les molécules du café et les composants du lait.

Consommé seul le lait, sans café semble avoir plus de bienfaits et pour mieux tirer profit de leurs protéines.

Au cours de la présente étude, les résultats de la mycoflore ont montré que les espèces de mycètes isolées sont des espèces appartenant aux genres *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Curvularia* et *Bipolaris*. L'espèce la prédominante est *Aspergillus niger*.

L'analyse mycologique a permis de montrer que les échantillons les plus contaminés sont E1, E14 avec 8 isolats. Les échantillons E4 et E7 sont dépourvus de toute contamination par les moisissures.

La détection sous UV de la fluorescence a décelée des souches toxigènes, considérées comme importants du point de vue agro-alimentaire et sanitaire à cause de leur production des Aflatoxines.

Il est important de d'adopter des stratégies pour réduire la contamination des denrées alimentaires par les mycotoxines, et le contrôle de leur croissance par :

- La maîtrise stricte des conditions environnementales telles que : l'humidité, l'oxygène, la température.
- L'utilisation des agents chimiques comme l'anti fongicide.
- Ainsi que l'utilisation des traitements limitant les effets des mycotoxines tels que l'utilisation des microorganismes qui ont le pouvoir de de métaboliser et bio convertir ces molécules ou bien le rendre inactive (Yiannikouris et Jouany, 2002).
- Il faudrait faire appel à d'autres méthodes de dosage facile et rapides pour mettre en évidence ces mycotoxines.

Enfin, nous rappelons que nos connaissances sur les moisissures et leurs mycotoxines sont encore toutes récentes, alors il convient de rester attentif devant de tels problèmes et il est nécessaire de poursuivre des recherches dans ce sujet d'actualité de l'hygiène alimentaire.

## Bibliographie

1. Abd El Tawab A., El-Hofy F., EL-diasty E., Abo-Hamdah E., Al-Khayat M. 2020. Diversity of some food born fungi associated with raw milk and some cheese in Egypt. *Benha Veterinary Medical Journal*, 38(1), 48-51.
2. Abd El-Ghany T.M., El-Sheikh H.H. 2016 . *Mycology*. Al Azhar University
3. Ait Abdelouahab N. 2001. *Microbiologie alimentaire*. Office des publications universitaires, 52 p
4. Alais C. 1984. *Sciences du lait. Principes de techniques laitières. Tom 1, Edt Publicité France, 3ème édition.*
5. Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R. 2002. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. *Science et technologie du lait*, 1-74.
6. Anfossi L., Giovannoli C., Baggiani C. 2016. Mycotoxin detection. *Current opinion in biotechnology*, 37, 120-126.
7. Arroum S., Zmouli K., Gaddour A., Fguiri I., Naziha A., Khorchani T .2016 .Étude comparative des caractéristiques physico- chimiques et microbiologiques du lait caprin en fonction du mode d'élevage, *Options Méditerranéennes*, A, no. 115
8. Ayari-Guentri S., Djemouai N., Gaceb-Terrak R., & Rahmania F. 2020 . *Journal Algérien des Régions Arides (JARA)*. 14(1), 141-149.

9. Ahmadou A. 2019. Réduction de la mycotoxicité dans l'agriculture malienne à partir de l'utilisation de biochar obtenu des sous-produits de la filière cajou . Thèse de doctorat, Université de Montpellier, 141 p.
10. Belabeddou A., Latrochman S .2017. Caractéristique Microbiologique et Physicochimique de Lait de Chèvre collecté de Trois Région d'Ouest Algerien. Mémoire master, université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.
11. Belkacemi D., et Fouchel N. 2018. L'alimentation et la qualité physico-chimique de lait cru de chèvre dans la wilaya de Tizi-Ouzou .Thèse de doctorat , Université Mouloud Mammeri.
12. Ben Achour A. 2019. Evaluation de la qualité mycologique et nutritionnelle du lait cru de vache collecté de différentes fermes de la région de Biskra et de Barika, mémoire de master, Université Mohamed Khider de Biskra, 69p.
13. Ben Miri Y. 2019 . Etude du potentiel antifongique, antiaflatoxinogène et antioxydant de certaines huiles essentielles et leur efficacité dans le système alimentaire. Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, 121 p.
14. Bencherif F. 2019. Utilisation de l'huile essentielle de thymus numidis comme agent conservateur et aromatisant dans la fabrication d'un fromage type Djben. Mémoire master, Université de Mostaganem, 62p
15. Benizza, A., Saadi R., Beldjilali N .2021. Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait cru chez les trois espèces (ovin, bovin et caprin). Mémoire master, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.
16. Bensidi H., Faysse N., & Zahid F. 2014. La qualité du lait entre logiques des coopératives et logiques des éleveurs et éleveuses. Introduction d'un analyseur de qualité du lait dans des coopératives laitières du Gharb.

17. Djoukhjoukh T., Ben Terky W. 2022. Inventaire des plantes spontanées dans la région de Biskra.mémoire master, Université de biskra,60 p.
18. Bhat R. 2013. Potential use of fourier transform infrared spectroscopy for identification of molds capable of producing mycotoxins. International journal of food properties, 16(8), 1819-1829.
19. Blaize M., Normand A. C., Fekkar A., Piarroux R. 2021. Identification des moisissures au laboratoire de routine hospitalière. Revue Francophone des Laboratoires, 2021(529), 58-65.
20. Boubezari M. T., Aissi M., Harhoura K. 2010. Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel.
21. Boudalia S., Benati D., Boukharoub R., Chemakh B., Chemmam M. 2016. Physico-chemical properties and hygienic quality of raw and reconstituted milk in the region of Guelma-Algeria. International Journal of Agricultural Research, 11(2), 77-83.
22. Boudih S. 2011 . Identification des moisissures et de leurs métabolites secondaires colonisant des supports papiers : évaluation de la toxicité sur des cellules épithéliales respiratoires in vitro. Thèse de doctorat, Université Paris-Est,185 p.
23. Bouguedour R.2000. Législation et réglementation des laits et produit laitiers en Algérie. PP 3-4-10-12.
24. Boumehira A. Z. 2010. Identification et caractérisation technologique et fonctionnelle des souches Lactobacillus plantarum isolées du lait cru de chèvre et de chamelle. Thèse de doctorat, Université d'Oran1-Ahmed Ben Bella.

- 
- 25.** Boumendjel M., Feknous N., Mekideche F., Dalichaouche N., Feknous I., Touafchia L., Metlaoui N., Zenki . 2017. Caractérisation du lait de chèvre produit dans la region du Nord-Est Algérien. Essai de fabrication du fromage frais. Algerian Journal of Natural Products 5:2 492-506.
- 26.** Boumendjel M., Feknous N., Mekideche F., Dalichaouche N., Feknous I., Touafchia L., Brahmia R., Douaouria S., Souadikia M. 2022 . Lait de chèvre : production, intérêt nutritionnel, diététique et contraintes. memoire Master, Université de Guelma.
- 27.** Brulé G. 1987. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL-INRA. Paris 132p.
- 28.** Calahorrano-Moreno M. B., Ordoñez-Bailon J. J., Baquerizo-Crespo R. J., Dueñas-Rivadeneira A. A., Montenegro M. C. B., Rodríguez-Díaz J. M. 2022 . Contaminants in the cow's milk we consume ? Pasteurization and other technologies in the elimination of contaminants. F1000Research, 11.
- 29.** Calvin I. C., Van Emery T. M., Freddy B. O., Beaudouin N. K., Louis M. N. J., Joël M. M., Hussaini, M. A. 2017. Les Mycotoxines dans les Aliments Consommés à Kinshasa, République Démocratique du Congo (RDC).
- 30.** Charif R. 2017. Qualités physico-chimique et microbiologique et aptitude à la transformation du lait de chèvre .Thèse de doctorat, Université Mohamed Boudiaf M'Sila.
- 31.** Denker M., Parat-Wilhelms M., Paucke J., Luger A., Borchering K., Steinhart H.2006. Investigation of the retronasal flavor release during the consumption of coffee with additions of milk constituents by 'oral breath sampling'. Food Chemistry, 98(2), 201-208.
- 32.** Djemai K, 2022, Etude des propriétés physicochimiques et des contaminants bactériens du lait de chèvre. Mémoire de master, Université Mohamed Khider de Biskra, 60p.

- 
33. Dmytrów I., Mituniewicz-Małek A., Balejko J. 2010. Assessment of selected physicochemical parameters of uht sterilized goat's milk. *Electronic journal of polish agricultural universities*, 13(2).
34. Doyon A., Tremblay G., Cinq-Mars D., Chouinard Y. 2005. Influence de l'alimentation sur la composition du lait de chèvre: revue des travaux récents. In *Colloque sur la chèvre. CRAAQ* (pp. 1-23).
35. Dragacci S., Zakhia-Rozis N., & Galtier P. 2011. *Danger dans l'assiette*. Éditions Quæ.
36. Dragoni I. 2004. Investigation of fungal contamination in sheep and goat cheeses in southern Italy. *Mycopathologia*, 158, 245-249.
37. Dubois-Brissonnet F., Guillier L., Naitali M. 2017. *Risques microbiologiques alimentaires*. Ed: Lavoisier.
38. Early R., Tamime A. Y. 2017. Microbial Toxins—An Overview. *Microbial Toxins in Dairy Products*, 1-18.
39. El Khoury A. 2007. Champignons Mycotoxinogènes et Ochratoxine A (OTA) et Aflatoxine B1 (AFB1) dans les vignobles libanais: Occurrence et Origine . Thèse do doctorat, Université de Toulouse.
40. Elhasan S. M., Bushara A. M., Abdelhakam K. E., Elfaki H. A., Eibaid A. I., Farahat F. H., Sukrab, A. M. 2017. Effect of heat treatments on physico-chemical properties of milk samples. *Journal of Academia and Industrial Research (JAIR)*, 6(3), 40.
41. El-kest M. M., El-Hariri M., Khafaga N. I., Refai M. K. 2015. Studies on contamination of dairy products by aflatoxin M1 and its control by probiotics. *J Glob Biosci*, 4(1), 1294-1312.

- 
42. Elsalam K. A., Youssef K., Almoammar H. 2015. Primera identificación morfo genética de *Fusarium solani* obtenido de naranjas en Egipto. *Phyton (Buenos Aires)*, 84(1), 128-131.
43. Fréalle E., Bex V., Reboux G., Roussel S., Bretagne S. 2017. Méthodes d'identification et de quantification des moisissures de l'habitat: méthodes classiques, méthodes moléculaires. *Revue des Maladies Respiratoires*, 34(10), 1124-1137.
44. Garnier L., Valence F., Mounier J. 2017. Diversity and control of spoilage fungi in dairy products: An update. *Microorganisms*, 5(3), 42
45. Gauthier A. 2016. Les mycotoxines dans l'alimentation et leur incidence sur la santé. Sciences pharmaceutiques.thèse de doctorat, Université de Bordeaux,128 p
46. Gautier J. A., Renault J., Pellerin F. 1961. Fiches techniques d'analyse bromatologique. Société d'édition d'enseignement supérieur.
47. Getaneh G., Mebrat A., Wubie A., Kendie H. 2016. Review on goat milk composition and its nutritive value. *Journal of Nutrition and Health Sciences*, 3(4), 1-10.
48. Gillot G. 2015. Etude de la diversité structurale et fonctionnelle au sein de l'espèce *Penicillium roqueforti* . Thèse de doctorat, Université de Bretagne occidentale-Brest, 311 p.
49. Gonzalez H. H. L., Resnik S. L., Boca R. T., Marasas W. F. O. 1995. Mycoflora of Argentinian corn harvested in the main production area in 1990. *Mycopathologia*, 130, 29-36.
50. Griffin D. H.1994. *Fungal Physiology*. 2nd. Wiley-Liss, New York, pp. 45-80.
51. Guarro J., Gené J., Stchigel A. M. 1999. Developments in fungal taxonomy. *Clinical microbiology reviews*, 12(3), 454-500.

- 
52. Guezlane T,N., Bouras N. ET Ould M, .2016. Les Mycotoxines : un danger de santé public,
53. Guezlane-Tebibel N., Bouras N ,. Ould el hadj M.D,. 2016 . LES mycotoxines: un danger de santé public ,volume 6, numero 1, Algerian Journal of Arid And Environment (AJAE).
54. Guiraud J. P. 1998. Microbiologie alimentaire.Editeur: Dunod.
55. Gulbe G., Valdovska A. 2014. Diversity of microscopic fungi in the raw milk from Latvian organic farms. Rural Sustainability Research, 31(1), 46-53.
56. Hoden A., Coulon J. B. 1991. Maîtrise de la composition du lait: influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. INRAE Productions Animales, 4(5), 361-367.
57. Houissa H. 2020 . Les Mycotoxines du mil: occurrence et flore fongique Thèse de doctorat, Université Montpellier. Université de Tunis El-Manar. Faculté des Sciences de Tunis,Tunisie.
58. Idamokoro E. M., Gunya B., Aliber M. 2019. Farmers' perception and willingness to consume goat milk and goat milk products: A case study of the central Eastern Cape, South Africa. Pastoralism, 9(1), 1-8.
59. Janštová B., Dračková M., Navrátilová P., Hadra L., Vorlová L. 2007. Freezing point of raw and heat-treated goat milk. Czech Journal of Animal Science, 52(11), 394-398.
60. Kabir A . 2015 . Contrainte de la production laitier en A Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constats et perspectives). Thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en sciences en microbiologie, Université d'Oran Ahmad ben Bella, 141 p.

- 
- 61.** Kanwal R., Ahmed T., Mirza B. 2004. Comparative analysis of quality of milk collected from buffalo, cow, goat and sheep of Rawalpindi/Islamabad region in Pakistan. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(3), 300-305.
- 62.** Kidd S., Halliday C., Alexiou H., Ellis D. 2016 .*Descriptions of Medical Fungi*. Third Edition, 264 p.
- 63.** Lahouar A. 2016. Mycotoxines et champignons mycotoxinogènes dans les grains de sorgho commercialisé en Tunisie : Incidence et profils écophysiologicals. Thèse de doctorat, Ecole Doctorale : Sciences Biologiques, Biotechnologie et Santé, 138 p.
- 64.** Lahrech A . 2019 . Aptitudes fromagères du lait de chèvres locales “Makatia, Arbia, M’Zab et naine de Kabylie”. Etude des propriétés fonctionnelles des protéines laitières .Thèse de Doctorat , Ecole Nationale Supérieure d’Agronomie El Harrach, 137p
- 65.** Lecellier A . 2013 . Caractérisation et identification des champignons filamenteux par spectroscopie vibrationnelle . Thèse de doctorat , Université de Reims Champagne-Ardenne
- 66.** Majerus P., Zakaria Z. 1992. A rapid, sensitive and economic method for the detection, quantification and confirmation of aflatoxins. *Zeitschrift fur Lebensmittel-untersuchung und-forschung*, 195(4), 316-319.
- 67.** Mathieu J. 1999. *Initiation à la physicochimie du lait*. Edt Lavoisier, Tec et Doc, Paris. 220p (3-190).
- 68.** Mathieu J. 1998 . *Initiation à la physicochimie du lait*. Lavoisier Tec & Doc.
- 69.** Mebarki A., Zouani A .2017. effet de réchauffement par micro-onde sur la qualité physicochimique et microbiologique du lait crumaster en sciences agronomiques.université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.

- 70.** Metlaoui N., Zenki R . 2017. Caractérisation du lait de chèvre produit dans la région du Nord-Est Algérien. Essai de fabrication du fromage frais. *Algerian Journal of Natural Products*, 492-506.
- 71.** Montagna M. T., Santacroce M. P., Spilotros G., Napoli C., Minervini F., Papa A., Mouhous A., Bouraine N., Bouaraba F. 2013. L'élevage caprin en zone de montagne. Cas de la région de Tizi-Ouzou (Algérie). *Rencontres autour des recherches sur les ruminants*.
- 72.** Nasraoui, B. 2006. Les champignons parasites des plantes cultivées. Collection M/Science de l'ingénieur. Centre de publication universitaire Tunisie, 456.
- 73.** Neville M.C., Zhang P ., Allen JC .1995. Minerals, ions, and trace elements in milk. A-ionic interactions in milk. In : Jensen RG. *Handbook of milk composition*. Academic Press, San Diego, 577-592.
- 74.** Otmane-Rachedi K., Remadni M., Badi Y,. 2022. Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques des différents laits crus (chamelle, chèvre et vache) de la région d'El-Oued et Bougous (Wilaya d'El-Tarf).*Rev. Sci. Technol., Synthèse Vol 28 Numéro 2: 01-11*.
- 75.** Outtara–Sourabie P. B., Nikiema P. A., Barro N., Savadogo A., Traore A. S. 2012. Aflatoxigenic potential of *Aspergillus* spp. isolated from groundnut seeds, in Burkina Faso, West Africa. *African Journal of Microbiology Research*, 6(11), 2603-2609.
- 76.** Parguel P., Corrot G et Sauvee O. 1994. Variations du point de congélation et principales causes du mouillage du lait de vache.1, 129-132.
- 77.** Park Y. W. 2010. Goat milk products: quality, composition, processing, and marketing. *Encyclopedia of animal science*. 2nd edition. Taylor and Francis. CRC Press. Boca Raton, FL.

- 
- 78.** Pierre A., Brule G., Fauquant J., Piot M. 1977. Influence des traitements thermiques sur les propriétés physicochimiques des rétentats obtenus par ultrafiltration de lait de vache et de lait de chèvre. I. Dénaturation des protéines solubles. *Le Lait*, 57(569-570), 646-662.
- 79.** Redouane-Salah S. 2016. Caractérisation mycologique des fourrages pour ruminants et recherche d'Aflatoxine M1 dans le lait cru de vache : étude comparative aux laits pasteurisés et lyophilisé. Thèse de doctorat, Université des Frères Mentouri- Constantine, 96p.
- 80.** Remeuf F., Lenoir J., Duby C. 1989. Etude des relations entre les caractéristiques physico-chimiques des laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la présure. *Lait*, 69, 499-518
- 81.** Roudj S., Bessadat A., Karam N. E. 2005. Caractérisations physicochimiques et analyse électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l'Ouest algérien Physicochemical properties and electrophoretical analysis of goat and cow raw milks from western Algeria.
- 82.** Rout P. K., Verma M. 2021 . Post translational modifications of milk proteins in geographically diverse goat breeds. *Scientific reports*, 11(1), 1-16.
- 83.** Roy D., Ye A., Moughan P. J., Singh H. 2020. Composition, structure, and digestive dynamics of milk from different species—A review. *Frontiers in Nutrition*, 7, 577759.
- 84.** Sahraoui H., Mamine F., Madani T. 2019. Chaines de valeur caprines en Algérie. 287-291
- 85.** Sboui A., Arroum S., Hayek N., Mekrazi H., Khorchani T. 2016. Effet du traitement thermique sur la composition physicochimique du lait de chèvre. *Options Méditerranéennes Série A*, 115, 481-485.
- 86.** Sepe L., Argüello A. 2019 . Recent advances in dairy goat products. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 32(8), 1306.

- 
- 87.** Smith M. C., Madec S., Coton E., Hymery N. 2016. Natural co-occurrence of mycotoxins in foods and feeds and their in vitro combined toxicological effects. *Toxins*, 8(4), 94.
- 88.** Sonu K. S., Basavaprabhu H. N. 2020. Compositional and therapeutic signatures of goat milk: A review. *Int. J. Chem. Stud*, 8, 1013-1019.
- 89.** Tabuc C. 2007. Flore fongique de différents substrats et conditions optimales de production des mycotoxines. Thèse de doctorat, Université de BUCAREST, Toulouse, 190 p
- 90.** Teehan C. M. 1997. Factors affecting the coffee-stability of instant whole milk powder, Thèse de doctorat, Dublin City University, 128 p
- 91.** Tozlovanu M. 2008. Évaluation du risque de contamination alimentaire en mycotoxines néphrotoxiques et cancérigènes (notamment l'ochratoxine A): validation de biomarqueurs d'exposition et d'effet, Thèse de doctorat, Université de Toulouse, France.
- 92.** Ul Haq I., Khaskheli M., Kiani F. A., Talpur A. R., Lochi G. M., Soomro A. A., Mari M. M. 2013. Effect of Heat treatments on Physico-chemical characteristics of Skimmed Milk. *Journal of agriculture and Food Technology*, 3(12), 5-13
- 93.** Vignola C. L. 2002. Science et technologie du lait: Transformation du lait—Montréal: Presse internationale polytechnique 600p
- 94.** Visagie C. M., Houbraken J., Frisvad J. C., Hong S. B., Klaassen C. H. W., Perrone G., Samson, R. A. 2014. Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*. *Studies in mycology*, 78(1), 343-371.
- 95.** Yiannikouris A., Jouany, J. P. 2002. Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal. *INRAE Productions Animales*, 15(1), 3-16.

- 96.** Zain M. E. 2011. Impact of mycotoxins on humans and animals. *Journal of Saudi chemical society*,15(2),129-144.

## Annexes

## Annexe 1

## Questionnaire générale

**- Type de ferme**Etatique Traditionnelle **- La race dominante**Arbia Saanen Alpine M'zab **- Alimentation :**Paille Orge Concentré Luzerne Avoine Ensilage d'herbe/mais Son de blé Pain **- Stockage des aliments**Intérieur Extérieur **- L'état sanitaire des chèvres (la plupart) :**Bon (suivi par un vétérinaire) Mauvais **- La traite des chèvres par jour :**1 fois 2 fois 3 fois **- La traite se fait :**Manuellement Machine à traite **- Le lait :**Commercialisé Autoconsommé par l'éleveur **- condition de stockage**Bonne Moyenne Mauvaise

**Annexe 2** Composition des milieux de cultures des moisissures.**PDA (Potato dextrose agar)**

Pomme de terre (macération 700ml de filtrat).....	200 g
Glucose.....	20 g
Agar.....	20 g
Eau distillée.....	1000ml

Autoclaver à 121°C pendant 15 min.

**SABOURAUD :**

Matière sèche.....	65 g
Eau distillée.....	1000ml

Autoclaver à 121°C pendant 15 min.

**Annexe 3** Résultats des analyses physico-chimiques et nutritionnelles**MG** : matière grasse**Lacto** : lactose**SNG** : solide non gras**TE** : teneur en eau**Prt** : protéines**PDC** : point de congélation**1. Lait cru :**

Echantillons	MG	SNG	Densité	Prtn	Lacto	TE	PDC	sel	PH	T°
E1	03.11	09.52	1.033	03.49	05.2	00.00	-0.610	00.77	05.29	25.2
E2	03.84	08.21	1.027	03.00	04.5	00.00	-0.523	00.66	05.94	24.7
E3	04.70	08.40	1.027	03.07	04.6	00.00	-0.541	00.68	06.27	24.8
E4	04.40	08.47	1.028	03.09	04.7	00.00	-0.544	00.68	06.41	25.0
E5	01.94	07.69	1.027	02.82	04.2	08.46	-0.476	00.62	06.73	24.9
E6	05.65	08.04	1.025	02.93	04.4	00.00	-0.521	00.65	06.36	25.8
E7	03.12	08.69	1.030	03.18	04.8	00.00	-0.551	00.70	06.46	25.7
E8	01.56	08.22	1.029	03.02	04.5	01.92	-0.510	00.67	06.06	18.2
E9	03.00	07.60	1.026	02.78	04.2	08.46	-0.476	00.61	06.24	15.3
E10	04.28	08.26	1.027	03.02	04.5	00.00	-0.529	00.67	06.06	17.3
E11	03.53	08.24	1.028	03.01	04.5	00.00	-0.523	00.67	06.20	17.2
E12	04.79	07.59	1.024	02.77	04.2	00.00	-0.485	00.61	06.14	16.9
E13	04.63	07.58	1.024	02.76	04.2	00.00	-0.483	00.61	06.15	16.9
E14	06.46	09.73	1.031	03.54	05.4	00.00	-0.650	00.79	06.14	19.9
E15	06.43	07.76	1.023	02.82	04.3	02.69	-0.506	00.62	06.15	17.5

E16	04.06	07.65	1.025	04.2	02.79	06.73	-0.485	00.62	06.22	25.0
E17	03.12	08.02	1.027	02.93	04.4	02.88	-0.505	00.65	06.21	24.3
E18	03.60	08.24	1.028	03.01	04.5	00.00	-0.523	00.67	06.24	20.6
E19	02.76	08.34	1.029	03.06	04.6	00.00	-0.525	00.68	06.37	20.6
E20	04.45	08.55	1.028	03.12	04.7	00.00	-0.550	00.69	06.34	20.3
E21	05.31	08.04	1.025	02.93	04.4	00.00	-0.519	00.65	06.15	21.0
E22	02.82	07.83	1.027	02.87	04.3	05.76	-0.490	00.63	06.43	24.1
E23	09.60	08.84	1.025	03.20	04.9	00.00	-0.607	00.71	06.22	23.9
E24	03.00	07.88	1.027	02.88	04.3	04.80	-0.495	00.64	06.29	23.7
E25	04.27	08.59	1.028	03.14	04.7	00.00	-0.552	00.69	06.23	23.2
E26	04.18	07.85	1.026	02.86	04.3	04.03	-0.499	00.63	06.39	23.7
E27	05.60	07.72	1.024	02.81	04.3	04.23	-0.498	00.62	06.51	24.6

## 2. Lait bouilli

Echantillons	MG	SNG	Densité	Prtn	Lacto	TE	PDC	sel	PH	T°
E18	03.61	08.71	1.029	03.19	04.8	00.00	-0.556	00.71	06.18	37.8
E19	02.48	08.10	1.028	02.97	04.5	02.69	-0.506	00.66	06.31	38.0
E20	04.15	08.62	1.029	03.15	04.7	00.00	-0.553	00.70	06.34	40.4

E21	05.12	08.53	1.027	03.11	04.7	00.00	-0.553	00.69	06.37	32.7
E22	02.59	07.98	1.027	02.92	04.4	04.03	-0.499	00.65	06.47	36.7
E23	08.53	08.30	1.024	03.00	04.6	00.00	-0.559	00.66	06.35	39.1
E24	02.89	08.24	1.028	03.02	04.5	00.19	-0.519	00.67	06.33	37.1
E25	03.82	08.32	1.028	03.04	04.6	00.00	-0.530	00.67	07.51	37.0
E26	03.81	07.80	1.026	02.85	04.3	05.00	-0.494	00.63	06.31	35.2
E27	04.95	07.65	1.024	02.78	04.2	05.76	-0.490	00.62	06.38	36.8

### 3. Lait bouilli au café

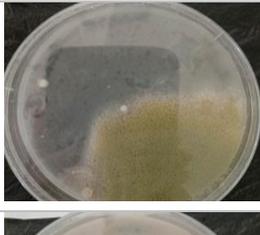
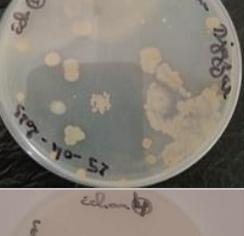
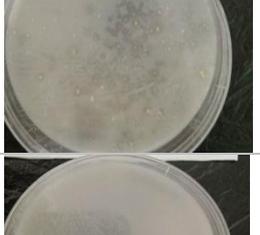
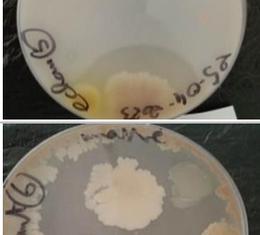
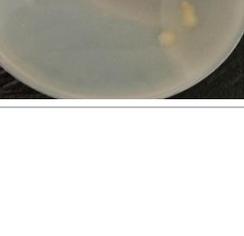
Echantillons	MG	SNG	Densité	Prtn	Lacto	TE	PDC	sel	PH	T°
E18	03.12	07.77	1.026	02.84	04.3	06.15	-0.488	00.63	06.22	33.8
E19	02.23	07.61	1.026	02.79	04.2	09.23	-0.472	00.62	06.34	33.9
E20	03.67	07.82	1.026	02.86	04.3	05.00	-0.494	00.63	06.36	34.4
E21	04.43	07.77	1.025	02.83	04.3	04.61	-0.496	00.63	06.20	31.4
E22	02.23	07.16	1.025	02.62	03.9	15.00	-0.442	00.58	06.50	34.2

E23	07.51	07.53	1.022	02.73	04.2	04.61	-0.496	00.60	06.26	36.5
E24	02.56	07.47	1.026	02.74	04.1	10.57	-0.465	00.61	06.33	34.9
E25	03.36	07.42	1.025	02.71	04.1	10.57	-0.465	00.60	06.33	35.3
E26	03.31	07.03	1.023	02.57	03.9	15.57	-0.439	00.57	06.33	34.4
E27	04.25	06.82	1.022	02.48	03.8	17.50	-0.429	00.55	06.35	33.9

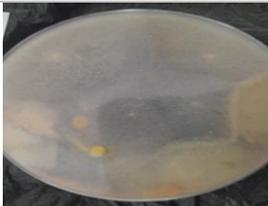
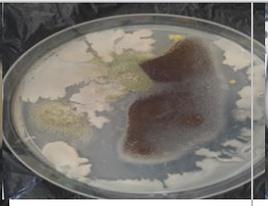
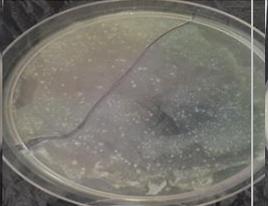
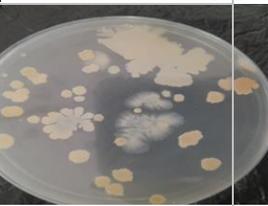
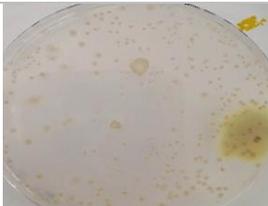
**Annexe 4** Norme des différents paramètres

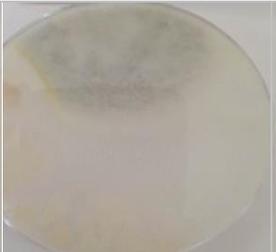
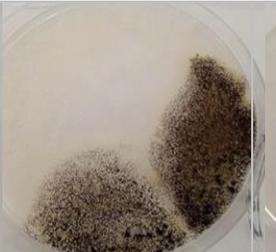
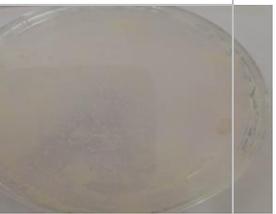
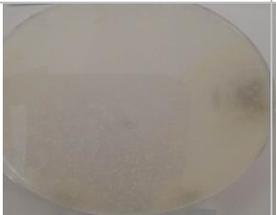
<b>Paramètres</b>	<b>Normes</b>
<b>pH</b>	6,45 - 6,90
<b>Densité</b>	1027-1035
<b>Sel</b>	3,0-11,5 %
<b>Lactose</b>	40-45 g /l
<b>Matières grasses</b>	3.0-7.2 %
<b>Protéine</b>	27,9-58,0 g /l

## Annexe 5 Résultats d'isolement des moisissures

Echantillon	Masse		Surface	
	En face	En revers	En face	En revers
<b>E1</b>				
5 S	2 M			
<b>E2</b>				
0 S	1 M			
<b>E3</b>				
1 S	0 M			
<b>E4</b>				
0	0			
<b>E5</b>				
1 S	5 M			
<b>E6</b>				
1 S	0 M			

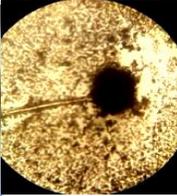
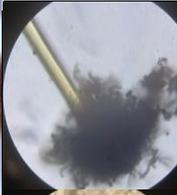
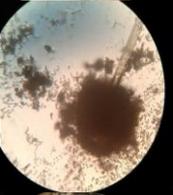
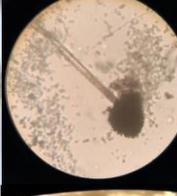
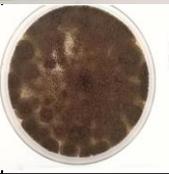
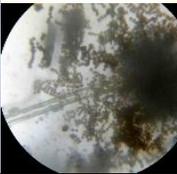
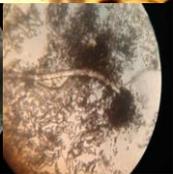
<b>E7</b>					
<b>0</b>	<b>0</b>				
<b>E8</b>					
<b>1 S</b>	<b>0 M</b>				
<b>E9</b>					
<b>1 S</b>	<b>2 M</b>				
<b>E10</b>					
<b>2 S</b>	<b>2 M</b>				
<b>E11</b>					
<b>3 S</b>	<b>1 M</b>				
<b>E12</b>					
<b>2 S</b>	<b>2 M</b>				
<b>E13</b>					
<b>1 S</b>	<b>4 M</b>				

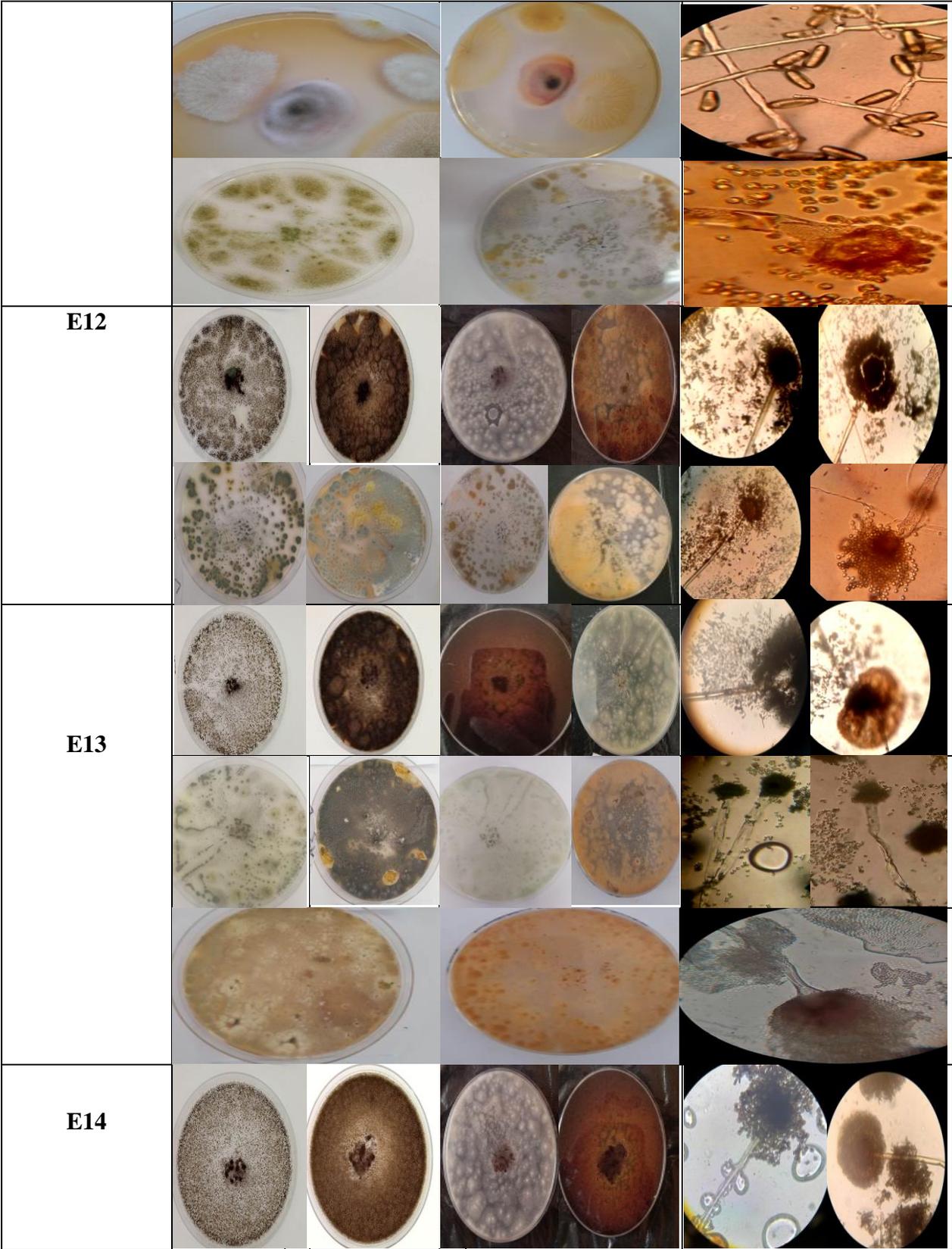
<b>E14</b>					
<b>2 S</b>	<b>2 M</b>				
<b>E15</b>					
<b>0 S</b>	<b>2 M</b>				
<b>E16</b>					
<b>1 S</b>	<b>2 M</b>				
<b>E17</b>					
<b>0 S</b>	<b>2 M</b>				
<b>E18</b>					
<b>1 S</b>	<b>1 M</b>				
<b>E19</b>					
<b>1 S</b>	<b>1 M</b>				
<b>E20</b>					
<b>1 S</b>	<b>1 M</b>				

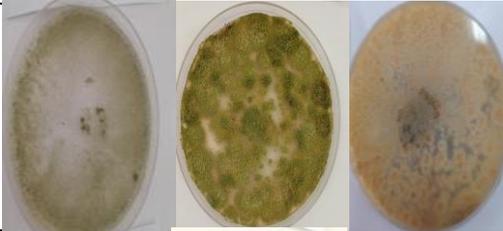
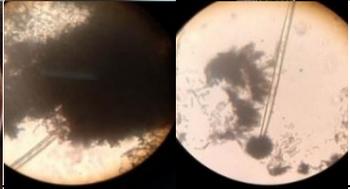
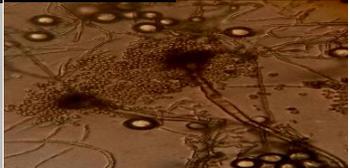
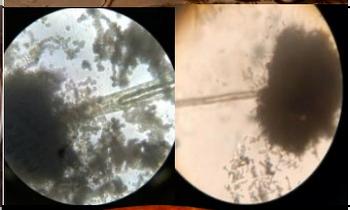
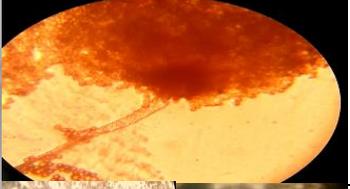
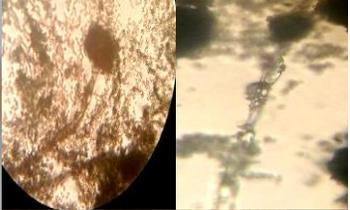
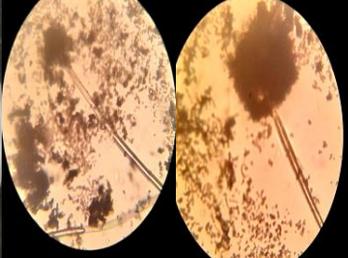
<b>E21</b>					
<b>1S</b>	<b>1M</b>				
<b>E22</b>					
<b>2 S</b>	<b>2 M</b>				
<b>E23</b>					
<b>0 S</b>	<b>1 M</b>				
<b>E24</b>					
<b>2 S</b>	<b>1 M</b>				
<b>E25</b>					
<b>1 S</b>	<b>1 M</b>				
<b>E26</b>					
<b>1 S</b>	<b>1 M</b>				
<b>E27</b>					
<b>1S</b>	<b>1M</b>				

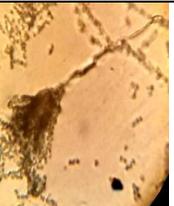
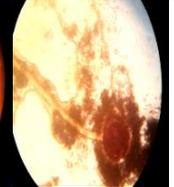
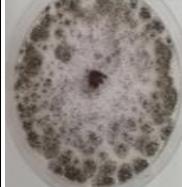
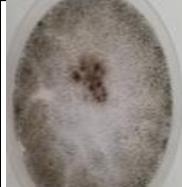
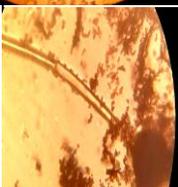
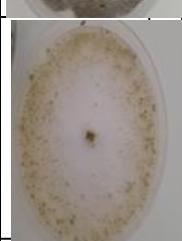
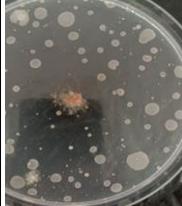
Annexe 6 Résultats de la Purification des moisissures

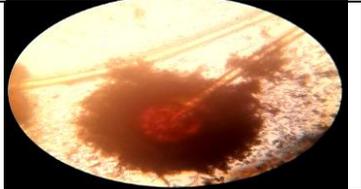
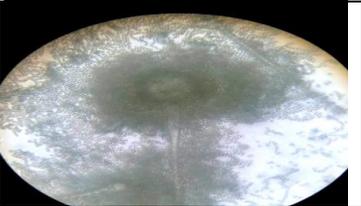
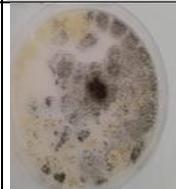
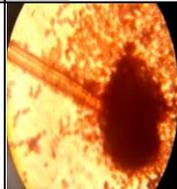
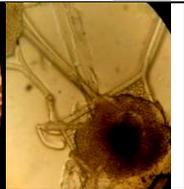
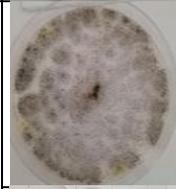
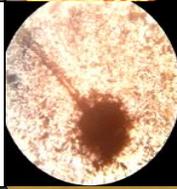
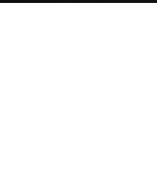
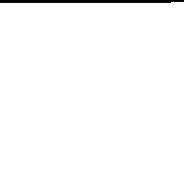
Echantillon De Lait	Aspect macroscopique en surface		Aspect macroscopique en revers		Aspect microscopique	
	PDA	SBR	PDA	SBR	PDA	SBR
E1						
E2						
E3						
E5						

			
<b>E6</b>	 	 	 
<b>E8</b>	 	 	 
<b>E9</b>	 	 	 
<b>E10</b>	 	 	 
			
<b>E11</b>	 	 	 
			



		
<b>E15</b>		
		
<b>E16</b>		
		
<b>E17</b>		
		
<b>E18</b>		

						
<b>E19</b>						
<b>E20</b>						
<b>E21</b>						
						
<b>E22</b>						
						
<b>E23</b>						

<p><b>E24</b></p>						
<p><b>E25</b></p>						
<p><b>E26</b></p>						
<p><b>E27</b></p>						
<p><b>E26</b></p>						
<p><b>E26</b></p>						
<p><b>E26</b></p>						
<p><b>E26</b></p>						
<p><b>E26</b></p>						
<p><b>E27</b></p>						

## ملخص

يمثل حليب الماعز المنتج الأكثر قيمة من الناحية الغذائية والاقتصادية بالنسبة للمزارعين . في هذا السياق، تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الجودة الفطرية والفيزيوكيميائية والبيوكيميائية لـ 27 عينة من حليب الماعز. كشفت الدراسة الفطرية وجود 97 سلالة فطرية عزلت باستخدام تقنيتي العزل، تنتمي هذه العزلات إلى 5 أجناس : *Aspergillus* (88.65%)، *Penicillium* (5.15%)، *Fusarium* (2.06%)، *Curvularia* (3.09%)، و *Bipolaris* (1.03%). أظهرت التحاليل الفيزيوكيميائية والبيوكيميائية للحليب الخام أن غالبية العينات المحللة ذات جودة جيدة. المعالجة بالحرارة وإضافة القهوة إلى الحليب أدت إلى تغير بعض خصائص الحليب، وخاصة البروتينات. أظهرت الدراسة الفطرية تفوق *Aspergillus*. الكشف عن السموم الفطرية بطريقة الفلورة تحت الأشعة فوق البنفسجية دل على وجود فلورة زرقاء وخضراء في سلالتين من *Aspergillus* وسلالة واحدة من *Penicillium*.

**كلمات مفتاحية:** حليب الماعز، تربة فطرية، تحليل فيزيوكيميائي، تحليل بيوكيميائي، السموم الفطرية، فلورة.

## Résumé

Le lait de chèvre présente le produit le plus précieux du point de vue nutritionnel et aussi économique pour les éleveurs. Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est d'évaluer la qualité mycologique et physicochimique et biochimique de 27 échantillons de lait de chèvre. L'étude mycologique est montrée la présence de 97 souches fongiques isolées par deux techniques d'isolement, les isolats appartenant à 5 genres : *Aspergillus* (88.65%), *Penicillium* (5.15%), *Fusarium* (2.06%), *Curvularia* (3.09%) et *Bipolaris* (1.03 %). Les analyses physicochimiques et Biochimiques du lait cru ont montré que la majorité des échantillons analysés sont de bonne qualité. Le traitement thermique et l'ajout de café au lait modifient quelques caractéristiques de lait notamment les protéines. L'étude de la mycoflore a révélée la dominance de l'*Aspergillus*. La détection de la présence de mycotoxines par fluorescence sous UV a montré la présence d'une fluorescence en bleue et en vert chez deux souches d'*Aspergillus* et une souche de *Penicillium*.

**Mots clé :** Lait de chèvre, Flore fongique, Analyse physicochimique, analyse biochimique, Mycotoxine, fluorescence.

## Abstract

Goat milk represents the most valuable product from both a nutritional and economic perspective for farmers. In this context, the objective of this study is to evaluate the mycological, physicochemical, and biochemical quality of 27 samples of goat milk. The mycological study revealed the presence of 97 fungal strains isolated using two isolation techniques, belonging to 5 genera: *Aspergillus* (88.65%), *Penicillium* (5.15%), *Fusarium* (2.06%), *Curvularia* (3.09%), and *Bipolaris* (1.03%). The physicochemical and biochemical analyses of raw milk showed that the majority of the analyzed samples are of good quality. Heat treatment and the addition of coffee to milk altered certain milk characteristics, particularly the proteins. The mycological study revealed the dominance of *Aspergillus*. The detection of mycotoxins through UV fluorescence revealed blue and green fluorescence in two strains of *Aspergillus* and one strain of *Penicillium*.

**Keywords:** Goat milk, Fungal flora, Physicochemical analysis, Biochemical analysis, Mycotoxin, fluorescence.