

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Nutrition et technologie agroalimentaire



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : "Sciences de la Nature et de la Vie"

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Production animale

Thème :

Rôle de l'examen cytologique des urines dans le diagnostic précoce des infections urinaires chez les brebis.

Présenté par : CHERIF Imen

JURY:

Président : Mr. TADJ A.

Promoteur : Mme. BELKHEMAS A.

Co-promoteur : Mr. BERRANI A.

Examineur : Mr. MAKHLOUFI A.

Grade

MCB

MCB

MCB

MCB

Année universitaire : 2024 -2025

Remerciements

Tout d'abord, je remercie Allah, le Tout-Puissant, de m'avoir accordé la santé, la force, le courage et la volonté nécessaires pour entreprendre et mener à bien ce modeste travail.

*J'exprime ma profonde reconnaissance et mon respect à Madame **BELKHEMAS Amina**, qui m'a encadrée avec enthousiasme et dévouement tout au long de cette étude. Elle m'a prodigué des conseils précieux, m'a constamment encouragée et a fait preuve d'un remarquable sens des responsabilités. Qu'elle trouve ici l'expression de ma plus sincère gratitude.*

*Je remercie également Monsieur **BERRANI Abdelkader**, mon co-encadrant, pour son accompagnement attentif, ses orientations éclairées et son soutien constant durant la réalisation de ce projet.*

*Mes remerciements s'adressent aussi à Monsieur **TADJ**, président du jury, ainsi qu'à Monsieur **MAKHOLOUFI**, examinateur, pour le temps qu'ils consacreront à l'évaluation de ce mémoire et pour les remarques constructives qu'ils formuleront à l'occasion de la soutenance.*

Je tiens également à exprimer ma gratitude à l'ensemble de mes enseignants, qui ont contribué à ma formation tout au long de mon parcours universitaire, en Licence comme en Master.

Enfin, j'adresse mes remerciements les plus chaleureux à toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

*La richesse des lettres ne suffit pas toujours à exprimer ce que le cœur ressent.
Toutes les expressions ne parviennent pas à transmettre pleinement ma gratitude, mon respect
et mon affection.*

Ainsi, c'est avec une sincérité profonde que je dédie ce travail :

*À **Allah, le Tout-Puissant**, qui m'a accordé la santé, la force, la patience et la lumière pour
avancer sur le chemin de la connaissance. Loué soit-Il pour Sa clémence et Sa miséricorde
infinies.*

*Au **symbole de la patience et de la solidité**, à **mon cher père**, mon exemple éternel, mon
soutien, l'homme unique de ma vie à qui je dois ma réussite. Mon amour et tout mon
respect...*

Que Dieu le protège, lui procure bonne santé et longue vie.

*À **ma mère**, source inépuisable d'amour et de tendresse, qui a veillé sur moi avec une
patience et un dévouement sans limite. Qu'Allah vous accorde une longue vie, une santé
parfaite et une paix intérieure.*

*À **mes frères**, piliers solides de ma vie, pour leur présence rassurante, leur soutien et leurs
encouragements sincères.*

*À **ma sœur unique**, dont l'amour, la complicité et la bienveillance m'ont portée dans les
moments de doute comme dans ceux de joie.*

*Enfin, à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à ce que ce travail voie le
jour. Que chacun y trouve l'expression de ma reconnaissance.*

Table de matière

Liste des figures.....	I
Liste des tableaux	II
Résumé.....	III
Introduction	1

Parti I

Étude Bibliographique

CHAPITRE I. Appareil urinaire

1. Anatomie du système urinaire chez les petits ruminants	5
1.1. Appareil urinaire.....	5
1.1.1. Reins	5
1.1.2. Les uretères	6
1.1.3. La vessie.....	6
1.1.4. L'urètre	7
1.2. Physiologie urinaire	7
1.2.1. Filtration glomérulaire	7

CHAPITRE II. L'Examen Cytologique Des Urines

1. Définition et principe de l'examen cytologique urinaire.....	10
1.1. Définition	10
1.2. Principe	10
1.3. L'importance de l'examen cytologique d'urine.....	10
2. Méthode de prélèvement et conservation des échantillons urinaires.....	11
2.1. Méthode de prélèvement.....	11
2.2. Conservation des échantillons urinaires.....	12
3. Technique de préparation et d'observation microscopique.....	13
3.1. Préparation initiale de l'échantillon.....	13

3.1.1.	Examen visuel initial	13
3.1.2.	Centrifugation préalable.....	13
3.1.3.	Préparation de la lame pour examen microscopique	13
4.	Observation sous microscope	13
4.1.	Constituants urinaires : types et caractéristiques.....	14
4.1.1.	Cellules	14
4.1.2.	Moulages.....	15
4.1.3.	Les cristaux urinaires:.....	16
4.1.4	Autres.....	16

Partie II

Étude Expérimentale

Matériel et Méthodes

1.	Contexte de l'étude	19
1.1.	Situation géographique des fermes étudiées	19
1.1.1.	La ferme expérimentale de l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret.....	19
1.1.2.	Les fermes privées	20
1.2.	Lieu de réalisation des analyses cytologiques	20
1.3.	Population étudiée	21
1.3.1.	Description morphologique.....	21
2.	Protocole expérimental.....	21
2.1.	Matériel utilisé.....	21
2.2.	Méthodologie de travail	22
2.2.1.	Échantillonnage	22
2.2.2.	Transport et conservation des échantillons	23
2.2.3.	Examen microscopique des urines	23
2.2.4.	Paramètres observés au microscope	23
3.	Etude statistique.....	24

Résultats

1.	Présentation de l'effectif global.....	26
2.	Résultats cytologiques globaux	
2.1.	Résultats cytologiques en fonction de l'âge	27
2.1.1.	Cellules	27

2.1.2.	Cylindres	28
2.1.3.	Amorphes	30
2.1.4.	Cristaux	30
2.1.5.	Micro-organismes	31
2.1.6.	Spermatozoïdes.....	32

Discussion

1.	Discussion des résultats cytologiques urinaires globaux	34
2.	Interprétation des résultats cytologiques en fonction de l'âge	35
2.1.	Cellules urinaires... ..	35
2.2.	Cylindres urinaires.....	38
2.3.	Substances amorphes	39
2.4.	Les cristaux urinaires.....	40
2.5.	Micro-organismes	41

Conclusion et Recommandations

Conclusion.....	44
Recommandations.....	45
Références Bibliographiques.....	46
Annexes	55

Liste des figures

Figure 1. Aspect externe du rein gauche chez les petit ruminants (Mansour <i>et al.</i> , 2017).	6
Figure 2. Vue ventrale de la face interne de la vessie chez un ruminant (Frandsen <i>et al.</i> , 1996).	7
Figure 3. Miction chez la brebis après une apnée transitoire (Benech <i>et al.</i> , 2015).	11
Figure 4. Localisation satellite la ferme expérimentale de l'Université Ibn Khaldoun Tiaret (Mapcarta, 2015). ...	19
Figure 5. Localisation satellite des fermes privées : (a) Tousnina, (b) Naïma (Images Satellite, 2025).....	20
Figure 6. Processus de collecte des échantillons (Photo personnelle, 2025).....	22
Figure 7. Examen microscopique des urines (Photo personnelle, 2025).	23
Figure 8. Fréquence de cellules identifiées en fonction de l'âge.	28
Figure 9. Fréquence des cylindres identifiés en fonction de l'âge.	29
Figure 10. Fréquence des amorphes identifiés en fonction de l'âge.	30
Figure 11. Fréquence des cristaux identifiés en fonction de l'âge.	31
Figure 12. Fréquence des micro-organismes identifiés en fonction de l'âge.....	32

Liste des tableaux

Tableau 1. Effectif étudiés classés en fonction de l'âge.....	26
Tableau 2. Fréquence des types d'éléments cytologiques identifiés dans le sédiment urinaire (seuls ou associés).....	26
Tableau 3. Fréquence des types d'éléments cytologiques identifiés en fonction de l'âge.	27

Résumé

Cette étude visait à évaluer l'utilité de l'examen cytologique urinaire en tant qu'outil de dépistage précoce des infections urinaires potentiellement impliquées dans l'altération de la fertilité chez la brebis. Elle a été menée entre mars et mai 2025 dans trois exploitations de la région de Tiaret, incluant la ferme expérimentale de l'Université Ibn Khaldoun et deux fermes privées situées à Tousnina et Naïma. Un total de 50 échantillons d'urine, prélevés sur des brebis de race Rembi, a été analysé au laboratoire de la Faculté.

L'analyse a révélé une prédominance des cellules (86 %), suivies des cristaux (68 %), des cylindres (60 %), des substances amorphes (22 %) et des micro-organismes (12 %). Certains éléments montraient une variation selon l'âge : les leucocytes étaient plus fréquents chez les jeunes brebis (≤ 2 ans), tandis que les cylindres hyalins prédominaient chez les plus âgées (≥ 6 ans). Les hématies n'ont été observées que chez les brebis des deux premières classes d'âge. Les substances amorphes étaient présentes sans variation significative, et les cristaux, dominés par les triples phosphates, montraient une diversité marquée. Les micro-organismes identifiés (levures) étaient limités aux brebis jeunes et d'âge moyen.

Cette étude souligne l'importance de l'examen cytologique urinaire en tant qu'outil de surveillance sanitaire des troupeaux ovins et met en évidence l'influence de l'âge sur le profil urinaire des brebis.

Mots clés : brebis, infections urinaires, cytologie urinaire, âge, Tiaret.

Abstract

The aim of this study was to assess the usefulness of urine cytology examination as a tool for the early detection of urinary tract infections potentially contributing to impaired fertility in ewes. It was carried out between March and May 2025 on three farms in the Tiaret region, including the Ibn Khaldoun University experimental farm and two private farms located in Tousnina and Naïma. A total of 50 urine samples, taken from Rembi ewes, were analyzed at the Faculty's laboratory.

Analysis revealed a predominance of cells (86%), followed by crystals (68%), cylinders (60%), amorphous substances (22%) and micro-organisms (12%). Some elements showed age variation: leukocytes were more frequent in young ewes (≤ 2 years), while hyaline cylinders predominated in older ewes (≥ 6 years). Red blood cells were only observed in ewes of the first two age classes. Amorphous substances were present without significant variation, while crystals, dominated by triple phosphates, showed marked diversity. Identified micro-organisms (yeasts) were limited to young and middle-aged ewes.

This study highlights the importance of urinary cytological examination as a health monitoring tool in sheep herd, and highlights the influence of age on the urinary profile of ewes.

Keywords : ewes, urinary tract infections, urine cytology, age, Tiaret.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم فائدة الفحص الخلوي للبول كأداة للكشف المبكر عن التهابات المسالك البولية التي قد تساهم في ضعف الخصوبة لدى النعاج. وقد أُجريت هذه الدراسة خلال الفترة من مارس إلى ماي 2025 في ثلاث مزارع بمنطقة تيارت، شملت المزرعة التجريبية التابعة لجامعة ابن خلدون ومزرعتين تابعه للقطاع الخاص في توسنينة والنعيمة. تم تحليل خمسين عينة بول مأخوذة من نعاج من سلالة رمبي في مخبر الكلية.

كشف التحليل الخلوي عن غلبة الخلايا (86%)، تليها البلورات (68%)، الأسطوانيات (60%)، المواد غير المتبلورة (22%)، والكائنات الدقيقة (12%). كما تبين وجود اختلاف في بعض العناصر حسب الفئة العمرية؛ حيث سُجِلت الكريات البيضاء بنسبة أعلى في النعاج الصغيرة (≤ 2 سنة)، بينما سادت الأسطوانيات الهلالية لدى النعاج الأكبر سناً (≥ 6 سنوات). رُصدت الكريات الحمراء فقط لدى النعاج في الفئتين العمريتين الأوليين، في حين ظهرت المواد غير المتبلورة في جميع الفئات العمرية دون فروق ملحوظة. أظهرت البلورات تنوعاً واضحاً مع سيطرة بلورات الفوسفات الثلاثي، واقتصرت الكائنات الدقيقة المحددة (الخمائر) على النعاج الصغيرة ومتوسطة العمر.

تُبرز هذه الدراسة أهمية الفحص الخلوي للبول كأداة فعالة لمراقبة صحة الأغنام، مع التأكيد على تأثير العمر على الخصائص البولية لدى النعاج

الكلمات المفتاحية: النعاج، التهابات المسالك البولية، الفحص الخلوي للبول، العمر، تيارت.

INTRODUCTION

Introduction

Chez les petits ruminants, les infections urinaires représentent un enjeu sanitaire sous-estimé, malgré leur fréquence et leurs conséquences potentielles sur la reproduction. Bien que leur prévalence soit difficile à estimer avec précision, plusieurs études rapportent qu'elles sont souvent sous-diagnostiquées en raison de signes cliniques discrets ou absents (Dowling, 2024 ; Sanderson, 2025).

Ces infections peuvent affecter différentes structures du tractus urinaire notamment les reins, les uretères, la vessie et l'urètre et sont plus fréquemment observées chez les femelles, en raison de leur anatomie urinaire prédisposant (Scully, 2021).

Le diagnostic des affections urinaires repose traditionnellement sur une combinaison de données cliniques, biologiques et microbiologiques. Toutefois, la sensibilité de ces approches demeure limitée, en particulier dans les cas d'infections chroniques ou sub-cliniques (Smith et Jones, 2018). Dans ce contexte, la cytologie urinaire émerge comme une méthode complémentaire prometteuse, permettant l'observation directe des altérations cellulaires et particulières du sédiment urinaire, tout en étant rapide, peu coûteuse et non invasive (Siddig *et al.*, 2019 ; Bell *et al.*, 2020).

Malgré ces avantages, les recherches portant spécifiquement sur l'application de la cytologie urinaire chez la brebis demeurent rares, notamment dans les conditions d'élevage semi-intensif caractéristiques des régions du Nord-Ouest algérien. Le rôle de cette technique dans le dépistage précoce des infections urinaires, ainsi que son lien potentiel avec la fertilité, n'a que peu été exploré à ce jour. Ce constat met en lumière une lacune importante dans la littérature vétérinaire locale, susceptible de freiner la mise en place de stratégies de gestion sanitaire ciblées (Rahmani *et al.*, 2022).

Dans ce cadre, la présente étude vise à combler partiellement ce vide en explorant le rôle de la cytologie urinaire dans le diagnostic précoce des infections urinaires chez la brebis, dans un contexte local propre à la région de Tiaret.

L'objectif principal est de démontrer l'intérêt de cette approche sur le terrain, en tenant compte de l'influence de facteurs tels que l'âge sur la composition cellulaire du sédiment urinaire. Une telle démarche permettrait non seulement d'optimiser les protocoles de

dépistage, mais également de mieux comprendre les liens entre pathologies urinaires et performances reproductives dans les élevages ovins de cette région.

Les objectifs spécifiques de cette étude se présentent comme suit :

- ✓ Évaluer l'efficacité de la cytologie urinaire en tant qu'outil rapide, précis et non invasif pour la détection précoce des infections urinaires susceptibles d'impacter la fertilité des brebis.
- ✓ Analyser les caractéristiques cytologiques du sédiment urinaire en fonction de l'âge des animaux.
- ✓ Proposer des recommandations pratiques pour améliorer les stratégies de dépistage et de prévention des infections urinaires en élevage ovin.

Partie I

Étude Bibliographique

CHAPITRE I

Appareil urinaire

1. Anatomie du système urinaire chez les petits ruminants

1.1. Appareil urinaire

Le système urinaire est composé d'une partie glandulaire, constituée par les deux reins, et d'une partie excrétrice, composée des deux uretères, de la vessie et de l'urètre. Les reins, un à droite et un à gauche, sont situés en région lombaire crâniale et généralement appliqués contre la paroi dorsale de l'abdomen.

1.1.1. Reins

Les reins, très différents de ceux du Bœuf, se ressemblent beaucoup d'un côté à l'autre, Ils sont tout à fait lisses en surface et profondément unifiés. Ils sont régulièrement elliptiques, en forme de haricot épais et court, convexe sur leurs deux faces et généralement arrondis aux deux extrémités. De teinte brun-rougeâtre, ils sont à peu près égaux en taille et en poids. Ils mesurent 7 à 8 cm de long, 5 de large et 3 à 4 d'épaisseur. Chacun d'eux pèse entre 120 et 150 g. Le hile, situé au milieu du bord médial et un peu plus étroit chez le Mouton que chez la Chèvre, est beaucoup plus court en proportion que chez le Bœuf (Barone, 2001).

Le sinus rénal est également moins vaste. Il n'y a pas de papilles distinctes, mais une crête rénale incurvée en arc dans le sens crânio-caudal. Cette crête résume les sommets de 12 à 16 pyramides chez le Mouton, 10 seulement chez la Chèvre.

Comme chez le Bœuf, la topographie des reins est très différente d'un côté à l'autre, le rein gauche étant déplacé lors du développement du rumen. Le droit est situé contre la paroi lombaire, en regard de la dernière côte et des deux premiers processus transverses lombaires, ou sous les trois premiers de ces processus. Le gauche, flottant et porté par un épais méso, est placé contre le sac cœli du rumen (Barone, 2001).

Il est reporté à droite du plan médian, ventralement et caudalement au rein droit : il revient sur le plan médian lorsque le rumen est très peu rempli. Il est situé en regard des troisième, quatrième et cinquième vertèbres lombaires, souvent un peu plus caudalement.

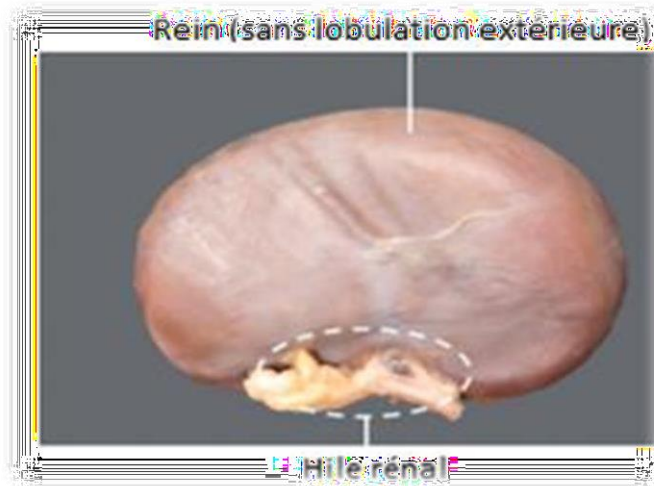


Figure 1. Aspect externe du rein gauche chez les petit ruminants (Mansour *et al.*, 2017).

1.1.2. Les uretères

Chaque rein se prolonge par un uretère qui chemine jusqu'à la vessie. L'uretère droit suit la veine cave caudale dorsalement au rein droit. L'uretère gauche commence à droite du plan médian, continue ventralement à l'uretère gauche puis retourne du côté gauche pour entrer dans la vessie. Les deux uretères passent à travers la paroi vésicale dorsale au niveau du trigone vésical (Smith et Sherman, 1994).

1.1.3. La vessie

La vessie est un réservoir musculo-membraneux distensible où s'accumule l'urine avant d'être chassée par la contraction de l'organe à l'origine de la miction. La forme et le volume de la vessie varient selon son état de réplétion. Lorsqu'elle est vide et contractée, la vessie est ferme, peu volumineuse et présente des rides à sa surface. Lorsqu'elle est distendue, on peut observer un pôle crânial, appelé apex de la vessie (Barone, 2001).

Elle s'étend alors plus crânialement. Trois ligaments maintiennent la vessie en place : un latéral gauche, un latéral droit et un médial. Le ligament médial s'étend de la ligne blanche, caudalement à l'ombilic, jusqu'à la face médio-ventrale de la vessie. Les ligaments latéraux s'étendent de la paroi de la vessie jusqu'à la paroi pelvienne (Cervený *et al.*, 2004).

Malgré ses ligaments, la position de la vessie varie selon son état de réplétion. L'extrémité caudale de la vessie est appelée fundus de la vessie. La vessie est reliée à l'urètre par le col de la vessie, une partie rétrécie qui prolonge le fundus de la vessie.

La partie intermédiaire est le corps de la vessie, qui est le lieu d'implantation des uretères. Les deux ostiums urétériques se trouvent sur la face dorsale de la vessie, à la limite du fundus. Ils sont précédés d'une élévation de la muqueuse appelée colonne urétérique. La

vessie donne accès à l'urètre via l'ostium interne de l'urètre, plus médian et plus vaste (Barone, 2001).

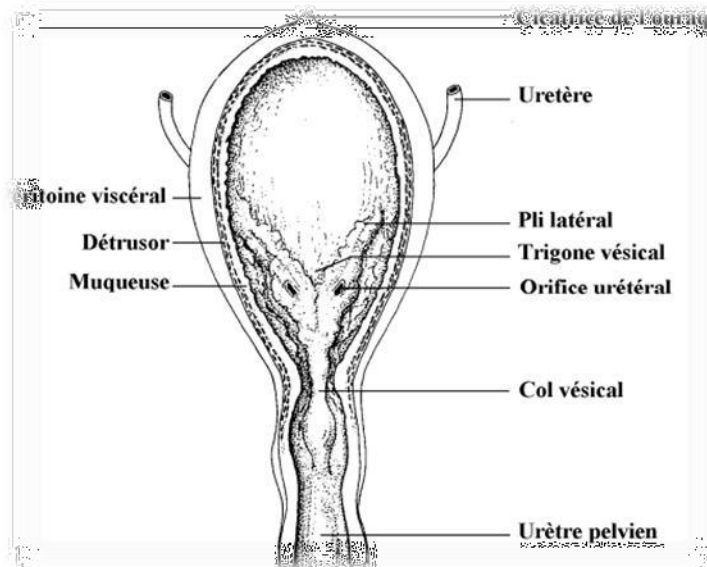


Figure 2. Vue ventrale de la face interne de la vessie chez un ruminant (Frandsen *et al.*, 1996).

L'urètre est le conduit par lequel l'urine est expulsée hors de la vessie. Il commence au niveau de l'ostium interne, et se termine par l'ostium externe. Chez la femelle, il est bref, mesurant de cinq à six centimètres de long et est exclusivement urinaire. Il s'ouvre au niveau du plancher du vestibule du vagin via l'ostium externe en forme de fente transversale (Barone, 2001).

Chez le mâle, l'urètre mesure environ cinquante centimètres de long et est divisé en deux parties : une pelvienne et une extra-pelvienne (Cerveny *et al.*, 2004).

1.2. Physiologie urinaire

Le processus de formation de l'urine, qui vise à préserver la constance du volume et de la composition interne, se produit au sein des néphrons (estimés à environ 1 000 000 par rein) et s'articule autour de deux phases cruciales : l'ultra filtration du plasma sanguin au niveau du glomérule, suivie de la réabsorption et/ou sécrétion de certaines substances au niveau du tubule (Betts *et al.*, 2022).

1.2.1. Filtration glomérulaire

Elle se déroule au niveau du glomérule de Malpighi et s'effectue à partir du plasma sanguin au travers d'un filtre constitué de l'endothélium vasculaire, de la membrane basale et du diaphragme qui s'étend entre les podocytes (Dadoune, 1990).

Le taux de filtration est déterminé par un coefficient de filtration associé à la perméabilité de la barrière et à la surface utile, ainsi que par la pression de filtration qui représente le quotient des pressions hydrostatiques et oncotiques du plasma et de la chambre glomérulaire. En effet, on peut l'évaluer par la clairance (taux d'élimination du plasma entièrement purifié d'une substance par unité de temps) d'un produit inoffensif qui ne sera pas réabsorbé, sécrété, accumulé ou métabolisé dans les autres parties du néphron et des tubules excréteurs (Betts *et al.*, 2022).

La filtration glomérulaire est un phénomène passif qui aboutit à la constitution, dans la chambre glomérulaire, d'un ultra-filtrat primitif ayant la même composition chimique que le plasma, sauf en ce qui concerne les macromolécules d'un PM supérieur à 68 000 daltons qui ne passent pas la barrière. Cependant, il est probable que les podocytes répondent activement à certaines substances vaso-actives par des modifications de la surface des fentes de filtration. L'appareil juxtaglomérulaire joue un rôle dans l'équilibre de l'excrétion du Na, en influençant directement le tonus de l'artère afférente glomérulaire par le biais d'un feedback tubulo-glomérulaire négatif (TGF). Sur le long terme, cet équilibre est contrôlé par le système rénine-angiotensine et la production d'aldostérone (Dadoune, 1990).

CHAPITRE II

L'examen cytologique des urines

1. Définition et principe de l'examen cytologique urinaire

1.1. Définition

L'analyse d'urine (ou urinalyse) est l'un des tests les plus anciens et les plus importants en urologie, permettant une évaluation rapide et non invasive de l'état fonctionnel des voies urinaires (Tanagho et McAninch, 1995). L'urétroscopie, pratiquée par les médecins babyloniens depuis plus de 6 000 ans, combine l'observation macroscopique et l'interprétation empirique (Schrier et Gottschalk, 1997).

Traditionnellement, un test d'urine complet se compose de deux parties :

- Analyse macroscopique (couleur, odeur, densité...).
- L'analyse microscopique des éléments de structuration dans l'urine est généralement réalisée sur des sédiments obtenus après centrifugation (Bonnardeaux *et al.*, 1994 ; Mandal, 1988).

Une analyse cytologique implique l'observation de l'échantillon d'urine au microscope, ce qui permet de dénombrer les leucocytes/mm³ et les globules rouges/mm³. Il est à noter la présence potentielle de cristaux et de germes (Nauciel, 2001). Cet examen est couramment utilisé chez les humains, mais aussi chez les animaux, comme les brebis, pour évaluer leur santé urinaire.

1.2. Principe

Parmi ces analyses microscopiques, la cytologie urinaire occupe une place particulière. Il peut évaluer la morphologie des cellules exfoliées dans l'urine pour détecter une inflammation, une infection ou des anomalies tumorales (Barkan *et al.*, 2016). Les cellules sont généralement collectées par centrifugation de l'urine, puis préparées sur des lames de verre et colorées. Ce test est particulièrement utile pour le dépistage des tumeurs urothéliales, et peut être appliqué dans le cadre du suivi sanitaire des brebis.

1.3. L'importance de l'examen cytologique d'urine

L'examen cytologique (EC) des urines représente un outil diagnostique précieux dans les infections urinaires chez les malades des deux sexes, en raison de la forte corrélation entre les résultats positifs des examens cytologiques et bactériologiques (Al-Saimary *et al.*, 2006).

2. Méthode de prélèvement et conservation des échantillons urinaires

2.1. Méthode de prélèvement

Chez les brebis, le cathétérisme urétral est couramment utilisé pour un prélèvement unique. Toutefois, certains protocoles expérimentaux nécessitent des échantillons en série à intervalles réguliers (Kasari, 2002). Pour la collecte continue et la mesure du volume urinaire, plusieurs techniques sont disponibles : les cages métaboliques (Deliberto et Urness, 1995 ; Louvandini et Vitti, 1996), les cathéters reliés à des sacs de collecte (McKinley *et al.*, 2000) ou encore les pompes péristaltiques associées à l'immobilisation de l'animal (Tebot *et al.*, 2002).

Chez les béliers, le cathétérisme est souvent difficile en raison de contraintes anatomiques (Radostits *et al.*, 2007). En conditions de terrain, une méthode simple et efficace est l'apnée transitoire, qui provoque la miction par occlusion temporaire des narines et de la bouche, permettant ainsi de collecter l'urine dans un récipient approprié (Kasari, 2002 ; Benech, 2007 ; Ramos et Ferrer, 2007).



Figure 3. Miction chez la brebis après une apnée transitoire (Benech *et al.*, 2015).

2.2. Conservation des échantillons urinaires

L'urine est un fluide biologiquement instable qui subit rapidement des changements *in vitro* une fois collectée. Il est donc vivement conseillé de réaliser une analyse dans les 60 minutes suivant le prélèvement afin de limiter les altérations cellulaires et la prolifération bactérienne (Delanghe et Speeckaert, 2014).

Si une analyse immédiate n'est pas possible, différentes techniques de conservation peuvent être appliquées selon le type d'examen prévu. La méthode la plus fréquemment employée pour ralentir la multiplication des bactéries et la détérioration cellulaire est le refroidissement rapide (entre 2 et 8 °C), particulièrement si l'échantillon doit être utilisé pour une culture d'urine (Neumann *et al.*, 2020).

Toutefois, cette technique peut entraîner une mauvaise interprétation des cristaux de struvite ou d'oxalate de calcium, dont le dénombrement pourrait augmenter artificiellement à basse température. Il est donc recommandé de laisser l'échantillon atteindre la température ambiante avant toute analyse macroscopique ou microscopique. On pourrait envisager la congélation afin de préserver l'échantillon pour une analyse par bandelette urinaire. Toutefois, cette méthode est déconseillée pour les examens cytologiques, les études de sédiments frais ou les cultures microbiologiques.

Différents agents chimiques de conservation ont été testés, avec des résultats variables. L'ajout de formol neutre tamponné (quatre à cinq gouttes pour 10 ml d'urine) permet de préserver les cellules, les cylindres et les cristaux. Cependant, il empêche la coloration par les colorants de type Romanowsky. Par conséquent, ces échantillons ne doivent pas être utilisés pour les frottis colorés ou pour la culture bactérienne (Delanghe et Speeckaert, 2014).

L'utilisation de tubes contenant de l'EDTA peut contribuer à préserver les détails cellulaires, notamment pour la cytologie urinaire sur frottis secs, mais ces spécimens ne sont pas non plus adaptés aux cultures. Des conservateurs tels que le thymol, le toluène ou l'acide borique peuvent provoquer des artefacts et compromettre la fiabilité des résultats.

Finalement, il est crucial de collecter l'urine dans des récipients stériles, hermétiques et transparents afin de prévenir toute contamination extérieure et de permettre une première évaluation visuelle sans ouverture du contenant (Reppas et Foster, 2016).

3. Technique de préparation et d'observation microscopique

3.1. Préparation initiale de l'échantillon

Le processus de préparation initiale de l'échantillon d'urine, qui commence dès la collecte, comprend plusieurs étapes cruciales pour garantir la précision des résultats de l'analyse microscopique. Après la collecte, l'échantillon doit être préparé pour l'analyse afin d'éviter toute contamination ou dégradation.

3.1.1. Examen visuel initial

Avant d'entreprendre l'analyse microscopique, il est essentiel de procéder à une inspection visuelle initiale de l'échantillon. Celle-ci comprend l'observation de la couleur, de la clarté, de l'odeur et de la présence de résidus ou de particules visibles à l'œil nu. Cette étape permet de détecter rapidement toute anomalie évidente, comme la présence de sang, de pus ou de cristaux, et peut orienter l'analyse microscopique vers certaines pathologies spécifiques (Reppas et Foster, 2016).

3.1.2. Centrifugation préalable

En fonction des caractéristiques observées lors de l'examen visuel, une centrifugation peut être effectuée pour séparer les sédiments des composants liquidiens. Cela permet de concentrer les éléments qui seront ensuite observés au microscope. La centrifugation à basse vitesse (environ 1500 à 2000 tours par minute) est généralement suffisante pour obtenir une bonne séparation des éléments (Rafieian-Kopaei *et al.*, 2016).

3.1.3. Préparation de la lame pour examen microscopique

Après centrifugation, une petite quantité du sédiment est prélevée pour être déposée sur une lamelle de verre. Le sédiment peut être examiné tel quel ou après l'ajout de solution saline ou de formol si nécessaire, en fonction de la nature de l'analyse (Delanghe et Speeckaert, 2014).

4. Observation sous microscope

L'EC de l'urine débute par une observation à faible grossissement (10×) afin d'évaluer la qualité de la préparation et la quantité du sédiment. Ensuite, un grossissement élevé (40×) permet une analyse détaillée de la morphologie cellulaire, ainsi que l'identification des cylindres et des cristaux. Les différents éléments sont quantifiés en faisant la moyenne de dix champs d'observation, et les résultats sont exprimés par champ à fort (HPF) ou faible

grossissement (LPF) (Rizzi, 2014). L'urine normale contient ces éléments en faible quantité, tandis qu'un sédiment anormal présente soit une augmentation significative de ces composants habituels, soit la présence d'éléments généralement absents dans une urine saine (Salazar-García *et al.*, 2020).

4.1. Constituants urinaires : types et caractéristiques

4.1.1. Cellules

Les globules rouges : caractérisés par une morphologie biconcave et l'absence de structures internes, présentent une silhouette annulaire lorsqu'ils sont observés au microscope en ajustant la mise au point fine (Rizzi, 2014).

Les leucocytes : de forme circulaire, sont environ deux fois plus grands que les globules rouges et possèdent une granularité interne réfringente, particulièrement visible lors d'un ajustement précis de la mise au point. Les leucocytes présents dans l'urine sont souvent des neutrophiles. D'autres types de leucocytes peuvent également être observés, mais leur identification immédiate peut être complexe. De plus, il peut être difficile de distinguer les leucocytes des petites cellules épithéliales (Hinkle *et al.*, 2022).

Cellules épithéliales : sont présentes en faibles quantités dans l'urine des animaux sains, notamment dans les échantillons recueillis par cathétérisme, en raison de la desquamation naturelle des cellules superficielles et de leur remplacement par de nouvelles cellules. Dans les préparations humides non colorées, la distinction des cellules épithéliales en fonction de leur taille reste difficile (Raskin et Meyer, 2022).

Les cellules des tubules : rénaux sont généralement de petite taille, ce qui peut compliquer leur distinction par rapport aux leucocytes ou aux petites cellules transitionnelles. Une augmentation du nombre de ces petites cellules épithéliales doit entraîner l'examen d'une préparation cytologique séchée à l'air et colorée afin de différencier les leucocytes et/ou les cellules transitionnelles des cellules des tubules rénaux. La desquamation des cellules des tubules rénaux peut indiquer une lésion tubulaire (Stockham et Scott, 2021).

Les cellules transitionnelles : recouvrent le bassinet, les uretères, la vessie et la majeure partie de l'urètre. Leur taille varie considérablement, étant généralement de 2 à 4 fois supérieure à celle des leucocytes. Elles possèdent un noyau rond et un cytoplasme granuleux. Une élévation du nombre de ces cellules peut être observée en cas d'inflammation de la

vessie. Cette constatation doit inciter à effectuer un examen cytologique d'une préparation séchée à l'air et colorée pour évaluer les cellules et rechercher d'éventuels signes de malignité (Raskin et Meyer, 2022).

Les cellules squameuses : se trouvent dans l'urètre distal ainsi que dans les voies génitales féminines. Ce sont de grandes cellules de forme polygonale, généralement considérées comme des contaminants (Rizzi, 2014).

4.1.2. Moulages

Les cylindres urinaires sont des structures allongées à parois parallèles qui se forment dans l'environnement luminal acide et concentré des segments rénaux tels que la branche ascendante de l'anse de Henlé, les tubules rénaux distaux et les canaux collecteurs. Ces cylindres représentent des empreintes des tubules rénaux, créées à partir d'une matrice de mucoprotéines de Tamm-Horsfall, sécrétées par les cellules épithéliales qui tapissent ces structures rénales. Lors de leur formation, des éléments tels que des globules rouges, des globules blancs, des cellules épithéliales, de l'hémoglobine, de la myoglobine, des lipides et de la bilirubine peuvent être intégrés au cylindre (Cianciolo et Mohr, 2020).

Les cylindres hyalins : sont principalement constitués de mucoprotéines de Tamm-Horsfall. Bien que leur observation soit souvent difficile, ces cylindres se dissolvent rapidement dans les urines diluées ou alcalines. Ils sont fréquemment retrouvés dans les pathologies rénales associées à une protéinurie, où leur présence peut servir d'indicateur de dysfonctionnement rénal (Raskin et Meyer, 2022).

Les cylindres cellulaires : incluent les globules blancs, les globules rouges et les cylindres de cellules épithéliales. La détection de cylindres de globules blancs nécessite généralement une culture d'urine. Bien qu'il puisse être difficile de différencier les cylindres de globules blancs de ceux contenant des cellules épithéliales, ces derniers se caractérisent par la présence de cellules épithéliales tubulaires hautement réfringentes, encore intactes (Stockham et Scott, 2021).

Les cylindres graisseux : sont caractérisés par la présence de nombreuses petites gouttelettes lipidiques rondes, qui apparaissent comme très réfringentes (Serafini-Cessi *et al.*, 2003).

Les cylindres granulaires : se forment lorsque les cellules rénales subissent une dégénérescence ; ces cylindres peuvent présenter un aspect granulaire grossier ou, en cas de dégénérescence plus avancée, un aspect granulaire fin (Strasinger et Lorenzo, 2018).

Les cylindres cireux : représentent l'étape ultime de la dégénérescence des cylindres granulaires et sont relativement stables dans les urines (Serafini-Cessi *et al.*, 2003).

Les cylindres pigmentés : incluent ceux contenant de l'hémoglobine (jaune-brun) ou de la myoglobine (rouge-brun) (Osborne et Stevens, 1999).

4.1.3. Les cristaux urinaires :

Sont des structures fréquemment observées dans les sédiments urinaires. Leur formation résulte d'un état de sursaturation des solutés minéraux dans l'urine, influencé principalement par le pH urinaire. Bien que leur présence puisse être associée à des pathologies telles que la lithiase urinaire ou d'autres affections métaboliques, elle peut également être physiologique et dépourvue de signification clinique (Rizzi, 2014).

4.1.4. Autres

Bactéries : La présence de bactéries dans les urines peut résulter soit d'une infection urinaire, soit d'une contamination de l'échantillon. Néanmoins, de petites particules mobiles observées dans l'urine peuvent être confondues avec des bactéries. Les bacilles sont généralement plus facilement identifiables que les coques (Weese et Giguère, 2022).

Les levures urinaires : peuvent être détectées soit en raison d'une infection fongique, soit à la suite d'une contamination lors du prélèvement de l'échantillon (Pressler *et al.*, 2015).

Les gouttelettes lipidique : apparaissent comme des structures rondes, de tailles variables, et présentent une réfraction marquée lors de la mise au point fine au microscope (Raskin et Meyer, 2022).

Les spermatozoïdes : peuvent être présents dans les échantillons d'urine provenant de mâles intacts ou dans les urines collectées librement chez des femelles récemment accouplées (Rizzi, 2014).

Partie II

Étude Expérimentale

Matériel

Et

Méthodes

Dans cette recherche, nous avons choisi d'examiner la cytologie des urines comme premier critère de détection des infections urinaires, qui pourraient nuire à la fertilité de la brebis. L'analyse des cellules présentes dans les échantillons d'urine permettra d'identifier des marqueurs cytologiques indicateurs d'une infection. Cette méthode pourrait offrir un diagnostic précoce, avant l'apparition des symptômes cliniques, et ainsi favoriser une intervention rapide pour limiter les conséquences sur la reproduction.

1. Contexte de l'étude

L'expérimentation a été menée entre mars et mai 2025 dans trois exploitations agricoles de la région de Tiaret : la ferme expérimentale de l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret, ainsi que deux fermes privées situées respectivement dans les communes de Tousnina et Naïma.

1.1. Situation géographique des fermes étudiées

1.1.1. La ferme expérimentale de l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret

La ferme expérimentale du centre universitaire de Tiaret, acquise dans le cadre de la reconversion de l'ex-I.T.M.A. en octobre 1988, située dans la zone industrielle de Zaaroura. A pour principaux objectifs : être un outil pédagogique incontesté pour les vétérinaires et les agronomes, permettant aux étudiants d'acquérir un savoir-faire à travers l'expérimentation, les travaux pratiques et cliniques ; et diffuser ce savoir à l'ensemble de la communauté agricole et d'élevage de la région.



Figure 4. Localisation satellite la ferme expérimentale de l'Université Ibn Khaldoun Tiaret (Mapcarta, 2015).

1.1.2. Les fermes privées

Les prélèvements urinaires ont été réalisés dans deux fermes privées situées dans la wilaya de Tiaret, choisies en raison de leur accessibilité et de leur conformité aux exigences de l'échantillonnage. L'une est située dans la commune de Tousnina, l'autre à Naïma. Ces exploitations sont de taille moyenne, gérées par des particuliers, et pratiquent un élevage à des fins commerciales. Le mode d'élevage est principalement semi-intensif, avec une alimentation basée sur des pâturages et des concentrés.



Figure 5. Localisation satellite des fermes privées : (a) Tousnina, (b) Naïma (Images Satellite, 2025).

1.2. Lieu de réalisation des analyses cytologiques

Les analyses cytologiques ont été réalisées au sein du laboratoire de Biochimie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie – Université Ibn Khaldoun de Tiaret.

Ce laboratoire, principalement dédié à l'enseignement et à la formation pratique des étudiants, est équipé du matériel de base nécessaire à la préparation et à l'observation microscopique des échantillons d'urine, notamment des microscopes optiques, une centrifugeuse et le matériel de préparation des lames.

1.3. Population étudiée

L'échantillonnage a concerné 50 brebis de race Rembi, sélectionnées selon divers critères spécifiques. La sélection a été réalisée en fonction de l'âge (brebis âgées de 6 mois à 9 ans) et de leur état de santé général (absence de signes cliniques manifestes d'infection urinaire). Les brebis sont élevées selon un système semi-intensif et leur alimentation se compose principalement de pâturages, d'orge et de son de blé.

1.3.1. Description morphologique

Selon Dehimi *et al.* (2014), la race Rembi a les mêmes caractéristiques que la race Ouled Djellal sauf la couleur des membres et de la tête qui est fauve.

Couleur : Peau pigmentée de brun mais la laine est blanche. La tête est brun pale ainsi que les pattes (couleur lièvre - Mouflon) ; Sa laine couvre tout le corps jusqu'aux genoux et jarrets.

Cornes : Spiralées, massives, les Oreilles moyennes tombantes.

Profil : Busqué.

Queue : Mince et moyenne.

Conformation : Bonne, squelette massif, pattes très robustes ressemblant au mouflon. La corne des onglons très dure.

2. Protocole expérimental

2.1. Matériel utilisé

Le matériel utilisé pour la réalisation des analyses cytologiques comprend :

- Des flacons stériles pour le recueil des échantillons d'urine.
- Des gants à usage unique.
- Des étiquettes autocollantes pour l'identification des échantillons.
- Une centrifugeuse.
- Des micropipettes.

- Des lames et lamelles en verre.
- Un microscope optique.

2.2. Méthodologie de travail

Cette étude s'est déroulée en deux phases : la première, une phase de prélèvement sur le terrain, durant laquelle 50 échantillons urinaires ont été collectés (30 brebis de la ferme expérimentale de Tiaret, 12 d'une exploitation à Tousnina et 8 à Naïma, toutes identifiées par un numéro d'identification unique – N° ID) ; la seconde, une phase d'analyse cytologique réalisée au laboratoire de Biochimie de la Faculté.

2.2.1. Échantillonnage

La collecte des échantillons a été effectuée en récoltant l'urine le matin, moment où les brebis sont plus susceptibles de produire une urine concentrée. L'urine a été prélevée directement dans un flacon stérile et désinfecté, en utilisant la technique de l'apnée transitoire.



Figure 6. Processus de collecte des échantillons (Photo personnelle, 2025).

2.2.2. Transport et conservation des échantillons

Après prélèvement, les échantillons doivent être acheminés immédiatement au laboratoire. Si le transport immédiat s'avère impossible il faut les garder au frais à +4°C, sans dépasser une durée de 2 heures (Bonacorsi, 2011).

2.2.3. Examen microscopique des urines

L'analyse microscopique est réalisée sur le culot urinaire obtenu par centrifugation (2000 tr/min, 5 min). Une petite quantité de culot est prélevée à l'aide d'une micropipette, puis observée au microscope optique (objectif x10 et x40).

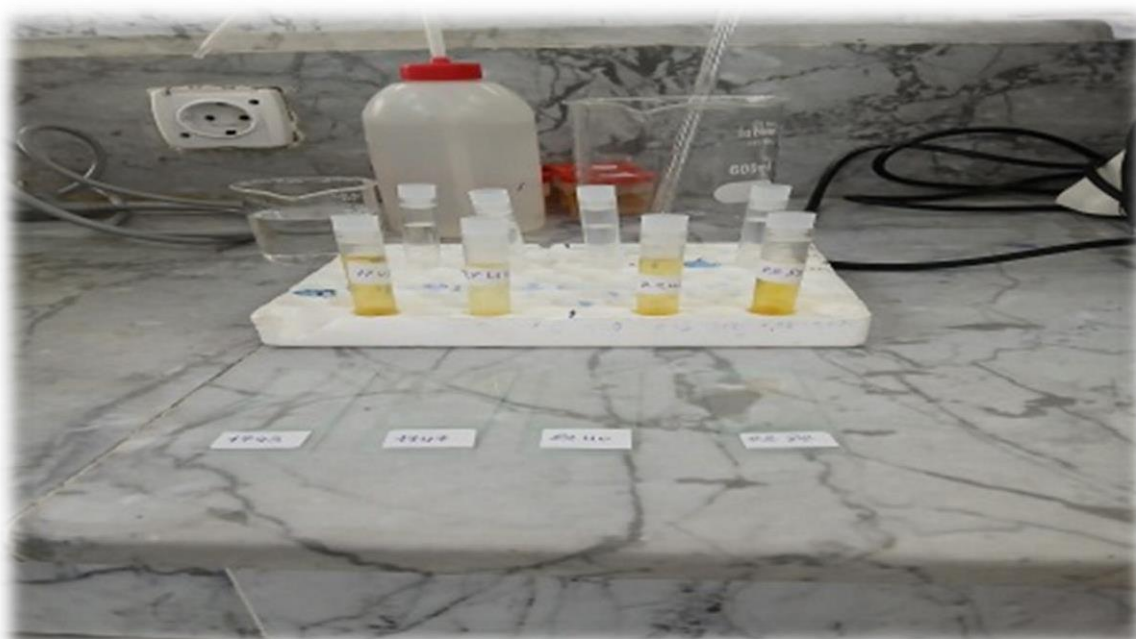


Figure 7. Examen microscopique des urines (Photo personnelle, 2025).

2.2.4. Paramètres observés au microscope

L'observation permet d'analyser :

- la présence des cellules (globules rouges, de leucocytes / pus, cellules épithéliales)
- Cylindres (granulaires, hyalins ...)
- Les cristaux (oxalates de calcium...)
- Les sels (amorphes, urée)
- Les bactéries

- Les levures
- Les spermatozoïdes.

3. Etude statistique

Des analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel IBM SPSS © 27, afin d'évaluer l'association entre la présence de cellules ou d'éléments pathologiques dans les urines (tels que les leucocytes, les cylindres, les cellules épithéliales, etc.) et l'âge des brebis.

Résultats

Cette section présente les résultats issus de l'analyse cytologique des sédiments urinaires collectés auprès de brebis de race Rembi. Les données ont été traitées à l'aide du logiciel IBM SPSS® version 27, afin d'évaluer l'influence de l'âge sur la composition cellulaire urinaire.

1. Présentation de l'effectif global

L'effectif total examiné se compose de 50 brebis, qui sont classées en fonction de l'âge.

Tableau 1. Effectif étudiés classés en fonction de l'âge

	Nombre de cas étudiés (N)		Pourcentage (%)
Age (an)	≤ 2	15	30%
	] 2-6 [	17	34%
	≥ 6	18	36%
Total		50	100%

Les brebis ont été subdivisées en trois catégories d'âge :

- Âge de 2 ans ou moins : 15 brebis (30 %)
- Entre 2 et 6 ans : 17 brebis (34 %)
- Âge de 6 ans ou plus : 18 brebis (36 %)

L'analyse de la répartition des brebis selon l'âge montre une distribution relativement équilibrée entre les trois catégories étudiées. Les brebis âgées de 2 ans ou moins représentent 30 % de l'effectif, celles entre 2 et 6 ans 34 %, et celles de 6 ans ou plus 36 %.

2. Résultats cytologiques globaux

Les analyses cytologiques ont permis d'identifier divers éléments dans le sédiment urinaire (voir tableau 02).

Tableau 2. Fréquence des types d'éléments cytologiques identifiés dans le sédiment urinaire (seuls ou associés).

Élément identifié	Nombre de cas (N)	Pourcentage
Cellules	43	86,00 %
Cylindres	30	60,00 %
Substances amorphes	11	22,00 %
Cristaux	34	68,00 %

Résultats

Micro-organismes	06	12,00 %
Spermatozoïdes	00	0,00 %

La présence de cellules est l'élément le plus fréquemment observé (86 %), suivie par les cristaux (68 %) et les cylindres (60 %). L'analyse a révélé des substances amorphes dans 22 % des cas et des micro-organismes dans 12 % des échantillons. En revanche, aucun échantillon ne contenait de spermatozoïdes.

2.1. Résultats cytologiques en fonction de l'âge

Le tableau ci-dessous présente les résultats cytologiques obtenus à partir du sédiment urinaire, analysés en fonction de l'âge des brebis.

Tableau 3. Fréquence des types d'éléments cytologiques identifiés en fonction de l'âge.

Âge (an)	Cellules N (%)	Cylindre N (%)	Amorphes N (%)	Cristaux N (%)	Microorganisme N (%)	Spermatozoï de N (%)
≤2	14 (32,56%)	11 (36,67%)	02 (18,18%)	08 (23,53%)	02 (33,33%)	00 (00%)
] 2-6 [	14 (32,56%)	11 (36,67%)	06 (54,55%)	12 (35,29%)	04 (66,67%)	00 (00%)
≥6	15 (34,88%)	08 (26,66%)	03 (27,27%)	14 (41,18%)	00 (00%)	00 (00%)
Total N(%)	43 (100%)	30 (100%)	11 (100%)	34 (100%)	06 (100%)	00 (00%)

L'analyse du sédiment urinaire des brebis, réparties en trois catégories d'âge, a mis en évidence une diversité d'éléments cytologiques. Les principaux types identifiés sont les cellules, les cylindres, les substances amorphes, les cristaux et les micro-organismes. Ces éléments ont été observés soit de manière isolée, soit en association, avec des fréquences variables selon l'âge des animaux.

Une observation notable concerne la fréquence des cellules et des cylindres, qui présentent des taux similaires dans les deux premières catégories d'âge. En effet, les cellules représentent 32,56 % des éléments observés, tandis que les cylindres en constituent 36,67 %.

2.1.1. Cellules

Ce graphique montre la distribution de fréquence individuelle des cellules identifiables dans le sédiment urinaire (seuls ou en association), en fonction de l'âge.

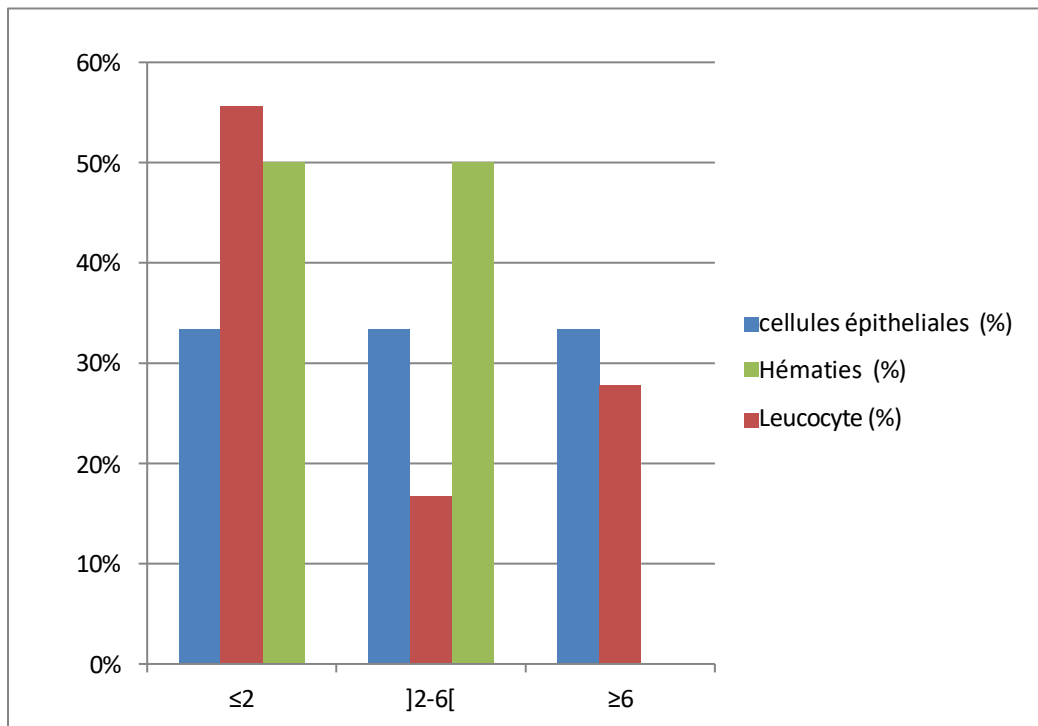


Figure 8. Fréquence de cellules identifiées en fonction de l'âge.

L'étude a porté sur un échantillon de 43 brebis, dans lequel trois types cellulaires distincts ont été identifiés. Les cellules épithéliales présentaient une distribution homogène entre les trois classes d'âge, avec une proportion identique de 33,33 % dans chaque catégorie.

Une prédominance significative de leucocytes (55,55 %) a été observée chez les sujets de moins de 2 ans. En revanche, les hématies n'ont été détectées que dans les deux premiers groupes d'âge avec une fréquence de 50 % dans chacun, tandis qu'elles étaient totalement absentes chez les brebis âgées de 6 ans ou plus.

2.1.2. Cylindres

Ce graphique montre la répartition de fréquence individuelle des cylindres identifiables dans le sédiment urinaire (seuls ou en association), en fonction de l'âge.

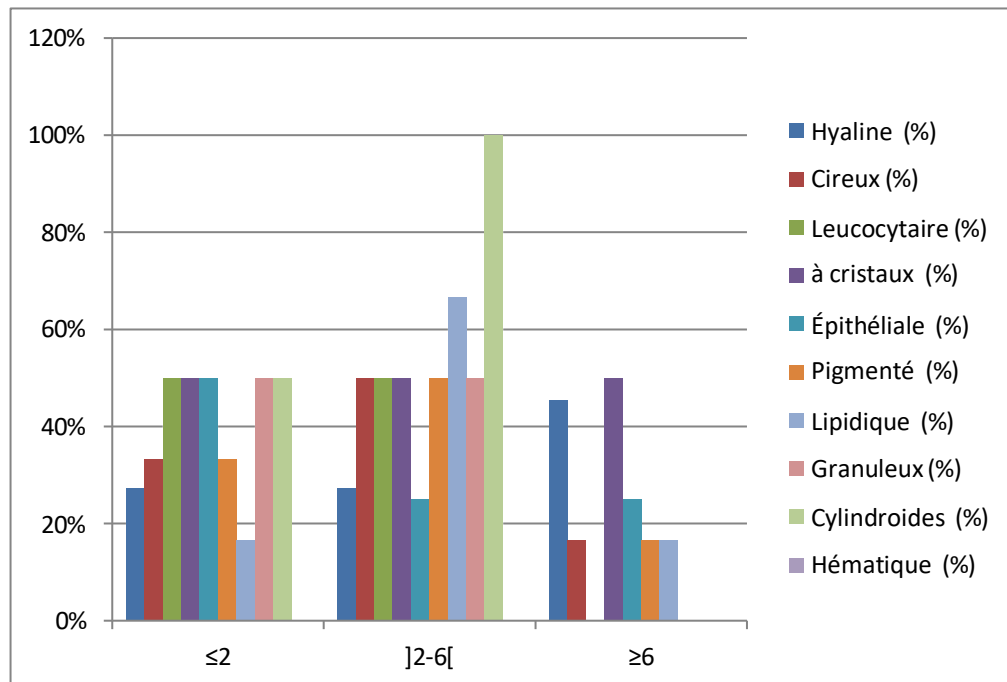


Figure 9. Fréquence des cylindres identifiés en fonction de l'âge.

Les cylindres hyalins constituent le type le plus fréquemment observé, représentant 11 % de l'ensemble des cylindres identifiés, avec une prévalence particulièrement élevée chez les brebis les plus âgées (45,46 %). En revanche, les cylindres leucocytaires, granuleux et cylindroïdes étaient absents chez ces brebis âgées. L'absence de cylindres cylindroïdes a également été constatée chez les brebis âgées de 2 à 6 ans, tandis que les cylindres à cristaux étaient absents chez les sujets les plus jeunes. Par ailleurs, on a observé des cylindres leucocytaires, épithéliaux et pigmentés avec des occurrences variables, sans prédominance liée à l'âge. Aucune présence de cylindres hématiques n'a été détectée, quel que soit le groupe d'âge.

2.1.3. Substances amorphes

La fréquence des amorphes identifiés en fonction de l'âge est représentée dans le diagramme ci-dessous.

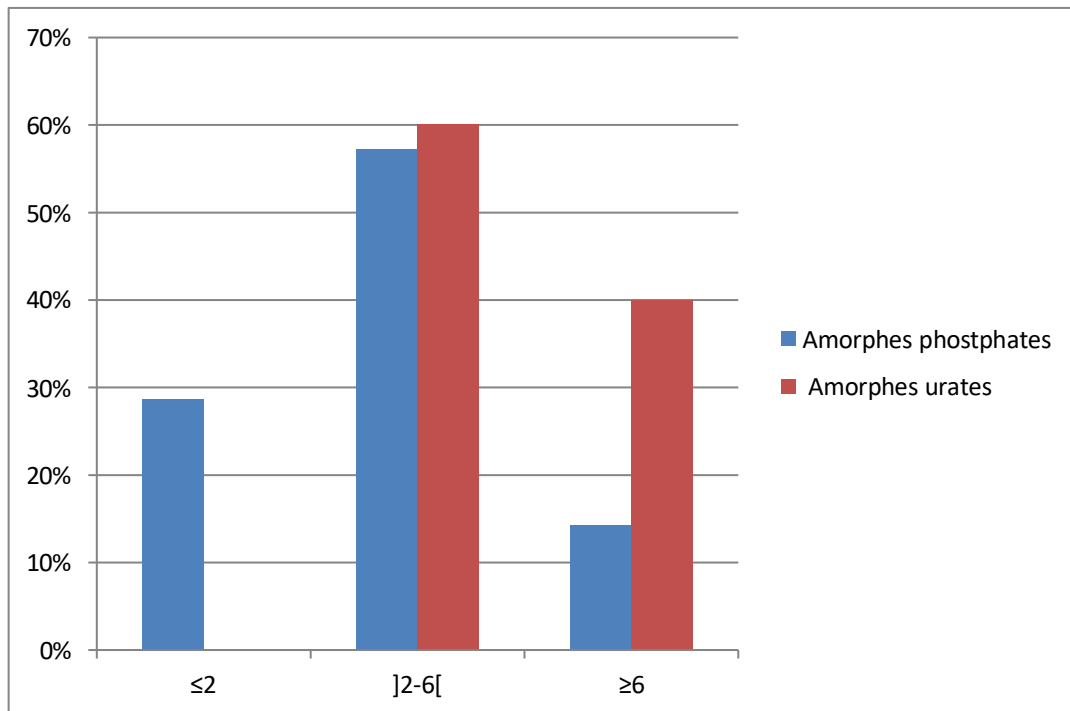


Figure 10. Fréquence des amorphes identifiés en fonction de l'âge.

Les substances amorphes représentent 22 % du total des éléments cellulaires, et ont été identifiées sous deux formes principales : les amorphes phosphates et les amorphes urates. Une prédominance des phosphates amorphes par rapport aux urates amorphes a été observée dans toutes les catégories d'âge.

2.1.4. Cristaux

Ce graphique illustre que la présence de cristaux a été mise en évidence chez 34 brebis (68%).

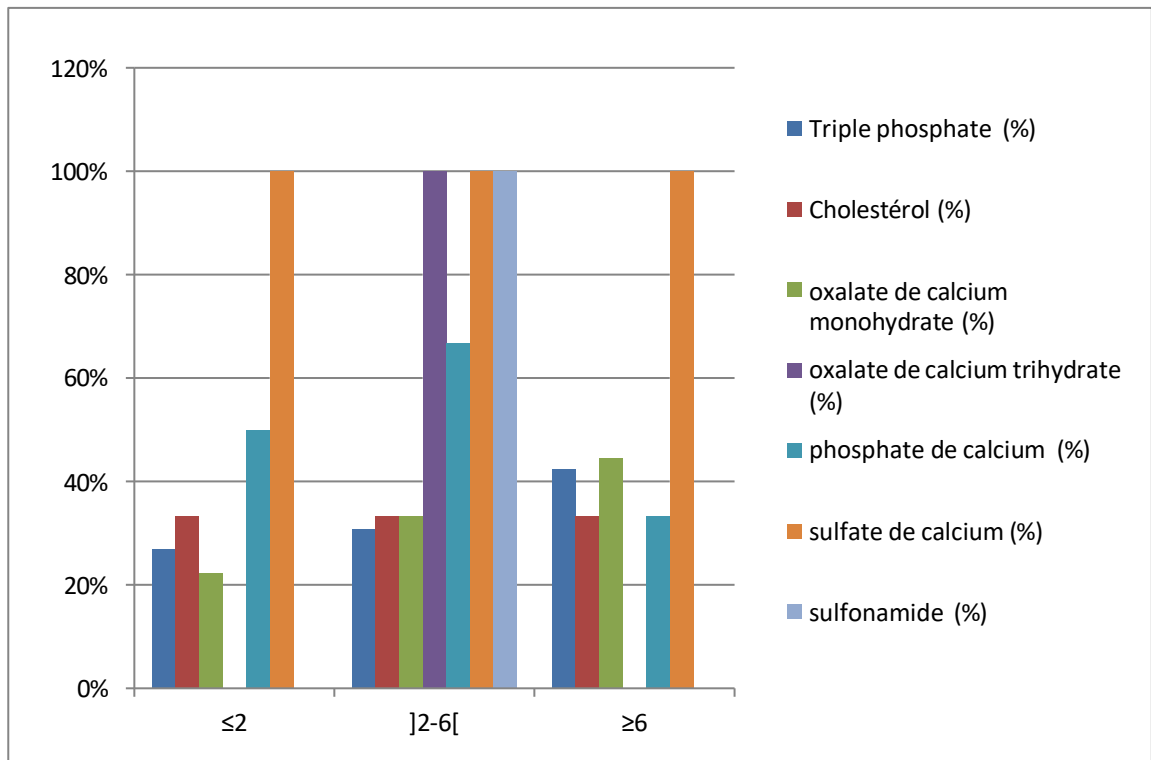


Figure 11. Fréquence des cristaux identifiés en fonction de l'âge.

Une variété de types cristallins a été identifiée, comprenant les cristaux de triple phosphate, de cholestérol, d'oxalate de calcium monohydraté, d'oxalate de calcium trihydraté, de phosphate de calcium, de sulfate de calcium ainsi que de sulfonamide. Une prédominance des cristaux de triple phosphate a été observée, représentant 26 cas sur l'ensemble des cristaux identifiés. Par ailleurs, l'absence des cristaux d'oxalate de calcium trihydraté et de sulfonamide a été notée chez les brebis âgées de moins de 2 ans ainsi que chez celles de plus de 6 ans.

2.1.5. Micro-organismes

La fréquence des micro-organismes identifiés selon l'âge est illustrée dans le diagramme ci-dessous.

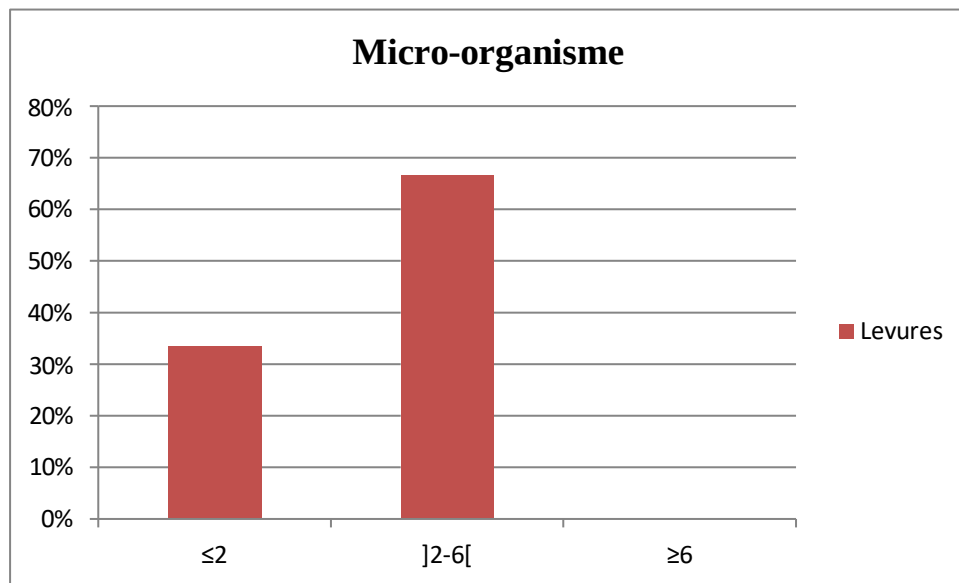


Figure 12. Fréquence des micro-organismes identifiés en fonction de l'âge.

On a identifié des micro-organismes chez six brebis (12 %), uniquement sous forme de levures. La répartition selon l'âge révèle un taux de 66,67 % chez les brebis âgées de 2 à 6 ans, contre 33,33 % chez celles de moins de 2 ans, avec une absence totale de micro-organismes chez les brebis de plus de 6 ans.

2.1.6. Spermatozoïdes

Dans notre analyse microscopique, nous avons observé une absence totale de spermatozoïdes, quel que soit l'âge.

Discussion

Dans cette section, nous allons discuter les résultats obtenus dans notre étude en les confrontant aux données issues de la littérature scientifique, en mettant l'accent sur l'influence de l'âge sur le profil cytologique urinaire chez la brebis

1. Discussion des résultats cytologiques urinaires globaux

L'analyse cytologique des sédiments urinaires chez les brebis a révélé une prédominance des cellules (86 %), suivie des cristaux (68 %), des cylindres (60 %), des substances amorphes (22 %), et des micro-organismes (12 %). Aucun cas de présence de spermatozoïdes n'a été noté.

La forte fréquence des cellules observée dans notre étude (86 %) rejoint les résultats d'Abdelkhalek *et al.* (2018), qui ont rapporté une présence cellulaire dans 81 % des échantillons urinaires de brebis atteintes de pathologies urinaires. Cette abondance pourrait refléter une irritation de la muqueuse ou un processus inflammatoire, comme le suggèrent également Haron *et al.* (2018), qui associent une augmentation des cellules urinaires à des infections sub-cliniques ou à des traumatismes du tractus urinaire.

Concernant les cylindres, notre fréquence (60 %) est supérieure à celle trouvée par Belkacem *et al.* (2015), qui ont rapporté 42 % de cylindres dans leur étude menée sur des brebis abattues pour anomalies urinaires. Cette différence pourrait s'expliquer par le stade d'évolution des lésions rénales ou les conditions de prélèvement et de conservation des échantillons. Comme l'indiquent Singh *et al.* (2020), les cylindres sont des témoins directs de l'atteinte tubulaire rénale, souvent associés à des néphropathies.

La fréquence des cristaux (68 %) dans notre étude se rapproche des 65 % signalés par Marzouk *et al.* (2016) chez des ruminants présentant des troubles urinaires. Selon ces auteurs, la cristallurie peut survenir chez des animaux en bonne santé, mais sa fréquence élevée est souvent associée à des troubles métaboliques ou à des modifications du pH urinaire.

En ce qui concerne les substances amorphes, notre taux de 22 % est relativement faible comparé à celui de Youssef *et al.* (2019), qui ont rapporté 35 % dans leur série sur les affections urinaires chez les caprins et ovins. Ces substances peuvent correspondre à des précipitations phosphocalciques ou oxaliques, liées au régime alimentaire ou à des déséquilibres métaboliques (Sakr *et al.*, 2021).

La présence de micro-organismes dans 12 % des échantillons est inférieure aux 28 % rapportés par Abidi *et al.* (2017). Cette faible fréquence dans notre étude pourrait s'expliquer par l'absence de signes cliniques apparents ou par une contamination post-mortem limitée. D'après El-Bahr *et al.* (2020), la détection de bactéries dans les sédiments urinaires constitue un indicateur utile, bien que non spécifique, d'infection urinaire.

Enfin, l'absence totale de spermatozoïdes dans l'ensemble des échantillons concorde avec les observations de Djouadi *et al.* (2014), qui n'ont également détecté aucun spermatozoïde dans les urines de brebis adultes. Ce constat suggère une absence de contamination urinaire par le congénère mâle.

2. Interprétation des résultats cytologiques en fonction de l'âge

Chez les brebis, la composition cytologique et physico-chimique de l'urine peut être influencée par divers facteurs physiologiques tels que l'alimentation (Sakr *et al.*, 2021), le pH urinaire (Belkacem *et al.*, 2015), le niveau d'hydratation (Youssef *et al.*, 2019), l'âge et le statut reproductif (Abdelkhalek *et al.*, 2018), ainsi que par les variations hormonales et circadiennes (El-Bahr *et al.*, 2020).

Parmi ces facteurs, l'âge se distingue comme un déterminant important, susceptible de modifier la nature, la concentration et la fréquence des éléments cellulaires présents dans le sédiment urinaire.

Dans notre étude, l'analyse cytologique des sédiments urinaires de 43 brebis, réparties en trois classes d'âge, a mis en évidence la présence de plusieurs types d'éléments : cellules épithéliales, leucocytes, hématies, cylindres, substances amorphes, cristaux et micro-organismes.

2.1. Cellules urinaires

Les cellules urinaires ont été identifiées dans 86 % des échantillons, réparties en trois types : les cellules épithéliales, les leucocytes et les hématies, chacun présentant des profils spécifiques selon la classe d'âge.

Les cellules épithéliales ont montré une répartition parfaitement homogène, représentant 33,33 % dans chaque groupe d'âge (≤ 2 ans,] 2–6[ans, ≥ 6 ans). Cette régularité pourrait indiquer un renouvellement physiologique normal des cellules de revêtement du tractus urinaire chez la brebis, indépendamment de l'âge. Des résultats similaires ont été rapportés chez des brebis adultes par Răileanu *et al.* (2020), qui ont observé des taux de cellules épithéliales urinaires stables chez les animaux sains, ce qui implique que cette composante ne varie pas en l'absence d'inflammation ou de dommage chimique/mécanique.

En ce qui concerne les leucocytes, une prédominance marquée chez les jeunes brebis (≤ 2 ans) a été observée, avec une fréquence de 55,55 %. Ce taux diminue avec l'âge, atteignant seulement 27,27 % chez les sujets de 6 ans et plus. Cette observation est cohérente avec les données de Mouffok *et al.* (2014), qui ont rapporté une cyturie plus fréquente chez les jeunes ovins, en particulier dans les contextes d'exposition précoce à des agents

infectieux, à une immunité encore immature ou à un stress lié à l'environnement. De même, Al-Bulushi *et al.* (2016) ont constaté une augmentation significative des leucocytes urinaires chez des agnelles prépubères, en lien avec des épisodes infectieux urinaires subcliniques.

Chez les sujets plus âgés, la réduction des leucocytes pourrait refléter une meilleure résistance immunitaire acquise et une exposition moindre aux agents pathogènes urinaires, ce que Hamadouche *et al.* (2018) expliquent par la stabilisation de la flore urinaire et une amélioration du comportement hygiénique avec l'âge dans les élevages semi-intensifs.

La distribution des hématies montre qu'elles ont été retrouvées uniquement chez les brebis des deux premières classes d'âge (≤ 6 ans), avec une fréquence identique de 50 %, tandis qu'elles étaient totalement absentes chez les sujets âgés de 6 ans ou plus.

La présence d'hématurie chez les jeunes brebis pourrait résulter de traumatismes vésicaux mineurs, de début d'infection urinaire ou d'un échantillonnage post-exercice, comme le soulignent Bouzebda *et al.* (2011) dans leurs travaux sur les brebis locales. Cette tendance est également rapportée chez d'autres ruminants. Par exemple, Teshome *et al.* (2019) ont noté une hématurie modérée chez les jeunes caprins en période de sevrage, attribuée à des modifications physiologiques transitoires ou à des inflammations urinaires bénignes.

Enfin, l'absence d'hématies chez les brebis âgées (≥ 6 ans) suggère une meilleure intégrité de la muqueuse urinaire ou une moindre exposition à des facteurs de risque hématuriques. Cette évolution est conforme à l'observation faite par Chikhaoui *et al.* (2020), qui signalent une régression des épisodes d'hématurie avec l'âge chez les ruminants de boucherie élevés en plein air.

2.2. Cylindres urinaires

L'analyse du sédiment urinaire a révélé une diversité de cylindres identifiables, présents seuls ou en association, dont la fréquence varie en fonction de l'âge des brebis.

Parmi les types observés, les cylindres hyalins étaient les plus fréquents, représentant 11 % de l'ensemble des cylindres, avec une prévalence notable chez les brebis âgées de 6 ans et plus (45,46 %). Cette observation est en accord avec les données de Smith *et al.* (2010), qui rapportent que les cylindres hyalins sont fréquents chez les petits ruminants âgés en raison de modifications physiologiques du débit de filtration glomérulaire, sans nécessairement traduire une pathologie rénale.

En revanche, les cylindres leucocytaires, granuleux et cylindroïdes étaient absents chez les sujets les plus âgés. L'absence de cylindres leucocytaires dans ce groupe pourrait refléter une réduction des processus inflammatoires urinaires ou une meilleure stabilité immunitaire acquise avec l'âge, ce que confirment les travaux de Gomez *et al.* (2013) chez les chèvres adultes, qui notent une diminution progressive des signes de cytolyse tubulaire avec la maturité.

De plus, l'absence de cylindres cylindroïdes chez les brebis âgées de 2 à 6 ans et celles de plus de 6 ans peut être interprétée comme une absence d'agressions mécaniques ou chimiques prolongées au niveau des tubules rénaux (Fraser *et al.*, 2007).

Les cylindres à cristaux n'ont été retrouvés que chez les brebis âgées de 2 à 6 ans et de plus de 6 ans, et étaient absents chez les plus jeunes. Cette absence peut s'expliquer par un métabolisme minéral encore en développement chez les jeunes animaux, et une moindre concentration urinaire favorisant la précipitation cristalline. Ben Salem *et al.* (2015) soulignent que la formation de cylindres cristallins est souvent associée à une cristallurie chronique, plus fréquemment observée chez les animaux adultes soumis à des régimes alimentaires riches en minéraux.

Par ailleurs, les cylindres leucocytaires, épithéliaux et pigmentés ont été observés de manière variable dans toutes les classes d'âge, sans distribution significativement liée à l'âge. Cela suggère que ces types de cylindres peuvent apparaître de façon ponctuelle, en réponse à des épisodes transitoires de stress ou d'infection subclinique, comme mentionné par Omar *et al.* (2016) dans leur étude sur les signes urinaires non spécifiques chez l'ovin.

Enfin, aucun cylindre hématique n'a été observé, quel que soit le groupe d'âge. Ce résultat peut être interprété comme une absence de traumatismes vasculaires rénaux significatifs ou d'hématurie glomérulaire active. Cette absence est conforme aux données de Ghozlane *et al.* (2014), qui rapportent que les cylindres hématiques sont rares chez les petits ruminants en l'absence de néphropathie sévère.

2.3. Substances amorphes

L'analyse des sédiments urinaires a permis d'identifier des substances amorphes représentant 22 % de l'ensemble des éléments observés. Deux types ont été distingués : les phosphates amorphes et les urates amorphes, avec une prépondérance marquée des phosphates amorphes dans toutes les classes d'âge. Cette dominance pourrait être liée à un pH urinaire alcalin, qui favorise la précipitation des sels phosphatés, en particulier chez les ruminants herbivores recevant une alimentation riche en cendres et en minéraux basifiants (Sakr *et al.*, 2021).

Ces résultats concordent avec ceux de Benmakhlouf *et al.* (2016), qui ont signalé une fréquence élevée de phosphates amorphes dans les urines de brebis adultes en pâturage extensif, en relation avec un pH élevé et une ingestion accrue de matières minérales végétales. De même, Messaoudi *et al.* (2013) ont observé chez les ovins une apparition plus fréquente de phosphates amorphes dans les urines d'animaux soumis à un régime riche en légumineuses et en fourrages verts, connus pour induire une alcalinisation de l'urine.

En ce qui concerne les urates amorphes, leur présence minoritaire pourrait être liée à une activité métabolique protéique modérée, ainsi qu'à un pH urinaire généralement supérieur à 7, peu favorable à la précipitation des cristaux d'urate. En effet, selon Omar *et al.* (2014), les urates amorphes apparaissent préférentiellement dans des urines acides, souvent chez les jeunes ruminants nourris au concentré ou en période de stress métabolique.

L'absence de variation marquée des amorphes selon l'âge pourrait s'expliquer par la constance des régimes alimentaires et de l'environnement hydrique dans l'élevage étudié, comme suggéré par Chikhaoui *et al.* (2020), qui soulignent que l'alimentation et l'hydratation influencent davantage la composition minérale des urines que l'âge physiologique, à condition que les animaux soient globalement en bonne santé.

2.4. Les cristaux urinaires

La cristallurie a été observée chez 34 brebis, soit 68 % de l'effectif étudié, traduisant une fréquence relativement élevée de précipitation de sels urinaires dans le troupeau. Une diversité de cristaux a été identifiée, incluant notamment les cristaux de triple phosphate, cholestérol, oxalate de calcium monohydraté, oxalate de calcium trihydraté, phosphate de calcium, sulfate de calcium et sulfonamide.

Parmi eux, les cristaux de triple phosphate étaient largement dominants, avec 26 cas sur l'ensemble, soit environ 76,5 % de toutes les formes cristallines détectées. Cette prédominance des cristaux de triple phosphate, également appelés struvites, est cohérente avec les résultats de Ben Salem *et al.* (2018), qui rapportent que ce type de cristaux est fréquemment retrouvé chez les petits ruminants, notamment en cas de pH urinaire alcalin, typique des régimes riches en végétaux. De plus, selon Ghezal *et al.* (2014), les struvites sont souvent asymptomatiques mais peuvent précéder des épisodes de lithiase urinaire si des facteurs favorisants persistent, comme une mauvaise hydratation ou un déséquilibre phospho-calcique.

La présence de cristaux de cholestérol, bien que moins fréquente, peut être associée à une stase urinaire chronique ou à des troubles métaboliques lipidiques, comme le suggèrent El-Bahr *et al.* (2020) dans leur étude sur les cristalluries atypiques chez les ovins en élevage extensif.

La détection des cristaux d'oxalate de calcium, sous forme mono- ou trihydraté, reflète quant à elle un apport alimentaire élevé en oxalates végétaux ou un métabolisme altéré du calcium, comme le confirment les travaux de Teshome *et al.* (2017) sur la cristallurie chez les caprins nourris aux plantes riches en oxalates.

Une observation notable concerne les cristaux d'oxalate de calcium trihydraté et de sulfonamide, qui étaient absents chez les brebis de moins de 2 ans ainsi que chez celles de plus de 6 ans, n'apparaissant que dans le groupe intermédiaire (2 à 6 ans). Cette distribution pourrait refléter une meilleure capacité d'élimination chez les jeunes sujets, une adaptation métabolique chez les plus âgées, ou encore une exposition médicamenteuse spécifique notamment aux sulfamides chez les brebis en phase de production, comme le suggèrent Chikhaoui *et al.* (2020).

La présence combinée de plusieurs types de cristaux chez certaines brebis, en particulier dans le groupe d'âge intermédiaire, pourrait indiquer une cristallurie multifactorielle, influencée par l'alimentation, le pH urinaire, le niveau d'hydratation et l'utilisation éventuelle de traitements médicamenteux, comme le souligne Youssef *et al.* (2019).

2.5. Micro-organismes

Des micro-organismes ont été identifiés dans les urines de six brebis, représentant 12 % de l'ensemble de l'échantillon. Il s'agissait exclusivement de levures, sans présence détectée de bactéries ni de protozoaires. La répartition par classe d'âge montre une fréquence de 66,67 % chez les brebis âgées de 2 à 6 ans, contre 33,33 % chez les brebis de moins de 2 ans, et une absence totale chez les sujets de plus de 6 ans.

La présence de levures dans les sédiments urinaires peut résulter soit d'une contamination externe lors du prélèvement, soit d'une colonisation opportuniste du tractus urinaire, surtout en cas d'immunodépression ou manque d'hygiène. Selon Benali *et al.* (2017), les infections fongiques urinaires chez les petits ruminants sont rares mais peuvent survenir, notamment chez les femelles adultes recevant un traitement antibiotique prolongé ou vivant en milieu humide et confiné.

La fréquence relativement plus élevée de levures chez les brebis âgées de 2 à 6 ans pourrait être liée à leur période de pleine activité reproductive et métabolique, qui les rend plus sensibles aux déséquilibres de la flore uro-génitale. Cela rejoint les observations de Omar *et al.* (2015), qui ont rapporté une candidurie subclinique chez des brebis en lactation exposées à des conditions d'élevage intensif, avec une nette prédominance chez les sujets adultes en production.

L'absence de micro-organismes chez les brebis de plus de 6 ans peut être interprétée comme le reflet d'une meilleure résistance immunitaire acquise, ou d'une réduction de l'activité reproductive et hormonale, diminuant l'exposition aux risques infectieux. Cette hypothèse est appuyée par les résultats de El-Bahr *et al.* (2020), qui signalent une diminution des épisodes infectieux urinaires chez les ovins âgés vivant dans des environnements plus stables et moins exposés à des stress physiologiques.

Enfin, la présence exclusive de levures, sans détection de bactéries, suggère que les conditions de collecte étaient globalement bonnes, mais que des facteurs endogènes ou

diététiques ont pu favoriser la croissance fongique dans certains cas, comme l'ont noté Hamadouche *et al.* (2018) en mettant en relation des cas isolés de levures urinaires avec des déséquilibres alimentaires riches en glucides fermentescibles.

Au regard de l'ensemble des résultats obtenus, la cytologie urinaire apparaît comme un outil d'évaluation particulièrement pertinent pour la détection précoce des altérations urinaires chez la brebis. Son caractère non invasif, sa simplicité de mise en œuvre, ainsi que sa capacité à mettre en évidence rapidement des éléments indicateurs d'inflammation (leucocytes, cylindres leucocytaires, micro-organismes) confirment son efficacité dans le dépistage de troubles urinaires subcliniques. Ces troubles, bien que souvent silencieux, peuvent impacter négativement la fertilité en altérant l'équilibre immunitaire et le fonctionnement des voies uro-génitales.

Conclusion

et

Recommandations

CONCLUSION

Au terme de cette étude, il apparaît clairement que la cytologie urinaire représente un outil diagnostique prometteur pour l'évaluation de la santé urinaire des brebis, notamment en ce qui concerne la détection précoce des altérations susceptibles d'impacter leur fertilité.

L'analyse des sédiments urinaires a permis d'identifier différents éléments cellulaires et cristallins, dont la fréquence varie selon l'âge des animaux. Les leucocytes, les hématies, les cylindres et certains types de cristaux ont montré une distribution qui pourrait refléter des déséquilibres métaboliques, des processus infectieux ou des modifications physiologiques liées à l'âge.

En conclusion, cette étude a permis de souligner plusieurs points importants :

La présence élevée de leucocytes et de cylindres chez les jeunes brebis pourrait indiquer des infections subcliniques urinaires précoces, souvent ignorées mais pouvant compromettre les performances de reproduction.

Les substances amorphes et les cristaux, majoritairement phosphatés, reflètent l'influence notable du pH urinaire et de l'alimentation sur la composition des urines.

L'identification de levures dans certains échantillons montre l'importance de surveiller les déséquilibres de la flore uro-génitale, surtout chez les brebis en phase de reproduction active.

La prise en compte de ces résultats confirme l'intérêt de la cytologie urinaire en élevage ovin comme méthode simple, non invasive et efficace, permettant de détecter à un stade précoce les signes urinaires associés à une altération de la fertilité. Sa mise en œuvre dans le cadre d'un suivi régulier pourrait contribuer à améliorer significativement la gestion sanitaire et reproductive des troupeaux

Quelques recommandations sont à prendre en considération

- ✓ Généraliser l'utilisation des tests cytologiques urinaires, associés à l'analyse du statut cyclique, afin d'améliorer le dépistage précoce des troubles urinaires asymptomatiques.
- ✓ Adapter l'alimentation et l'apport hydrique des brebis en fonction de l'âge afin de limiter le risque de déséquilibres cristallins et métaboliques.
- ✓ Améliorer l'hygiène des pratiques de prélèvement urinaire, afin de limiter les risques de contamination externe, en particulier lors de l'identification de micro-organismes dans les échantillons.
- ✓ Réaliser des études complémentaires combinant l'analyse cytologique urinaire et les paramètres biochimiques, pour affiner l'interprétation des profils observés et améliorer la gestion sanitaire des troupeaux ovins.
- ✓ Sensibiliser les éleveurs à l'intérêt de cette méthode diagnostique, simple, rapide et non invasive, comme alternative ou complément aux examens biochimiques et microbiologiques plus coûteux ou moins accessibles en zone rurale.

Dans cette perspective, des études complémentaires menées sur des effectifs plus élevés seraient nécessaires afin de pouvoir généraliser ces résultats à l'ensemble de la population ovine.

Références

Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdelkhalek, A., Ben Said, M., & Messadi, L. (2018). Prevalence of subclinical mastitis and associated risk factors in dairy sheep flocks in Tunisia. *Journal of Dairy Research*, 85(3), 312-317.
- Abidi, S., Ayadi, O., & Khorchani, T. (2017). Seasonal variations of urinary parameters in Maghrebi ewes under arid conditions. *Tropical Animal Health and Production*, 49(7), 1533-1539
- Al-Bulushi, S., Al-Hosni, M., & Johnson, E. H. (2016). Urinary tract infections in Omani sheep: Bacteriological and molecular studies. *Journal of Veterinary Science*, 17(2), 181-188.
- Al-Saimary, I., Jassim, H., Al-Saimary, A., Al-Mousawi, R., Taha, S., & Al-Timimi, A. (2006). The role of cytological examination of urine in the diagnosis of urinary tract infections. *The Internet Journal of Infectious Diseases*, 6(1).
- Barkan, G. A., Wojcik, E. M., Nayar, R., Savic-Prince, S., Quek, M. L., Kurtycz, D. F. I., & Rosenthal, D. L. (2016). The Paris System for Reporting Urinary Cytology: The Quest to Develop a Standardized Terminology. *Acta Cytologica*, 60(3), 185–197.
- Barone, R. (2001). *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4, Splanchnologie II : Appareil uro-génital, fœtus et ses annexes, péritoine et topographie abdominale* (3e éd.). Paris, France: Éditions Vigot
- Baumgardt, R., Wright, M., & Smith, J. (2011). Current perspectives on livestock hematology: A 10-year review. *Journal of Veterinary Medicine*, 15(2), 45-52.
- Belkacem, L., Aissi, M., & Tennah, S. (2015). Reproductive disorders in Algerian Rembi ewes: A field investigation. *Tropical Animal Health and Production*, 47(6), 1215-1221.
- Bell, C. M., Thompson, J. A., & Wright, D. S. (2020). Diagnostic applications of urine cytology in veterinary medicine. *Veterinary Clinical Pathology*, 49(2), 203–212.

Ben Salem, H., Rekik, M., Lassoued, N., & Tounsi, A. (2015). Reproductive performance and urinary tract health status of ewes in semi-arid regions of Tunisia. *Small Ruminant Research*, 130, 120-127.

Ben Salem, M., Bouzid, W., & Gharbi, M. (2018). Urinary biomarkers in ovine health monitoring. *Small Ruminant Research*, 160, 45-50.

Benali, R., Bouzebda-Afri, F., Bouzebda, Z., & Khelef, D. (2017). Variations saisonnières des paramètres biochimiques sanguins chez le mouton Ouled-Djellal. *Revue des BioRessources*, 7(1), 47-56.

Benech, A. (2007). Evaluation of fasting as a possible method of induction of labor in sheep. PhD Thesis, León University, León, Spain (in Spanish).

Benech, A., Cal-Pereyra, L., Da Silva, S., Acosta-Dibarrat, J., & González-Montaña, J. R. (2015). Transient apnoea in sheep: An alternative method for serial urine sample collection. *Veterinarski Arhiv*, 85(3), 293–307.

Benmakhlouf, A., Benaissa, M. H., & Kaidi, R. (2016). Urinary epithelial cells in ovine health monitoring. *Small Ruminant Research*, 136, 221-226.

Betts, J. G., Young, K. A., Wise, J. A., Johnson, E., Poe, B., Kruse, D. H., ... & DeSaix, P. (2022). *Anatomy and physiology 2e*. OpenStax.

Bonacorsi, S. (2011). *Bactériologie médicale: Techniques usuelles* (2e éd.). Paris, France: Masson. Chapitre 18: Examen cyto bactériologique des urines (ECBU), pp. 180, 186

Bonnardeaux, A., Somerville, P., & Kaye, M. A. (1994). A study of the reliability of dipstick urinalysis. *Clinical Nephrology*, 41, 167.

Bouzebda, Z., Bouzebda, F., & Khelef, D. (2011). Hematological parameters in young ruminants: Age-dependent variations. *Veterinary Clinical Pathology*, 40(2), 123-130

Cervený, C., König, H. E., & Liebich, H. G. (2004). Urinary system. In G. M. Constantinescu (Ed.), *Veterinary anatomy of domestic mammals: Textbook and colour atlas* (pp. 377–396). Stuttgart, Germany: Schattauer.

Chikhaoui, M., Smail, N., & Adili, N. (2020). Stability of urinary components in adult ewes under different physiological conditions. *Small Ruminant Research*, 183, 106-112.

Cianciolo, R. E., & Mohr, F. C. (2020). Urinary sediment in domestic animals. *Veterinary Pathology*, 57(4), 526-541.

Dadoune, J. P. (1990). *Histologie* (2ème éd.). Médecine-Science, appareil urinaire, p. 217-227.

Dehimi, A., Medkour, M., Ould El Hadj, H., Kouddad, M. E. B., Malla, D., Madjaji, Y., Ameur, M., & Toumi Fedaoui, K. (2014). Standard des races algériennes – Ruminant 1. Les Cahiers de l'ITELV. Institut Technique de l'Élevage (ITELV) pp.14.

Delanghe, J., & Speeckaert, M. (2014). Preanalytical requirements of urinalysis. *Biochimica Medica*, 24(1), 89–104.

Deliberto, T. J., & Urness, P. J. (1995). Technical note: A total urine collection apparatus for female bison and cattle. *Journal of Range Management*, 48, 92–93.

Djouadi, A., Adamou, A., & Yousfi, S. (2014). Diagnostic value of urinary sediment examination in ovine reproductive disorders: Field study in western Algeria. *Veterinary World*, 7(5), 321-327.

Dowling, P. M. (2024). Urinary tract infections in small ruminants: Clinical challenges and therapeutic approaches. *Small Ruminant Research*, 221, 106935.

El-Bahr, S. M., El-Deeb, W. M., Al-Eknah, M., & Albokhadaim, I. (2020). Biochemical constituents of urine and milk of lactating she-camels (*Camelus dromedarius*): Applied and environmental perspectives. *Journal of King Saud University - Science*, 32(1), 1093-1098.

Frandsen, R. D., Wilke, W. L., & Fails, A. D. (1996). The urinary system. In *Anatomy and physiology of farm animals* (pp. 350–352). Philadelphia, PA: W. B. Saunders Company.

Fraser, C. M., Bergeron, J. A., & Mays, A. (2007). Urinary sediment analysis in small ruminants: A review. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 19 (3), 247-255.

Ghezal, F., Ben Romdhane, R., & Greiss, H. (2014). Hematological reference values for Tunisian sheep breeds. *Veterinary World*, 7(9), 712-717.

Ghozlane, F., Mati, A., & Kaidi, R. (2014). Urinary biomarkers of reproductive efficiency in Algerian ewes: A longitudinal study. *Livestock Science*, 167, 12-18.

Gomez, D. E., Arroyo, L. G., & Costa, M. C. (2013). Interpretation of ruminant urinalysis and its clinical applications. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 29(2), 379-396.

Hamadouche, N. A., Slimani, C., & Aissi, M. (2018). Hematological and biochemical reference intervals of the Ouled-Djellal breed in Algeria. *Veterinary World*, 11(9), 1210-1216.

Haron, A., Hassim, H. A., Sazili, A. Q., & Jahromi, M. F. (2018). Prevalence of subclinical urinary tract infection and its potential effect on reproductive performance in ewes. *Tropical Animal Health and Production*, 50(6), 1369-1375.

Hinkle, J. L., Cheever, K. H., & Overbaugh, K. J. (2022). *Brunner & Suddarth's textbook of medical-surgical nursing* (15th ed.). Wolters Kluwer.

Kasari, T. R. (2002). Clinical examination of the urinary tract. In: *Veterinary Clinical Examination and Diagnosis* (Radostits, O. M., Mayhew, I. G., Houston, D. M., Eds.). Harcourt, Madrid, Spain, pp. 479–491.

Louvandini, H., & Vitti, D. M. S. S. (1996). Phosphorus metabolism and estimation of phosphorus requirements for sheep. *Scientia Agricola*, 53, 184–189.

Mandal, A. K. (1988). Analysis of urinary sediment by transmission electron microscopy. *Clinical Laboratory Medicine*, 8, 463.

Mansour, M., Wilhite, R., & Rowe, J. (2017). *Guide to ruminant anatomy: Dissection and clinical aspects*. Hoboken, NJ: Wiley.

Mapcarta. (2015). Ferme Pilote (Haider), Mapcarta. Available at: <https://mapcarta.com/fr/N8309435170/Carte>.

Marzouk, E., Ben M'Rad, S., & Rekik, B. (2016). Correlation between urinary crystals and reproductive performance in ewes. *Animal Reproduction Science*, *173*, 45-51.

McKinley, M. J., Evered, M. D., & Mathai, M. L. (2000). Renal Na excretion in dehydrated and rehydrated adrenalectomized sheep maintained with aldosterone.

American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 279, R17-R24.

Messaoudi, L., Benhacine, R., & Gharbi, M. (2013). Age-related variations in ruminant urinary parameters. *Livestock Science*, 157(2-3), 567-573.

Mouffok, C., Sedrati, H., & Madani, T. (2014). Asymptomatic bacteriuria in Algerian sheep breeds: A hidden cause of infertility. *Veterinary Microbiology*, *170*(3-4), 430-435.

Nauciel, C. (2001). *Microbiologie et immunologie des infections urinaires* (2^e éd.). Masson.

Neumann, S., Fechner, K., & Czerny, C.-P. (2020). Stability of canine urine samples under different storage conditions. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 84(4), 259–264.

Omar, A. E., Derbalah, S. M., & Elshahawy, I. (2014). Diagnostic value of urinary sediment examination in sheep. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 4(4), 178-183.

Omar, K., Al-Mouqati, S., & Al-Senaidi, K. (2016). Correlation between urinary sediment abnormalities and subfertility in Omani ewes: A case-control study. *Journal of Agricultural and Veterinary Sciences*, 9(1), 23-30.

Osborne, C. A., & Stevens, J. B. (1999). *Analyse d'urine : guide clinique pour des soins compatissants aux patients*. Shawnee Mission, Kansas, États-Unis: Bayer Corporation.

Pressler, B. M., Bartges, J. W., & Callens, A. J. (2015). Urinalysis in ruminants: Techniques and interpretations. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 31 (1), 1-12.

Radostits, O. M., Gay, C. C., Hinchcliff, K. W., & Constable, P. D. (2007). *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats* (10th ed.). WB Saunders Ltd, Philadelphia, pp. 2065.

Rafieian-Kopaei, M., Nasri, H., & Baradaran, A. (2016). Urinalysis in laboratory practice. *Journal of Renal Injury Prevention*, 5(1), 23–25.

Rahmani, K., Benaissa, M., & Lounas, H. (2022). Approche épidémiologique des infections urinaires chez les ovins en milieu semi-aride algérien. *Revue Algérienne de Médecine Vétérinaire*, 18(1), 45–53.

Răileanu, A., Popescu, L., & Dumitrescu, I. (2020). Epithelial cell stability in urine of healthy adult ewes: A biochemical and cytological analysis. *Veterinary Research Communications*, 44(3), 245-251.

Ramos, J. J., & Ferrer, L. M. (2007). Exploration of the urinary tract. Direct methods of exploration. Complementary methods. In: *Clinical examination of sheep and their environment* (Ramos, J. J., & Ferrer, L. M., Eds.), Servet, Zaragoza, pp. 251–268.

Raskin, R. E., & Meyer, D. J. (Eds.). (2022). *Urinalysis in veterinary medicine: Current concepts and techniques* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Reppas, G., & Foster, S. F. (2016). Practical urinalysis in the cat: 1. Urine macroscopic examination 'tips and traps'. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 18(3), 190–202.

Rizzi, T. E. (2014). Urinalysis in companion animals: Part 2: evaluation of urine chemistry & sediment.

Sakr, O. I., Farghali, H. A., & AbdElkader, N. A. (2021). Hematological parameters in young ruminants: Diagnostic significance. *Veterinary Research Communications*, 45(3), 145-156.

Salazar-García, S., Lares-Villaseñor, E., Bárcenas-Morales, A., & Vargas-Morales, M. J. (2020). Impact of chemical preservative in urine samples. *EJIFCC*, 31(1), 56–64.

Sanderson, M. W. (2025). Veterinary urology: Diagnostic tools and interpretation of findings. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 39(1), 55–67.

Schrier, R. W., & Gottschalk, C. W. (1997). *Diseases of the kidney* (6th ed., Vol. 1). Little, Brown and Company.

Scully, M. A. (2021). Comparative urinary tract pathology in domestic animals. In J. R. Foster (Ed.), *Pathology of the urinary system in veterinary species* (pp. 121–140). Elsevier.

Serafini-Cessi, F., Malagolini, N., & Cavallone, D. (2003). Tamm-Horsfall glycoprotein: Biology and clinical relevance. *American Journal of Kidney Diseases*, 42(4), 658-676.

Siddig, A. M., Osman, A. M., & Khalafalla, A. I. (2019). Urine cytology as a diagnostic tool in veterinary practice: Potentials and limitations. *Veterinary World*, 12(9), 1413–1418.

Singh, J., Kumar, R., & Sharma, A. (2020). Titre de l'article. *Reproduction in Domestic Animals*, 55(8), 987-994.

Smith, H. W., Jones, P. P., & Brown, T. (2010). Titre de l'article. *Journal of Comparative Pathology*, 143(4), 287-294.

Smith, M. C., & Sherman, D. M. (1994). Urinary system. In *Goat medicine* (pp. 387–402). Philadelphia, PA: Lea and Febiger.

Smith, R. J., & Jones, L. A. (2018). Challenges in diagnosing subclinical urinary infections in ruminants. *Veterinary Research Communications*, 42(4), 295–303.

Stockham, S. L., & Scott, M. A. (2008). *Fundamentals of Veterinary Clinical Pathology* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Stockham, S. L., & Scott, M. A. (2021). *Fundamentals of veterinary clinical pathology* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.

Strasinger, S. K., & Di Lorenzo, M. S. (2018). *Urinalysis and body fluids* (6th ed.). F.A. Davis Company.

Tanagho, E. A., & McAninch, J. W. (1995). *Smith's general urology* (14th ed., Chapters 5 & 13, pp. 50–63, 201–244). Prentice Hall International.

Tebot, I., Britos, A., Godeau, J. M., & Cirio, A. (2002). Microbial protein production determined by urinary allantoin and renal urea sparing in normal and low protein fed Corriedale sheep. *Veterinary Research*, 33, 101–106.

Teshome, A., Legesse, M., & Bekele, T. (2019). Age-related changes in urinary epithelial cells in healthy sheep. *Journal of Veterinary Medicine*, 15(3), 45-52.

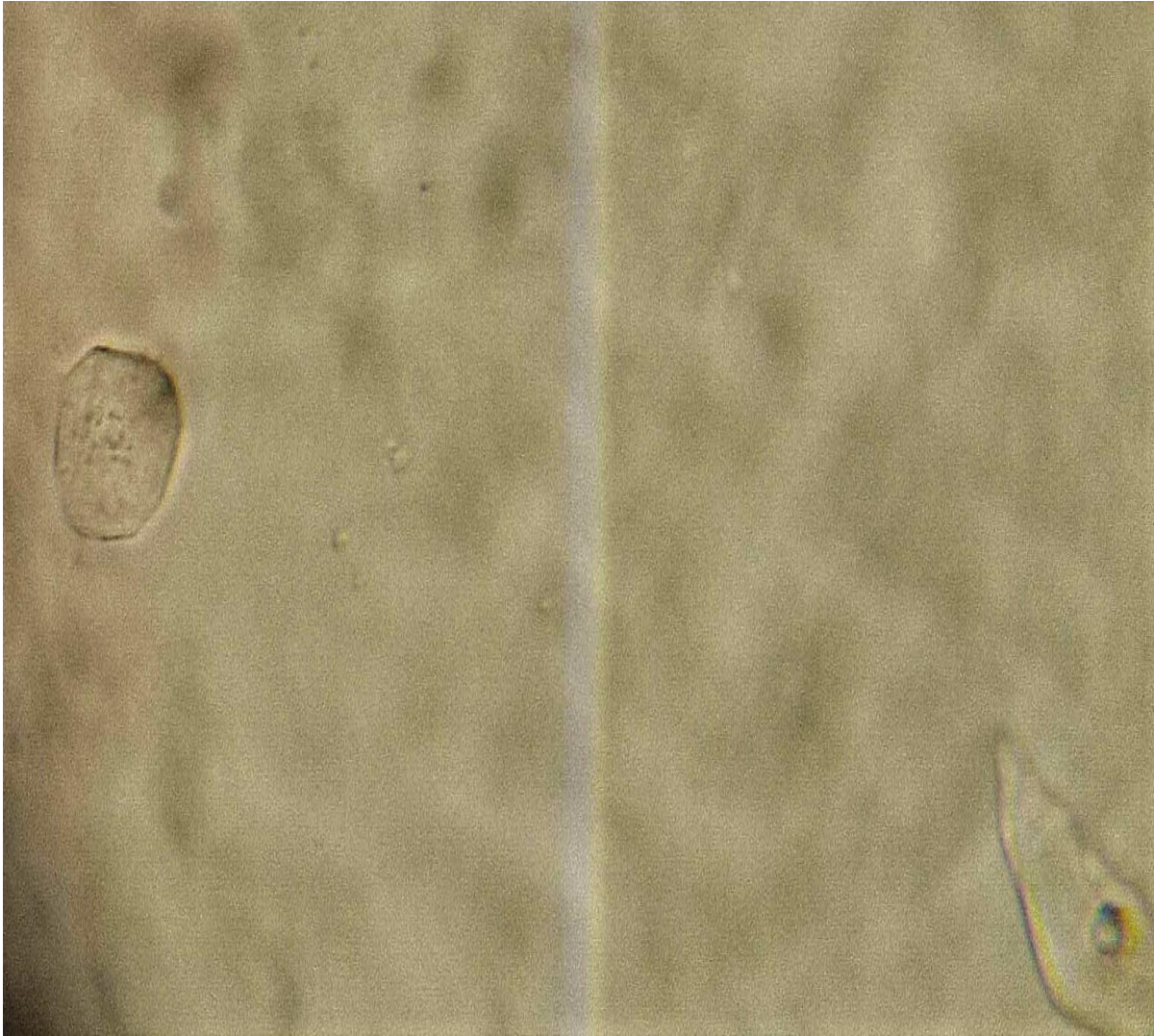
Teshome, E., Abebe, R., & Mekonnen, N. (2017). Prevalence and risk factors of urinary tract infections in Ethiopian sheep. *BMC Veterinary Research*, 13(1), 1-9.

Weese, J. S., & Giguère, S. (2022). *Veterinary microbiology and microbial disease* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.

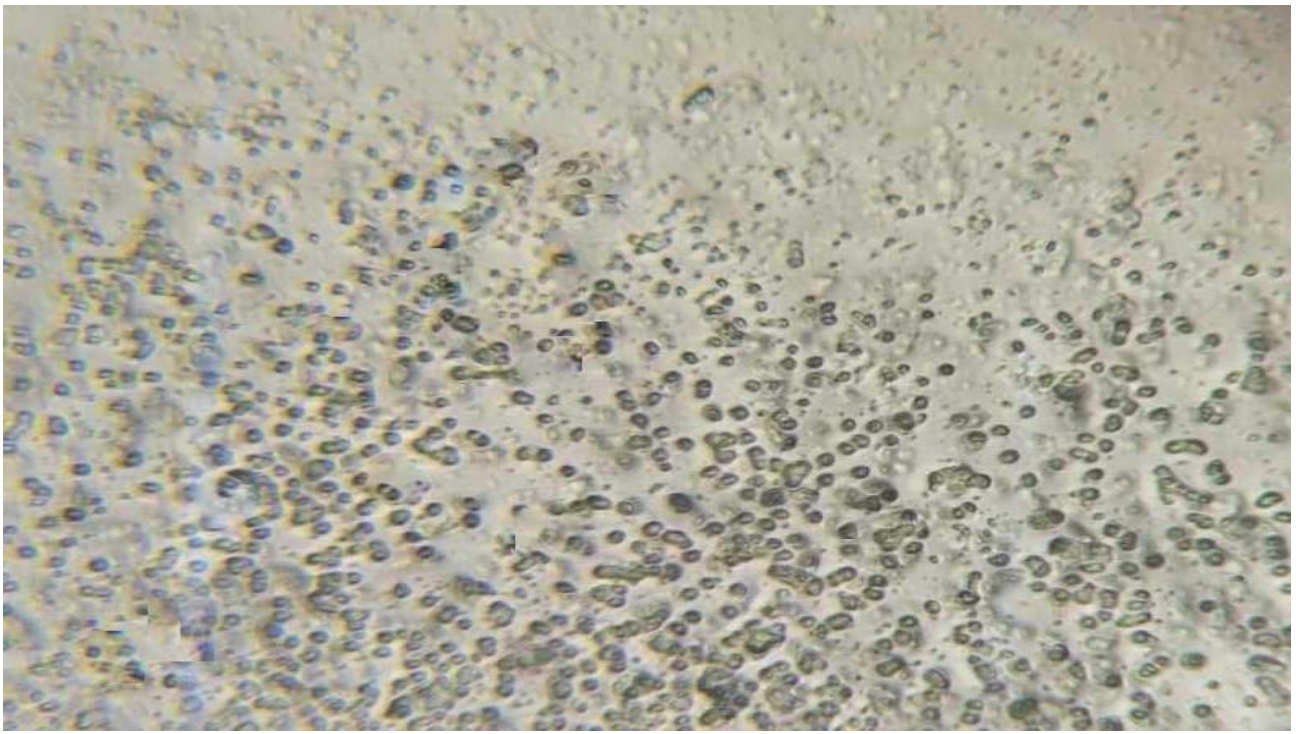
Youssef, M. A., El-Khodery, S. A., & Ibrahim, H. M. (2019). Age-related changes in urinary sediment of healthy goats. *Comparative Clinical Pathology*, 28(3), 789-795.

Annexes

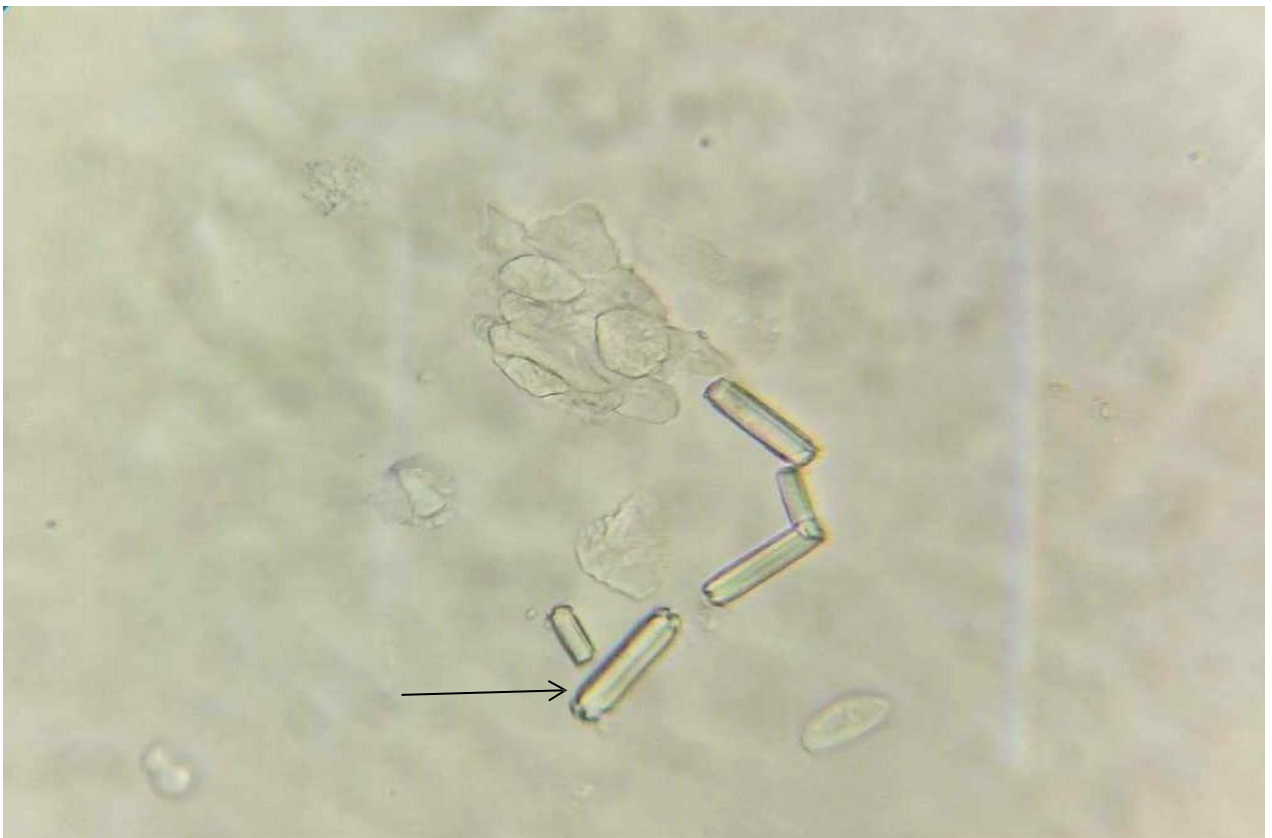
**Illustrations microscopiques des sédiments urinaires observés chez les
brebis (objectifs $\times 10$ et $\times 40$)**



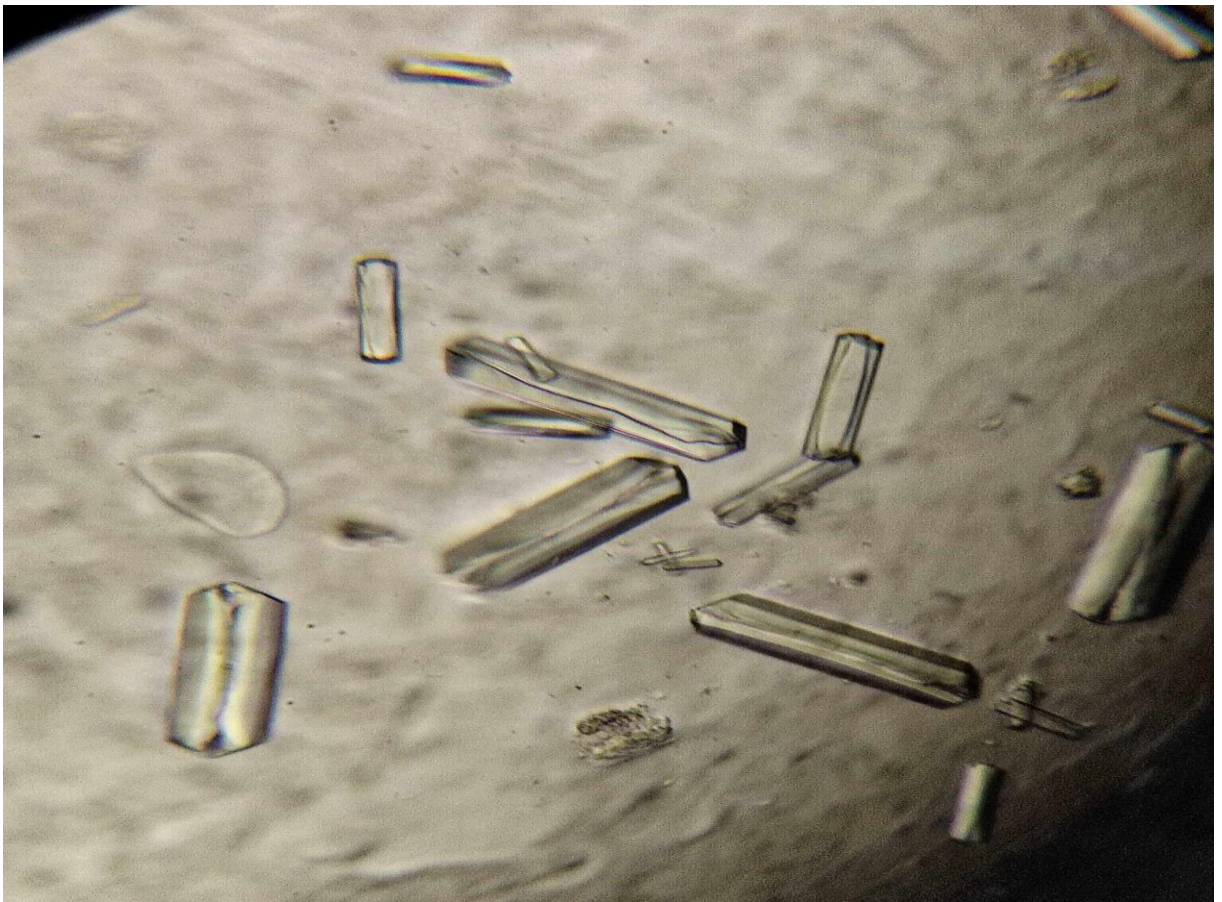
2 cellules épithéliales (Photo personnelle, 2025)



Globules rouges (hématies) (Photo personnelle, 2025)



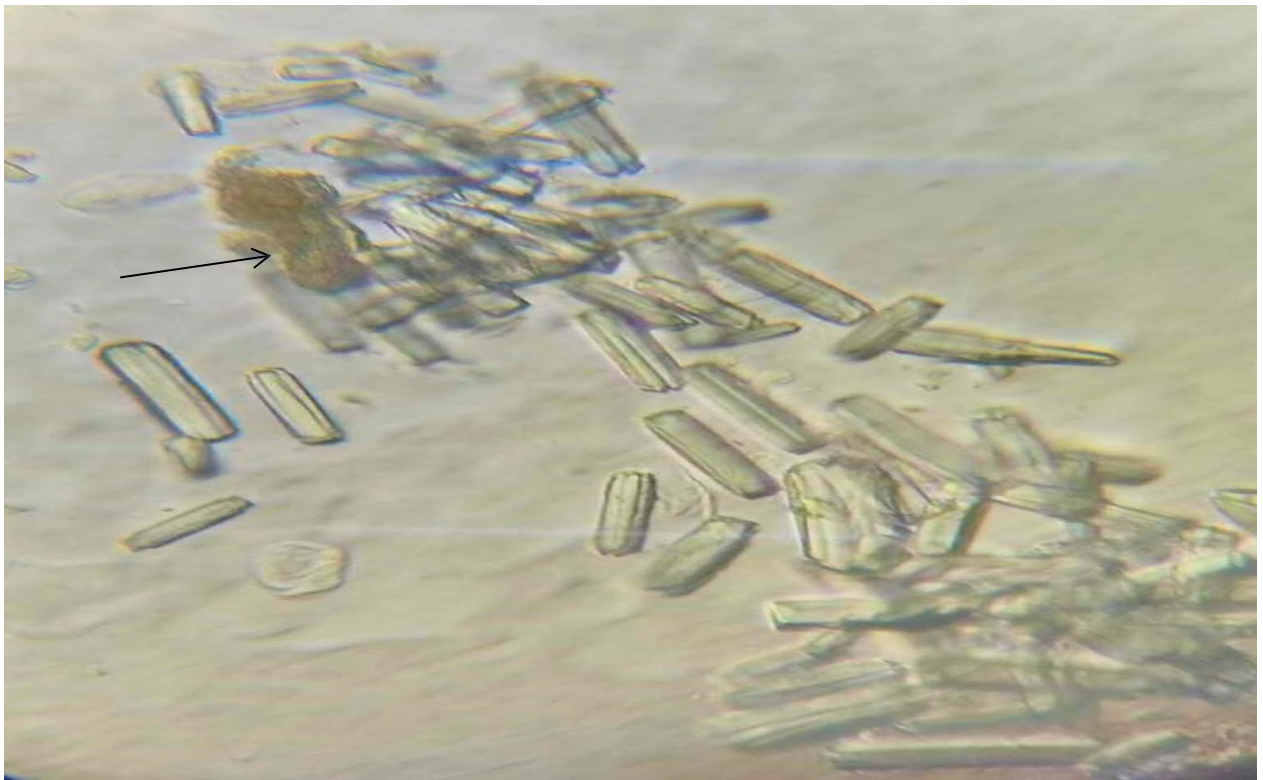
Cristaux (Photo personnelle, 2025)



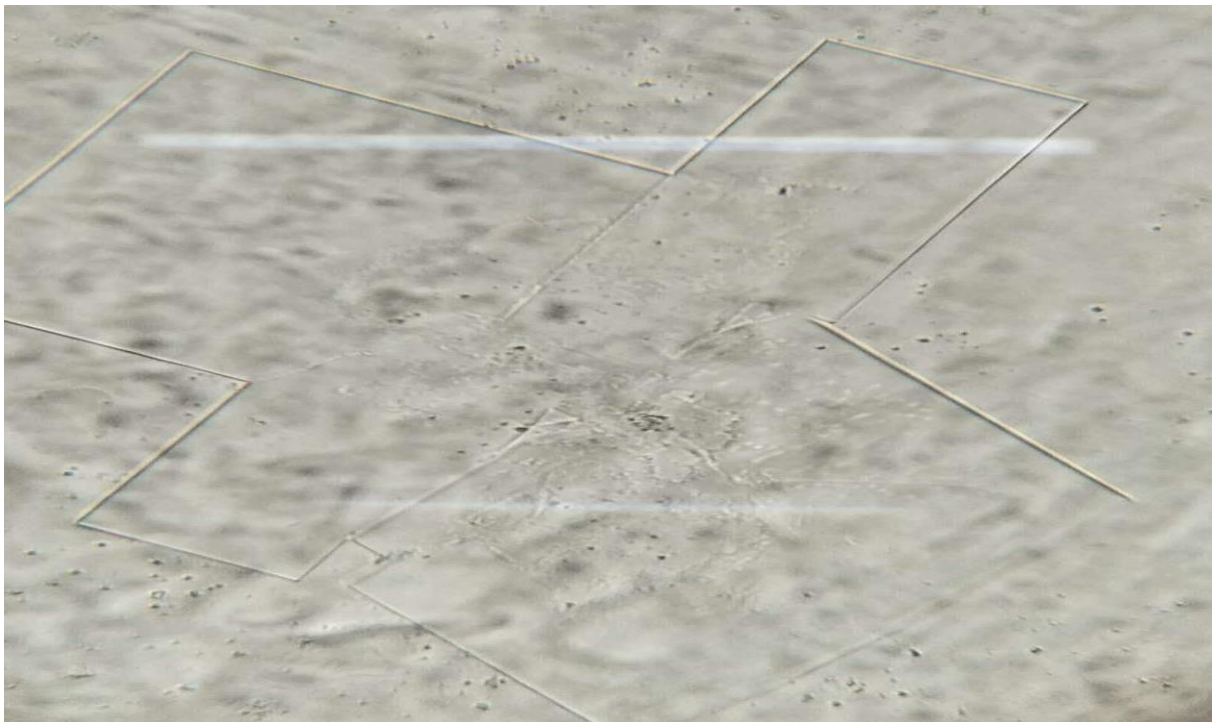
Crystal-triple phosphate (Photo personnelle, 2025)



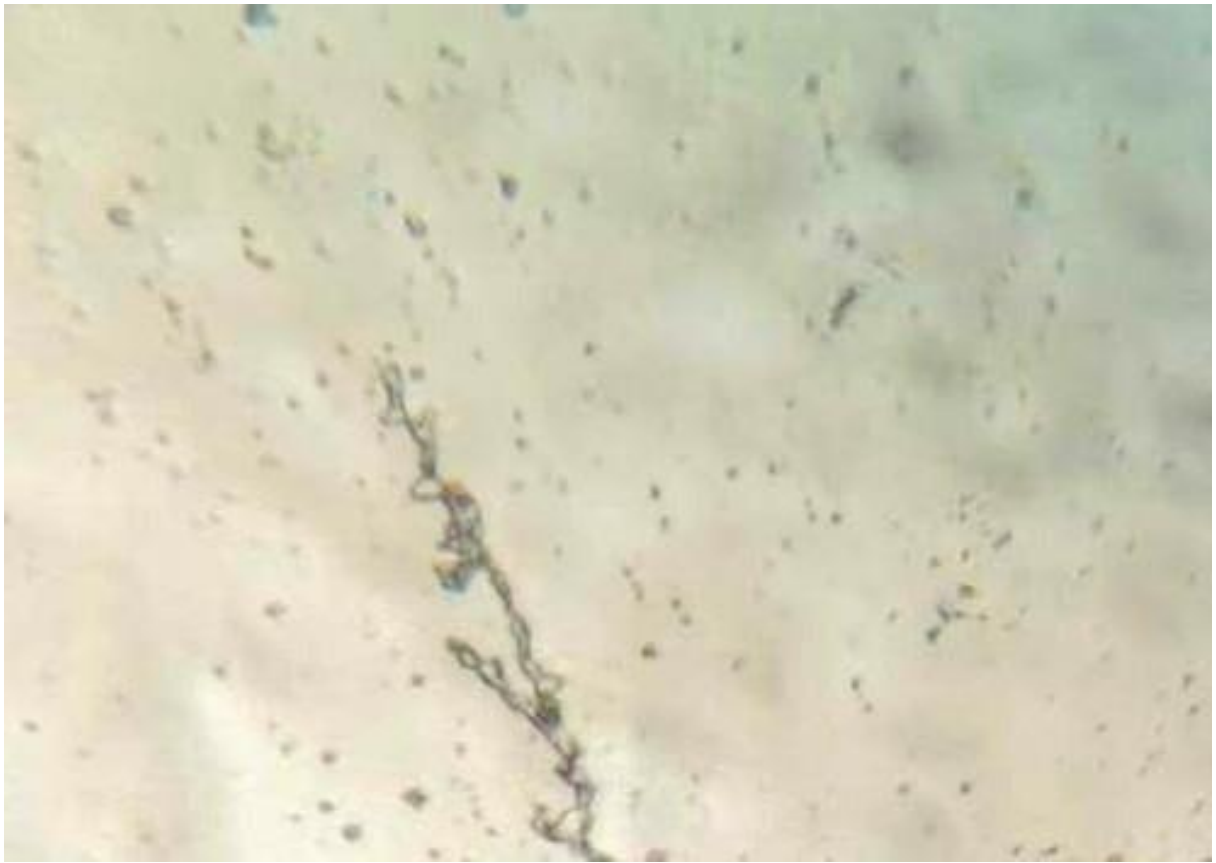
Phosphate de calcium (Photo personnelle, 2025)



Cylindre lipidique (Photo personnelle, 2025)



Cholestérol (Photo personnelle, 2025)



Levures (Photo personnelle, 2025)