

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



جامعة ابن خلدون تيارت
UNIVERSITE IBN KHALDOUN – TIARET
معهد علوم البيطرة
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
قسم الصحة الحيوانية
DEPARTEMENT DE SANTE ANIMALE



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire.

Présenté par : MECHRI Kheira.

Thème

**Maitrise des Techniques de Laboratoire et Intérêt du
Diagnostic Paraclinique en Médecine Vétérinaire**

Soutenu le 02 / 07 /2024

Jury :

Grade

Président : CHIKHAOUI Mira

Professeur

Encadrant : SMAIL Fadhéla

Maitre de conférences A

Examineur : BOURABAH Akila

Professeur

Année universitaire 2023-2024

REMERCIEMENTS

TOUT D'ABORD, JE REMERCIE ALLAH LE TOUT PUISSANT, POUR M'AVOIR DONNÉ LE COURAGE, LA VOLONTÉ ET LA PATIENCE NÉCESSAIRES POUR RÉALISER CE TRAVAIL APRÈS UN LONG PARCOURS ET DES ANNÉES D'ÉTUDE.

JE TIENS À EXPRIMER TOUTE MA RECONNAISSANCE ET GRATITUDE À MON ENCADRANT MADAME SMAIL FADHÉLA. JE LA REMERCIE DE M'AVOIR ORIENTÉ, AIDÉ ET SUIVI TOUT AU LONG DE CETTE PÉRIODE PAR SES CONSEILS, SES ÉCRITS ET SES CRITIQUES QUI ONT GUIDÉ MES RÉFLEXIONS ET RÉPONDU À MES QUESTIONS DURANT MES RECHERCHES.

JE REMERCIE AUSSI LES MEMBRES DE JURÝ PR CHIKHAOUI MIRA ET PR BOURABAH AKILA D'AVOIR ACCEPTÉ DE JUGER NOTRE TRAVAIL.

JE REMERCIE MES TRÈS CHERS PARENTS, MES SCEURS, MES AMIES ET COLLÈGUES.

J'ADRESSE MES SINCÈRES REMERCIEMENTS À TOUS LES ENSEIGNANTS, TOUTES LES PERSONNES AYANT INTERVENU DANS CE TRAVAIL. LE PERSONNEL DE L'INSTITUT DES SCIENCES VÉTÉRINAIRES DE TIARET SURTOUT L'INGÉNIEUR DE LABORATOIRE FAIZA, LES EMPLOYÉS DE LA BERGERIE DE L'INSTITUT ET DU SERVICE DE PATHOLOGIES DES CARNIVORES.

Dédicaces

Avant tout, je remercie Dieu de m'avoir donné la force, la chance et la patience d'arriver jusque-là.

À ma force après Dieu, à celle qui était mon espoir et la lumière de ma vie, « à ma chère maman TIGHRANIA ». Aujourd'hui, maman peut dire que « L'étoile de son rêve brille enfin ».

Au premier homme de ma vie, à celui qui m'a tracé le parcours et m'a donné sans limites « mon chère papa BACHIR ».

À mes princesses et mon sucre de vie « Mes chères sœurs CHAÏMA, MAREÏM, ASMAA et TITA » Que Dieu vous protège pour moi. Merci pour votre amour, votre soutien et votre encouragement.

Ma belle chatte VIEUSE, ma fidèle compagne et meilleure amie.

Je remercie tous mes Ami(e)s que j'aime tant, Fadila, Aminá, Zabrá, Mouná, Asmá, Hanna, Liná, Fayza, Inchi, Façimá, Asmá et mes collègues du groupe 7 pour leur sincère amitié et confiance, et à qui je dois ma reconnaissance et mon attachement. Que Dieu les protège tous.

Merci de m'avoir accompagné tout au long de ce parcours et pour les souvenirs incoubliables.

الملخص

الهدف من مشروع السنة النهائية هذا هو إظهار دور التقنيات المخبرية وقيمتها في التشخيص شبه السريري في الطب البيطري. في الجزائر، تعتبر التحاليل المخبرية مهملة أو غير مهمة بالنسبة لبعض الجراحين البيطريين، إما لأسباب اقتصادية أو بسبب عقلية بعض الممارسين الذين يعتقدون أن "العمل الميداني لا يتطلب الفحص المخبري". وبالتالي، فإن هذا الوضع يبرر عدم فعالية العلاج في بعض الحالات المرضية، خاصة تلك التي تظهر عليها أعراض متشابهة تقريبًا إن الهدف من هذه الدراسة هو تزويد الممارسين والطلاب بالمعلومات الأساسية عن الطرق والتقنيات المخبرية، خاصة في علم الدم والكيمياء الحيوية، من أجل تسهيل تعلم وفهم نتائج الفحوصات وتفسيرها، مما يؤدي إلى دقة التشخيص السريري وتأكيداته

في الختام، نظرًا لأهمية المختبر البيطري لصحة الحيوان والصحة العامة وسلامة الأغذية، نود أن نشجع الجراحين البيطريين على المشاركة بنشاط أكبر في هذا المجال

الكلمات المفتاحية : الكيمياء الحيوية ؛ علم الدم ؛ التشخيص السريري؛ الطب البيطري ؛ الصحة الحيوانية ؛ الصحة العمومية ؛ تقنيات المختبر

Résumé

Ce projet de fin d'études a pour objectif de montrer le rôle des techniques de laboratoire et leur intérêt dans le diagnostic paraclinique en médecine vétérinaire. En Algérie, les analyses de laboratoire sont négligées ou sont sans importance pour certains vétérinaires et ce pour des raisons économiques ou à cause de la mentalité de certains praticiens pensant que « le métier de terrain ne nécessite pas un examen de laboratoire ». Par conséquent, cette situation justifie l'inefficacité de traitement dans certains cas de maladies, notamment celles qui se manifestent par des symptômes presque semblables.

Cette étude vise à présenter au praticien et à l'étudiant les informations de base sur les méthodes et les techniques de laboratoire essentiellement en hématologie et biochimie afin de faciliter l'apprentissage et la compréhension des résultats d'analyses et ainsi que leur interprétation conduisant ainsi à la précision et à la confirmation du diagnostic clinique.

En conclusion, suite à l'importance du laboratoire vétérinaire pour la santé animale, la santé publique et la sécurité alimentaire, nous souhaitons inciter les vétérinaires à s'engager plus activement dans ce domaine.

Mots clés : Biochimie ; hématologie ; diagnostic clinique ; médecine vétérinaire, santé animale, santé publique ; techniques de laboratoire.

Summary

The aim of this final year project is to demonstrate the role of laboratory techniques and their value in paraclinical diagnosis in veterinary medicine. In Algeria, laboratory analyses are neglected or unimportant for some veterinary surgeons, either for economic reasons or because of the mentality of some practitioners who believe that "field work does not require laboratory examination". Consequently, this situation justifies the ineffectiveness of treatment in certain cases of disease, particularly those which manifest themselves by almost similar symptoms.

The aim of this study is to provide practitioners and students with basic information on laboratory methods and techniques, mainly in haematology and biochemistry, in order to make it easier to learn and understand test results and their interpretation, thus leading to the accuracy and confirmation of clinical diagnoses.

In conclusion, given the importance of the veterinary laboratory for animal health, public health and food safety, we would like to encourage veterinary surgeons to become more actively involved in this field.

Key words: Biochemistry; haematology; clinical diagnosis; veterinary medicine, animal health, public health; laboratory techniques.

Table des matières

RemerciementS	Erreur ! Signet non défini.
Dédicaces	Erreur ! Signet non défini.
المخلص	IV
Résumé	III
Summary	Erreur ! Signet non défini.
Liste des tableaux	VIII
Liste des figures	X
Liste des abbréviations	XI
Introduction	1
PARTIE I : Synthèse bibliographique	Erreur ! Signet non défini.
I. Conception du laboratoire	10
1. Installation d'un bâtiment	10
2. Plans et Organisation du laboratoire	12
II. Equipement	17
1. Spectrophotomètre	17
2. Photomètre à flamme	19
3. Centrifugeuse	20
4. Automate d'hématologie	22
5. Microscope	24
6. Réfractomètre	25
III. Standard et contrôle de qualité	26
1. Unités de mesures	26
2. Contrôle de qualité	29
3. Calibration	29
4. Références et valeurs normales	29
IV. Règles générales et réglementation	30
1. La charge de travail au laboratoire	30
2. Les règles générales	31
V. Techniques de diagnostic	34
1. Prélèvement	34
1.1. Généralités	34
1.2. Les prélèvements	35

2. Les résultats	40
2.1. Les étapes de résultat.....	40
2.2. Les erreurs analytiques	40
3. Hématologie	41
3.1. Formule-numération sanguine.....	41
3.2. Les techniques manuelles.....	42
3.2.1. Frottis sanguin	42
3.2.2. La cellule Malassez	49
3.2.3. La pipette de Potain.....	50
3.3. Les globules rouges.....	51
3.3.1. Les réticulocytes.....	51
3.3.2. Les érythrocytes	51
3.4. Les globules blancs	53
3.5. Les plaquettes	59
3.6. Hémostase	60
3.6.1. Méthode de Duke	61
3.6.2. L'hémostase secondaire	61
3.7. Vitesse de sédimentation (VS)	62
4. Partie Biochimie	64
4.1. Contrôle de qualité.....	64
4.2. Calibration	64
4.3. Les techniques de mesures	65
4.3.1. La colorimétrie	65
4.3.2. Photométrie de flamme	66
4.4. L'alanine aminotransférase (ALAT)	66
4.5. Les Phosphatases Alcalines (PAL)	67
4.6. La Gamma-Glutamyl Transférase (GGT).....	68
4.7. Glucose	69
4.8. Bilirubine totale	71
4.9. Urée.....	74
4.10. Créatinine.....	75
4.11. Sodium et potassium	80
4.12. Calcium et Phosphore.....	80

5. Examen des urines.....	82
5.1. Les bandelettes urinaires	82
5.2. Sédiments urinaires.....	87
5.3. La densité urinaire	87
5.4. Détection des sels biliaires dans l'urine	89
PARTIE PRATIQUE.....	91
1. Objectifs	91
2. Lieu de travail.....	91
3. Matériel utilisé.....	91
4. Etude de cas	95
Conclusion.....	135
Références bibliographiques	136

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les grandeurs et les unités	28
Tableau 2 : La réglementation pour élimination des déchets.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 3 : Les paramètres liés aux prélèvements.....	34
Tableau 4 : Les tubes et leur utilisation	35
Tableau 5 : Les modifications de l'urine à température ambiante.....	37
Tableau 6 : presente les modification de l'urine a temperature ambiante	38
Tableau 7 : Pathologies qui indiquant par l'augmentation de PGE.....	55
Tableau 8 : Pathologie se manifestant par l'augmentation ou diminution des lymphocytes.	57
Tableau 9 : Variations pathologiques du nombre de monocytes	59
Tableau 10 : Facteurs influencent la glycémie chez les chiens et les chats	71
Tableau 11 : Pathologies liées à l'augmentation du sodium et potassium).....	79
Tableau 12 : Pathologies liées à l'augmentation du calcium et du phosphore	81
Tableau 13 : Intérêt et interprétation des différentes plages réactives des bandelettes urinaires	83
Tableau 14 : Les espèces animales incluses dans cette étude	91
Tableau 15 : Les résultats des dosages Biochimies	95
Tableau 16 : Les résultat de dosage avec les valeurs usuelles	97
Tableau 17 : Les résultats de dosage de la pouliche	98
Tableau 18 : Les résultats de dosage avec les valeurs de référence	99
Tableau 19 : Les résultats de frottis sanguin.....	100
Tableau 20 : Les résultats de dosage.....	101
Tableau 21 : Les résultats de laboratoire de la pouliche avec les valeurs de référence	101
Tableau 22 : Les résultats des paramètres Biochimies.....	104
Tableau 23 : Les résultats de dosage avec les valeurs de référence de la vache gestante.....	105
Tableau 24 : Les résultats de la FNS manuelle	107
Tableau 25 : Les résultats de dosage	107
Tableau 26 : Les résultats de laboratoire de la vache avec un problème oculaire	108
Tableau 27 : Les résultats de l'observation de la lame d'une vache à RPT.....	111
Tableau 28 : Les résultats de dosage.....	111
Tableau 29 : Les résultats des analyses sanguines de la vache à RPT.....	112
Tableau 30 : Les résultats de lecture du frottis sanguin chez la brebis	115
Tableau 31 : Les résultats de dosage.....	115
Tableau 32 : Les résultats hémato-Biochimies avec les valeurs usuelles de la brebis	116
Tableau 33 : Les résultats de dosage.....	118
Tableau 34 : les résultats de laboratoire d'une chèvre avec les valeurs de référence.....	118
Tableau 35 : Les résultats de la FNS manuelle.....	120
Tableau 36 : Les résultats de dosage.....	120
Tableau 37 : les résultats des examens de laboratoire avec les valeurs usuelles	121
Tableau 38 : Les résultats d'observation de la lame.....	124
Tableau 39 : Les résultats de dosage.....	125
Tableau 40 : Les résultats de laboratoire de Carla avec les valeurs de référence.....	125
Tableau 41 : Les résultats de biochimie de Rosa	128

Tableau 42 : Les résultats de dosage avec les valeurs de référence Rosa.....	128
Tableau 43 : Les résultats d'observation de la lame.....	131
Tableau 44 : Les résultats de dosage de Pitch.....	131
Tableau 45 : Les résultats de laboratoire avec les valeurs de référence	132

Liste des figures

Figure 1 : Principe de spectrophotomètre.....	18
Figure 2 : Principe de photométrie de flamme (Valdiguié, 2000)	20
Figure 3 : Centrifugeuse a main	21
Figure 4 : centrifugeuse électrique oblique Figure 5 centrifugeuse électrique horizontal	22
Figure 6 : automate vétérinaire.....	24
Figure 7 : un microscope	25
Figure 8 : un refractomètre	26
Figure 9 : Grandeur et unites et les symboles	27
Figure 10 : Les préfixe et les symboles et facteur de multiplication.....	27
Figure 11 : Etiquetage des réactifs et des produits chimiques	32
Figure 12 : Les couleurs des tubes (Médaille, 2011)	36
Figure 13 : Tube avant et après centrifugation.....	36
Figure 14 : angle d'entrée	
Figure 15 : l'application de Cystocentese	38
Figure 16 : la technique de la frottis seanguin.....	44
Figure 17 : comporter les différentesragions d'un frottis et larégions d'observation	45
Figure 18 : la technique de lecture en méandre.....	46
Figure 19 : les différents types du globule blanc	48
Figure 20 : la cellule de malazssez.....	50
Figure 21 : tube de westergreen(gradué).....	63
Figure 22 : origine de la glycémie.....	69
Figure 23 : production et transport de la bilirubine.....	73
Figure 24 : schémas récapitulatif sur l'ictère	74
Figure 25 : test de privation hydrique	Erreur ! Signet non défini.
Figure 26 : le materiel tilise dans la partie pratique	92
Figure 33 : FNS de la pouliche.....	95
Figure 36 : FNS de la pouliche.....	100
Figure 42 : les résultats de FNS	106
Figure 46 : FNS	114
Figure 49 : FNS du chien	119
Figure 50 : observation sur microscope	120
Figure 52 : les résultats de FNS	124
Figure 53 : FNS d'une cheinne	127
Figure 55 : les résultats de FNS d'un chein	130
Figure 56 : observation sur microscope	131

Liste des abréviations

ALAT : Alanine aminotransférase
ASAT : Aspartate aminotransférase
C° : Degrés Celsius
CCMH : Concentration Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine
CQ : Contrôle Qualité
EDTA : Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid
FCR : Force Centrifuge Relative
GB : Globule Blanc
GGT : Gamma-Glutamyl Transférase
GR : Globule Rouge
HB : Hémoglobine
HCT : Hématocrite
PAL : Phosphatase alcaline
RPM : Révolution Par Minute
SI : Sigle International
TB : Tuberculose
TCK : Temps de Céphaline +Kaolin
UVC : Unité de Vente Consommateur
V : Vitesse
VGM : Volume Globulaire Moyen

Introduction

Les laboratoires d'analyse vétérinaire jouent un rôle crucial dans la santé animale en fournissant des services de diagnostic précis et fiables. Ils permettent aux vétérinaires d'identifier les causes des maladies animales, de surveiller l'état de santé des animaux, l'efficacité thérapeutique et de garantir la sécurité des produits alimentaires d'origine animale.

On souligne l'importance de l'efficacité thérapeutique et de l'investissement dans le domaine de la biologie clinique, et on détermine la relation entre ces deux qui est représentée par le vétérinaire et le propriétaire. Le praticien vétérinaire se trouve confronté à des situations, parfois, difficiles à cause du manque de moyens qui lui permettent d'évoluer dans son métier. La mentalité de l'éleveur constitue aussi une contrainte à laquelle le vétérinaire doit faire face afin de garantir une démarche clinique et diagnostique correcte.

Le laboratoire englobe des méthodes et des techniques qui sont distinguées en différentes sections telles l'hématologie, la biochimie, la microbiologie, la parasitologie, l'endocrinologie...La maîtrise correcte de ces techniques assure donc un diagnostic précis ou, du moins, orientable.

Il est connu que les tests de laboratoire sont coûteux bien que parfois ne donnent pas des résultats déterminants. Cependant, certaines techniques, notamment celles qui sont manuelles ne nécessitent pas des appareils très chers. Donc le choix dans l'usage d'une technique d'analyse ne dépend pas autant de son coût que de sa précision et de son efficacité. Ainsi, le vétérinaire peut aisément installer un petit laboratoire au niveau de son cabinet afin d'effectuer quelques tests utiles.

Notre principal objectif, à travers cette étude, est de mettre au point une stratégie permettant d'adopter les techniques et les méthodes de base de laboratoire dans un intérêt paraclinique associé à l'examen clinique effectué par le vétérinaire, afin d'orienter le diagnostic en médecine vétérinaire et de le confirmer.

La première partie de ce travail consiste en une synthèse bibliographique qui fournira des informations précieuses et consistantes sur le laboratoire et les techniques d'analyses de base.

Dans la deuxième partie, nous avons tenté de présenter quelques cas cliniques chez les différents animaux domestiques et des illustrations dans la pratique des techniques de laboratoire pour confirmer la suspicion du diagnostic clinique.

I. Conception du laboratoire

1. Installation d'un bâtiment

1.1.Éclairage et ventilation

Il est important de garantir une ventilation adéquate dans toutes les parties du laboratoire. Il est recommandé d'installer les fenêtres loin des sources de bruit, comme les zones d'attente ou de passage. Une zone bien ventilée doit avoir un taux de renouvellement d'air de 20 changements d'air par heure (CAH) minimum.

En complément, une source de lumière artificielle UVC (254 nm) peut être utilisée **(Laboratoire MSF, 2018)**

1.2.Les surfaces

Les surfaces doivent être horizontales, lisses, sans fissures, trous ou joints, car les débris peuvent s'y accumuler et devenir des sources de contamination difficiles à désinfecter. Les murs intérieurs doivent être imperméables, lavables et avoir une hauteur minimale de 1,5 m. Les surfaces des paillages doivent être claires et uniformes. Les peintures recommandées à l'huile ou le carrelage céramique **(Laboratoire MSF, 2018)**

Ce local requiert un sol surélevé afin d'empêcher l'infiltration de poussières et de sable. Un sol en ciment peint est idéal, car il facilite le nettoyage et l'entretien **(Pierson, 2001)**.

1.3.Surface de travail

Les paillages doivent avoir une hauteur de 86 à 90 cm, ce qui permet un travail confortable debout ou assis. La profondeur standard des paillages est de 60 cm.

Les matériaux privilégiés pour les paillages de laboratoire sont la résine époxy, l'acier inoxydable et le plastique laminé haute pression. En cas de difficulté d'approvisionnement des matériaux mentionnés ci-dessus, le verre épais (13 mm) ou le carrelage céramique peuvent être utilisés comme alternatives **(Laboratoire MSF, 2018)**.

1.4. Mobilier

Le mobilier de laboratoire doit être idéalement résistant aux solutions acides, aux bases, aux solvants, à la chaleur et imperméable.

- Des chaises à hauteur réglable sont essentielles pour le confort du microscopiste, favorisant sa concentration, réduisant la fatigue et lui permettant une posture correcte devant le microscope (**Laboratoire MSF, 2018**).
- Une armoire de rangement est indispensable pour le matériel et les réactifs. Certains réactifs étant photosensibles, ils doivent être conservés dans un endroit sombre (**Pierson, 2001**).

1.5. Les portes

L'installation de panneaux vitrés est recommandée. Les portes doivent être résistantes au feu et dotées d'un système de fermeture automatique (**Laboratoire MSF, 2018**).

1.6. Stockage

Afin d'éviter l'encombrement des paillasse, il est recommandé d'installer des étagères au-dessus de la paillasse pour ranger le matériel courant (**Laboratoire MSF, 2018 ; Pierson, 2001**).

Un espace de stockage supplémentaire est nécessaire pour le matériel à usage moins fréquent. Ce dernier doit être situé hors de la zone de travail principale du laboratoire (**Laboratoire MSF, 2018**).

1.7. Source de courant

Une alimentation électrique de 110/220 V doit être disponible pour assurer la continuité du travail en laboratoire. Les prises doivent être situées à une distance minimale d'un mètre des points d'eau. Certains instruments, tels que les réfrigérateurs, congélateurs, incubateurs et banques de sang, nécessitent une protection et une alimentation électrique continue (**Laboratoire MSF, 2018**).

1.8.Eau

L'eau filtrée, bien qu'exemptée de particules, peut parfois contenir des agents chimiques solubles ou des bactéries. Le meilleur système de filtration à chandelles ou l'utilisation d'eau en bouteille filtrée. L'eau filtrée est essentielle pour la préparation des réactifs, le rinçage des lames, les colorations, etc...

En cas de coupures d'eau fréquentes, un réservoir d'eau d'une capacité suffisante pour couvrir deux jours de consommation est nécessaire (**Laboratoire MSF, 2018**).

L'idéal est d'avoir trois éviers au laboratoire. Un évier pour le lavage des mains à la sortie. Un évier à vasque profonde (minimum 15 cm) et carrée, avec un robinet surélevé, dédié aux colorations et au lavage du matériel de laboratoire (**Laboratoire MSF, 2018**) et un évier à commande non manuelle pour la salle d'autopsie (**Hervé et al, 2018**).

1.9. Salle d'autopsie

La salle d'autopsie doit disposer d'un espace suffisant pour accueillir le matériel nécessaire aux autopsies. Le mobilier doit être facilement nettoyable, désinfectable et résistant à l'eau de Javel concentrée à 2% minimum.

Des meubles spécifiques doivent être prévus pour le rangement du matériel d'autopsie.

Un ou plusieurs appareils d'euthanasie doivent être présents.

Une table d'autopsie à hauteur variable, facile à nettoyer et à désinfecter, doit être installée à proximité de la paillasse. La table doit être équipée d'un mitigeur non manuel (**Hervé et al, 2018**)

2. Plans et Organisation du laboratoire

Les laboratoires d'analyse vétérinaire, à l'instar des laboratoires d'analyses de biologie médicale, réalisent divers tests, notamment des analyses microbiologiques, Biochimies, hématologiques et parfois histologiques, à partir de prélèvements animaux. Ils se composent généralement de plusieurs pièces spécialisées, dont les fonctions et les caractéristiques varient selon les activités spécifiques qu'elles abritent (**Hervé et al 2018**).

2.1. Les différentes pièces du laboratoire

Les pièces des laboratoires d'analyse vétérinaire partagent les caractéristiques fondamentales des salles des laboratoires d'analyses de biologie médicale (**Hervé et al, 2018**).

2.1.1. Le local de réception des clients

Le personnel du local de réception accueille les clients et réceptionne les échantillons, qu'il s'agisse d'animaux morts ou vivants.

Pour les animaux de compagnie, les prélèvements nécessaires sont généralement effectués par leur vétérinaire avant leur arrivée au laboratoire (**Hervé et al, 2018**).

Les animaux sont déposés dans des conteneurs désinfectables et sécurisés pour éviter les morsures, griffures et la dispersion. Ces conteneurs sont ensuite transférés vers la salle de tri dans les meilleurs délais.

Le local de réception doit être situé à proximité de l'entrée principale et de la salle de tri des échantillons, et facilement accessible depuis le secrétariat (**Hervé et al, 2018**).

2.1.2. Pièces techniques

2.1.2.1. La salle de tri des échantillons

La salle de tri reçoit les échantillons provenant du local d'accueil.

Le personnel de la salle de tri enregistre et codifie toutes les analyses à réaliser sur les échantillons. Cette étape cruciale requiert une grande concentration pour éviter les erreurs. Si nécessaire, les échantillons peuvent être reconditionnés avant d'être distribués aux différentes salles techniques (**Hervé et al, 2018**).

Remarque : Avant d'être envoyés aux salles techniques, certains échantillons peuvent subir un traitement préliminaire, comme la centrifugation de tubes de sang

La salle de tri doit être située à proximité des salles techniques et du local d'accueil pour faciliter la circulation des échantillons (**Hervé et al 2018**)

La conception de la salle de tri doit s'inspirer des principes d'aménagement des laboratoires d'analyses de biologie médicale.

La surface disponible doit être suffisante pour accueillir un nombre adéquat de conteneurs d'animaux et de postes de travail **(Hervé et al, 2018)**.

2.1.2.2. La salle d'autopsie

La salle d'autopsie est un espace dédié à la pratique d'autopsies sur des animaux, à des fins diagnostiques ou de recherche. Elle comprend des zones distinctes pour la réception des animaux (vivants ou cadavres), leur sacrifice et la réalisation des autopsies elles-mêmes.

Les autopsies sont réalisées par des techniciens qualifiés qui suivent des procédures rigoureuses pour garantir la précision et la sécurité **(Hervé et al, 2018)**.

Les animaux sont ouverts selon des techniques spécifiques et observés attentivement à la recherche de lésions pathologiques. Des échantillons de tissus et d'organes sont prélevés et envoyés aux différentes salles techniques pour des analyses complémentaires.

L'opérateur qui pratique l'autopsie est exposé à un risque de contamination par des agents biologiques.

Des mesures de protection strictes, telles que le port de vêtements et d'équipements de protection individuelle adéquats, doivent être mises en place pour minimiser ce risque **(Hervé et al, 2018)**.

Le travail dans la salle d'autopsie est organisé selon des étapes spécifiques :

- Collecte des animaux
- Euthanasie des animaux, si nécessaire
- Réalisation des autopsies avec les instruments appropriés
- Prélèvement d'échantillons pour des analyses ultérieures et envoi aux salles techniques
- Enregistrement précis des résultats de l'autopsie
- Marquage des cadavres suspects de contamination par des agents biologiques des groupes 3 ou 4, en mentionnant la maladie probable **(Hervé et al, 2018)**.

L'accès à la salle d'autopsie est restreint au personnel autorisé du laboratoire.

La salle d'autopsie doit être située à proximité de la salle de tri des échantillons, des salles techniques, du secrétariat, de la laverie et de la salle d'entreposage des déchets (**Hervé et al, 2018**).

2.1.2.3. Salle hors microbiologie

Cette pièce est dédiée aux analyses ne nécessitant pas un environnement stérile, tel que les analyses Biochimies ou hématologiques (**Hervé et al, 2018**).

2.1.3. Salle d'entreposage des déchets

Cet espace est dédié au stockage des déchets générés par les activités du laboratoire (**Hervé et al, 2018**).

2.1.4. Bureaux

Ces espaces sont destinés au travail administratif du personnel du laboratoire (**Kouokam, 2019**)

2.1.5. Salles de stockage

Ces pièces servent à entreposer les réactifs, les consommables et les matériels nécessaires aux analyses.

2.1.6. Installations sanitaires

Des toilettes et des éviers facilement accessibles doivent être mis à la disposition du personnel du laboratoire.

Ces installations doivent répondre aux normes d'hygiène et de salubrité (**Hervé et al, 2018**).

2.1.7. Salle d'entreposage des produits d'entretien

Cet espace est dédié au stockage des produits d'entretien et de désinfection utilisés dans le laboratoire (**Kouokam, 2019**).

2.2. Les laboratoires

Les échantillons reçus au laboratoire sont enregistrés et analysés selon différentes méthodes, telles que la microscopie, la coloration, la préparation de frottis, etc.

Le laboratoire est divisé en plusieurs sections distinctes, chacune ayant sa propre organisation, sa structure et son fonctionnement autonome.

Les principales sections comprennent la microbiologie, la biochimie-hématologie et la parasitologie.

2.2.1. La section de microbiologie

La section de microbiologie réalise des analyses bactériologiques, mycologiques, parasitologiques et virologiques.

Les locaux de cette section doivent répondre à des exigences strictes de biosécurité : sols et murs lisses et imperméables, résistants aux agents de nettoyage et aux désinfectants. Paillasse de taille adéquate pour accueillir le matériel nécessaire. Évier à commande non manuelle (**Hervé et al, 2018**).

2.2.2. La section de biochimie

La section de biochimie effectue des analyses qualitatives et quantitatives sur divers liquides biologiques (sang, sérum/plasma, urine, selles, etc.).

Les substances analysées sont variées, allant des molécules simples aux enzymes et hormones complexes.

La précision des analyses est importante pour éclairer les décisions médicales. Pour garantir cette précision, il est indispensable d'utiliser des méthodes analytiques standardisées, des équipements de qualité supérieure et un personnel analytique compétent (**Hervé et al, 2018**).

2.2.3. La section de parasitologie

Les tests sont réalisés pour trouver les parasites externes ou internes. Les méthodes de diagnostic utilisées, dans ce cas, sont des examens quantitatifs et qualitatifs.

II. L'équipement

1. Spectrophotomètre

Le spectrophotomètre est un instrument utilisé pour déterminer la concentration d'une substance spécifique dans un échantillon clinique. Il fonctionne en comparant la quantité de lumière absorbée par l'échantillon à celle absorbée par une solution standard contenant une quantité connue de la substance à analyser. La plupart des tests spectrophotométriques reposent sur la loi de Beer-Lambert, qui stipule que dans des conditions optimales, l'absorbance d'une solution à une longueur d'onde donnée est proportionnelle à sa concentration et à la longueur du trajet optique de la lumière à travers la solution (Laboratoire MSF, 2018).

La loi de Beer-Lambert présentée par Bernard se résume comme suit : une cuve contenant une solution d'une substance à une concentration donnée (C). Un faisceau de lumière monochromatique (d'une seule couleur) d'intensité initiale (I_0) traverse la cuve. Une partie de la lumière est absorbée par la substance, tandis que le reste (I) traverse la cuve. La quantité de lumière absorbée ($I_0 - I$) est proportionnelle à la concentration de la substance et à la longueur du trajet optique (l) de la lumière dans la solution (**Kouokam, 2019**).

$$I = I_0 e^{-\epsilon cl} \quad \text{ou} \quad \log \frac{I_0}{I} = \epsilon cl$$

ϵ = Coefficient d'extinction moléculaire à la longueur d'onde choisie

$\log \frac{I_0}{I}$ = Absorbance ou densité Optique D_0

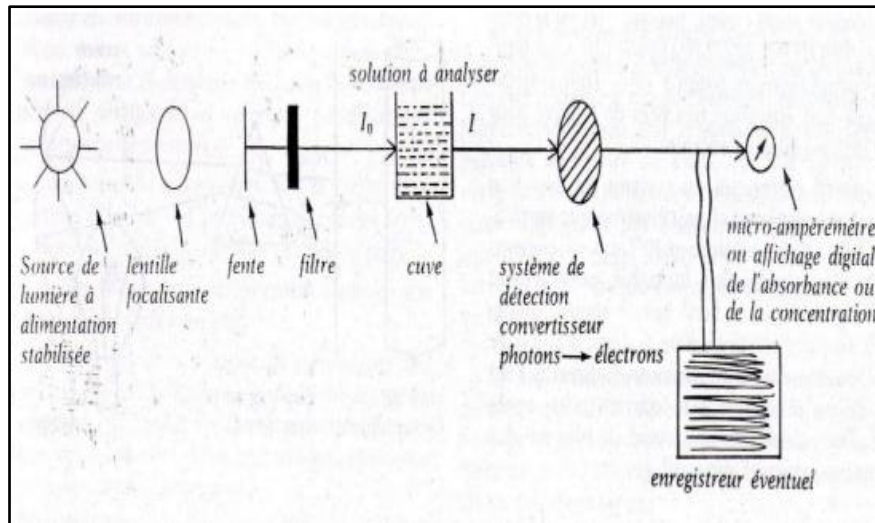


Figure 1 : Principe du spectrophotomètre

Utilisation du spectrophotomètre :

- Placez l'appareil sur une surface plane et stable, à l'abri de la lumière directe du soleil.
- Élaborer et mettre à disposition des POS écrites.
- Sélectionnez la cuvette appropriée pour le test et assurez-vous qu'elle est propre, sèche, exempte de traces de doigts et de rayures.
- Avant d'allumer le spectrophotomètre et le laisser s'équilibrer pendant au moins 15 minutes, assurez-vous qu'aucune cuvette ne se trouve à l'intérieur pendant cette phase.
- Il est important de vérifier que la solution d'échantillon est exempte de bulles et qu'elle est à la température recommandée.
- Le spectrophotomètre doit être calibré régulièrement selon les instructions du fabricant et les exigences de chaque méthode de test.
- En cas de renversement de liquide, nettoyez immédiatement l'appareil avec un chiffon imbibé d'eau et de détergent. Évitez les solvants organiques.
- Pour protéger la lampe à longue durée, éteignez le spectrophotomètre lorsque vous ne l'utilisez pas. Laissez la lampe refroidir avant de rallumer l'appareil (**Laboratoire MSF, 2018**)

2. Photomètre à flamme

Le photomètre à flamme est un instrument utile pour mesurer la quantité de lumière émise à une longueur d'onde spécifique par les atomes excités de l'élément recherché dans l'échantillon, permettant ainsi de déterminer sa concentration. Il nécessite un échantillon liquide pour la nébulisation. La technique se base sur la spectroscopie d'émission de flamme

Avantage de photomètre à flamme : **(Valdigué, 2000)**.

Les photomètres à flamme sont des instruments faciles à utiliser. Ils sont également précis et peuvent mesurer des concentrations d'éléments très faibles.

Inconvénients du photomètre à flamme :

Les photomètres à flamme ne peuvent mesurer qu'un seul élément à la fois. Ils nécessitent également des échantillons liquides et ne peuvent pas être utilisés pour analyser des solides. L'équipement est toujours composé de quatre éléments essentiels : **(Valdigué, 2000)**.

a- Nébuliseur

Il offre la possibilité d'envoyer la solution sérique ou urinaire ou tout autre liquide biologique dans la flamme, sous forme d'un aérosol combiné de petites gouttelettes.

Chaudière : en étroite collaboration avec le nébuliseur, il emploie généralement du butane ou du propane qui fournissent une flamme proche de 2000°C. En connecté avec le nébuliseur

b- Analyseur optique

La fréquence des photons émis est spécifique au métal vaporisé. On sélectionne la raie la plus caractéristique et la plus intense de chaque métal **(Valdigué, 2000)**.

c- Dispositif de mesure

Les composants incluent le système de conversion du signal électrique en affichage numérique en mmol/l, avec déduction automatique du signal de l'étalon, les phototubes d'amplification et les cellules photoélectriques.

d- La praticabilité de l'appareillage est considérablement améliorée grâce à leur utilisation :

passer d'échantillons, diluteur automatique, imprimante, connecté avec un système informatique (Valdigué, 2000).

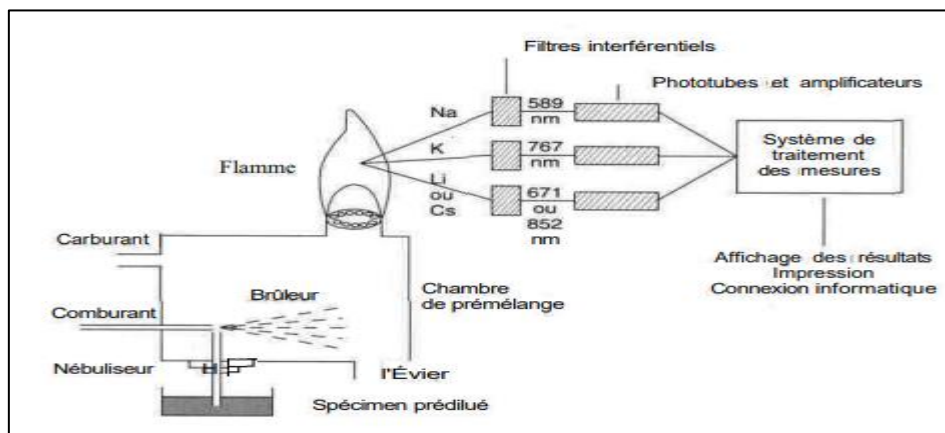


Figure 2 : Principe de photométrie de flamme (Valdigué, 2000).

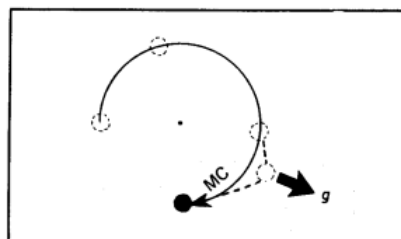
3. Centrifugeuse

La centrifugeuse est un instrument de laboratoire qui permet de séparer des particules (cellules, bactéries, cylindres, parasites...) en suspension dans un fluide en appliquant une force centrifuge avec la vitesse de rotation, la force centrifuge augmente. On mesure généralement la vitesse d'une centrifugeuse en révolutions par minute (RPM) ou en force centrifuge relative (FCR), qui est exprimée en accélération gravitationnelle (g). Cette formule permet de déterminer la FCR en utilisant la vitesse en RPM et le rayon en mm de la centrifugeuse (Laboratoire MSF, 2018).

$$FCR (g) = 1,18 \times \text{rayon (mm)} \times (\text{RPM}/1000)$$

La force centrifuge (g) : un mouvement appliqué sur un corps, il y'a une force qui éloigné au centre de ce mouvement, peut mesurer cette force à partir de la formule suivante (OMS, 1982) :

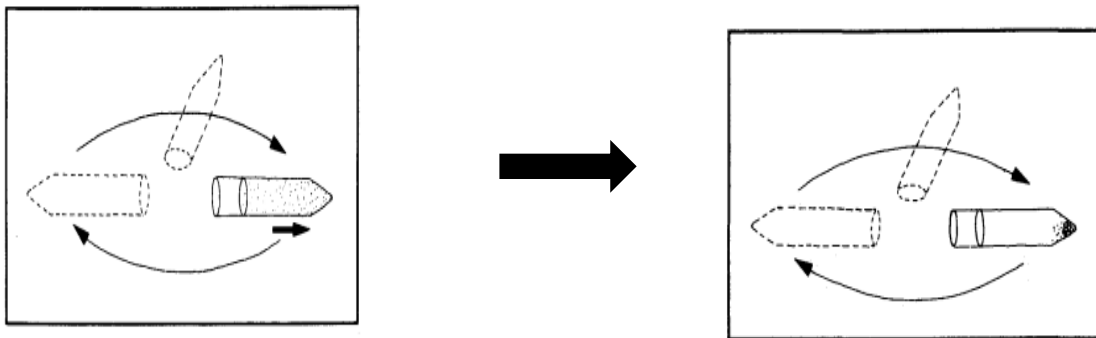
$$g = r \times (r/\text{min})^2 \times 118 \times 10^{-7}$$



Il est important de toujours suivre les instructions du fabricant lors de l'utilisation d'une centrifugeuse pour garantir une utilisation sûre et efficace.

Quand l'axe tourne, les tubes sont soumis à une force centrifuge. Les particules en suspension dans les liquides se déplacent vers le fond des tubes, par la suite se regroupent et y forment le culot. Il est possible de dissocier ce culot du surnageant et de l'analyser. Il est capable de regrouper les éléments suivants :

- Les globules sanguins
- œufs de parasites (dans un mélange de selles diluées)
- cellules de la circulation urinaire (dans l'urine), etc.



Il existe différents types de centrifugeuse :

- Centrifugeur à main : Moins puissante que les centrifugeuses électriques.

Suffisant pour la séparation des sédiments dans les selles et l'urine. Non adapté à la séparation des cellules sanguines (OMS, 1982).

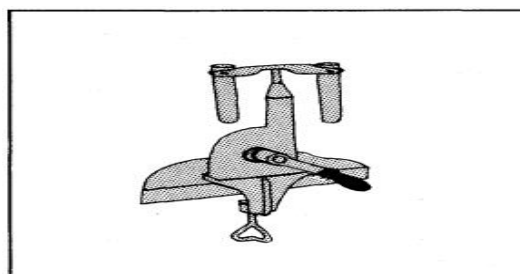


Figure 3 : Centrifugeuse à main

Centrifugeur électrique : 2 types

1. Horizontal : Les tubes sont positionnés horizontalement. Le plus utilisé pour la centrifugation courante.
2. l'autre oblique : Les tubes sont inclinés à un angle de 45° (OMS, 1982).

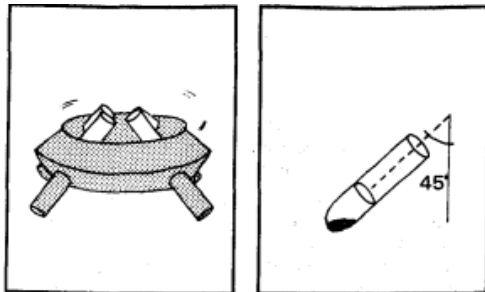


Figure 4 : Centrifugeuse oblique

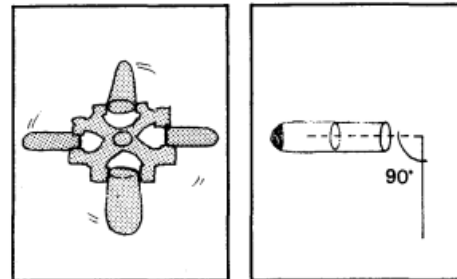


Figure 5 : Centrifugeuse horizontale

4. Automate d'hématologie

L'automate d'hématologie est un outil indispensable dans les laboratoires d'analyses médicales. Il permet d'effectuer une analyse complète du sang en fournissant des informations précieuses sur les différents types de cellules sanguines, leur nombre et leurs caractéristiques.

La technique d'impédance est couramment utilisée par la plupart des analyseurs électroniques d'hématologie pour effectuer les numérations cellulaires (**Laboratoire MSF, 2018**).

Les cellules sanguines ne sont pas bonnes conductrices électriques, lorsqu'un courant électrique est appliqué à travers une petite ouverture d'un liquide de transport, cela provoque une augmentation de l'impédance électrique à travers l'ouverture, et on peut mesurer l'impédance lors du passage de chaque cellule. Le volume du liquide de transport déplacé par la cellule entraîne une augmentation de l'impédance électrique. Donc, l'impédance varie en fonction du volume cellulaire (**Laboratoire MSF, 2018**).

Le nombre et la taille des cellules peuvent être déterminés à partir des impulsions électriques qu'elles produisent. Le nombre d'impulsions correspond au nombre de cellules et la taille de chaque impulsion est proportionnelle au volume cellulaire. On compte les GR, VCM et Hb. Les valeurs calculées sont l'HCT et CCMH (**Laboratoire MSF, 2018**).

L'automatisation de la numération différentielle des leucocytes permet de classer les cellules en sous-populations. Les analyseurs d'hématologie de base Sysmex, tels que le KX-21N, le

XP-300 et le pocH-100i, sont capables de classer les GB en trois sous-populations : les polynucléaires, les lymphocytes et une autre lignée cellulaire (association des basophiles, éosinophiles, monocytes et lymphocytes). Il est courant que les résultats des polynucléaires soient les plus fiables. Quelques dispositifs plus avancés, en plus de l'impédance, exploitent les caractéristiques des cellules à diffracter la lumière afin de les distinguer, notamment en fonction de leur granularité (5 populations cellulaires) (**Laboratoire MSF, 2018**).

Contrôle de qualité

Sur une base quotidienne, avant l'analyse des échantillons (pour les trois niveaux de contrôle).

Après 8 heures d'utilisation de l'appareil (au moins deux niveaux de contrôle).

Après le changement de réactifs.

Suite à une procédure de maintenance.

En cas de doute sur la précision des valeurs mesurées.

Conformément aux exigences réglementaires en vigueur (**Laboratoire MSF, 2018**).

Calibration

Est une procédure essentielle qui permet de compenser les imperfections inhérentes aux systèmes pneumatiques, hydrauliques et électriques des analyseurs. Ces imperfections, si elles ne sont pas corrigées, peuvent altérer la précision des résultats d'analyse. Maintenir un étalonnage régulier est donc crucial pour garantir la fiabilité des mesures (**Laboratoire MSF, 2018**).

La calibration initiale est réalisée lors de l'installation de l'analyseur et les périodiques doivent être effectués à intervalles réguliers par un technicien qualifié.

L'utilisation régulière d'échantillons de Contrôle Qualité (CQ) stabilisés permet de surveiller les performances de l'analyseur et de détecter d'éventuels besoins d'ajustement ou d'entretien. Une nouvelle calibration est nécessaire s'il y a dérive des résultats CQ ou CCMH dépasse 37% pour les contrôles ou les patients (**Laboratoire MSF, 2018**).

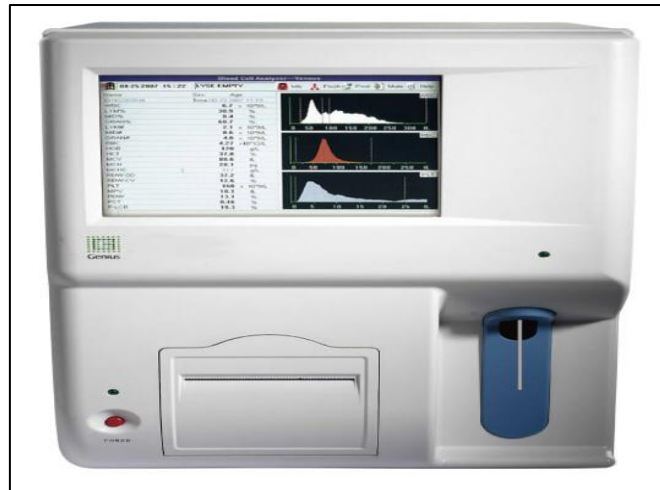


Figure 6 : Automate d'hématologie à usage vétérinaire

5. Microscope

Le microscope est un élément crucial du laboratoire vétérinaire, permettant d'effectuer 80% des analyses essentielles. Son absence ou son mauvais entretien rend le laboratoire inopérant. Il est recommandé d'opter pour un microscope binoculaire à la fois électrique et solaire, offrant une meilleure ergonomie et une autonomie accrue. Les objectifs 4x, 10x, 40x et 100x à immersion sont indispensables pour une analyse complète.

On utilise le microscope pour la lecture des lames de sang et de bactériologie, examen de sédiments comme la recherche sur des œufs de parasite dans les selles et numération hématologie...etc. (Pierson, 2001).

Les règles à suivre :

1. Posez le microscope sur une surface stable et exempte de vibrations pour éviter tout risque de casse.
2. Enclencher la source lumineuse.
3. Ajustez les oculaires pour obtenir une vision confortable.
4. Réglez le condenseur pour optimiser la qualité de l'image.
5. Ne placez jamais la lame sur la platine lorsque l'objectif 40x ou 100x à immersion est en position, pour éviter d'endommager les lentilles.

6. Ajustez la luminosité en fonction de l'objectif utilisé. Une fois l'observation terminée, retirez la lame et nettoyez l'huile résiduelle sur l'objectif (**Laboratoire MSF, 2018**).

Utilisation du microscope

Commencez toujours l'observation avec le plus faible grossissement pour repérer les zones intéressantes.

Utiliser le critère 25 pour affiner un diagnostic.

Utilisez l'objectif à immersion pour examiner en détail les kystes de protozoaires et les échantillons de leucocytes (**Pierson, 2001**).

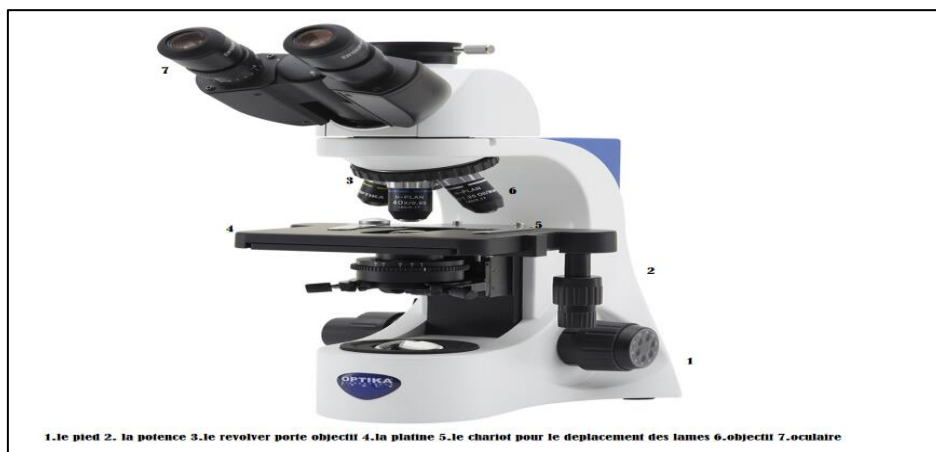


Figure 7 : Microscope optique

6. Réfractomètre

Le réfractomètre est un appareil simple et rapide qui permet de mesurer la concentration de protéines sériques et la densité urinaire. Son principe de fonctionnement repose sur l'analyse de la courbure de la lumière traversant un échantillon liquide.

Le réfractomètre ressemble à une petite lunette d'observation. Un prisme mobile sur l'une des extrémités permet de déposer quelques gouttes de liquide. Après avoir refermé le prisme, le résultat est lu en regardant dans l'oculaire, orienté vers une source de lumière (**Pierson, 2001**).

Les réfractomètres possèdent plusieurs échelles de lecture. Pour cette utilisation, les échelles correspondant aux protéines totales et à la densité urinaire seront utilisées (**Pierson, 2001**).

Mode d'emploi

Ajustement du zéro : Déposer une ou deux gouttes d'eau distillée sur le prisme, le refermer et régler le zéro de l'appareil en observant dans l'oculaire. Un contrôle sérique peut être utilisé pour vérifier la justesse de la mesure.

Mesure : Sécher le prisme avec un mouchoir en papier non pelucheux et déposer le liquide à analyser (urine ou sérum). Effectuer la lecture et noter le résultat.

Nettoyage et désinfection : Sécher et nettoyer le prisme, puis le désinfecter avec un coton imbibé d'alcool à 60°. Ranger le réfractomètre dans son étui et le placer dans un tiroir. (**Antoine Pierson, 1998-2001**).

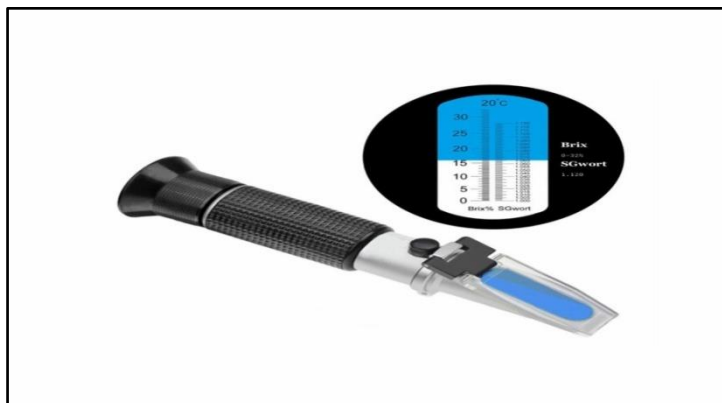


Figure 8 : Réfractomètre

III. Standard et contrôle de qualité

1. Unités de mesures

Les spécialistes mettent en œuvre un système pour standardiser les unités de mesure. Depuis lors ce système a connu une croissance progressive, il a été désigné sous le nom de Système international d'unités en 1960, ainsi que sous le sigle international "SI". Les unités de mesure qui font partie de ce système sont désignées sous le nom unités SI (**OMS, 1982**).

Il est crucial pour le technicien de laboratoire de comprendre la distinction entre les grandeurs et les unités de mesure. La grandeur est le terme utilisé pour décrire toute propriété physique mesurable, ce qui lui donne un sens différent de celui qu'il a dans le langage habituel, dans le domaine de la terminologie scientifique utilise des unités de mesure pour mesurer des grandeurs telles que la hauteur, la longueur, la vitesse, la température et le courant électrique.

<i>Grandeur</i>	<i>Nom de l'unité SI dérivée</i>	<i>Symbole</i>
superficie	mètre carré	m ²
volume	mètre cube	m ³
vitesse	mètre par seconde	m/s

Figure 9 : Grandeur, unités et symboles (OMS, 1982).

Parfois, effectuer des multiplications peut rendre l'expression du résultat difficile. Par exemple, l'unité de pression réelle après les divisions est kg/m x m x s, mais elle est simplifiée et nommée pascal. Il serait ardu de prendre certaines mesures si nous ne disposions que d'unités SI de base et d'unités SI dérivées, car ces unités sont souvent trop grandes ou trop petites. Un exemple : Le diamètre d'une hématie ne peut pas être mesuré avec un mètre. Le SI a établi une série de préfixes SI qui permettent de créer des multiples et des sous-multiples décimaux des unités SI.

<i>Préfixe</i>	<i>Symbole</i>	<i>Facteur de multiplication ou de division</i>
méga	M	mult. par 1 million (x 10 ⁶)
kilo	k	mult. par 1000 (x 10 ³)
centi	c	div. par 100 (x 0,01 ou 10 ⁻²)
milli	m	div. par 1000 (x 0,001 ou 10 ⁻³)
micro	μ	div. par 1 million (x 10 ⁻⁶)
nano	n	div. par 1 milliard (x 10 ⁻⁹)

Figure 10 : Préfixe, Symboles et Facteur de multiplication (OMS, 1982).

Le sang contient un nombre de cellules. Il est nécessaire d'avoir un moyen d'exprimer le nombre de globules/L de sang. Ce nombre est appelé concentration de nombre et correspond au nombre "d'entités élémentaires présentes dans un mélange" (unité de mesure : nombre/L). Dans le système traditionnel, il était appelé numération, avec une unité de nombre/mm³. Parfois, la grandeur analysée n'est pas le nombre réel de globules par litre (concentration de nombre), mais la proportion de globules d'un type particulier par rapport à l'ensemble. C'est-à-dire la fraction du nombre total correspondant à ce type de globules. L'unité de cette fraction

est 1. Anciennement, les résultats étaient exprimés en pourcentage au lieu de la fraction. La relation entre les deux est : fraction = pourcentage/100 (OMS, 1982).

Quelques unités du SI (Valdigué, 2000).

- Pour équilibre hydro-électrolytique :
 Millimole (mmol/l ou mM)
 Milli-équivalent (mEq)
 Milliosmole (mOsm)
- Les activités enzymatiques en « Unités Internationales » UI ou U/l (Valdigué, 2000).

Tableau 1 : Les grandeurs et les unités (OMS, 1982).

Nom de la grandeur	Destination traditionnelle	Unité SI	Ancienne unité
Glucose, concentration de quantité de matière (sang et liquide céphalo-rachidien)	Glycémie, glycorachie	mmol/l	g/l
Hémoglobine (Fe), concentration de quantité de matière	Hémoglobine, concentration	mmol/l	g/100ml
Hémoglobine, concentration massique	Hémoglobine, concentration	g/l	g/100ml
Hémoglobine (Fe) concentration érythrocytaire moyenne de quantité de matière	Concentration globulaire moyenne	mmol/l	%
Hémoglobine, concentration massique érythrocytaire moyenne	Concentration globulaire moyenne	g/l	%
Protéines, concentration massique (liquide céphalo-rachidien)	Albuminorachie	g/l	g/l mg/100ml
Urée, concentration sanguine de quantité de matière	Taux d'urée sanguine Taux d'azote uréique.	mmol/l	g/l

2. Contrôle de qualité

Le concept de contrôle de qualité se rapporte à la vérification des erreurs dans la performance des tests et l'interprétation des résultats des tests pour garantir la fiabilité des analyses, il est essentiel que chaque laboratoire puisse vérifier la valeur de ses techniques, leur bon fonctionnement et l'exécution correcte des analyses, il se repose sur un contrôle notionnel obligatoire. Il existe deux catégories de CQ : interne et externe (**Laboratoire MSF, 2018**).

2.1. Contrôle de qualité interne

Le CQ interne englobe toutes les techniques de Contrôle de qualité standardisées utilisées quotidiennement par le technicien en utilisant le matériel et l'équipement utilisés. Dans un premier temps, le CQI a pour objectif d'examiner la précision de la technique (répétabilité ou reproductibilité) (**Laboratoire de MSF, 2008**)

2.2. Contrôle de qualité externe

Le CQE s'applique à toutes les méthodes standardisées de CQ mises en place périodiquement (quelquefois annuellement ou mensuellement) dans le but de confirmer l'exactitude des méthodes analytiques de laboratoire. Néanmoins, il existe des programmes de CQE qui contrôlent à la fois l'exactitude et la précision (**Laboratoire MSF, 2018**)

3. Calibration

Il est nécessaire de calibrer certains appareils d'analyse, comme les analyseurs de biochimie, avant leur utilisation afin d'obtenir de bons résultats. Lors de l'installation, le technicien biomédical calibre certains appareils au démarrage, tandis que d'autres machines sont calibrées quotidiennement. Les informations détaillées sont fournies dans la notice d'utilisation de l'appareil (**Laboratoire MSF, 2018**)

4. Références et valeurs normales

La bonne interprétation des valeurs normales et anormales nécessite l'utilisation des valeurs de référence. Les valeurs de base peuvent différer selon les régions géographiques ou les groupes ethniques, et elles sont influencées par les méthodes analytiques employées (**Laboratoire MSF, 2018**).

IV. Les règles générales et réglementation

1. La charge de travail au laboratoire

1.1. Le calcul de la charge de travail repose sur la formule suivante :

Temps requis pour les analyses et autres activités / Total des heures de travail du personnel de laboratoire (**Laboratoire MSF, 2018**).

Cette formule fournit une indication générale de la charge de travail, utile pour le recrutement et la planification des tâches. Cependant, elle ne prend pas en compte la complexité des manipulations simultanées, comme la coloration de plusieurs lames en parallèle (**Laboratoire MSF, 2018**).

1.2. Charge de travail et microscopie

Des directives spécifiques existent pour la microscopie de la tuberculose (TB) et du paludisme, afin de garantir la qualité des analyses et la compétence du personnel. (**Laboratoire de MSF, 2018**)

1.3. Charge de travail minimale

Les microscopistes doivent examiner au moins 10 lames par mois pour maintenir leur acuité visuelle. Si ce minimum n'est pas atteint, les lames négatives (résultat négatif en moins de 6 minutes) doivent être réexaminées pendant 15 minutes avant d'être validées. Cette règle s'applique également aux superviseurs de laboratoire (**Laboratoire MSF, 2018**).

1.4. Charge de travail maximale

Un examen prolongé de lames peut entraîner une baisse de concentration et des erreurs de diagnostic. La durée maximale de lecture continue des lames est de 3 heures, suivie d'une pause d'au moins 30 minutes consacrée à une autre activité.

Mettre en place un système de rotation pour la lecture des lames, leur préparation, leur coloration et les autres tâches de laboratoire (**Laboratoire MSF, 2018**).

2. Les règles générales

Protection individuelle

Gants en latex : Port obligatoire lors de manipulations biologiques. Renouveler les gants toutes les 30 minutes car ils deviennent poreux avec le temps. Ne toucher aucun objet propre avec des gants sales.

Lunettes de protection : Porter des lunettes de protection lors de manipulations de matériel biologique (risque d'éclaboussures), de reconstitution de réactifs (acides), de stérilisations (vapeur d'eau) et de désinfections (Javel).

Gants de protection spécifiques : Utiliser des gants en plastique épais et longs jusqu'au coude pour les stérilisations, les désinfections et les reconstitutions de réactifs.

Masque : Porter un masque lors de la recherche de BK ou de manipulation de ponctions lombaires.

La sécurité du technicien est primordiale lors de toute manipulation en laboratoire. En suivant les règles strictes ci-dessous, pour travailler sereinement et efficacement dans un environnement de laboratoire sain et minimiser les risques. **(Laboratoire de MSF, 2018)**

Autres :

Blouse de laboratoire : Port obligatoire et renouvellement hebdomadaire. La blouse doit être changée immédiatement en cas de contamination accidentelle par un produit biologique.

Lavage des mains régulier : Retirer montre et bijoux avant chaque manipulation.

Désinfection des surfaces : les paillasse sont nettoyés par l'eau de Javel (au moins 5 à 6 fois par jour) et le lieu de prélèvement entre chaque patient **(Laboratoire MSF, 2018)**

Respect des zones propres et sales : Éviter la contamination croisée en ne déposant pas d'objets souillés (gants, masques, tubes, lames d'étalement) dans la zone propre, y compris l'armoire. Inversement, les objets propres (cahiers, stylos, calculatrice, objets personnels) ne doivent pas se trouver dans la zone sale, y compris la table de prélèvement et celle du microscope. Prendre des notes sur des feuilles volantes à jeter ensuite **(Laboratoire MSF, 2018)**.

Paillasse propre : Laisser la paillasse totalement vide après chaque utilisation. Ranger le matériel sur l'étagère au-dessus.

Gestion des déchets contaminés : Ne pas laisser traîner de matériel contaminé. Jeter les articles à usage unique et désinfecter les articles réutilisables.

Étiquetage des produits chimiques et des réactifs

Les étiquettes doivent indiquer le nom courant du produit et les pictogrammes de danger appropriés (harmonisés au niveau international).

Ces pictogrammes permettent une identification rapide des risques liés aux produits chimiques (**Laboratoire MSF, 2018 ; Pierson, 2001**).

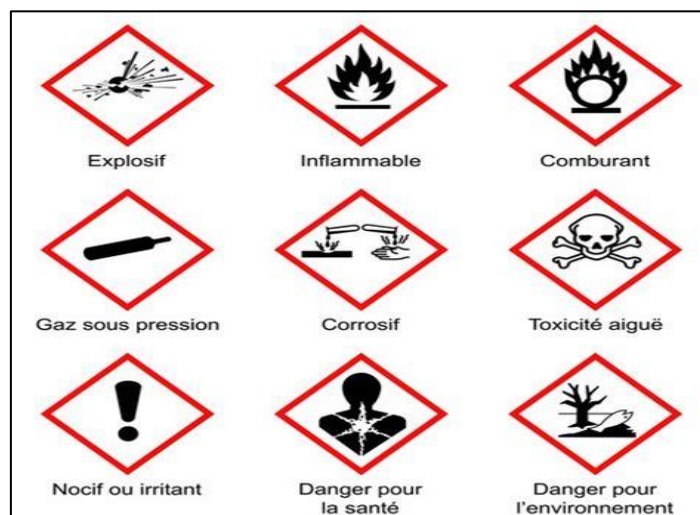


Figure 11 : Étiquetage des réactifs et des produits chimiques

Le lavage des mains : est une mesure d'hygiène essentielle pour prévenir la transmission des infections dans le milieu médical et scientifique. Il doit être effectué de manière rigoureuse et fréquente, notamment dans les situations suivantes :

Avant et après chaque prélèvement

Après des manipulations biologiques et après nettoyage du laboratoire

Avant et après les repas ou aller aux toilettes (**Laboratoire MSF, 2018**).

Manipulation prudente des lames d'étalement : Considérer toutes les lames d'étalement, même fixées et colorées, comme potentiellement pathogènes, en particulier les lames de BK.

Interdiction de fumer et de manger : Ne jamais fumer ni manger dans le laboratoire (**Pierson, 2001**).

La protection vaccinale du technicien :

Vaccination obligatoire pour manipuler des produits biologiques

La vaccination est indispensable pour protéger le personnel de laboratoire contre les agents pathogènes potentiellement présents dans les échantillons biologiques.

Vaccins obligatoires :

Hépatite B, Tuberculose, Diphtérie, Tétanos, Poliomyélite, Typhoïde

Il est important de rappeler que pour certaines maladies, comme l'hépatite C et le SIDA, il n'existe pas de vaccin. La vigilance et le respect des consignes de sécurité restent donc essentiels.

Vaccins obligatoires selon la région et la saison :

Fièvre jaune (zones d'endémie), Encéphalite japonaise (zones d'endémie), Méningocoque A et, Choléra (**Laboratoire MSF, 2018 ; Pierson, 2001**).

Mesures complémentaires :

Respecter rigoureusement les consignes de manipulation et de nettoyage du laboratoire.

Se laver les mains fréquemment.

V. Techniques de diagnostic

1. Prélèvement

1.1. Généralités

Le prélèvement est effectué par le vétérinaire ou sous la responsabilité du vétérinaire par un assistant ou un technicien certains prélèvements sont réalisés par le propriétaire (selles - urines - poils).

Cette étape nécessite :

- Le choix du spécimen (sang total, plasma, sérum, urines, selles, écouvillons, lavages, ponctions de liquides, biopsies tissulaires).
- Préciser le constituant dosé (enzymes, substrats, numération cellulaire...), examiner l'existence des agents pathogènes (virus, mycobactéries...).
- La réalisation correcte du prélèvement (sang veineux, moelle osseuse, cytoponction, cathétérisme vésical...).
- Traitement et la conservation du prélèvement (centrifugation, température de conservation, utilisation de milieux de conservation, identification de chaque tube et fiche de renseignements).

Tableau 2 : Les paramètres liés aux prélèvements

Sujet	— <i>état physiologique</i> • âge, sexe, taille, poids • jeûne, stress, activité physique
	- <i>position</i> • debout • couchée
	- <i>rythmes</i> • circadien • hebdomadaire • mensuel
Constituant	- <i>métabolisme in vitro, dégradation</i>
	— <i>sensibilité aux agents extérieurs</i> • lumière • variations de température
	- <i>effecteurs</i> • analogues structuraux • médicaments
Spécimen	- <i>plasma/sérum</i>
	- <i>urines</i>
	— <i>liquide céphalorachidien</i>
	— <i>ponction veineuse / artérielle</i>
	— <i>ponction avec ou sans garrot</i>

1.2. Les prélèvements

1.2.1. Prélèvement sanguin

Animal à jeun : Il est préférable pour certains constituants. Il est de 6 h dans le dosage du glucose et de 12 h dans le bilan lipidique et les acides biliaires.

Il est à noter que 24h de jeun sont suffisants pour produire une hyperlipémie gênante.

Chez l'animal stressé, certains paramètres hématologiques et Biochimies sont modifiés et peuvent fausser les résultats.

L'état physiologique de l'animal (l'âge, la race, gestation et sexe...) est à prendre en considération lors des prélèvements d'échantillons biologiques.

Matériel nécessaire :

Garrot (compression manuelle mieux que garrot serré), seringue et aiguille, désinfectant, coton, sparadrap, tubes, gants. On peut aussi utiliser une aspiration sous-vide « vacutainer ».

L'endroit de ponction :

La veine jugulaire la veine le plus utiliser, mais il est déconseillé par un animal déshydrater ou de petite taille.

La majorité des cas prélevés le sang vineux mais peut utiliser le sang artériel pour mesure le ph sanguine ou bien quantité de gaz dans le sang (**Médaille, 2011**).

Les tubes :

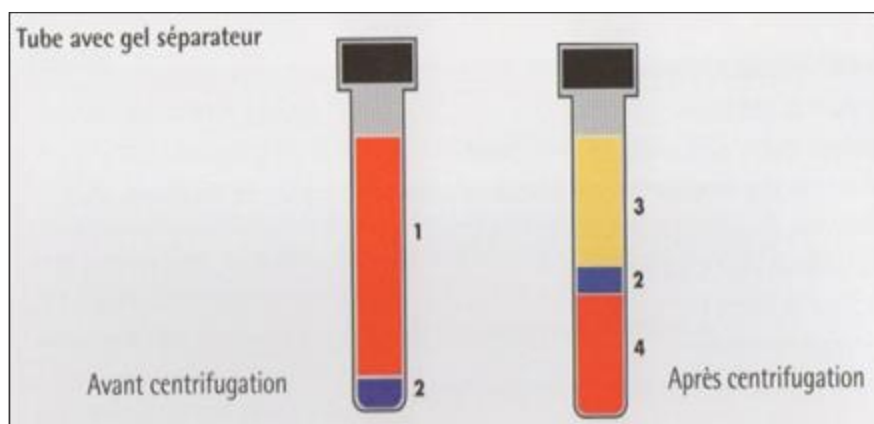
Tube avec/sans anticoagulants ou avec /sans gel de séparation

Tableau 3 : Les tubes de prélèvement sanguin et leur utilisation

Tube	Couleur de bouchon	Utilisations
Tube héparine	Vert	Ionogramme, Ammonium
Tube fluoré	Gris	Glucose, Lactate
Tube sec avec gel séparateur	Rouge marbré	Enzymes, Médicaments, ionogramme. Substrats
Tube EDTA	Violet	Hémoglobine glyquée, Bilan lipidique

Code Couleurs				
				
tubes secs : sérum	héparine	fluorure ou iodoacétate	E.D.T.A	citrate

Figure 12 : Les couleurs des tubes (Médaille, 2011).



1-sang total ; 2-gel ; 3- sérum ; 4- élément sédimenté.

Figure 13 : Tube avant et après centrifugation (Médaille, 2011).

- Comment prélever le sang ?

1. Déterminer la quantité du sang on a besoin et préparer les tubes à utiliser.
2. Garrotter la patte du patient ou mettre une compression pour bien voir les veines.
3. Désinfecter la peau ou site de ponction par l'alcool ou par un antiseptique. Piquer par l'aiguille et enfoncer au centre de la veine, fixer l'aiguille sur la seringue, enlever le garrot et remplir par tirant le piston.
4. Retirer l'aiguille et la seringue et faire une compression sur le site d'injection.
5. Jeter l'aiguille puis remplie les tubes par seringue, jamais remplir un tube avec un aiguille qui fixer sur une seringue car le risque d'expulsion brutale de l'aiguille et d'aérosols...

6. Boucher les tubes et mettre des agitations sur un tube contient un anticoagulant ou laisse s'il est prélevé sur un tube sec (**Laboratoire MSF, 2018 ; Pierson, 2001**).

1.2.2. Prélèvement d'urine

Les conditions de collecte les urines sont variable selon les examens à faire. Le prélèvement d'urine peut permet d'effectuer l'analyse cytologique par examination du culot de sédiments urinaire, réaliser des tests microbiologiques ou Biochimies, et on peut utiliser des bandelettes urinaires pour permet l'analyse Biochimie de l'urine. Le prélèvement doit être récolté dans un récipient propre et sec (**Pierson, 2001**).

On utilise des urines fraîches ou conserver dans un récipient contient des conservateurs comme toluène, thymol, merseptyl.

Matériel utilisé :

Sondes urinaires stériles à usage unique.

Flacons sans conservateurs ou avec conservateurs (**Médaille, 2011**).

Conservation de l'urine :

Tableau 4 : Les modifications de l'urine à température ambiante
(**Médaille, 2011**).

Température et l'heure	Destination
4 °C / Quelques heures	Analyses bactériologiques et Biochimies.
4 °C / 24 à 72 heures avec conservateurs	Analyses bactériologiques et cytologiques.

Techniques de collecte des urines :

1. Miction volontaire : aucune complication pour l'animal, la plupart du temps elle est contaminée par les poils et les fécaux...

2. Recueil sur la table : une aspiration par une seringue et aiguille sur la table, des fois la seule solution à la cour une dysurie. Mais, peu interprétable suite à des traces de détergents.

3. Pression douce : permet la réalisation des analyse bactériologique et examen du sédiment.il y a un risque de contamination bactérienne de l'uretère, de la prostate, pas facile à appliquer sur un chat mâle.

4. Cathétérisme :

La technique est stérile et non traumatique, elle est recommandée pour utiliser par tous les analyses mais par condition éliminer le premier millilitre d'urine. Déconseillé chez un animal diabétique ou atteint de Cushing.

5. Cystocentèse

L'urine est propre "contamination est rare", le meilleur pour un examen bactériologique. Le risque d'une hématurie traumatique existe malgré il est négligeable (Médaille, 2011).

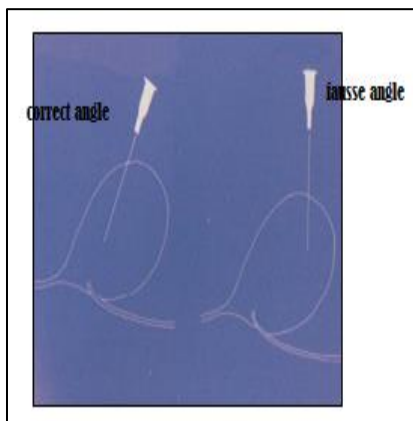


Figure 14 : angle d'entrée



Figure 15 : Application de la cystocentèse

Tableau 5 : Les modifications de l'urine à température ambiante (Médaille, 2011)

Modifications physiques	
couleur	orange (dégradation de l'urobilinogène) verte (dégradation bilirubine) brune (dégradation de l'hémoglobine)
transparence	trouble (multiplication bactérienne, formation de cristaux par évaporation)
odeur	ammoniacale (dégradation de l'urée)
Modifications chimiques	
pH	augmentation (action des germes) diminution (dégradation du glucose)
glucose	diminution
cétones	diminution (action de germes)
bilirubine	diminution par formation de biliverdine
nitrite	apparition (germes)
Modifications du culot/sédiment	
cellules sanguines	destruction par modification du pH
cristaux	nombre augmenté versus diminué suivant le pH
bactéries	nombre augmente (X par 1G en 4 heures)

1.2.3. Prélèvement des selles

Il est effectué pour mettre l'analyse parasitologiques. Prélever dans des récipients ou les gants de fouille rectale qui sont propres, secs, pas forcément stérile et ne pas contenir des traces d'antiseptique ou désinfectants. Tout d'abord avant prise le prélèvement, vérifier l'animal pas traité, pas prise des laxatif ou antibiotique..., le cas l'animal est traité après 5-10j peut faire un prélèvement.

Ramener au laboratoire le plus possible (15min au maximum 1 heure) pour permettre voir les formes mobiles, en cas la durée longue entre analyse et collecte l'échantillon peut conserver dans le réfrigérateur, jamais congeler un prélèvement des selles.

2. Les résultats

2.1. Les étapes de résultat

Elles sont divisées en 3 :

- Pré analytique déroule en première lieu en contact du patient et concerne le prélèvement ; elle se poursuit par le transport et la réception du prélèvement par le laboratoire.
- Analytique, qui est l'étape technique, implique tous les aspects du traitement de l'échantillon.
- Post-analytique implique de vérifier les résultats bruts, de les analyser pour faciliter leur interprétation (Valdigué, 2000).

2.2. Les erreurs analytiques

Il existe deux catégories :

2.2.1. Erreurs aléatoires :

La précision se définit comme la ressemblance, l'approbation entre des mesures effectuées à plusieurs fois sur un même échantillon. Cette précision est influée par les erreurs analytiques.

D'autre part, l'imprécision marque la dispersion des valeurs obtenues lors de ces mesures répétées. L'étendue de cette dispersion peut être quantifiée par l'écart-type ou par le coefficient de variation.

La répétabilité est l'évaluation de l'imprécision des mesures effectuées dans des conditions identiques (même série, sans réétalonnage). En plus, la reproductibilité s'intéresse à la précision des mesures réalisées dans des conditions variées (jour à jour, laboratoire à laboratoire). Les mesures répétées sont affectées par des erreurs aléatoires, qui se manifestent par une variation d'amplitude d'un échantillon à l'autre. Elles sont de deux types.

a. Erreurs aléatoires relatives : L'amplitude maximale de l'erreur liée par l'analyse. Par exemple : l'instabilité du système photométrique ou du thermostat.

b. Erreurs aléatoires constantes : L'amplitude maximale de l'erreur est fixe, quelle que soit l'analyse. Par exemple, la difficulté pour préciser le point d'équivalence en titrimétrie (Valdigué, 2000).

2.2.2. Les erreurs systématiques

Les erreurs systématiques influencent la justesse du processus analytique. L'exactitude se définit comme le consentement entre la meilleure estimation de la quantité mesurée et sa valeur réelle. La meilleure estimation peut être la moyenne des résultats réalisés lors de mesures répétées. La valeur réelle est la valeur définie par une technique de référence.

En présence d'erreurs systématiques, tous les résultats sont préjugés dans la même orientation. On distingue deux types d'erreurs systématiques :

a. Erreurs systématiques relatives : Le biais est proportionnel à l'analyse réalisée et dépend de divers facteurs. Des exemples : Discordance de la longueur d'onde du spectrophotomètre ou thermostatisation incorrect pour mesurer l'activité enzymatique. L'extraction du composé d'intérêt n'est pas complète.

b. Les erreurs systématiques constantes se distinguent par un biais indépendant de l'analyse effectuée. En d'autres termes, l'ampleur de l'erreur reste fixe, quelle que soit la mesure réalisée. Exemple d'erreurs systématiques constantes : changement du blanc réactif pendant la mesure d'activité enzymatique : Si le blanc réactif change de constituant au moment de mesurer l'activité enzymatique, cela peut produire une erreur systématique constante (Valdigué, 2000).

3. Hématologie

3.1. FNS : Formule-Numération Sanguine.

Permet d'évaluer les différentes populations cellulaires présentes dans le sang. Elle fournit des informations précieuses sur l'état de santé général d'un individu et aide au diagnostic de diverses pathologies.

Technique automatisée et rapide

Offre une numération précise et détaillée des cellules sanguines

Comparaison des valeurs obtenues aux normes de référence :

Identifier les anomalies éventuelles

Analyse morphologique des globules rouges

Réaliser par les Automates modernes

3.2. Les techniques manuelles

3.2.1. Frottis sanguin

A. Application

a. Homogénéiser le sang : Le sang doit être bien homogénéisé avant de prélever la goutte pour assurer une répartition uniforme des cellules sur le frottis.

b. Déposer une goutte de sang : Utiliser un dispositif adapté (pipette Pasteur, tube capillaire) pour prélever une petite goutte de sang, pour permettre déposer cette goutte à l'extrémité de la lame porte-objet. La taille de la goutte de sang est importante: elle doit être suffisamment petite pour pouvoir être étalée en une couche mince et uniforme sur la lame.

c. Étaler le sang : Tenir une deuxième lame rodée à un angle de 45 degrés par rapport à la lame porte-objet. Toucher délicatement la goutte de sang avec la deuxième lame. Faire glisser la lame rodée le long de la lame porte-objet en un mouvement fluide et rapide, en veillant à ce que le sang s'étale uniformément sur toute la surface de la lame porte-objet. L'objectif est de réaliser un frottis fin et homogène.

d. Séchage et fixation :

- déposer le frottis à l'air libre

- la fixation du frottis permet de préserver la morphologie des cellules

- Identifier la lame (nom du patient, date, etc.).

- Il peut être conservé à température ambiante, à l'abri de la lumière et de la poussière, pendant plusieurs jours.

- Le respect des dimensions du frottis est important pour une analyse optimale (**Ouled Bessi et Belkaid, 2011**).

B. Coloration

a. La coloration rapide :

Une alternative simple et rapide. Si la coloration rapide ne propose pas une palette de couleurs aussi étendue que le May-Grünwald Giemsa, elle offre néanmoins l'avantage d'être simple à l'utilisation, rapide à l'exécution et efficace pour une analyse morphologique des cellules sanguines. Il est important de noter que les protocoles de coloration peuvent différer selon le kit employé. Nécessité de se référer aux instructions du fabricant pour le protocole spécifique.

(Ouled Bessi Hamid et Belkaid Abdi Ismail, 2011)

Avantages et inconvénients de cette coloration :

Permet de mettre en évidence des granulations azurophiles dans certaines cellules hématopoïétiques

Coloration de choix en hématologie et cytologie

Peut être longue et fastidieuse à réaliser

Protocole :

- Remettre 10 -15 gouttes de colorant "May-Grunwald" sur le frottis.
 - Laisser fixer pendant 3 minutes.
 - Déposer la même quantité du colorant mg d'eau tamponnée.
 - Mélanger par rotation de la lame pendant 1 minute.
- Égoutter la lame.
- Couvrir la lame de Giemsa dilué (1/10).
- Laisser colorer pendant 15 à 20 minutes.
- Rincer abondamment à l'eau neutre.

Remarque :

Il est important de bien respecter les temps de fixation et de coloration.

Le mélange par rotation de la lame permet une coloration homogène.

Le rinçage doit être effectué à l'eau distillée pour éviter la formation de dépôts.

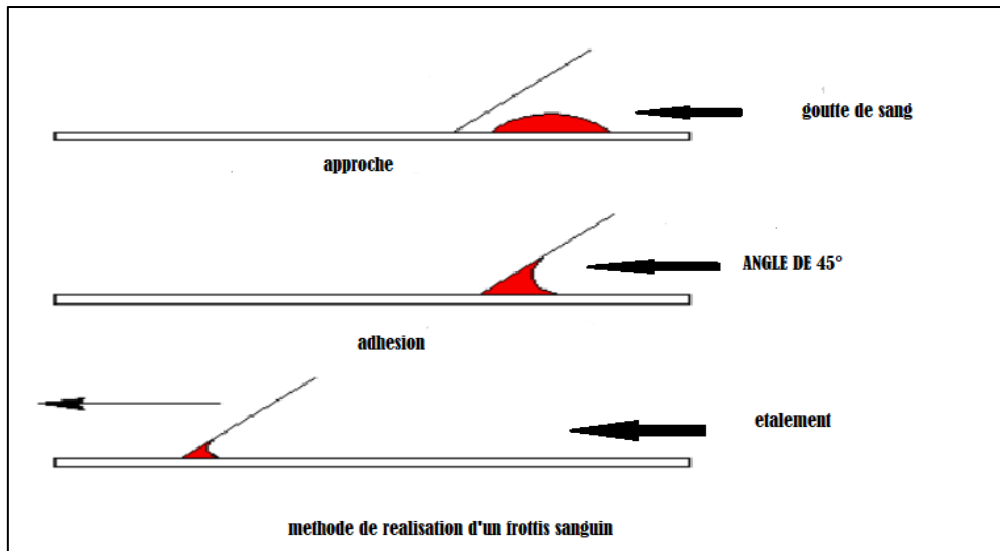


Figure 16 : Technique du frottis sanguin.

C. Examen d'un frottis

a. Examen macroscopique :

Évaluation initiale du frottis : Permet d'identifier d'éventuels défauts d'étalement ou de coloration qui peut fausser l'interprétation des résultats et s'assurer de la fiabilité de l'analyse microscopique ultérieure.

b. Examen microscopique :

Observation au faible grossissement

Étudier la répartition des cellules sanguines.

Recherche des anomalies : agrégats plaquettaires ou leucocytaires.

Détermination de la richesse en leucocytes (plus nombreux sur les bords et en queue de frottis) et évaluer la formule leucocytaire (fin de corps de frottis, où les globules rouges ne se chevauchent pas).

Examen de la population des globules rouges (anisocytose, poikilocytose, polychromatophilie, hypochromie...).

Recherche d'éléments de grande taille (microfilaires...).

Observation au fort grossissement (x100 à immersion) :

Évaluation de la morphologie cellulaire.

Régions du frottis : Tête, corps et queue.

Morphologie et répartition des cellules dépendant de la région.

Zone d'observation idéale : dernier tiers du frottis (fin de la région du corps) et la Zone de lecture optimale pour la formule leucocytaire et l'analyse cytologique. Dans cette zone, les globules rouges se déploient en une couche unique et régulière et forment une monocouche, parfaitement espacés les uns des autres, tandis que les autres cellules sanguines se répartissent de manière homogène.

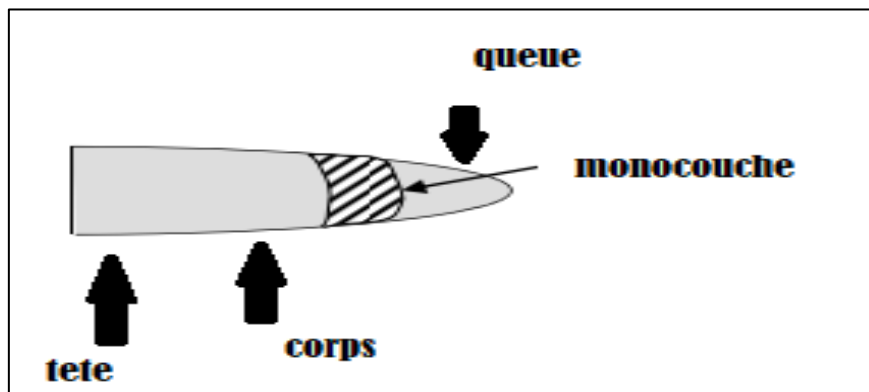


Figure 17 : Différentes zones d'un frottis et zone d'observation.

D. Méthodes de lecture d'un frottis sanguin

Lecture en méandres : Il s'agit de la méthode la plus recommandée et la plus utilisée. Elle consiste à parcourir le frottis de manière sinueuse, en suivant un cheminement non linéaire qui permet d'explorer toutes les zones du frottis de manière homogène. Cette méthode permet de maximiser les chances de détecter toutes les anomalies cellulaires présentes sur le frottis et permet d'optimiser la qualité de l'analyse et de réduire le risque d'erreurs diagnostiques. Le choix de la méthode de lecture peut varier en fonction des habitudes du lecteur et du type de frottis analysé.

Lecture en X, Y, W : ces méthodes sont moins efficaces que la lecture en méandres car elle ne permet pas d'explorer toutes les zones du frottis de manière aussi homogène.

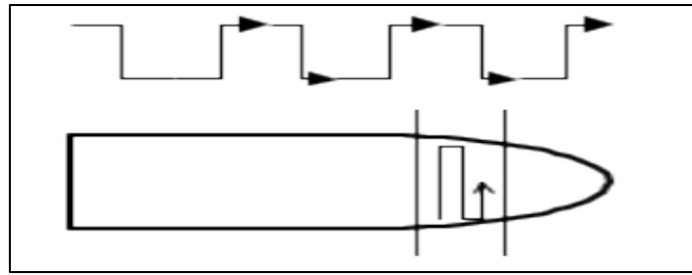


Figure 18 : Technique de la lecture en méandres

Compter au moins 100 leucocytes sur tout le frottis, en s'assurant de bien parcourir toutes les zones. Si une hyperleucocytose En cas de très grand nombre de globules blancs, compter 200 leucocytes.

Si une leucopénie est sévère : le nombre de leucocytes est extrêmement bas, le comptage individuel des cellules devient difficile et peu informatif. Il est plus important de repérer les types de globules blancs qui sont les plus nombreux.

E. Morphologie cellulaire

a. Taille : La taille des cellules est évaluée par rapport à celle des globules rouges (hématies), qui mesurent environ 6 à 7 μm chez les animaux concernés (chien, chat, cheval et bovin).

Classification des cellules selon la taille :

Petites cellules : Taille près de celle d'un globule rouge (environ 6 à 7 μm).

Cellules de taille moyenne : Taille d'intervalle 10 à 20 μm .

Grandes cellules : Diamètre supérieur à 20 μm .

b. Forme :

Variété des formes : Les cellules peuvent être arrondies, ovalaires, irrégulières, avec des pseudopodes (extensions cytoplasmiques) ou d'autres formes spécifiques.

c. Rapport nucléocytoplasmique (RNP) :

Le RNP est le pourcentage de la surface cellulaire occupée par le noyau.

Interprétation du RNP :

RNP élevé (> 80%) : Noyau volumineux occupant la majeure partie de la cellule (ex : lymphocytes).

RNP moyen (50% < RNP < 80%) : Taille du noyau proportionnelle à celle du cytoplasme.

RNP faible (< 50%) : Noyau de petite taille par rapport au cytoplasme.

d. Noyau :

Position : Le noyau peut être situé au centre de la cellule (central) ou excentré.

Forme : des formes Variables : arrondi, encoché, lobé, etc.

Chromatine : La chromatine est la substance qui condense l'ADN dans le noyau. Son aspect peut être fin, perlé, mottée, laquée, etc.

Nucléoles : Présence ou absence de nucléoles, structures denses riches en ARN ribosomal. Le nombre et la taille des nucléoles peuvent varier.

e. Cytoplasme :

Couleur : Le cytoplasme peut présenter différentes couleurs selon le type de cellule et les inclusions qu'il contient.

Inclusions cytoplasmiques :

Granulations : Petites particules granulaires présentes dans le cytoplasme, pouvant varier en taille, forme et teinte.

Vacuoles : Cavités remplies de liquide présentes dans le cytoplasme.

Autres éléments : D'autres structures peuvent être présentes dans le cytoplasme, telles que des mitochondries, des appareils de Golgi, des parasites, ...etc.

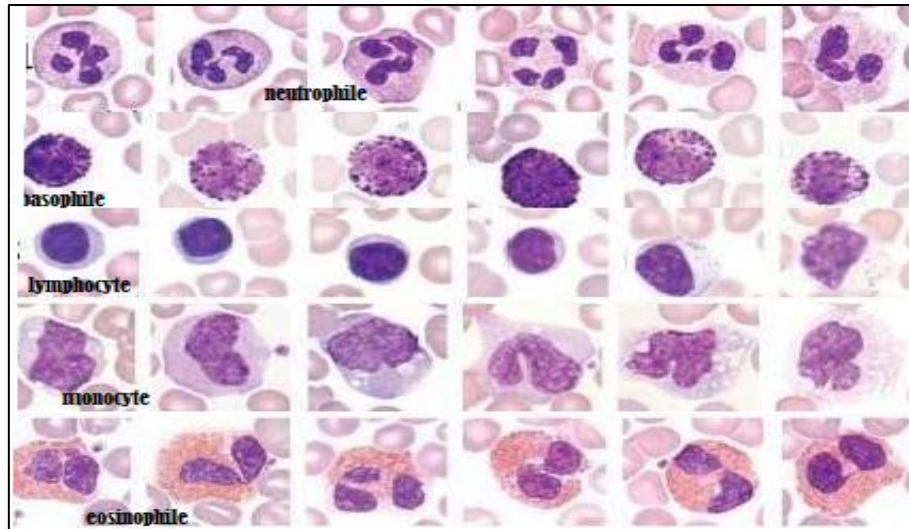


Figure 19 : Différents types de globules blancs

Contrôle qualité et causes d'erreur en hématologie

Contrôle qualité :

CQE pour garantir la fiabilité des résultats d'analyses hématologiques. Voici les principales mesures mises en œuvre :

Vérification des frottis sanguins

Révérification aléatoire des frottis : 10% des frottis sanguins réalisés par chaque opérateur sont sélectionnés au hasard chaque mois pour une relecture par un technicien expérimenté. Cette relecture se fait en double aveugle, c'est-à-dire que le technicien ne connaît ni l'identité du patient ni les résultats de l'analyse initiale.

Causes d'erreur possibles :

La qualité des résultats d'analyses hématologiques peut être altérée par plusieurs facteurs :

Préparation des frottis sanguins

Frottis mal étalés ou mal colorés : Un étalement ou une coloration inadéquate du frottis peuvent masquer des anomalies cellulaires ou en créer artificiellement.

Mélange incomplet de l'échantillon sanguin : Un mélange insuffisant de l'échantillon avant l'étalement du frottis peut conduire à une répartition non homogène des cellules

Échantillons de sang trop vieux : L'EDTA, l'anticoagulant utilisé dans les tubes de prélèvement sanguin, peut altérer l'aspect des cellules sanguines avec le temps, rendant le diagnostic plus difficile.

Négligence des cellules difficiles à identifier : Sauter des cellules difficiles à identifier peut masquer des anomalies importantes.

Un contrôle de qualité rigoureux et une attention particulière aux détails lors de la préparation et de l'analyse des frottis sanguins sont essentiels pour garantir la fiabilité des résultats d'analyses hématologiques et un diagnostic précis.

La numération manuelle Quand est-ce que la numération manuelle est nécessaire ? Lorsque les résultats de l'analyseur automatique ne correspondent pas aux observations cliniques de l'animal ou à l'examen du frottis sanguin. Lorsque qu'une numération précise est requise.

3.2.2. La cellule Malassez

Technique :

Dilution du sang :

Prélever 20 μ L de sang EDTA avec une pipette capillaire.

Éliminer le sang extérieur à la pipette en veillant à ne pas toucher le sang à analyser.

Agiter le capillaire dans le tube à essai et attendre au moins 30 secondes Pipeter le sang dilué (après remise en suspension) avec un autre capillaire et le déposer à l'extrémité d'une cellule hématimètre (par exemple, cellule de Malassez) Remplir l'hématimètre par capillarité.

Observer au microscope : Attendre quelques minutes que les cellules se déposent au fond du quadrillage. Observer la lame au grossissement x400 et compter toutes les cellules du type recherché dans le quadrillage. Calculer la numération : Multiplier le nombre de cellules comptées par le facteur de dilution du kit (indiqué par le fabricant) pour obtenir la numération par microlitre.

L'hématimètre de Malassez : comporte un quadrillage de 100 rectangles (0,25 mm x 0,20 mm x 0,20 mm). Chaque rectangle correspond à un volume de 0,01 mm³ et l'ensemble de la cellule à 1 mm³. Avantages de la numération manuelle : Permet une analyse plus précise de la

morphologie des cellules. Utile pour le dénombrement des cellules immatures ou des cellules atypiques. Inconvénients de la numération manuelle : Technique plus longue et plus difficile que la numération automatique. Plus sujette à l'erreur humaine.

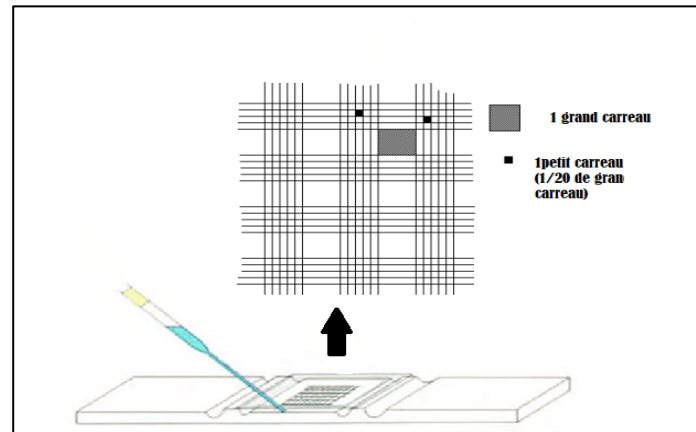


Figure 20 : Cellule hématimétrique de malazssez

3.2.3. La pipette de Potain :

Est un instrument de laboratoire précieux pour le prélèvement et la distribution de liquides avec précision. Elle est particulièrement utile pour les analyses critiques, comme la numération des globules blancs. Réaliser la dilution : Pipeter 2 ml à la Pipette de Potain ou 0,5 ml de sang à la Pipette de Thoma. Essuyer soigneusement l'extérieur de la pipette. Remplir la pipette jusqu'au repère 101 ml avec du diluant sanguin. Mélanger par retournement pendant 1 minute. Laisser reposer la dilution pendant 15 minutes. Jeter les deux premières gouttes de la dilution. Effectuer la détermination des éléments. De cette manière, nous obtenons n globules blancs (GB).

Effectuer la numération :

a) Thoma (compte la cellule) : Nombre de GB/mm³ = Nombre de GB comptés x 10 x 20

b) Hématimètre de Malassez (compte une bande) : Nombre de GB/mm³ = Nombre x 10 x 20

Convertir en nombre de GB par litre: $N \times 10^6 = x 10^9$ Nombre de GB/l (**Pierson, 2001 ; ENSA, 2010**).

Avantages de la pipette de Potain : Précision élevée Facilité d'utilisation

Inconvénients de la pipette de Potain : Plus fragile et plus chère que la pipette de Thoma

3.3. Les globules rouges

3.3.1. Les réticulocytes

Sont de jeunes globules rouges qui se transforment en globules rouges adultes dans la rate et sont remarqués pendant la coloration par le bleu de méthylène.

Calcul : Réticulocytes en % X hématocrite du patient /45 pour le chien ou 37 pour le chat

Les globules rouges vivent environ 110 jours chez le chien et 68 jours chez le chat.

Valeurs usuelles : taux de réticulocytes < 2%

3.3.2. Les érythrocytes

Les globules rouges ou hématies sont des cellules du sang sans noyau qui transportent l'oxygène et le gaz carbonique.

Ils sont fabriqués dans la moelle osseuse et accessoirement la rate.

Présence d'hémoglobine : Un pigment rouge caractéristique confère aux globules rouges leur couleur rougeâtre et leur fonction essentielle.

Les globules rouges sont essentiels à la respiration car ils permettent aux cellules de l'organisme de respirer.

Les constantes érythrocytaires

Des valeurs de VGM, TCMH et CCMH en dehors des normes peuvent montrer des anomalies de la taille ou de la richesse en hémoglobine des globules rouges. Ils sont utilisés pour classer les anémies en trois groupes.

Ces anomalies peuvent être le signe de diverses pathologies, telles que l'anémie, la polyglobulie.

Le VGM (Volume Globulaire Moyen) : Un critère informé sur la taille des globules rouges

Définition : Le VGM représente le volume moyen d'un globule rouge, mesuré en femtolitres (fl.), une unité infiniment petite (10^{-15} litre).

Calcul : Le VGM peut être mesuré directement ou calculé à partir de l'hématocrite (proportion de globules rouges dans le sang) et du nombre globules rouges :

VGM= hématocrite (I/I)/numération GR ($10^{12}/l$)

VGM : population macrocytaire (macrocytose)

VGM : population microcytaire (microcytose)

Valeurs de référence : Chien : 60 à 77 fl. Chat : 39 à 55 fl.

La CCMH (Concentration Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine) : Un indicateur de la richesse en hémoglobine des globules rouges

Définition : La CCMH représente la quantité d'hémoglobine contenue dans un globule rouge, exprimée en grammes par décilitre (g/dl) ou en pourcentage (%).

Calcul : La CCMH peut être calculée à partir de l'hémoglobine et de l'hématocrite.

Formules de calcul :

Hémoglobine / hématocrite (%) x 100 ou Hémoglobine (g/dl) / hématocrite (L/L)

Valeurs normales : Chien : 32 à 36 g/dl Chat : 30 à 36 g/dl

La TCMH : Teneur Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine c'est à dire la quantité moyenne d'hémoglobine contenue dans un globule rouge.

Formule de calcul : Hémoglobine (g/dl) / Nombre de globules rouges ($10^{12}/l$) x 10

Valeurs normales : Chien : 19 à 25 pg Chat : 12 à 18 pg

Une TCMH élevée peut être le signe d'une anémie macrocytaire, caractérisée par des globules rouges plus gros que la normale ou une TCMH basse peut être le signe d'une anémie microcytaire, caractérisée par des globules rouges plus petits que la normale et donc moins riches en hémoglobine.

3.4. Les globules blancs

Les granulocytes

3.4.1. Les polynucléaires neutrophiles

Les polynucléaires neutrophiles (PNN) sont des globules blancs matures. Ils se distinguent par leur noyau plurilobé (généralement 3 à 5 lobes) et leur cytoplasme clair légèrement bleuté. Leur diamètre moyen est d'environ 15 micromètres.

Durée de vie :

La vie d'un neutrophile est intense mais brève. Leur temps de demi-vie dans le sang est de 6 à 12 heures, tandis qu'il est de 1 à 4 jours dans les tissus. Ce rythme effréné permet un renouvellement constant des troupes immunitaires, garantissant une protection optimale contre les infections, les agressions bactériennes...

Mesure et les valeurs :

Valeurs de référence

Chien : Nombre absolu : 3 000 à 11 500 neutrophiles par microlitre de sang (μL).

Concentration relative : 30 à 75% des globules blancs totaux.

Chat : Nombre absolu : 2 500 à 12 800 neutrophiles par microlitre de sang (μL).

Concentration relative : 25 à 65% des globules blancs totaux.

Remarque :

L'interprétation ne se dépendant pas sur les pourcentages relatifs de chaque type de globule blanc (formule leucocytaire), mais sur le nombre absolu de neutrophiles.

Importance de l'interprétation du nombre absolu de neutrophiles : est un indicateur important de la fonction immunitaire.

Technique :

Numération réalisée sur sang total conservé sur anticoagulant (EDTA). Conservation possible à 4°C ou (éventuellement) à température ambiante pendant 48 heures.

L'examen microscopique (objectif 50 ou 100 à immersion) est réalisé sur un frottis obtenu à partir de sang total

Valeurs usuelles du nombre de neutrophiles chez l'adulte

Nombre absolu de neutrophiles (N/I) : 1 500 à 7 000/ μ I Pourcentage de neutrophiles (%) : 40 à 70%.

3.4.2. Granulocytes éosinophiles

Les GNE ou granulocytes éosinophiles, sont des cellules immunitaires qui sont spécialisés dans la destruction des parasites. Le Mécanisme de destruction : Les GNE ne détruisent pas les parasites par phagocytose (ingestion comme le font les GNN), mais par des mécanismes de cytotoxicité impliquant des toxines et des enzymes. Les GNE sont légèrement plus grandes que les GNN, avec un diamètre de 12 à 18 μ m, avec un noyau est peu lobé, souvent bilobé, et présente une chromatine dense basophile et un cytoplasme contient des granulations spécifiques. Chez le chien, elles sont éosinophiles (orangées à marron), arrondies et de taille très variable (2 à 5 μ m). Les granulations spécifiques permettent de les identifier et de contribuer au diagnostic d'espèce lors de l'analyse d'un frottis sanguin.

Les valeurs : Environ 600 à 1 000 éosinophiles parmm²de sang (μ L).

La différence et la similarité avec GNE

Diapédèse et chimiotactisme : peuvent traverser les parois des vaisseaux sanguins (diapédèse) et se déplacer vers les sites d'infection ou d'inflammation en réponse à des signaux chimiques (chimiotactisme).

Différences avec les GNN : Capacité de recirculation : Les GNE ne peuvent pas réintégrer le sang après leur sortie des vaisseaux, contrairement aux GNN qui peuvent recirculer plusieurs fois.

Durée de vie : Les GNE circulent dans le sang pendant quelques heures avant de migrer vers les tissus où ils peuvent persister pendant plusieurs jours, voire plusieurs semaines.

**Tableau 6 des pathologie qui indiquant par l'augmentation de PGE
(Médaille, 2011)**

Pathologie	Les valeurs de référence	Exemplaire
Éosinophilie sanguine	Lorsque le taux des éosinophiles dépasse 1250/mm ² chez le chien et 1700/mm ² chez le chat.	Parasitisme : Les parasites sont causée l'éosinophilie chez 20% des chats : Dirofilariose (Maladie du ver du cœur), Ascaris, Strongyloses respiratoires, Démodex
		Maladies à éosinophiles : Leucémie éosinophilie, Entérite éosinophile, Pyodermite, Mastocytomes (éosinophilie variable)
		Hypersensibilité : réaction allergique en cas piqûres de puce (20% des cas chez le chat), Intolérance alimentaire, asthme félin
Eosinopénie	Ne trouvez pas des PN lors d'un frottis sanguin.	Excès de corticostéroïdes : Stress, Corticothérapie
		Infection virale aiguë

3.4.3. Les granulocytes basophiles (GNB)

Les GNB sont légèrement plus grands que les GNN, avec un noyau des est polylobé, se forment et mûrissent dans la moelle osseuse, un cytoplasme contient des granules violet foncé dispersées sur un fond basophile pâle à rose violacés et sont des cellules impliquées dans les réactions allergiques et inflammatoires.

Les granules des GNB contiennent des substances chimiques telles que l'histamine, l'héparine, la sérotonine et l'acide hyaluronique.

Les GNB sont rarement trouvés dans le sang, sauf chez le lapin

Durée de vie : Les GNB circulent dans le sang pendant quelques heures avant de migrer vers les tissus où ils survivent quelques jours.

Les agranulocytes :

3.4.4. Les lymphocytes

Les lymphocytes sont des cellules immunitaires essentielles qui jouent un rôle important dans la défense de l'organisme. Leur nombre et leur morphologie permettent d'évaluer l'état du système immunitaire et de détecter d'éventuelles anomalies, sont des cellules mononuclées. Ces cellules, classées en fonction de leur taille, sont les plus petits (7 à 10 μm) et les plus grands lymphocytes (10 à 15 μm). Sous le microscope, les lymphocytes se différencient par leur noyau rond ou ovale, souvent entouré d'une fine bordure de cytoplasme. La couleur du cytoplasme, plus intense chez les grands lymphocytes, est proportionnelle à la quantité d'immunoglobulines qu'ils contiennent. Un frottis coloré au MGG permet d'observer ces détails et d'identifier les différents types de lymphocytes.

Où les trouver ? Les lymphocytes ne se contentent pas de circuler dans le sang. Ils ont des "casernes" privilégiées, appelées organes lymphoïdes, où ils se développent et mûrissent. Ces organes comprennent la rate, le thymus, les ganglions lymphatiques et la moelle osseuse.

Combien de lymphocytes ?

Chien adulte : entre 1 000 et 4 800 lymphocytes par microlitre de sang (μL).

Chat adulte : entre 1 500 et 7 000 lymphocytes par microlitre de sang (μL).

Comment les compter ?

Le comptage des lymphocytes se fait en deux étapes :

Numération leucocytaire : déterminer le nombre total de globules blancs dans le sang.

Formule leucocytaire : analyser la proportion de chaque type de globule blanc, y compris les lymphocytes.

Ces analyses se réalisent au moyen d'un automate d'hématologie ou d'un microscope optique.

Tableau 7 : Pathologies caractérisées par augmentation ou diminution des lymphocytes (Médaille, 2011)

Pathologie	Valeurs de référence	Etiologies
Lymphopénie : est une anomalie sanguine caractérisée par un nombre de lymphocytes inférieur aux valeurs de référence	Chez le chien, une lymphopénie est définie par un nombre de lymphocytes inférieur à 1000/mm ³ et Chez le chat, les lymphocytes inférieurs à 1500/mm ³ .	<ul style="list-style-type: none"> - Production réduite : Affections virales (par exemple, FIV chez le chat, parvovirus chez le chien) Défauts congénitaux du système immunitaire (rares) - Répartition altérée : Administration de corticoïdes excessivement Stress sévère -Recirculation perturbée : Entéropathie exsudative (perte de protéines dans les intestins) Destruction des ganglions lymphatiques : Lymphome, Lymphadénite granulomateuse
Lymphocytose : est une anomalie sanguine caractérisée par un nombre de lymphocytes supérieur aux valeurs de référence.	Chez le chat adulte, une lymphocytose est définie par un nombre de lymphocytes supérieur à 7 000/mm ³ . Chez le chien, une lymphocytose est définie par un nombre de lymphocytes supérieur à 4 000/mm ³ .	<ul style="list-style-type: none"> Stress : Fréquente chez les jeunes chats Peut atteindre jusqu'à 24 000 lymphocytes/mm³, mais il est Réversible après la disparition du stress Stimulation antigénique, Infections chroniques Néoplasies lymphoïdes : Environ 10% des lymphosarcomes chez le chien et Environ 30% des lymphosarcomes chez le chat Leucémies lymphoïdes (nombre de lymphocytes pouvant atteindre 100 000/mm³) Autre (physiologique) : Fièvre, Vaccination récente, Hypocorticisme (insuffisance surrénalienne)

3.4.5. Monocytes

Les monocytes sont des mononuclées, ce qui signifie qu'ils n'ont qu'un seul noyau. Les monocytes sont les plus grandes cellules sanguines et jouent un rôle essentiel dans le système immunitaire et la cicatrisation.

Morphologie :

Taille : 15 à 20 micromètres

Noyau : Large et en forme de haricot

Cytoplasme : Abondant, légèrement basophile (bleu pâle), parfois vacuolé et ponctué de fines granulations azurophiles (bleutées).

Fonction :

Les monocytes quittent la moelle osseuse et circulent dans le sang pendant quelques heures (8 heures) avant de migrer vers les tissus où ils se transforment en macrophages. Les macrophages sont des cellules phagocytaires qui engloutissent et digèrent les agents pathogènes (bactéries, virus, champignons), les cellules mortes et les débris cellulaires. Ils contribuent également à la cicatrisation des tissus et à la régulation de la réponse immunitaire en sécrétant des molécules actives (enzymes, cytokines, interférons).

Mesure et valeurs usuelles :

Technique de mesure : Numération formule sanguine sur un frottis sanguin.

Prélèvement : Sang capillaire ou veineux.

Valeurs usuelles chez le chien et le chat adultes : $0,05$ à $1,2 \times 10^9/L$ (soit environ 500 à 1200 cellules par mm^3).

**Tableau 8 : Augmentation et diminution pathologique du nombre de monocytes
(Médaille, 2011)**

Monocytopénie	Absence d'une diminution pathologique du nombre de monocytes.
<p>Monocytose : Augmentation du nombre absolu de monocytes circulants au-delà des seuils suivants :</p> <p>Chien: $> 1,35 \times 10^9/L$ (1 350/mm³)</p> <p>Chat : $> 0,85 \times 10^9/L$ (850/mm³) (dans le cadre d'une inflammation chronique)</p>	<p>La monocytose est souvent associée à une neutrophilie, en particulier chez le chien.</p> <p>Modifications morphologiques (Vacuoles ou inclusions)</p> <p>La concentration des glucocorticoïdes est élevée : corticothérapie, syndrome de Cushing</p> <p>Inflammation chronique ou aiguë (nécrose tissulaire, suppurations profondes)</p> <p>Hématomes ou hémorragie interne</p> <p>Anémie hémolytique, Parvovirose, Ehrlichiose en phase aiguë, Leucémie monocyttaire (rare)</p>

3.5. Les plaquettes

Sont des minuscules cellules sans noyau, elles se forment à partir de la fragmentation de mégacaryocytes, des cellules présentes dans la moelle osseuse. Leur durée de vie dans le sang est d'environ 7 à 10 jours. Les plaquettes jouent un rôle crucial dans le maintien d'une hémostase saine, empêchant les saignements excessifs et favorisant la cicatrisation des plaies. Comprendre leur fonctionnement et leurs anomalies est essentiel pour le diagnostic et le traitement des troubles de la coagulation

Fonctionnement des plaquettes :

Coagulation : Les plaquettes s'agglutinent au site d'une blessure pour former un caillot et stopper le saignement.

Fonction vasculaire : Elles contribuent à maintenir l'intégrité des vaisseaux sanguins et à prévenir la formation de caillots indésirables.

Numération des plaquettes sanguines :

Méthodes :

Numération automatique précise : Comptage automatisé par analyseur de sang.

Numération manuelle approximative :

Comptage au microscope à l'aide d'un hémocytomètre (cellule de Malassez ou de Thomas).

Estimation rapide : Observation d'un frottis sanguin au microscope (objectif x 100 à immersion).

Chez les chiens et les chats, on observe généralement 10 à 30 plaquettes par champ de vision.

Valeurs normales chez les animaux en bonne santé :

Chien : 200 000 à 500 000 plaquettes/mm³ (moyenne : $300 \times 10^9/L$), l'exception : Cavalier King Charles : < 100 000 plaquettes/mm³

Chat : 300 à 800 x 10⁹/L

Répartition des plaquettes :

Circulation : Environ 2/3 des plaquettes circulent dans le sang.

Stockage : Le 1/3 restant est stocké dans la rate, prêt à être libéré en cas de besoin.

Facteurs influençant le nombre de plaquettes :

Exercice : La contraction de la rate peut libérer des plaquettes stockées, augmentant temporairement leur nombre dans le sang. Le stress peut également stimuler la libération de plaquettes stockées.

Anomalies des plaquettes :

Thrombopénie : Nombre de plaquettes insuffisant, augmentant le risque de saignement.

Thrombocytose : Nombre de plaquettes excessif, augmentant le risque de caillots sanguins.

3.6. Hémostase

L'hémostase est un processus physiologique essentiel qui vise à stopper les saignements et à prévenir la formation de caillots sanguins indésirables (thrombus). Ce mécanisme complexe peut classer en deux grandes phases : l'hémostase primaire et l'hémostase secondaire. L'hémostase primaire : la formation du clou plaquettaire L'hémostase primaire est la première ligne de défense contre les saignements. Elle intervient dans les secondes suivant la lésion d'un vaisseau sanguin et consiste en la formation d'un bouchon plaquettaire, appelé "clou plaquettaire". Ce clou est constitué de plaquettes sanguines, qui s'agrègent et adhèrent à la paroi lésée du vaisseau. Les tests d'exploration de l'hémostase primaire La numération plaquettaire : Permet de mesurer le nombre de plaquettes sanguines dans le sang. Elle est évaluée par la numération plaquettaire automatique ou par cellule de Malassez.

Le temps de saignement (TS) : Évalue la durée de formation du clou plaquettaire. Un TS prolongé peut être le signe d'un trouble de l'agrégation plaquettaire ou d'une anomalie de la fonction vasculaire (**Leporrier, 2005**).

3.6.1. Méthode de Duke

Incision sur le lobe de l'oreille par une aiguille stérile.

Collecte le sang tous les 30secondes

Normale : 2-4 minutes.

3.6.2. L'hémostase secondaire :

Est un processus complexe qui consiste à stopper le saignement par la formation d'un caillot. Ce processus implique une cascade de réactions enzymatiques activées par divers facteurs plasmatiques et tissulaires. Deux voies principales contribuent à l'hémostase secondaire : la voie intrinsèque et la voie extrinsèque. Ces deux voies convergent vers la formation d'un complexe enzymatique appelé prothrombinase, qui transforme la prothrombine en thrombine. La thrombine, à son tour, convertit le fibrinogène en fibrine insoluble, constituant le caillot. Il existe certains tests pour évaluer la coagulation sanguine : le temps de céphaline activée (TCA), le temps de Quick (TQ) et le temps de thrombine (TT).

Définitions des tests TCK (Temps de Céphaline kaolin)

Explore la voie intrinsèque et la voie commune de la coagulation plasmatique, en se concentrant sur les facteurs IX (antihémophilique B), VIII (antihémophilique A), X, II (prothrombine) et I (fibrinogène). Les valeurs : chien :16 à 18 secondes. Chat :25 secondes.

TQ (Temps de Quick ou temps de prothrombine) : Explore la voie extrinsèque et la voie commune de la coagulation, en se concentrant sur les facteurs VII, XII, I, II et V. il est exprimé en pourcentage d'activité par rapport à un plasma normal, n'est pas directement applicable aux chiens et aux chats. Les normes :6,5 à 7,5 secondes chez le chien

TT (Temps de Thrombine) :

Explore uniquement la voie commune et la fibrinofomation, en se concentrant sur les facteurs II et I. chez le chien12 à 13 secondes Principe de mesure Chaque test mélange le plasma du patient avec des réactifs spécifiques à la voie de coagulation à étudier. Si le plasma manque de facteurs de coagulation essentiels, la formation du caillot sera retardée ou inexistante. Le temps de formation du caillot est mesuré en secondes et comparé à des valeurs de référence ou à un plasma témoin (**Médaille, 2011**).

3.7. Vitesse de sédimentation (VS)

Le test de sédimentation "vitesse de sédimentation des érythrocytes (VS)" est un examen sanguin courant utilisé pour mesurer la vitesse des globules rouges se sédimentent au fond d'un tube de sang. La VS est un marqueur de première intention d'un syndrome inflammatoire, mais elle n'est ni sensible ni spécifique. Une VS supérieure à 10 mm/h, associée à l'interprétation de l'hémogramme, peut être utile pour l'orientation diagnostique (**Médaille, 2011**)

Technique de mesure et valeurs usuelles

Technique : Le sang est prélevé sur un anticoagulant et placé dans un tube de westergreen (gradué) (**OMS, 1982**).

La hauteur du plasma surnageant (sans globules rouges) est lue après 1 et 2 heures (VS1 et VS2). La sédimentation est exprimée en millimètres par heure (mm/h).

Valeurs de référence : Chien : VS1 = 2 mm/h, VS2 = 4 mm/h

Chat : sédimentation plus rapide que chez le chien

Cheval : sédimentation extrêmement rapide

Facteurs influençant la VS :

Facteurs biologiques : Nombre de globules rouges : une anémie sévère peut augmenter la VS.

Albuminémie : une diminution notable de l'albuminémie accélère la VS.

Facteurs physiologiques :

Espèce animale : la sédimentation est plus rapide chez le chat que chez le chien.

Faux négatifs : Polyglobulie, hémococoncentration, leucémies chroniques : VS anormalement basse. Hypofibrinogénémie et hyperhémolyse: VS basse. Corticoïdes : diminuent la VS.

Faux positifs : Anémie avec ou sans inflammation : VS accélérée (**Médaille, 2011**).



Figure 21 : Tubes de westergreen (gradués)

4. Partie Biochimie

4.1. Contrôle de qualité

Le Contrôle Qualité est un élément indispensable dans le domaine des analyses de biochimie. En garantissant l'exactitude et la précision des résultats, en détectant et en minimisant les erreurs qui peuvent survenir tout au long du processus d'analyse.

Erreurs d'exactitude (biais) : Ces erreurs se traduisent par un écart systématique entre la valeur mesurée et la valeur vraie. Elles sont généralement dues à des problèmes techniques, à des réactifs défectueux ou à une mauvaise calibration des instruments.

Erreurs d'imprécision (dispersion) : Ces erreurs se manifestent par une variabilité des résultats obtenus lors de mesures répétées sur le même échantillon. Elles sont généralement dues à des facteurs aléatoires tels que des variations de température, des erreurs de manipulation ou des problèmes de stabilité des réactifs (**Laboratoire MSF, 2018**).

4.2. Calibration :

La calibration est un processus essentiel qui vise à garantir la précision des mesures effectuées par un instrument ou une méthode d'analyse. Elle consiste à comparer les indications de l'instrument ou les résultats de l'analyse à une référence étalonnée. Une calibration régulière et rigoureuse des instruments et des méthodes d'analyse est essentielle pour maintenir la qualité des analyses Biochimies

Principe de la calibration en biochimie :

Dans le domaine de l'analyse Biochimie, la calibration implique les étapes suivantes :

-Préparation des standards :

Des dilutions de la substance à doser (appelées standards) sont préparées à partir d'une solution mère étalonnée.

Chaque dilution représente une concentration connue de la substance. Le nombre de concentrations de standards varie selon la méthode d'analyse, mais généralement, on utilise une gamme de 5 à 6 concentrations (**Laboratoire MSF, 2018**).

-Analyse des standards :

Les standards préparés sont analysés à l'aide de l'instrument ou de la méthode d'analyse à calibrer.

Pour chaque standard, on mesure l'absorbance, qui est une mesure de la quantité de lumière absorbée par la substance à doser. **(Laboratoire de MSF, 2018)**

Les valeurs d'absorbance obtenues pour chaque standard sont soigneusement enregistrées.

-Établissement de la courbe de calibration : Un graphique est créé en représentant l'absorbance mesurée pour chaque standard en fonction de sa concentration respective.

La courbe de calibration obtenue est généralement une ligne droite.

Pour calculer la concentration d'un échantillon inconnu peut utiliser la formule suivante **(Beer Lambert)**. Appliquer sur un courbe linéaire :

$$\text{concentration du test T} = \frac{\text{absorbance du test AT}}{\text{absorbance du standart AS}} \times \text{concentration du standart CS}$$

Si la courbe de calibration n'est pas linéaire, il est impossible de déterminer la concentration d'un échantillon à partir de son absorbance uniquement. Dans ce cas, la lecture de la concentration doit se faire directement sur la courbe. **(Laboratoire MSF, 2018)**

4.3.Les techniques de mesures

4.3.1. La colorimétrie

La colorimétrie est une technique fondamentale en biochimie, offrant un moyen simple, efficace, qui permet de mesurer la concentration d'une substance en solution en quantifiant la lumière qu'elle absorbe à une longueur d'onde particulière. Ce principe repose sur la loi de Beer-Lambert. **(Kouokam, 2010)**.

4.3.2. Photométrie de flamme

La flamme est employée afin de transformer l'élément à doser en vapeur atomique, où les atomes seront réversiblement transformés entre un état de base et un état excité. Un électron se déplace sur une orbitale plus externe à un niveau d'énergie plus élevé, puis elle retourne à son niveau initial sous forme de photons. Les fréquences des photons émis sont spécifiques à l'élément, formant ainsi le spectre d'émission de cet élément (les métaux alcalins tels que le lithium, le sodium ou le potassium, qui est contient un électron sur la couche périphérique). (Valdiguié, 2000)

4.4.L'alanine aminotransférase (ALAT)

Également connue sous le nom de transaminase glutamo-pyruvique (TGP), est une enzyme présente en grande quantité dans les cellules du foie (hépatocytes) chez les chiens et les chats et de sa demi-vie (courte chez le chat), mais peut se trouver aussi dans le cœur et le rein. Sa mesure dans le sang (sérum ou plasma) fournit des informations précieuses sur la santé du foie et permet de :

Détecter les lésions hépatiques : Une augmentation de l'ALAT indique une cytolyse hépatique récente, mais ne permet pas de différencier la cause exacte.

Suivre l'évolution d'une maladie hépatique :

L'évolution de l'activité de l'ALAT dans le sang permet de suivre l'évolution d'une affection hépatique.

Avantages de l'ALAT comme marqueur hépatique :

Spécificité élevée : Elle est principalement présente dans le foie, ce qui la rend utile pour identifier les lésions hépatiques.

Inconvénients de l'ALAT comme marqueur hépatique :

L'ALAT est sensible aux lésions hépatiques, mais elle ne permet pas de différencier les causes exactes de ces lésions.

Méthode de dosage :

La méthode la plus courante pour le dosage de l'ALAT est la spectrophotométrie en chimie liquide. Cette technique permet de mesurer la quantité de produit formé par l'enzyme en présence d'un substrat spécifique

Valeurs usuelles de l'ALAT chez les chiens et les chats:SFBC, IFCC : $ALAT \leq 40-50$ U/I

L'unité utilisée pour exprimer l'activité de l'ALAT est l'Unité Internationale par litre (U/l).

Pathologie :

Augmentation de l'ALAT

Une augmentation significative de l'activité de l'ALAT plasmatique (d'au moins 2 à 3 fois la valeur normale) indique une cytolyse hépatique récente. La cause peut être :

Nécrose hépatique : Hépatite chronique active, cirrhose, obstruction biliaire...

Augmentation de la perméabilité cellulaire : Anoxie, médicaments (paracétamol, barbituriques, halothane, sulfonamides), pancréatite, accumulation du cuivre chez certaines races de chiens.

Certains médicaments peuvent influencer les résultats du dosage de l'ALAT, notamment :

Corticoïdes, Kétoconazole, Paracétamol, Sulfamides... (**Valdigué, 2000 ; Médaille, 2011**).

4.5.Les Phosphatases Alcalines (PAL)

Sont des enzymes présentes dans de nombreux tissus du corps, en particulier dans les os, le foie, les intestins, les reins et le cerveau. Elles jouent un rôle important dans la croissance osseuse, la digestion et le métabolisme. La mesure de l'activité des PAL dans le sang peut aider au diagnostic de diverses maladies, notamment les maladies du foie, des os et des intestins. C'est pour cela leur dosage chez les carnivores est praticable.

Dosage des PAL :

Le dosage des PAL se fait sur un échantillon de sérum ou de plasma héparine. Il est important de noter que l'activité des PAL peut être affectée par divers facteurs, tels que l'âge, le sexe et la prise de certains médicaments.

La méthode la plus courante pour le dosage de l'PAL et GGT est la spectrophotométrie en chimie liquide. Cette technique permet de mesurer la quantité de produit formé par l'enzyme en présence d'un substrat spécifique.

Les adultes : SFBC/IFCC : PAL \leq 80 U/I

Les jeunes en croissance : PAL : x 2 à 4 (Médaille, 2011)

Pathologie :

Augmentation de PAL :

Maladies du foie (hépatite, obstruction biliaire, tumeurs du foie)

Maladies osseuses (Les ostéomalacies et le rachitisme, Les tumeurs osseuses)

Hyperthyroïdie (chat)

Certains médicaments (corticoïdes, anticonvulsivants chez le chien)

Diminution de PAL :

Pas significatif. (Médaille, 2011) et (Valdigué, 2000).

4.6.La Gamma-Glutamyl Transférase (GGT)

Est une enzyme présente dans divers tissus du corps, notamment le foie, les voies biliaires, le pancréas et les reins. Elle joue un rôle dans le transport des acides aminés et d'autres composés. La mesure de l'activité de la GGT dans le sang peut aider au diagnostic de diverses maladies, en particulier les maladies du foie et du pancréas.

Dosage de la GGT :

Le dosage de la GGT se fait sur un échantillon de plasma héparine ou de sérum.

Valeur : GGT : 0-10 U/I

Pathologie :

Augmentation de l'activité de la GGT :

Maladies du foie (hépatite, cirrhose, tumeurs du foie, obstruction des voies biliaires)

Pancréatite

Certains médicaments

Diminution de l'activité de la GGT : rare et peu significative

Il est important de noter que l'activité de la GGT peut être influée par certains facteurs, tels que l'âge, prise de certains médicaments. La GGT est généralement considérée comme un marqueur plus spécifique des maladies du foie que les Phosphatases Alcalines (PAL) (Valdiguié, 2000 ; Médaille, 2011).

4.7. Glucose

La glycémie : Un élément clé pour le diagnostic de maladies métaboliques

La glycémie, ou taux de sucre dans le sang, est un paramètre essentiel pour le diagnostic de diverses pathologies, notamment le diabète sucré et la méningite. En effet, des anomalies du métabolisme des glucides, comme une carence en insuline ou une présence anormale de glucose dans les urines, peuvent être révélées par une analyse glycémique (OMS, 1982)

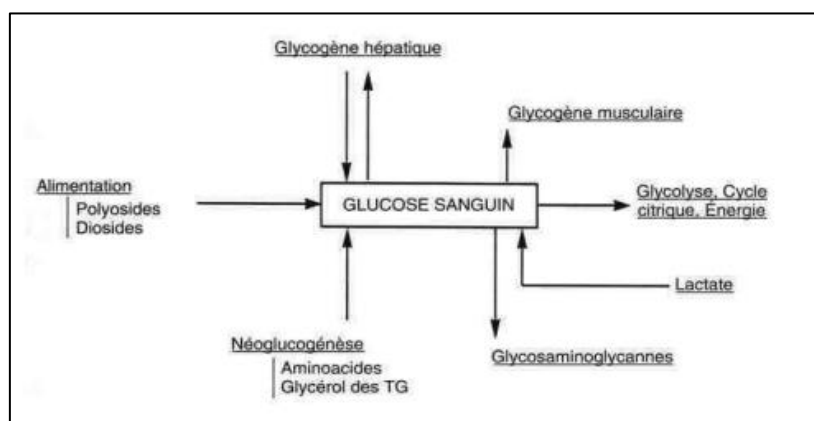


Figure 22 : Origine de la glycémie (Valdiguié, 2000)

Méthodes de dosage de la glycémie :

Les techniques enzymatiques, principalement basées sur l'utilisation du glucose oxydase (80%) ou de l'hexokinase (7%), représentent la méthode de choix pour le dosage de la glycémie. Ces techniques reposent sur la mesure de l'intensité d'une réaction colorée (absorbance) à l'aide d'un spectrophotomètre (**Valdigué, 2000**).

Valeurs normales de la glycémie :

Chez les chiens et chats à jeun (8 heures), la glycémie normale se situe entre 0,5 g/L et 1 g/L. Il est important de noter que la glycémie peut être légèrement plus élevée dans le sang capillaire et artériel que dans le sang veineux (**Médaille, 2011**).

Conservation de la glycémie pour les analyses :

Stabilité du glucose dans les échantillons sanguins :

La conservation du glucose dans les échantillons sanguins est importante pour garantir la précision des analyses.

Type d'échantillon :

Sang total :

Sans anticoagulant : Stable 30 minutes à température ambiante. La glycémie diminue de 5 à 10%/h dans le sang total non séparé.

Avec anticoagulant (héparine ou citrate) : Recommandé pour une meilleure stabilité. Séparer les globules rouges du plasma dans l'heure suivant le prélèvement.

Plasma : Stable 4 jours à 4°C et 2 mois à -20°C.

Sérum : Stable 4 jours à 4°C et 2 mois à -20°C.

La mesure de la glycémie sur sang total varie en fonction de la valeur de l'hématocrite (**Médaille, 2011**).

Glucomètres :

Les glucomètres étalonnés pour la médecine humaine peuvent sous-estimer la glycémie chez les animaux (Médaille, 2011).

Facteurs influençant la glycémie chez les chiens et les chats :

**Tableau 9 : Facteurs influençant la glycémie chez les chiens et les chats
(Valdiguié, 2000 ; Médaille, 2011)**

Hypoglycémie	Tumeurs extra-pancréatiques, Atteintes hépatiques (virales, toxiques, cancéreuses), Insuffisance hépatique grave Hypocorticisme (insuffisance en cortisol) Exercice physique intense (chiens de chasse)
Hyperglycémie	Causes physiologiques : Augmentation postprandiale (après un repas), Excitation, Diæstrus (phase du cycle œstral chez la chatte), administration de glucocorticoïdes (cortisone) Causes pathologiques : Diabète sucré de type 1 (déficit en insuline) : fréquent chez le chien Diabète sucré de type 2 (résistance à l'insuline) : fréquent chez le chat Pancréatite, maladie de Cushing (excès de cortisol), hyperthyroïdie. (Médaille, 2011) et (Valdiguié, 2000)

4.8. Bilirubine totale**Production et transport de la bilirubine :**

La production de bilirubine se déroule principalement dans les macrophages dans la rate, la moelle osseuse et le foie. Une fois libérée dans le sang, la bilirubine, de nature hydrophobe, se

lie à l'albumine, une protéine plasmatique, pour être transportée vers le foie. (**Valdigué, 2000**).

Rôle du foie :

Le foie joue un rôle central dans le traitement de la bilirubine. Elle y subit deux transformations majeures :

Conjugaison : La bilirubine se lie à des molécules comme l'acide glycuronique pour devenir hydrosoluble (soluble dans l'eau) et ainsi pouvoir être excrétée.

Excrétion : La bilirubine conjuguée est ensuite expulsée du foie via les canaux biliaires, qui se déverse dans l'intestin grêle, comme tous les éléments de la bile (**Valdigué, 2000**)

Destinée finale de la bilirubine :

Dans l'intestin, la bilirubine conjuguée rencontre la flore bactérienne intestinale. Ces flores bactériennes déconjuguent la bilirubine, la transformant en divers pigments. Une partie de ces pigments est responsable de la coloration des selles (stercobiline), tandis que l'autre partie est réabsorbée et se retrouve en faible quantité dans les urines (urobilinogène st transformée en urobiline, un pigment jaune responsable de la coloration normale des urines) (**Valdigué, 2000 ; Médaille, 2011**)

Le dosage de la bilirubine totale est souvent demandé en présence d'un ictère (jaunissement de la peau et des muqueuses), d'une bilirubinurie (présence de bilirubine dans les urines) ou d'une suspicion clinique de maladie hépatique.

Particularités chez le chien et le chat :

Chien : Le rein du chien possède une capacité limitée à conjuguer et à excréter la bilirubine circulante. Cela explique la présence occasionnelle de traces de bilirubine.

Chat : Contrairement au chien, le chat ne possède pas cette capacité rénale d'excrétion de la bilirubine. Par conséquent, la présence de toute trace de bilirubine dans les urines du chat est considérée comme pathologique (**Médaille, 2011**).

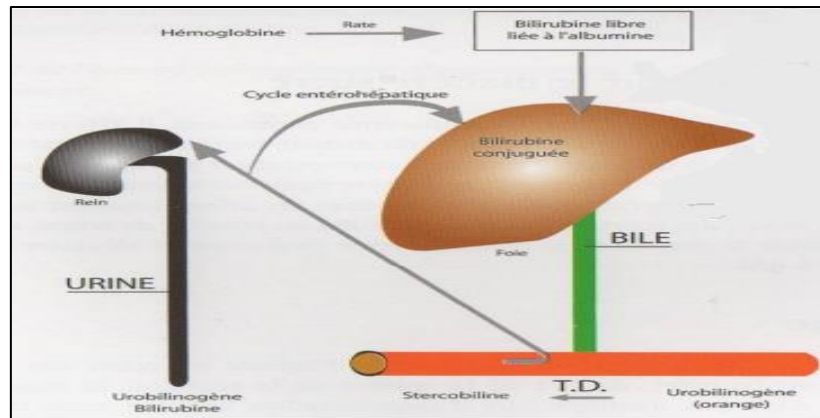


Figure 23 : Production et transport de la bilirubine (Médaille, 2011)

Techniques de mesure de la bilirubine totale :

Dans le plasma ou le sérum par colorimétrie en chimie liquide.

Dans le plasma ou le sang total en chimie sèche (Médaille, 2011)

Prélèvement et les valeurs de référence :

Type d'échantillon : Le dosage se réalise sur plasma hépariné ou sur sérum.

Dilution : En cas d'ictère important, une dilution du plasma (1/2 ou 1/10) peut être nécessaire.

Les Valeurs : Bilirubine totale : < 5 mg/L, soit < 10 $\mu\text{mol/L}$

Remarque importante : Une concentration de bilirubine supérieure à 40 mg/L est considérée comme cliniquement dangereuse pour le chien.

La concentration de la bilirubine liée à sa production, son élimination biliaire, métabolisme hépatique.) (Médaille, 2011)

Pathologie :

Les maladies hémolytiques : augmentation de la destruction de l'hème

Les maladies hépatiques : cholestases, l'ictère (Médaille, 2011).

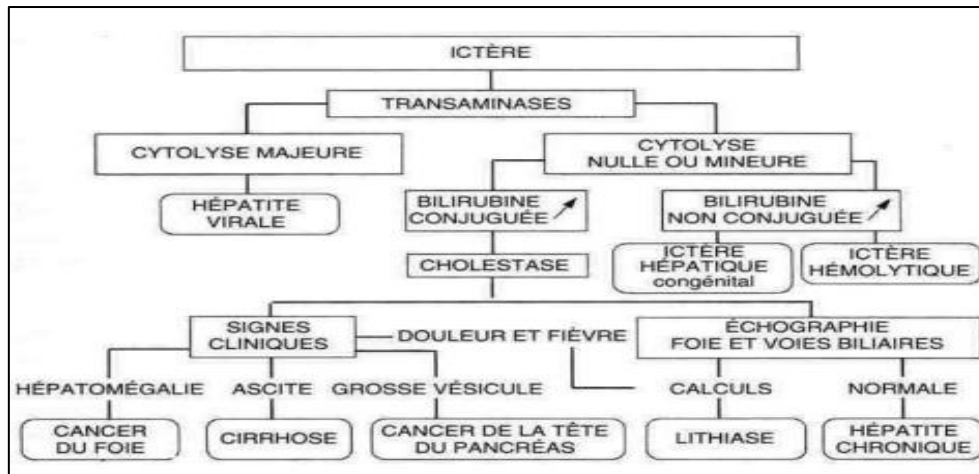


Figure 24 : Schéma récapitulatif sur l'ictère (Valdiguié, 2000)

4.9.Urée

L'urée est un produit du métabolisme des protéines. Elle est produite par le foie à partir de la dégradation des acides aminés. Transportée par le sang, l'urée est ensuite filtrée par les reins et éliminée dans les urines.

Rôle des reins dans l'élimination de l'urée : Les reins jouent un rôle crucial dans l'élimination de l'urée du sang. Ils filtrent l'urée du sang et la dirigent vers les urines. Une quantité adéquate d'urée est éliminée dans les urines chaque jour, permettant de maintenir un équilibre sain dans l'organisme. Lorsque les reins cessent d'éliminer l'urée, son taux dans le sang s'élève. Cette augmentation peut résulter de lésions aux tubules rénaux ou d'une irrigation insuffisante des reins (OMS, 1982)

Dosage de l'urée sanguine :

Méthode à l'hypobromite : Cette méthode repose sur la réaction de l'urée avec une solution alcaline d'hypobromite de sodium, libérant de l'azote gazeux. La quantité d'azote dégagée est mesurée et comparée à celle d'une solution d'urée de référence.

Méthode à la diacétylmonoxime: Cette méthode utilise la réaction de l'urée avec la diacétylmonoxime en milieu acide et à chaud, produisant une coloration jaune. L'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration d'urée et peut être mesurée colorimétriquement.

Méthodes enzymatiques :

Les méthodes enzymatiques sont les plus largement utilisées pour le dosage de l'urée. Elles reposent sur l'utilisation d'enzymes spécifiques qui catalysent la dégradation de l'urée en produisant des composés mesurables (**Valdigué, 2000**)

Prélèvement : le sang total, le sérum ou le plasma hépariné

Valeurs de référence :

Les valeurs de référence de l'urée dans le sang varient selon l'espèce animale :

Chien : 3 à 11 mmol/L (0,2 à 0,6 g/L)

Chat : 4 à 12 mmol/L (0,2 à 0,7 g/L). (**Médaille, 2011**)

Répartition des techniques et contrôle de qualité :

En France, les techniques enzymatiques représentent 83 % des méthodes utilisées pour le dosage de l'urée. Parmi ces techniques, 2,6 % utilisent une lecture colorimétrique, 80,4 % une lecture en UV et 10,6 % une lecture réflectométrique. Un contrôle de qualité national est mis en place pour garantir la fiabilité des résultats.

Interprétation du taux d'urée sanguine et urinaire : par la comparaison entre taux d'urée sanguine, Taux d'urée urinaire et Débit uréique journalier (Le débit uréique journalier, qui correspond à la quantité d'urée éliminée dans les urines sur une période de 24 heures, permet d'évaluer l'apport en protéines et d'affiner l'interprétation du taux d'urée sanguine).(**Valdigué, 2000**)

4.10. Créatinine :

La créatinine est un élément clé pour évaluer la fonction rénale. Elle est filtrée par le glomérule rénal et est excrétée dans l'urine en tant que déchet. La concentration en créatinine totale du sang est constante chez un individu, en fonction de sa masse musculaire. Cette valeur plasmatique est stable et ne dépend ni de l'alimentation, ni de l'exercice, ni d'autres facteurs biologiques. En fait, la créatinine est le constituant sanguin dont le taux est le plus fixe. La créatinine sanguine ne varie pratiquement que dans les cas de lésions rénales (**Valdigué, 2000**)

Mesure de la créatinine :

Sang total, le sérum ou le plasma hépariné. Pour la créatininémie, il est recommandé d'utiliser une méthode enzymatique ou cinétique à deux points, plus précise et fiable que la technique classique "réaction de Jaffe en point final".

Valeurs usuelles de la créatinine :

Les valeurs usuelles de la créatinine chez les animaux domestiques sont les suivantes :

Chien : 60 à 128 $\mu\text{mol/L}$ (soit environ $< 15 \text{ mg/L}$)

Chat : 60 à 163 $\mu\text{mol/L}$ (soit environ $< 20 \text{ mg/L}$). (**Médaille, 2011**)

Pathologies liées à l'augmentation de l'urée et de la créatinine

a) Augmentation de l'urée :

Cause : Diminution de la perfusion rénale, souvent due à une hypovolémie : déshydratation, choc hypovolémique et hémorragie.

Quelle que soit l'hydratation, la créatininémie reste stable.

b) Augmentation de l'urée et de la créatinine :

Cause : Insuffisance rénale aiguë ou chronique (**Médaille, 2011**).

Évolution :

L'urée n'augmente généralement plus tôt que la créatinine.

L'ampleur de l'augmentation reflète la gravité de la dysfonction rénale.

La nature des lésions rénales ne peut être déterminée par ces dosages seuls. L'analyse de l'urée et de la créatinine doit s'accompagner d'autres tests (densité urinaire, bandelette urinaire, électrolytes) pour un diagnostic précis.

Remarque : créatinine est un indicateur utile de la fonction rénale, mais ne permet pas de déterminer si l'insuffisance est aiguë ou chronique, ni sa cause exacte (**Médaille, 2011**).

Clairance de la créatinine exogène :

Définition: Rapport entre la quantité de créatinine apportée par le sang au rein et la quantité éliminée dans les urines. (Valdigué, 2000). est un outil d'évaluation de la vitesse de filtration glomérulaire (DFG) et pour évaluer la fonction rénale et diagnostiquer une insuffisance rénale. (Médaille, 2011) et (Antoine Pierson, 1998-2001).

4.11. Sodium et potassium :

Sodium (Na⁺) : cation extracellulaire principal.

Concentration élevée dans le liquide extracellulaire (sang, lymphes)

Participe à la régulation de l'équilibre acido-basique (caractère alcalin)

Son dosage en biologie clinique est crucial pour évaluer l'état d'hydratation et l'équilibre électrolytique. (Valdigué, 2000) et (Médaille, 2011).

Potassium (K⁺) : cation intracellulaire principal.

Concentration élevée à l'intérieur des cellules et Concentration basse dans le liquide extracellulaire (expliquant sa faible présence dans le plasma). Variation de la concentration intracellulaire selon les tissus (plus élevée dans les muscles que dans les tissus adipeux).

Maintient l'équilibre acido-basique au niveau cellulaire.

Régulation de l'osmolalité et de la diurèse: L'osmolalité est la concentration en solutés d'une solution. Elle est maintenue constante dans les milieux intra- et extracellulaires grâce à un système complexe impliquant l'hormone antidiurétique (ADH) et la réabsorption de l'eau par les reins. (Vasopressine : Sécritée par la glande post-hypophysaire, Stimulée par l'hypertonie plasmatique détectée par les osmorécepteurs hypothalamiques et Stimulée par une diminution du volume plasmatique enregistrée par les barorécepteurs cardiaques). (Valdigué, 2000) et (Médaille, 2011).

Techniques de dosage :

Le dosage du sodium (Na⁺) et du potassium (K⁺) peut être réalisé par quatre méthodes différentes : Photométrie de flamme, Électrométrie par électrodes sélectives (Utilise des électrodes spécifiques pour chaque ion (Na⁺ ou K⁺) pour mesurer leur concentration dans

l'échantillon), Colorimétrie, Méthode enzymatique(Utilise des enzymes spécifiques pour catalyser des réactions impliquant les ions Na⁺ et K⁺, permettant de mesurer leur concentration par des techniques spectrophotométriques ou fluorométriques).(Valdigué, 2000)

Contrôle de la qualité:

En 1999, pour les dosages de sodium et de potassium dans les laboratoires français, la répartition des techniques utilisées était la suivante :

Photométrie de flamme: 25,2%

Potentiométrie directe: 39,3%

Potentiométrie indirecte: 29,2%.(Valdigué, 2000)

Prélèvement et les valeurs :

Prélèvement: Le sang doit être prélevé sur tube sec ou héparine.

Valeurs de référence :

Potassium: Chien: 3,5 à 5,8 mmol/L Chat: 4,0 à 5,5 mmol/L

Sodium: Chien: 145-155 mEq/L Chat: 150-165 mEq/L. (Médaille, 2011)

Tableau 10 : Pathologies liées à l'augmentation de sodium et de potassium (Médaille, 2011).

Pathologie	
<p>L'hyperkaliémie associée à une défaillance de la fonction rénale: si valeur > 7 mmol/l: des signes musculaires et cardiaques (arythmie)</p> <p>Les raisons principales: Hypovolémie sévère, diabète sucré, exercice musculaire intense (entre 4,4 à 6,0 mmol/l) et excrétion urinaire est Diminué: insuffisance rénale chronique ou aiguë anurique, obstruction urétrale (chez le chat apparaît dans les 48 h).</p> <p>Hyperkaliémie artéfactuelle: leucocytose marquée, mauvais anticoagulant.</p>	<p>L'hyponatrémie :</p> <p>si valeur > 155 mEq/l sans des signes si valeur 170 mEq/l Rarement associée avec hyperosmolalité (signes nerveux).</p> <p>Les raisons principales</p> <p>-Hyponatrémie sans déshydratation: coup de chaleur, diabète insipide suite à une manque d'ADH ou dysfonctionnement des récepteurs rénaux.</p> <p>- Hyponatrémie avec déshydratation pancréatite aiguë, obstruction intestinale, vomissements, diurèse osmotique du diabète sucré, diurétiques.</p>
<p>L'hypokaliémie</p> <p>valeur < 3,5 mmol/ quelques raisons : insuffisance rénale chronique, carences alimentaires, vomissements et diarrhées chroniques</p>	<p>L'hyponatrémie:</p> <p>< 120 mmol/l: Sans hypo-osmolalité (hyperglycémie, hyperlipémie) ou Avec hypo-osmolalité brutale non compensée (léthargie)</p> <p>Les raisons principales vomissements, ascite, diarrhées, insuffisance cardiaque congestive ou hépatique</p>
<p>Rapport Na/K anormal (<27) : Le rapport Na/K, qui représente la proportion entre les ions sodium (Na⁺) et potassium (K⁺) dans le sang, est un indicateur important de l'équilibre électrolytique et de la fonction rénale. Un rapport Na/K anormal (inférieur ou supérieur à la normale) peut être le signe de pathologies graves, telles que : rupture de la vessie, insuffisance rénale et pancréatite.(Médaille, 2011)</p>	

4.12. Le calcium (Ca) et le phosphore (P)

Sont essentiels à :

- Structure osseuse et dentaire.
- Fonction neuromusculaire.
- Coagulation sanguine.
- Homéostasie calcique et phosphorée: La régulation des taux de calcium et de phosphore dans le sang est essentielle pour maintenir l'équilibre acido-basique et la fonction cellulaire normale. La calcémie et la phosphatémie sont régulées conjointement par trois hormones principales :Parathormone (PTH), Calcitonine et La vitamine D active (calcitriol).(Valdigué, 2000)et(Médaille, 2011)

Dosage du calcium et du phosphore :

Le dosage de la calcémie et du phosphatémie permet d'évaluer l'état du métabolisme osseux et de détecter d'éventuelles anomalies. Il existe différentes méthodes de dosage :

Méthodes calorimétriques: Mesurent la concentration totale de calcium dans le plasma.

Méthodes physiques:

Spectrophotométrie d'absorption atomique

Photométrie à émission de flamme

Méthodes potentiométriques. (Valdigué, 2000)

Prélèvement:

Sang prélevé sur tube hépariné ou tube sec (éviter EDTA, oxalates, citrates).

Animal à jeun, sans garrot prolongé.

Éviter l'hémolyse et la lipémie.

Valeurs usuelles:

Calcium (mg/L): Chien: 85-110 Chat: 80-105

Phosphore (mg/L): Chien: 25-55 Chat: 20-60

L'interprétation des taux de calcium et de phosphore doit prendre en compte plusieurs facteurs, notamment : Âge, sexe, espèce, concentration des protéines plasmatiques (**Médaille, 2011**).

Pathologie :

**Tableau 11 : Les pathologies liées à l'augmentation du calcium et de phosphore).
(Médaille, 2011).**

<p>Hypercalcémies : excès de calcium dans le sang Symptômes cliniques (à partir de 120-130 mg/L chez un chien avec des taux de protéines normaux): Augmentation de la production d'urine (polyurie), Faiblesse musculaire, convulsions, troubles du rythme cardiaque. Causes: Hyperparathyroïdie primaire: Tumeur bénigne plus fréquent chez les siamois). Hyperparathyroïdie secondaire: Excès de calcium et de phosphore dans l'alimentation, observé chez certaines races de chiens à croissance rapide. Pseudohyperparathyroïdie : sécrétant des substances analogues à la PTH.</p>	<p>Hyperphosphatémies : Insuffisance rénale. Hypoparathyroïdie. Hyperthyroïdie (chez le chat). Acromégalie (excès d'hormone de croissance). Tumeur osseuse (lésions lytiques).</p>
<p>Hypocalcémie : Symptômes (en dessous de 75 mg/L):Convulsions, tremblements, coma. Cause: Hypoalbuminémie, Insuffisance rénale chronique. Éclampsie (convulsions et hypertension artérielle survenant pendant la grossesse).dysfonctionnement des glandes parathyroïdes, Pancréatite, Malabsorption (déficit en vitamine D).</p>	<p>hypophosphatémie: Pseudohyperparathyroïdie traitement par insuline d'un diabète sucré</p>

5. Examen des urines

5.1. Les bandelettes urinaires

Les bandelettes urinaires, ces petites languettes en plastique dotées de zones réactives, sont de véritables prouesses techniques. Elles permettent de réaliser des analyses d'urine rapides et fiables.

On trouve des bandelettes urinaires avec un nombre variable de paramètres, allant de 1 à 10. Les plus courantes sont celles à 5 ou 10 paramètres, qui permettent de rechercher : (**Antoine Pierson, 1998-2001**)

Glycosurie (peut-être un signe de diabète), protéinurie (peut être un signe de maladie rénale), cétonurie (un signe de diabète non contrôlé ou de jeûne prolongé), bilirubinurie (peut être un signe de problèmes hépatiques), urobilinogénurie, nitriturie (nitrites dans l'urine), pH urinaire : permet d'évaluer l'acidité ou l'alcalinité de l'urine, densité urinaire, leucocyturie, hématurie

Chaque couleur correspond à un paramètre précis, comme la présence de protéines, de sucre, de globules blancs ou encore de sang dans l'urine (**Pierson, 2001**).

Comment utiliser les bandelettes urinaires ? L'utilisation des bandelettes urinaires est simple et rapide. Il est important de suivre les instructions du fabricant et de réaliser le test dans les plus brefs délais après la collecte de l'urine. Utilisation des bandelettes urinaires :

Prélèvement de l'urine :

Type d'urine : L'urine doit être fraîche, non centrifugée et homogénéisée.

Conservation de l'urine : Vous pouvez conserver l'urine jusqu'à 24 heures à 4°C et à l'abri de la lumière (entourez le récipient bien bouché de papier aluminium ou placez-le dans une boîte opaque).

Utilisation de la bandelette :

- Homogénéisation: Mélangez et homogénéisez l'urine avec un petit agitateur en verre.
- Sortie de la bandelette : Sortez la bandelette sans toucher les zones réactives.

- Immersion: Plongez la bandelette dans l'urine et retirez-la immédiatement.
- Élimination du surplus d'urine: Égoutter
- Temps de réaction: Attendez le temps indiqué par le fabricant (généralement entre 30 secondes et 2 à 3 minutes).
- Lecture des résultats: Tenez la bandelette près de l'échelle colorimétrique et lisez les résultats.
- Noter les résultats: Notez les résultats obtenus pour chaque paramètre. (**Antoine Pierson, 1998-2001**)

Interprétation les différentes plages réactives :

Tableau 13 : Intérêt et interprétation des différentes plages réactives des bandelettes urinaires (Médaille, 2011)

Les plages réactives	Intérêts et les valeurs	Interprétation des résultats
pH urinaire	chez les carnivores: Chez les carnivores, l'intérêt du pH urinaire est relativement limité. Valeurs normales: Le pH urinaire normal se situe entre 5,5 et 7,0. Les bandelettes urinaires offrent une lecture fiable du pH sur les urines fraîches.	État acido-basique: Le pH urinaire reflète l'état acido-basique de l'animal. Sa valeur varie naturellement au cours de la journée en fonction de l'alimentation et des repas. Formation de cristaux: Le pH urinaire influence la formation de certains cristaux urinaires : Urine alcaline: Favorise la formation de cristaux de phosphate de calcium et de phosphate ammoniaco-magnésien. Urine acide: Favorise la formation de cristaux d'acide urique et de cystine. Remarques: La présence d'une infection urinaire à germes producteurs d'urease peut alcaliniser l'urine.
Leucocyte	Cette plage détecte la présence d'estérases leucocytaires, indiquant la présence de leucocytes dans l'urine, quelle que soit leur origine (contamination sanguine ou infection urinaire).	Chiens: 1 résultat négatif sur 2 peut être un faux négatif. 9 résultats positifs sur 10 sont des vrais positifs. Chats: L'utilisation de cette plage est déconseillée chez les chats en raison d'un taux élevé de faux positifs (plus

		de 80%). Recommandation: Il est toujours conseillé de confirmer la présence de leucocytes et d'autres cellules par un examen du sédiment urinaire.
Hématurie (sang)	La plage "sang" des bandelettes urinaires ne permet pas de différencier l'hémoglobine libre, les hématies plus ou moins lysées et la myoglobine. Il est donc crucial de réaliser un examen du sédiment urinaire par la suite pour une analyse plus précise.	La réaction colorimétrique repose sur la détection d'une activité peroxydasique de l'hème. Cette activité n'est pas spécifique à l'hémoglobine et peut également être présente en cas de leucocyturie importante ou de résidus de détergents oxydants sur les parois du flacon de recueil.
Nitrites	Les bactéries présentes dans l'urine peuvent transformer les nitrates alimentaires en nitrites. L'analyse doit être réalisée rapidement pour éviter les interférences dues à une contamination bactérienne secondaire.	Il faut tenir compte d'un taux de faux négatifs de 50%. Les faux positifs sont rares sur les urines fraîches. En cas de résultat positif, un examen bactériologique est recommandé.
Corps cétoniques	Cette plage est plus sensible à la présence d'acide acétoacétique que d'autres corps cétoniques. Chez le chien et le chat, elle permet de détecter un diabète sucré non contrôlé. Remarque: Dans les cas de diabète acidocétosique avec déshydratation sévère, la production d'acide β -hydroxybutyrique est plus importante que celle d'acide acétoacétique. La plage "corps cétoniques" peut donc présenter une coloration faible malgré une cétose sévère.	Faux négatifs : Présence de bactéries dans l'urine utilisant les corps cétoniques comme source d'énergie. Faux positifs : Certains médicaments, comme le captotryl et le paracétamol, peuvent interférer avec le résultat.
Bilirubine et urobiline	La présence de bilirubine dans l'urine (bilirubinurie) est	Chat : Une bilirubinurie peut suggérer une affection hépatique, une péritonite

	<p>anormale et peut indiquer une hyperhémolyse (destruction excessive de globules rouges) ou une atteinte du foie.</p> <p>Lecture: L'analyse doit être réalisée sur des urines fraîches et non centrifugées car la bilirubine se dégrade rapidement.</p> <p>Valeurs normales:</p> <p>Chat : Absence de coloration.</p> <p>Chien : Coloration "traces à positive" physiologique.</p>	<p>infectieuse, un diabète sucré ou une hyperhémolyse (comme chez le chien).</p> <p>Chien : Une bilirubinurie modérée peut être observée chez les chiens de race Doberman</p>
Glucose	<p>Valeurs normales: Le glucose est normalement filtré par les reins, mais réabsorbé en totalité. La présence de glucose dans l'urine (glycosurie) indique que la glycémie (taux de sucre dans le sang) est supérieure au seuil rénal de réabsorption. Ce seuil varie entre 1,8 et 2,2 g/L chez le chien et entre 2,6 et 3,1 g/L chez le chat.</p> <p>La glycosurie peut être un indicateur de diabète sucré, une maladie caractérisée par un taux de glycémie élevé. Elle peut également être observée en cas de stress, d'insuffisance rénale ou de certains médicaments.</p>	<p>La bandelette urinaire permet de détecter spécifiquement le glucose.</p> <p>Faux négatifs:</p> <p>Urines testées à 4°C .</p> <p>Présence importante de bilirubine dans l'urine.</p> <p>Remarques: La prise de corticoïdes ou de perfusions de glucose ne provoque pas toujours de glycosurie.</p> <p>Une glycosurie physiologique transitoire peut être observée chez le chat en cas de stress important.</p> <p>Une "pseudoglycosurie" peut parfois être détectée en cas d'obstruction urétrale.</p>
Protéines		<p>L'interprétation d'une protéinurie doit tenir compte de plusieurs facteurs :</p> <p>Densité urinaire: Une densité urinaire basse peut fausser le résultat de la bandelette urinaire.</p> <p>Présence de sang ou de pus: La présence de sang ou de pus peut également interférer avec le résultat.</p> <p>Contexte clinique et biologique: Il est</p>

		<p>important de prendre en compte le contexte clinique et les résultats d'autres analyses biologiques pour une interprétation précise.</p> <p>Faux négatifs: La bandelette urinaire peut ne pas détecter certaines protéines, comme les protéines de Bence-Jones, qui nécessitent une réaction de Heller spécifique.</p> <p>Faux positifs: Des urines très alcalines ou contenant des traces d'ammonium quaternaire peuvent donner un résultat faussement positif.</p> <p>Types de protéinurie:</p> <p>Protéinurie légère, généralement sans signification clinique.</p> <p>Protéinurie significative: Un rapport protéinurie urinaire/créatininurie urinaire (PR/CR) doit être réalisé pour identifier l'origine de la protéinurie (un rapport PR/CR inférieur à 1 est physiologique).</p> <p>Causes de protéinurie:</p> <p>Protéinurie fonctionnelle et réversible: Stress, exercice intense, fièvre et convulsions</p> <p>Protéinurie post-glomérulaire: Inflammation des voies urinaires, infection des voies urinaires, traumatisme des voies urinaires, tumeur des voies urinaires</p> <p>Il est important de noter que les bandelettes urinaires ne permettent pas de différencier les différents types de protéinurie.</p>
<p>Remarque : la composition des protéines urinaires physiologiques: Albumine, protéine tubulaire de Tamm-Horsfall, protéines vésicales ou du bas tractus urinaire (selon le mode de recueil des urines)</p>		

Un examen complémentaire, comme une analyse d'urine plus approfondie ou une échographie rénale, peut être nécessaire pour un diagnostic précis.

5.2.Sédiments urinaires

L'urine contient naturellement des éléments microscopiques en suspension, tels que des cellules et des cristaux. Pour les analyser, on utilise la technique de centrifugation qui permet de les rassembler dans le fond d'un tube. Une goutte de ce culot est ensuite examinée au microscope entre une lame et une lamelle. L'identification et la quantification des éléments présents dans le culot urinaire permettent d'orienter le diagnostic, le suivi de diverses pathologies des voies urinaires et de guider les choix thérapeutiques (OMS, 1982).

Importance des sédiments urinaires :

L'analyse des sédiments urinaires s'avère particulièrement utile dans le diagnostic de certaines maladies des voies urinaires. En effet, la présence anormale de certains éléments, tels que :

Pus : Indique une infection bactérienne

Hématies: Suggère une inflammation ou une hémorragie des voies urinaires

Cristaux anormaux : Peut révéler des troubles métaboliques ou des calculs urinaires

Parasites : Indique une infestation parasitaire

Éléments pouvant être présents dans les sédiments urinaires : hématies, leucocytes (globules blancs), levures, spermatozoïdes, cellules épithéliales, cylindres, œufs et larves de parasites, cristaux (OMS, 1982).

5.3.La densité urinaire

Est également appelée poids spécifique urinaire, informe sur la concentration de l'urine et sur la quantité d'urine produite (diurèse), se situe généralement entre 1 et 1,1. Elle permet d'interpréter plus précisément d'autres résultats d'analyse d'urine, comme la numération des globules blancs ou rouges, la présence de protéines, de sucres ou de nitrites, en tenant compte de la concentration de l'urine, explorer les causes d'une polyurie et d'une polydipsie, définir l'origine d'une hyperurémie et permet de distinguer les urémies pré-rénales, rénales et post-rénales

La mesure de la densité urinaire fournit des informations précieuses sur la santé des reins et l'équilibre hydrique du corps.

-Urine concentrée = densité élevée

- Urine diluée = faible densité, exemple: densité basse peut suggérer une insuffisance rénale.

Mesure:

La densité urinaire doit être interprétée en tenant compte de divers facteurs, tels que l'âge, le sexe, le niveau d'activité physique, l'alimentation et la prise de certains médicaments.

Trois méthodes pour mesurer la densité urinaire :

La densité urinaire peut être mesurée sur un échantillon d'urine fraîchement émis ou conservé au réfrigérateur

a) Bandelette urinaire: Elles peuvent être utiles pour un dépistage initial, mais une confirmation par une autre méthode est souvent nécessaire pour un diagnostic précis.

b) Densitomètre : Moins précis que le réfractomètre

c) Réfractométrie: est la méthode de référence pour la mesure de la densité urinaire en routine. Elle est particulièrement utile pour l'exploration d'une insuffisance rénale (**Pierson, 2001 ; Médaille, 2011**).

Valeurs normales (Médaille, 2011) :

Chien: 1,030 à 1,040 et Chat: 1,040 à 1,045

Remarque:

Chez les jeunes animaux (moins d'un an), la capacité à concentrer l'urine se développe progressivement. Aucun intérêt de mesure de la densité urinaire pendant cette période.

Densité urinaire:1,030 chez le chien (1,040 chez le chat): Fonction rénale normale.

Il est important de noter que cette valeur peut être normale un animal déshydraté, même si ses reins ne fonctionnent pas correctement.

Une exploration plus approfondie des fonctions rénales est nécessaire.

Application dans des situations spécifiques :**Animal suspect d'insuffisance rénale :**

Des mesures répétées de la densité urinaire, en plus de l'urémie et de la créatininémie, peuvent aider à déterminer si l'insuffisance rénale est d'origine prérénale ou rénale. (Médaille, 2011)

Animal non déshydraté et polyurique (urine abondante) :

Si la densité urinaire est $\geq 1,007$, le diabète insipide complet peut être écarté.

Les causes les plus probables sont :

Insuffisance rénale, pyomètre, pyélonéphrite (infection des reins), hyperthyroïdie, hypercalcémie, maladie d'Addison (insuffisance surrénalienne)

Un test de privation hydrique peut être nécessaire pour rechercher un diabète insipide partiel.

Si la densité urinaire est $< 1,007$, les causes les plus probables sont :

Chez le chien : syndrome de Cushing ou diabète insipide

Chez le chat : diabète insipide.

5.4.Détection des sels biliaires dans l'urine

Les sels biliaires, également connus sous le nom d'acides biliaires, sont des substances produites par le foie et stockées dans la vésicule biliaire. Ils jouent un rôle crucial dans la digestion des graisses en les solubilisant et les rendant ainsi assimilables par l'intestin.

Principe du test :

En cas d'obstruction majeure des voies biliaires, empêchant le passage normal des sels biliaires vers l'intestin, une partie de ces sels peut s'accumuler dans le sang et être éliminée par l'urine. Ce test simple permet de détecter la présence de sels biliaires dans l'urine, ce qui peut être un indicateur d'une cholestase (obstruction des voies biliaires).il est important de noter que ce test n'est pas spécifique à la cholestase et doit être complété par des autres examens pour confirmer le diagnostic.

Réalisation du test :

Verser l'urine dans un verre à pied.

Saupoudrer une pincée de fleur de soufre à la surface de l'urine.

Interprétation des résultats :

Présence de sels biliaries : La fleur de soufre tombe au fond du verre.

Absence de sels biliaries : La fleur de soufre reste à la surface de l'urine (**Pierson, 2001**).

PARTIE PRATIQUE :

1. Objectifs

Appliquer les techniques de laboratoire pour faire des analyses

Évaluer les paramètres hémato-Biochimie des animaux domestiques.

Ces paramètres permettent d’orienter et de confirmer le diagnostic clinique et peuvent définir la cause primaire de certaines maladies.

2. Lieu de travail

Ce travail de fin d'études, réalisé durant l'année académique 2023-2024, a nécessité la réalisation de diverses activités. Ces activités ont eu lieu aux laboratoires d'hématologie/biochimie, service des pathologies des carnivores et la bergerie de l'institut vétérinaire de Tiaret - Université Ibn Khaldoun.

3. Matériel utilisé

Hématologie

Centrifugeuse, tube EDTA, automate, les lames, microscope optique, solution de Giemsa, solution de May Grünwald, bac porte lames, l'eau distillée, alcool, micropipette...

Biochimie

Spectrophotomètre, refractomètre, cuve, tube citraté, tube hépariné, l'eau distillée, centrifugeuse, micropipette, les réactifs, étuve, les embouts bleu et jaune, les tubes Eppendorf.

Tableau 12 : Les espèces animales incluses dans cette étude

Espèce	Nombre
Chien	4
Equin	1
Bovin	3
Carin	1
Ovin	1

Protocole expérimental :

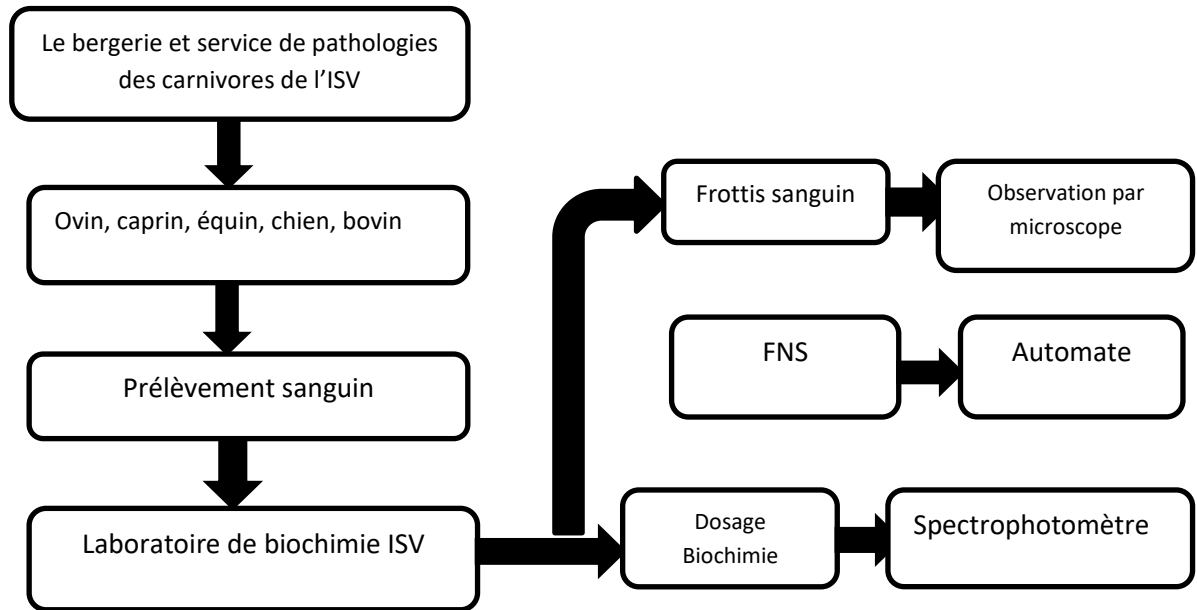


Figure 25 : Le matériel utilisé dans la partie pratique

Les techniques utilisées :

- Technique de la FNS sur automate
- Technique de coloration MGG
- Utilisation de spectrophotomètre pour le dosage

Méthodes d'analyse des paramètres Biochimiques :

1. L'urée :

Urée + urease \rightarrow $(\text{NH}_4^+)_2 + \text{CO}_2$

NH_4^+ $\xrightarrow{\text{Salicylate + clo Na}}$ Nitroprusiate + Indophénol

Conditions du test :

Solution de travail 3 ml « Biolabo »

Volume du réactif R43 ml

Échantillon 10 μl

Température 25 _ 30_ 37° C

Longueur d'onde 590nm.

2. Calcium :

$\text{Ca}^{2+} + \text{o-crésolphtaléine} \xrightarrow{\text{OH}^+}$ complexe coloré. La coloration dépend la concentration de Ca^{2+}

Conditions du test :

Échantillon 3 ml

BLANC 15 μl « Biosystems »

Standard 15 μl

Température 37° C

Longueur d'onde 610nm.

3. ALAT :

L'alanine aminotransférases (ALAT) catalyse la transamination de l'alanine vers l'alpha-ketoglutarate, produit le glutamate et pyruvate.

LDH

$\text{Pyruvate} + \text{NADH} + \text{H}^+ \xrightarrow{\text{LDH}} \text{Lactate} + \text{NAD}^+$ l'activité D'ALAT lie directement par le changement de l'absorbance.

Conditions du test :

Solution de travail : 4ml

Échantillon : 400µl « Biomaghreb »

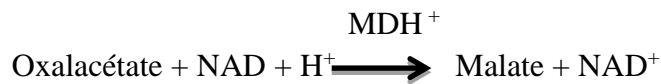
Température : 25_30_37° C

Longueur d'onde :340nm.

4. ASAT :

L'aspartateaminotransférase (ASAT) catalyse la transamination du l'aspartate vers

L'alpha-ketoglutarate, former le glutamate et l'oxalacétate.



La causée par

La conversion de la NADH en NAD est donne une modification de l'absorbance avec le temps et lier proportionnelle à l'activité ASAT.

Conditions du test :

Solution de travail : 4ml

Échantillon : 400 µl « Biomaghreb »

Température : 25_30_37° C

Longueur d'onde : 340nm.

4. Les cas inclus dans cette étude

Cas 1 Espèce équine

Pouliche de la race arabe barbe d'âgé 2ans et demi, plaie au niveau de la joue.

Le 26/02/2024 fait un prélèvement sanguin :

Les résultats de laboratoire :

FNS :

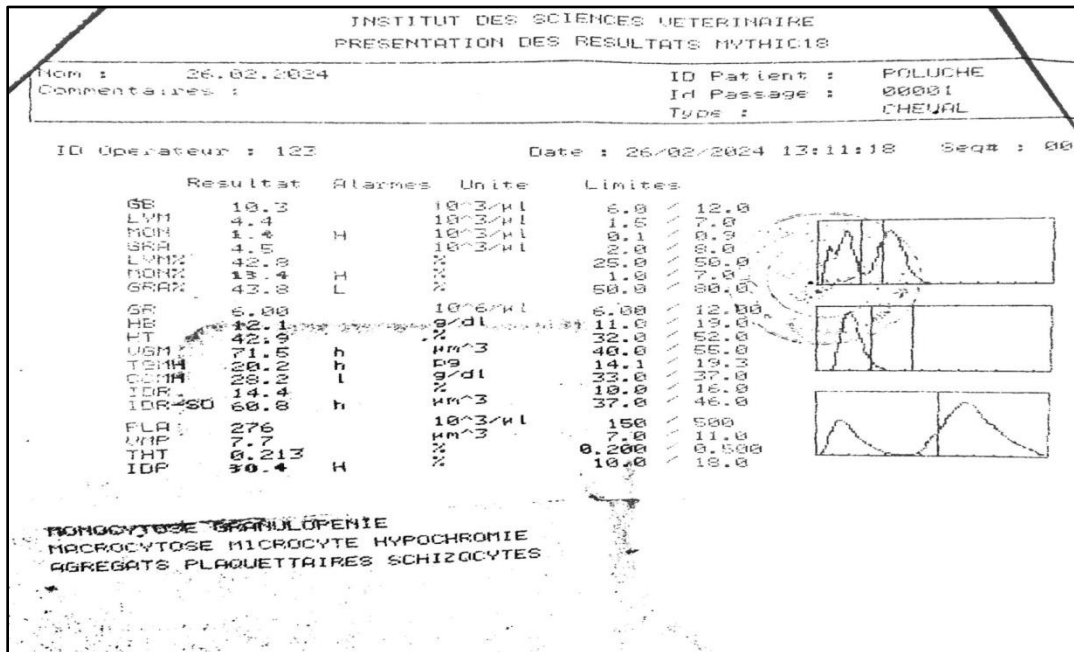


Figure 26 FNS de la pouliche

Les résultats de laboratoire de biochimie :

Tableau 13 les resultats de dosage

Paramètres	Résultats
Créatinine	4.32mg/l
Urée	0.68mg/l
TGO	455.3mg/l
TGP	29.66mg/l

L'interprétation des résultats 1 :

Les résultats de FNS :

Il y a une augmentation de taux des monocytes $1400\text{M}/\text{mm}^3$ Par rapport l'intervalle normale de $(100-900)\text{M}/\text{mm}^3$: ceci penser à une Inflammation chronique ou aiguë (nécrose tissulaire, suppurations profondes).

Tableau 14 : Les résultat de dosage avec les valeur usuelles

Paramètres	Résultats	Les valeurs usuelles
Créatinine	4.32mg/l	6-18mg/l
Urée	0.68mg/l	0.24-0.48
TGO ou ASAT	455.3mg/l	<240 mg/l
TGP ou ALAT	29.66mg/l	<15 mg/l

Les résultats de dosage :

Trouve une hyperurémie (0.68mg/l) peut être une insuffisance rénale (augmentation plus précoce de l'urée), peut être une déshydratation, mais quelle que soit l'hydratation la créatininémie reste stable, ou d'autre cause. une créatinine : par une valeur 4.32mg/l : pas significative

ALAT et ASAT sont élevés : il y a une atteinte hépatique (cytolyse) et peut être musculaire par apport ASAT.

Le 29/02 : T° : 37°, les muqueuses pales, TRC 3 secondes, fréquence cardiaque 32bat/min, bruits digestif dans les 4 quadrants sont normaux avec bruits de vague, respiration normale.

Traiter par finadyne 6cc/IV et albandazole 40ml/per os pendant 5j

Désinfection de la plaie et application de leadermax.

Le 04/03 : Après le diagnostic parasitaire et microbiologie trouve les strongles digestif champignon et les staphylocoques et traiter.

Traitement :

Laxatif : sulfate de Mg ou psyllium.

04/03 :

Panacure 80ml/par sondage naso-œsophagienne.

Finadyne 6 cc/IV

Désinfection de la plaie et application de leadermax locale.

Les résultats de laboratoire :

Le 06/03 : faire un prélèvement sanguin :

Les résultats Biochimies:

Tableau 15 les resultats de dosage de la pouliche

Paramètres	Résultats
Protéine totale	70.98g/l
Urée	0.23g/l
Glucose	1.85g/l
Calcium	130.20g/l
TGP	51.33UI/L
TGO	221.67UI/L

L'interprétation de résultats :

Tableau 16 les résultats de dosage avec les valeurs de référence

Paramètres	Résultats	Les valeurs usuelles
Protéine totale	70.98g/l	60-85g/l
Urée	0.23g/l	0.24_0.48g/l
Glucose	1.85g/l	0.51-1.09g/l
Calcium	130.20g/l	105-120mg/l
TGP	51.33UI/L	<15UI/L
TGO	221.67UI/L	<240UI/L

Interprétation2 :

Après les analyses de laboratoire, on se référera les résultats aux valeurs physiologiques normales des paramètres :

Un taux normal de protéine totale.

Il y a une augmentation de glucose(1.85g/l) : hyperglycémie et une hypercalcémie par un taux130.20g/l .

Une hypourémie (0.23g/l)

Une diminution de taux TGO : 221.67UI/L et une augmentation de TGP par 51.33UI/L.

Après 1 mois et quelque jour, de traitement :

FNS :

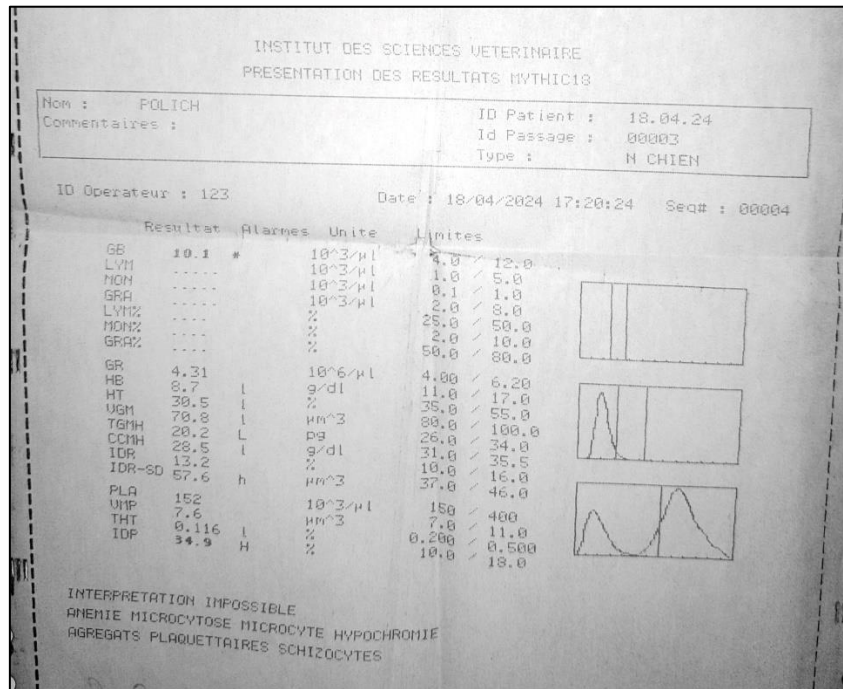


Figure 27 FNS de la pouliche

Les résultats d'observation de frottis sanguin :

Tableau 17 les resultats de frottis sanguin

Cellule	Pourcentage	Nombre
Neutrophile	63%	6363N/mm ³
Eosinophile	0%	0E/mm ³
Basophile	0%	0B/mm ³
Lymphocyte	17%	1717L/mm ³
Monocyte	20%	2020M/mm ³
Totale	100%	10100C/mm ³

Les résultats biochimiques :

Tableau 18 : les résultats de dosage

Paramètres	Résultats
Protéine totale	64.12g/l
Urée	0.13g/l
Glucose	1.32g/l
Calcium	134.77mg/l
TGP	49.58UI/L
TGO	232.17UI/L

Interprétation :

Tableau 19 : les résultats de laboratoire de la pouliche avec les valeurs de référence

Paramètres		Résultats	Les valeurs usuelles
Hématologique :			
Les globules blancs		10100GB/mm ³	5400-14300GB/mm ³
Neutrophile	Pourcentage	63%	100%
	Nombre	6363N/mm ³	2260-8580 N/mm ³
Eosinophile	Pourcentage	0%	100%
	Nombre	0E/mm ³	0-1000E/mm ³
Basophile	Pourcentage	0%	100%
	Nombre	0B/mm ³	0-290B/mm ³
Lymphocyte	Pourcentage	17%	100%
	Nombre	1717L/mm ³	1500-7700L/mm ³
Monocyte	Pourcentage	20%	100%
	Nombre	2020M/mm ³	0-1000M/mm ³
Biochimie			
Protéine totale		64.12g/l	60-85g/l
Urée		0.13g/l	0.24_0.48g/l
Glucose		1.32g/l	0.51-1.09g/l
Calcium		134.77mg/l	105-120 mg/l

TGP	49.58UI/L	<15UI/L
TGO	232.17UI/L	<240UI/L

Interprétation 3 :

Les résultats de FNS :

Anémie microcytaire hypochrome.

Les résultats de FNS manuel : une augmentation de taux de monocyte

Les résultats des paramètres Biochimies :

Un taux normal de protéine totale et TGO et une augmentation de TGP (49.58UI/L).

Une hyperglycémie remarquable par une valeur : 1.32g/l.et hypourémie par 0.13g/l : insuffisance hépatique

Hypercalcémie de taux 134.77mg/l

Discussion :

Augmentation de taux de ALAT : ça veut dire pas une hépatite car elle n'est présente qu'en faible quantité dans les hépatocytes chez les chevaux, ruminants, porcs et oiseaux [KELLY, 2003]. Chez ces Animaux, une augmentation de l'activité sérique de l'ALAT est généralement due a une atteinte musculaire [BAIN, 2011]. ASAT élève : une augmentation de l'activité de l'ASAT peut avoir lieu lors de lésions hépatocellulaires ou musculaires [STOCKHAM ET SCOTT, et al. 2008] Causes d'augmentation de l'activité sérique de l'ASAT chez les bovins [STOCKHAM ET SCOTT, et al. 2008], donc peut être une atteinte hépatique ou musculaire.

L'augmentation du taux d'urée chez le cheval peut être l'insuffisance rénale aiguë (IRA) ou des néphropathies d'origine vasomotrice et toxique et des lésions pancréatiques. [Marianne 2018]

Un taux de protéinémie normale

Par les résultats 2 :

Une hypourémie due à une insuffisance rénale irréversible [DELOOF, 2023]

Le strongle entraîne une sclérose et fibrose de parenchyme hépatique [CELINE, 2016], qui peuvent migrer à travers le foie du cheval, causant des lésions hépatiques mécaniques et une inflammation. Cette inflammation peut entraîner une libération d'enzymes hépatiques dans le sang. Après traitement, remarquent il y a une diminution D'ASAT et ALAT reste élevée car il y a un retour lent : 3 à 4 semaines.

Finadyne peut causer des troubles digestifs tels que la diarrhée, des lésions gastriques, des lésions rénaux et hépatique qui peuvent entraîner une déshydratation et une perturbation de l'équilibre électrolytique, y compris une hyperglycémie transitoire. (Interprétation 2et3).

Le Panacure peut être utilisé pour traiter les infestations sévères par des ascaris et strongle digestives chez les jeunes chevaux pouvant causer une augmentation de l'urée sanguine. Le Panacure réagit indirectement sur l'urémie par élimination ces parasites, le risque de complications intestinales et rénales pouvant mener donc le taux d'urée sanguin est diminué. (Interprétation 1 et 2).

Donc suite à l'interprétation 1 et 2 peut confirmer le diagnostic clinique.

Dans de rares cas, le Finadyne peut causer des lésions hépatiques, telles que l'hépatite et la cholestase. Ces lésions peuvent être légères et réversibles, mais dans certains cas graves, elles peuvent entraîner une insuffisance hépatique aiguë. Même après un traitement vermifuge, les chevaux peuvent être rapidement réinfestés par les strongles et les ascaris peut entraîne une insuffisance hépatique par les endotoxines :

Les strongles et les ascaris peuvent libérer des endotoxines dans l'intestin du cheval. Ces substances sont toxiques qui peuvent passer dans la circulation sanguine et provoquer une inflammation systémique. Cette inflammation peut toucher le foie et contribuer à une insuffisance hépatique.

Hypercalcémie :

Une insuffisance hépatique peut perturber la production de ces protéines, ce qui peut entraîner une augmentation du calcium libre dans le sang et une hypercalcémie.

Hyperglycémie :

En cas d'insuffisance hépatique, la gluconéogenèse peut être augmentée, diminution de la sensibilité à l'insuline et la capacité du foie à stocker le glucose est réduit, ce qui peut entraîner une augmentation du glucose libre dans le sang et une hyperglycémie.

Anémie :

Une insuffisance hépatique peut altérer la production d'érythropoïétine, peut perturber la clairance de la bilirubine, ce qui peut conduire à une accumulation de bilirubine dans le sang (hyperbilirubinémie) et malabsorption des nutriments, tels que le fer, la vitamine B12 et l'acide folique et à une augmentation de la destruction des globules rouges, contribuant ainsi à l'anémie.

Une forte infestation par les strongles peut aussi provoquer une anémie, visible par une baisse du taux d'hémoglobine.

Ces paramètre peut orienter vers la propositions : insuffisance hépatique (hypourémie) par traitement (les paramètres Biochimies augmente après le traitement) ou réinfestation (le taux des monocytes) peut confirmer par dosage des autre paramètres : albumine, les tests de coagulation...ou faire une deuxième fois la coprologie.

Bovin :

Cas 1 :vache gestante de 6 ans, de race croise.

Les résultats de laboratoire :

Les résultats de dosage :

Tableau 20 le resultats de prametre Biochimie

Paramètres	Résultats
Protéine totale	105.52g/l
Urée	0.21g/l
Calcium	133.67mg/l
TGP ou ALAT	35.58UI/L
TGO ou ASAT	57.17UI/L

Interprétation :**Tableau 21 les résultat de dosage avec les valeurs de référence de la vache gestante**

Paramètres	Résultats	Les valeurs usuelles
Protéine totale	105.52 g/l	65 à 85 g/l
Urée	0.21 g/l	0.15-0.53g/l
Calcium	133.67 mg/l	80-120mg/l
TGP ou ALAT	35.58 UI/L	<40UI/L
TGO ou ASAT	57.17 UI/L	<35UI/L

On observe un hyperproteinimie (105.52 g/l) généralement bénigne, une urémie normale

Hypercalcémie a estimé : 133.67 mg/l : mobilisation osseux ou médicament

Une augmentation de taux de ASAT (57.17 UI/L), et taux normale de ALAT (35.58 UI/L).

Au cours de la gestation il y a une augmentation temporaire et périodique :de calcium, protéine, ASAT.

Discussion :

BOUDEBZA (2003) dans son étude sur les vaches, a observé une calcémie est élevée chez les vaches taries. L'augmentation de la calcémie en période du prépartum pour la minéralisation fœtale et pour la synthèse du précolostrum. Cette dernière est estimée à environ 1,7-2.3 g/L, ce qui amène à une mobilisation osseuse [**BEIGHLE, 1999**]. La distribution alimentaire de calcium trop élevée par rapport aux besoins pendant le tarissement et/ou l'acidose causent une hypercalcémie [**MESCHY, 1995**] [**Gowane et al. 2018**]

Une urémie normale donc pas une atteinte ou insuffisance rénale et/ou insuffisance hépatique. Il situé à la limite de [**ROSENBERGER, 1979 ; BURGERE-PICOUX, 1984, WITTWER et al, 1987 ; KANEKO et al., 1997**]

Hyperproteinimie gestationnelle est une affection relativement fréquente, pouvant survenir au cours du dernier tiers de gestation. Généralement liée Apport excessif de protéines, déshydratation troubles métaboliques et parfois due à une Insuffisance rénale [**J.-F. Hocquette et al. 2004**]

L'activité plasmatique de l'ALAT reste stable pendant le tarissement. Nos résultats obtenus sont en accord avec [ROSENBERGER, 1979]

Augmentation de ASAT peut être un signe d'une, pendant la gestation due à une augmentation du métabolisme et de l'activité hépatique d'après [SEIFI et al. 2003]. Le taux d'ASAT augmentait significativement chez les vaches laitières en fin de gestation, Cette augmentation était associée à une augmentation de la glycémie et de la concentration en protéines plasmatiques et n'est pas associée à une maladie du foie, par [J.F. Hocquette et al. 2000]

Cette valeur peut montrer l'effet de stade physiologique sur ces paramètres.

Par ces paramètres peut juger la fonction des organes et orienté le cas vers un état physiologique ou pathologique, et confirmer que la gestation influer sur les paramètres Biochimies de la mère et la surveillance de la gestation depuis [S. Gowane et al. 2018]: Les vaches hyperprotéïnémiques étaient plus susceptibles d'avoir des avortements et des vélages difficiles.

Cas 2 : vache d'âge 6 ans de la race croise, mise bas depuis 21j, un abcès oculaire suite à une fausse manipulation et faire une ablation de l'œil.

Les résultats de laboratoire :

Hématologie :

FNS :

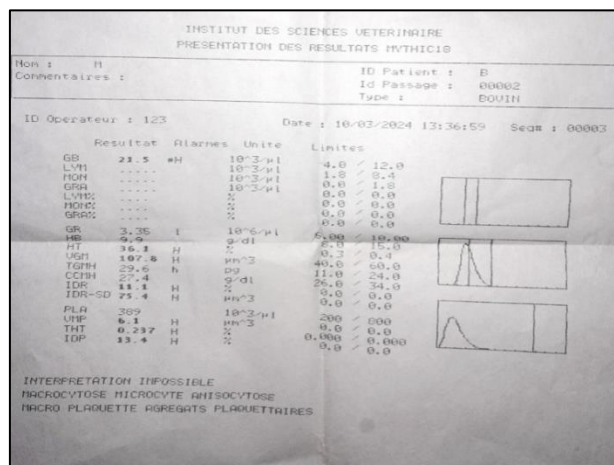


Figure 28 les résultats de FNS

Observation de la lame :

Tableau 22 les resultats de FNS manuelle

Cellule	Pourcentage	Nombre
Neutrophile	54%	11610 N/mm ³
Eosinophile	4%	860 E/mm ³
Basophile	1%	215 B/mm ³
Lymphocyte	21%	4515 L/mm ³
Monocyte	20%	4300 M/mm ³
Totale	100%	21500GB/mm ³

Biochimie :

Tableau 23 les résultats de dosage

Paramètres	Résultats
Protéine totale	78.62g/l
Urée	0.20g/l
Calcium	119.18mg/l
TGP ou ALAT	42.58UI/L
TGO ou ASAT	73.50UI/L

Interprétation :

Les résultats FNS : il y un nombre élevé des globules blancs : inflammation.

Tableau 24 les résultats de laboratoire de la vache avec un problème oculaire

Paramètres		Résultats	Les valeurs usuelles
Hématologique :			
Les globules blancs		21500GB/mm ³	4000-12000GB/mm ³
Neutrophile	Nombre	11610 N/mm ³	600-4000N/mm ³
Eosinophile	Nombre	860 E/mm ³	0-2400E/mm ³
Basophile	Nombre	215 B/mm ³	0-200B/mm ³
Lymphocyte	Nombre	4515 L/mm ³	2500-7500L/mm ³
Monocyte	Nombre	4300 M/mm ³	25-840M/mm ³
Biochimie			
Protéine totale		78.62g/l	65 à 85 g/l
Urée		0.20g/l	0.15-0.53g/l
Calcium		119.18mg/l	80-120mg/l
TGP ou ALAT		42.58UI/L	<40UI/L
TGO ou ASAT		73.50UI/L	<35UI/L

Le résultat de frottis sanguin :

Le nombre les globules blancs élevés par 21500 GB/mm³ : leucocytose importante indique une inflammation ou une infection significative dans l'organisme.

Le nombre des basophile 215 B/mm³ : un parasitisme ou allergie, inflammation.

Le nombre de monocyte 4300 M/mm³ est très élevé : Une monocytose modérée peut être observée dans diverses infections, notamment bactériennes et virales, ainsi que dans certaines maladies inflammatoires.

Biochimie :

Un taux normal de protéine totale (78.62g/l) et urémie (0.20g/l)

Une augmentation de taux d'ASAT et ALAT peut orienter vers une hépatite, parasitisme, la mise-bas

Une calcémie normale 119.18mg/l : pas une hypocalcémie suite à la mise-bas.

Discussion :

Monocytose : due à une inflammation aigue ou chronique : bactériémie, nécrose tissulaire [CHRISTINE, 2011]

Basophilie : peut survenir en cas d'hypothyroïdie. Dans les néoplasmes myéloprolifératifs par [David, 2023]

Augmentation de taux de ALAT : ça veut dire pas une hépatite car elle n'est présente qu'une faible quantité dans les hépatocytes chez les chevaux, ruminants, porcs et oiseaux [KELLY, 2003]. Chez ces animaux, une augmentation de l'activité sérique de l'ALAT est généralement due à une atteinte musculaire [BAIN, 2011]. ASAT élève : une augmentation de l'activité de l'ASAT peut avoir lieu lors de lésions hépatocellulaires ou musculaires [STOCKHAM ET SCOTT, 2008]. LES causes d'augmentation de l'activité sérique de l'ASAT chez les bovins [STOCKHAM, et al. 2008] :

Lésions hépatocytaires : hypoxie due à une anémie, syndrome de la vache grasse hépatite bactérienne, abcès hépatiques, hépatite chronique

Lésions musculaires squelettiques ou cardiaques : hypoxie, carence en vitamine E ou sélénium, endométrite.

Augmentation d'aminotransférases lors d'atteinte hépatique aiguë, mais peuvent être observées lors de maladie hépatique chronique (maladie hépatocellulaire chronique, cirrhose, hépatopathie parasitaire, néoplasie primaire ou métastatique). Ces deux enzymes peuvent être augmentées par une variété de maladies hépatiques ou musculaires. [TENNANT et CENTER, 2008]

Hyperproteinémie : Le taux des protéines totales est significativement affecté par l'état physiologique. Elles sont augmentées pendant la lactation, les variations reflètent les besoins maternels en protéines pour la traite [Bell et al., 2002 ; Roubies et al., 2006 ; Mohri et al., 2007]. Cette variation de taux est en relation avec le régime alimentaire pendant les différents stades physiologiques [Hecketal et al, 2009]. Les gammaglobulines n'étant pas produit par le foie, elles sont généralement dans les normes, mais peuvent parfois être augmentées. En effet, lors d'hépatopathie chronique et sévère, entraîne une altération de la destruction des antigènes

par les cellules de Kupffer conduit à une exposition plus longue à ces antigènes, ce qui entraîne une augmentation de la synthèse de gammaglobulines. La synthèse des beta-globulines est également augmentée lors de cirrhose. [BAIN, 2011 ; JACKSON, 2007 ; TENNANT et CENTER, 2008], Hyperproteinémie résulte de l'augmentation des concentrations en albumine, en globuline ou des deux composantes. La seule cause d'hyperalbuminémie est la déshydratation. Les concentrations en globulines augmentaient avec l'âge chez les vaches laitières. [Roussel et al., 1982]. Albuminémie est presque stable chez les ruminants, Les principales causes d'hyperglobulinémie sont la stimulation antigénique chronique (maladie inflammatoire chronique) et les maladies hépatiques.

L'urée est produite dans le foie, l'urée peut être utilisée pour évaluer la fonction hépatique, Lors d'insuffisance hépatique sévère ou d'anomalie vasculaire et lors d'une diminution d'apport protéique dans la ration l'urémie est faible [Lallemand, 2014].

Ces paramètres peut dit il y a une hépatite par le taux de protéinémie et ALAT et ASAT sont élevés suite à une infection bactérienne (l'abcès au niveau de l'œil). Ou bien virale qui conduit à une hépatite : expliquer le taux élevé de globule blancs(virus)

Par ces résultats peut confirmer qu'un problème oculaire peut influencer sur les enzymes et provoquer des lésions graves comme une hépatite et pour choisir un traitement pas hépatotoxique, compléter le diagnostic par imagerie pour évaluer la statue hépatique.

Cas 3 :

Une vache de race croisée, de 6 ans, gestante depuis 6 mois, depuis l'anamnèse il y a une suspicion d'une RPT.

Vache maigre, T°=38.2, pelage terne et souillant.

Après l'examen clinique et par détecteur de métaux confirmer le diagnostic et assurer par la ruminotomie.

Les résultats de laboratoire :

Hématologie :

FNS :

Observation de la lame :

Tableau 25 les résultats de l'observation de la lame d'une vache à RPT

Cellule	Pourcentage	Nombre
Neutrophile	64%	12032N/mm ³
Eosinophile	4%	752E/ mm ³
Basophile	1%	188B/ mm ³
Lymphocyte	12%	2256L/ mm ³
Monocyte	18%	3572M/ mm ³
Totale	100%	18800GB/ mm ³

Biochimie :

Tableau 26 les résultats de dosage

Paramètres	Résultats
Protéine totale	97.24g/l
Urée	0.31g/l
Calcium	132.45mg/l
TGP ou ALAT	71.75UI/L
TGO ou ASAT	147.58UI/L

Interprétation :

Tableau 27 les résultats des analyse de la vache à RPT

Paramètres		Résultats	Les valeurs usuelles
Hématologique :			
Les globules blancs		18800GB/ mm ³	4000-12000GB/mm ³
Neutrophile	Nombre	12032N/mm ³	600-4000N/mm ³
Eosinophile	Nombre	752 E/mm ³	0-2400E/mm ³
Basophile	Nombre	188B/mm ³	0-200B/mm ³
Lymphocyte	Nombre	2256L/mm ³	2500-7500L/mm ³
Monocyte	Nombre	3572M/mm ³	25-840M/mm ³
Biochimie			
Protéine totale		97.24g/l	65 à 85 g/l
Urée		0.31g/l	0.15-0.53g/l
Calcium		132.45mg/l	80-120mg/l
TGP ou ALAT		71.75UI/L	<40UI/L
TGO ou ASAT		147.58UI/L	<35UI/L

Il y a une augmentation de nombre des globules blancs : 18800GB/ mm³ : une réponse immunitaire, une inflammation...

Une neutrophilie par 12032N/mm³ et monocytose par 3572M/mm³, Ces augmentations peuvent être des indicateurs précieux de l'inflammation et de l'infection dans l'organisme.

Hypercalcémies(132.45mg/l) : généralement cette augmentation est périodique au cours de gestation, inflammation...

Hyperproteinimie=97.24g/l : la gestation, hépatite.

Une augmentation de taux ALAT= et 71.75UI/LASAT=147.58UI/L : hépatite.

Discussion :

Les bovins atteints d'une péritonite localisée montrent peu de modifications hématologiques, mais présentent une neutrophilie supérieure à 3 500 à 4 000 neutrophiles/ml. Dans les cas chroniques, une leucocytose modérée, une neutrophilie et un monocyte sont Retrouvées Par [BOUDEBZA, 2003] observée une calcémie est élevée chez les vaches tarées. La distribution alimentaire de calcium trop élevée par rapport aux besoins pendant le tarissement l'une hypercalcémie [Meschy, 1995], acidose causent une mobilisation osseuse [Gowane et al. 2018].

Les activités de l'aspartate aminotransférases (ASAT) est élève lors de RPT et lors des lésions hépatique[MAGNIEN, 2016], hépatite bactérien, abcès hépatiques, [stockham, 2008] augmentation de taux de ALAT : due à une atteinte musculaire [BAIN, 2011]., elle n'est présente qu'en faible quantité dans les hépatocytes chez les chevaux, ruminants, porcs et oiseaux [KELLY,2003].

Hyperproteinémie :

La concentration en protéines plasmatiques totales supérieures aux valeurs usuelles (95g/L) est un Critère ayant une forte valeur prédictive positive (76,5%) dans le diagnostic d'une RPT. Une Concentration élevée des PT et un critère pour le diagnostic d'une RPT [Karim, et al.2005] albuminémie est presque stable chez les ruminants, Les principales causes d'hyperglobulinémie sont la stimulation antigénique chronique (maladie inflammatoire chronique) et les maladies hépatiques. La stimulation antigénique chronique peut-être rencontrée dans de nombreuses affections telles que la réticulo-péritonite traumatique, les abcès hépatiques.

Le corps étranger peut ponctionner le foie ou la rate entraînant la formation des abcès hépatiques ou spléniques. Parfois la rupture d'un abcès hépatique [MAGNIEN, 2016] entrainer une dissémination massive de bactéries vers d'autres organes (bactériémie). D'autres abcès se développent alors, que ce soit dans le parenchyme pulmonaire, les articulations... Le passage de bactéries dans le courant sanguin peut aussi conduire à la mort de l'animal suite à un choc endotoxinique. [MAGNIEN, 2016].

Par ces paramètres, peut confirmer que RPT entraine des lésions graves et la mort animal. Il est essentiel de surveiller attentivement les niveaux ces paramètres chez les vaches présentant

RPT, car ils peuvent fournir des indications sur l'impact de la maladie sur la santé de l'animal. Un suivi régulier de ces paramètres peut aider à évaluer la progression de la maladie et à guider le traitement.

Ovin :

Une brebis d'âge de 2 ans et demie, trouve des crottes au niveau du tête et encolure.

Il y a une suspicion de la gale.

Les résultats de laboratoire :

Hématologie :

FNS :

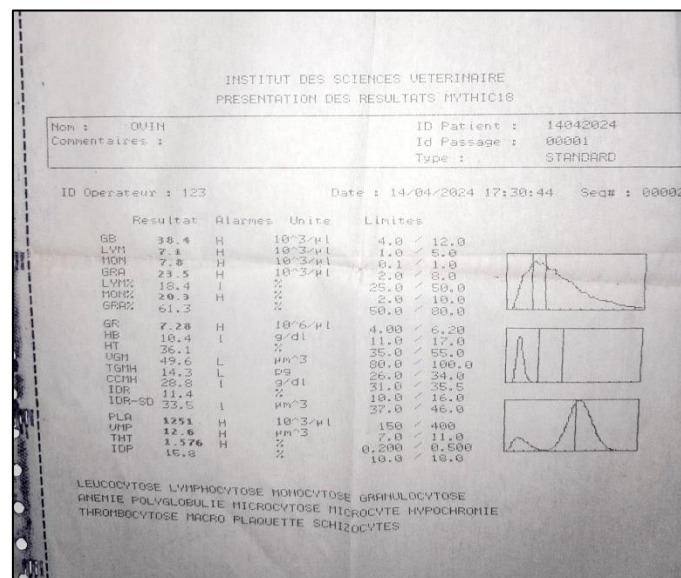


Figure 29 FNS

Observation de la lame :

Tableau 28 les résultats de frottis sanguin chez la brebis

Cellule	Pourcentage	Nombre
Neutrophile	72%	27648N/mm ³
Eosinophile	0%	0 E/ mm ³
Basophile	0%	0 B/ mm ³
Lymphocyte	17%	6528 L/ mm ³
Monocyte	11%	4224M/ mm ³
Totale	100%	38400GB/ mm ³

Biochimie :**Tableau 29 les resultas de dosage**

Paramètres	Résultats
Protéine totale	91.51g/l
Urée	0.33g/l
Calcium	119.55mg/l
TGP ou ALAT	51.33UI/L
TGO ou ASAT	103.83UI/L

Interprétation :**Tableau 30 les résultats hémato-Biochimie avec les valeur usuelles de la brebis**

Paramètres		Résultats	Les valeurs usuelles
Hématologique :			
Les globules blancs		38400GB/mm ³	4000-12000GB/mm ³
Neutrophile	Nombre	27648N/mm ³	600-4000N/mm ³
Eosinophile	Nombre	0 E/mm ³	0-2400E/mm ³
Basophile	Nombre	0 B/mm ³	0-200B/mm ³
Lymphocyte	Nombre	6528L/mm ³	2500-7500L/mm ³
Monocyte	Nombre	4224 M/mm ³	25-840M/mm ³
Biochimie			
Protéine totale		91.51g/l	60 à 80 g/l
Urée		0.33g/l	0.15-0.53g/l
Calcium		119.55mg/l	80-120mg/l
TGP ou ALAT		51.33UI/L	<40UI/L
TGO ou ASAT		103.83UI/L	<35UI/L

FNS : augmentation de nombre globule blancs 38400 GB/mm³

Une augmentation de nombre lymphocyte 7100 L/mm³ et monocyte 7800 M/mm³ : parasitisme, inflammation, ...

Une anémie microcytaire (VGM=36.1%) hypochrome (28.8%)

Les résultats de FNS manuelle :

Il y a une augmentation de nombre des globules blancs = 38400 GB/mm³

Un nombre très élevé des neutrophile 27648 N/mm³ et monocytose = 4224 M/mm³

Biochimie :

Hyperproteinimie=91.51g/l : parasitisme, atteinte hépatique,

Un taux normal de l'urémie et calcémie

Taux élevé de ALAT=51.33UI/L et ASAT=103.83UI/L : hépatite.

Discussion :

Anémie : diminution de albumine peut être la conséquence de l'anorexie engendrée par l'infestation ou résulter de la perte massive en protéines au niveau cutané due à l'augmentation de la perméabilité capillaire les concentrations sanguines en granulocytes neutrophiles suivent l'évolution des signes cliniques de l'inflammation cutanée et du rétablissement. les lésions de gale sont probablement exacerbées par la présence de bactéries (une sur infection bactérienne) depuis Christine la monocytose au cours d'une bactériémie. **[AMELIE, 2004].**

Hyperproteinimie due à la concentration moyenne en globulines chez un mouton galeux augmente fortement, puis reste supérieure aux valeurs usuelles tout au long de la maladie **[AMELIE, 2004].**

Augmentation de taux d' ALAT : est généralement due à une atteinte musculaire **[BAIN, 2011].**

ASAT élève : une augmentation de l'activité de l'ASAT peut avoir lieu lors de lésions hépatocellulaires ou musculaires **[STOCKHAM ET SCOTT, 2008]**, donc peut une atteinte musculaire suite la gale

Urémie et calcémie normale : pas des atteintes rénales, **[CHRISTINE, 2011].**

Par ces paramètres peut confirmer le diagnostic clinique : l'existence d'un parasite par l'évaluation le nombre des globules blancs et par le dosage. Mais nécessite des autres tests pour évaluer la statue fonctionnelle des organes

Caprin :

Une chèvre de 3 ans présente un problème locomoteur depuis une longue durée sans traitement, après examen clinique : il y a une suspicion arthrite chronique.

Les résultats de laboratoire :

Biochimie :**Tableau 31 les resultas de dosage**

Paramètres	Résultats
Protéine totale	96.89g/l
Urée	0.14g/l
Calcium	120.16mg/l
TGP ou ALAT	28.00UI/L
TGO ou ASAT	51.33UI/L

Interprétation :

Tableau 32 les résultats de laboratoire d'une chèvre avec les valeur de référence

Paramètres	Résultats	Valeurs usuelles
Protéine totale	96.89g/l	65 à 80 g/L
Urée	0.14g/l	0.1-0.21g/l
Calcium	120.16mg/l	82-98mg/l
TGP ou ALAT	28.00UI/L	16-34UI /l
TGO ou ASAT	51.33UI/L	105-285UI/l

une augmentation de protéine totale=96.89g/l : hépatite, inflammation

Un taux normal de l'urée sanguin

Un taux élevé de calcium=120.16mg/l : une mobilisation osseuse, alimentaire, ...

Un taux normal d'ALAT et ASAT : pas une atteinte hépatique, musculaire.

Discussion :

Cette inflammation peut entraîner une augmentation de la production de protéines par le foie, ce qui se traduit par une hyperproteinémie et pas une hépatite : le taux normal d'ALAT et ASAT.

Hypercalcémie : Lorsque l'inflammation persiste dans le temps, elle peut entraîner la libération de divers médiateurs inflammatoires, notamment l'interleukine-1 (IL-1) et le facteur de nécrose tumorale alpha (TNF- α). Ces médiateurs peuvent agir sur les cellules osseuses, stimulant la libération de calcium dans la circulation sanguine, et l'arthrite inflammatoire comme la polyarthrite rhumatoïde, peut perturber l'équilibre délicat des processus de

remodelage osseux, entraînant une résorption osseuse accrue (dégradation) et une libération de calcium, Immobilité et réduction de l'activité physique. Par [GARDONL, KLEIN 2018] dans la maladie inflammatoire chronique trouve le taux de protéine élève (globuline) [MAGNIEN, 2016], comme la polyarthrite rhumatoïde.

Taux d'ALAT : est généralement due à une atteinte musculaire [BAIN, 2011]. ASAT élève une augmentation de l'activité de l'ASAT peut avoir lieu lors de lésions hépatocellulaires ou musculaires [STOCKHAM ET SCOTT, 2008], avec une urémie située à la limite de [ROSENBERGER,1979 ; BURGERE- PICOUX, 1984, WITTEWER et al, 1987 ; KANEKO et al. 1997]peut confirmer l'absence d'une atteinte hépatique ou musculaire.

Par ces paramètres orientés le diagnostic clinique sur quelque type d'arthrite, par d'autre test peut confirmer le type et choisir des molécules efficaces.

Canine :

Cas1 : Jack de la race berger allemand, d'âge de 1ans et8 mois.

Atteinte par les tiques, suspicion de babésiose ou Ehrlichiose, après quelque jour arrive par un traumatisme au niveau du testicule résultats de laboratoire :

Hématologie :

FNS :

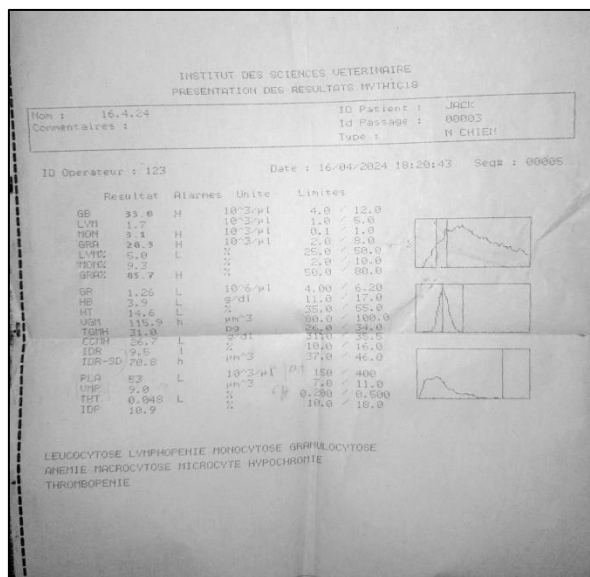


Figure 30 FNS du chein

Observation de la lame :

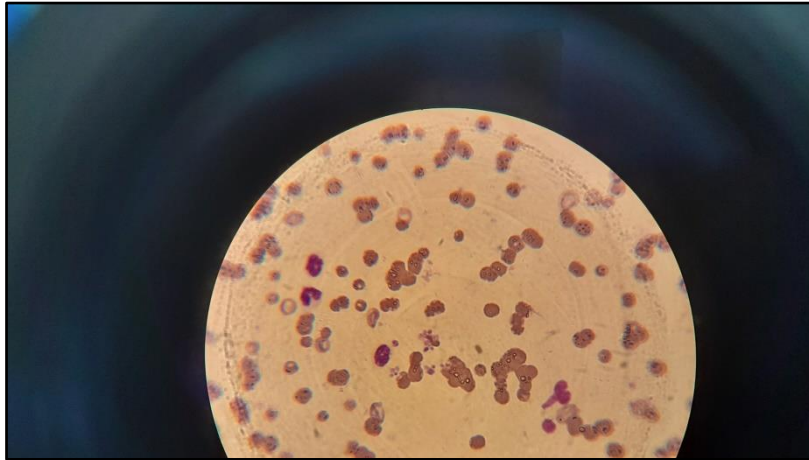


Figure 31 observation sur microscope

Tableau 33 les resultats de FNS manuelle

Cellule	Pourcentage	Valeur usuel
Neutrophile	66%	21780N/mm ³
Eosinophile	0%	0E/ mm ³
Basophile	0%	0B/ mm ³
Lymphocyte	11%	3630L/ mm ³
Monocyte	23%	7590M/ mm ³
Totale	100%	33000GB/ mm ³

Biochimie :

Tableau 34 les résultats de dosage

Paramètres	Résultats
Protéine totale	100.37g/l
Urée	0.24g/l
Glucose	2.50g/l
Calcium	136.21mg/l
TGP ou ALAT	89.83UI/L
TGO ou ASAT	33.25UI/L

Interprétation :

Tableau 35 les résultats des examen de laboratoire avec les valeur usuelles

Paramètres		Résultats	Les valeurs usuelles
Hématologique :			
Les globules blancs		33000GB/mm ³	6000-17000 GB/mm ³
Neutrophile	Pourcentage	66%	66-77%
	Nombre	21780N/mm ³	3000-11500N/mm ³
Eosinophile	Pourcentage	0%	3-10%
	Nombre	0 E/mm ³	100-1250E/mm ³
Basophile	Pourcentage	0%	0%
	Nombre	0 B/mm ³	0B/mm ³
Lymphocyte	Pourcentage	11%	12-30%
	Nombre	3630 L/mm ³	1000-4800L/mm ³
Monocyte	Pourcentage	23%	3-10%
	Nombre	7590M/mm ³	150-1350M/mm ³
Biochimie			
Protéine totale		100.37g/l	54-71g/l
Urée		0.24g/l	0.2-0.5g/l
Glucose		2.50g/l	0.7-1.1g/l
Calcium		136.21mg/l	94-122mg/l
TGP ou ALAT		89.83UI/L	<30UI/L
TGO ou ASAT		33.25UI/L	<20UI/L

FNS :

Un nombre élevé des globules blancs :33000GB/mm³et des monocyte3100 M/mm³: une inflammation, parasitisme.

Un nombre de lymphocyte :1700 M/mm³.

Hb=3.9g/dl : anémie macrocytaire (VGM+115.9%) hypochrome (CCMH=26.7g/dl).

FNS manuel :

Une augmentation de nombre des globules blancs : $33000\text{GB}/\text{mm}^3$, un neutrophilie= $217807590\text{ N}/\text{mm}^3$ et monocytose= $7590\text{ M}/\text{mm}^3$

Des globules rouges parasités par Babesia et nombre des globules rouges réduits.

Biochimie :

Un taux élevé de protéine totale : $100.37\text{g}/\text{l}$: inflammation, atteinte du foie.

Une augmentation de taux ALAT= $89.83\text{UI}/\text{L}$ et ASAT= $33.25\text{UI}/\text{L}$: les marquer d'une cytolysé hépatique.

Une hyperglycémie remarquable : $2.50\text{g}/\text{l}$ et une hypercalcémie= $136.21\text{mg}/\text{l}$

Une urémie normales= $0.24\text{g}/\text{l}$.

Discussion :

La monocytose est souvent associée à une neutrophilie, en particulier chez le chien. Les monocytes jouent un rôle important dans la réponse immunitaire contre bactériémie et les cas une anémie hémolytique causer par Babesia [**CHRISTINE, 2011**]

Babésiose entraîne une anémie, une thrombopénie pour cela en observe une diminution de nombre des plaquettes et Hb [**DONIA**]

Dans de rares cas, les infestations graves par le ténia peuvent causer des lésions hépatiques légères. Cela pourrait entraîner une légère augmentation de l'alanine aminotransférase (ALAT) et l'aspartate aminotransférase (ASAT)

L'ALAT est un indicateur intéressant d'atteinte hépatocellulaire, particulièrement chez le chien et le chat car son activité est plus élevée dans le foie que dans tous les autres tissus [**TENNANT et CENTER, 2008**] ou hépatite chronique active [**CHRISTINE, 2011**],

ASAT élève : une augmentation de l'activité de l'ASAT peut avoir lieu lors de lésions hépatocellulaires ou musculaires [**STOCKHAM ETSCOTT, 2008**]

hyperproteinimie due une augmentation de globuline lorsqu'une infection virale ou parasitaire, bactérienne [**CHRISTINE, 2011**].

Babesia peut entraîner des atteintes un ou plusieurs organes, et infecte les hématies et transmet par les tiques [GEVIGNEY, 2023].

Urémie est indicateur d'insuffisance rénale [CHRISTINE, 2011], donc un taux normal de l'urée : pas des atteintes rénales

Hypercalcémie dues au dysfonctionnement hépatique suite le métabolisme de la glycémie [CHRISTINE, 2011].

Augmentation des enzymes hépatiques, telles que : ALAT et ASAT : hépatite, et confirmer par hyperglycémie, hypercalcémie (métabolisme de vitamine D), augmentation de la production de protéine

Par ces examens confirmer le diagnostic clinique surtout le frottis sanguin. et évalué le fonctionnement des organes

Cas 2 :

Carla est une chienne de 6 ans, de la race de berger allemand, présente une asthénie important, il y a une suspicion de pyromètre.

Il y a une infection par Ehrlichiose et coïnfection de babésiose et elle est morte par empoisonnement.

Les résultats de laboratoire :

Hématologie :

FNS :

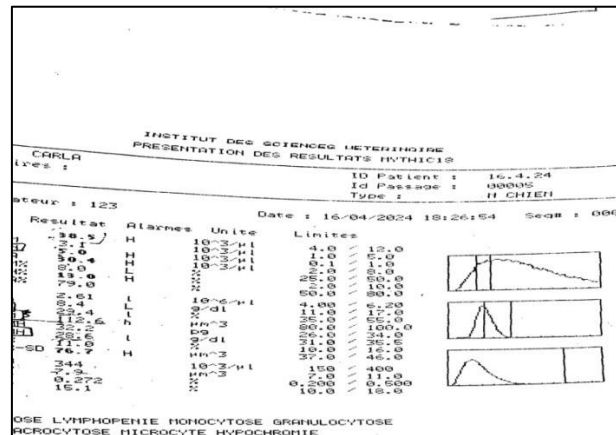


Figure 32 : Les résultats de la FNS

Observation de la lame :

Tableau 36 : Les résultats d'observation de la lame

Cellule	Pourcentage	Valeur usuel
Neutrophile	73%	28105N/mm ³
Eosinophile	0%	0E/ mm ³
Basophile	0%	0B/ mm ³
Lymphocyte	7%	2695L/ mm ³
Monocyte	20%	7700M/ mm ³
Totale	100%	38500GB/ mm ³

Biochimie :**Tableau 37 : les résultats de dosage la chienne Carla**

Paramètres	Résultats
Protéine totale	53.44g/l
Urée	0.14g/l
Glucose	0.83g/l
Calcium	131.51mg/l
TGP ou ALAT	28.58UI/L
TGO ou ASAT	35.00UI/L

Interprétation :**Tableau 38 : Les résultats de laboratoire de la chienne Carla avec les valeurs de référence**

Paramètres	Résultats	Les valeurs usuelles
Hématologique :		
Les globules blancs	38500GB/mm ³	6000-17000 GB/mm ³
Neutrophile	Pourcentage	73%
	Nombre	28105N/mm ³
Eosinophile	Pourcentage	0%
	Nombre	0E/mm ³
Basophile	Pourcentage	0%
	Nombre	0 B/mm ³
Lymphocyte	Pourcentage	7%
	Nombre	2659L/mm ³
Monocyte	Pourcentage	20%
	Nombre	7700M/mm ³
Biochimie		
Protéine totale	53.44g/l	54-71g/l
Urée	0.14g/l	0.2-0.5g/l
Glucose	0.83g/l	0.7-1.1g/l
Calcium	131.51mg/l	94-122mg/l
TGP ou ALAT	28.58UI/L	<30UI/L

TGO ou ASAT	35.00UI/L	<20UI/L
-------------	-----------	---------

FNS :

Une augmentation de nombre des globules blancs : 38500 GB/mm³ : une réaction immunitaire

Un nombre élevé des monocytes 5000 M/mm³ : une inflammation, parasitisme.

Anémie (Hb=8.4g/dl) : macrocytaire (VGM112.6%) hypochrome (CCMH=286g/dl).

FNS manuel :

Une augmentation de nombre des globules blancs : 385000GB/mm³

Un neutrophilie=217807590 N/mm³ et monocytose=7700 M/mm³

Biochimie :

Un taux de protéine totale réduit : 53.44g/l.

Un taux ALAT normale = 28.58UI/l et une augmentation de ASAT=35.00UI/l

Une hypourémie =0.14g/l avec un hypercalcémie131.51mg/l : attente rénale

Un taux de glycémie normale=0.83g/l

Discussion :

Un taux élevé des globules blancs suite à l'inflammation, un nombre élevé des neutrophiles et

Monocytes : une inflammation, Ehrlichiose dans la phase aiguë [christine2011]

Hypercalcémie : 120mg/l ou 130mg/l: cause : hyperparathyroïdie, tumeur de parathyroïde, ostéolyse, symptôme :faiblesse musculaire (**Médaille, 2011**).

L'ALAT est un indicateur important d'atteinte hépatocellulaire (**Tennant et Center, 2008**).

ASAT élève : une augmentation de l'activité de l'ASAT peut avoir lieu lors de lésions hépatocellulaires ou musculaires (**Stockham et Scott, 2008**) asthénie peut entraîne une augmentation de ASAT

Une urée basse, une hypoprotéïnémie (en particulier une hypoalbuminémie) évalue la fonction hépatique (**Jackson, 2007**). Bien que la plupart des animaux souffrant d'insuffisance hépatique soient normoglycémiques (**Jackson, 2007**).

Une hypoalbuminémie due une insuffisance hépatique grave, ou hypoglobulie souvent associe par hypoalbuminémie : une insuffisance hépatique [**Médaille, 2011**].

Par l'ensembles de ces analyses peut parler sur une insuffisance hépatique, mais pas confirmer le diagnostic clinique. Nécessite d'autre examens comme FNS manuel.

Cas3 :

Rosa de 3 ans de race berger allemand

Motif de consultation : avortement

Diagnostic clinique :anaplasmosse

Traitement :prednicortone et adecon.

Les résultats de laboratoire :

Hématologie :

FNS :

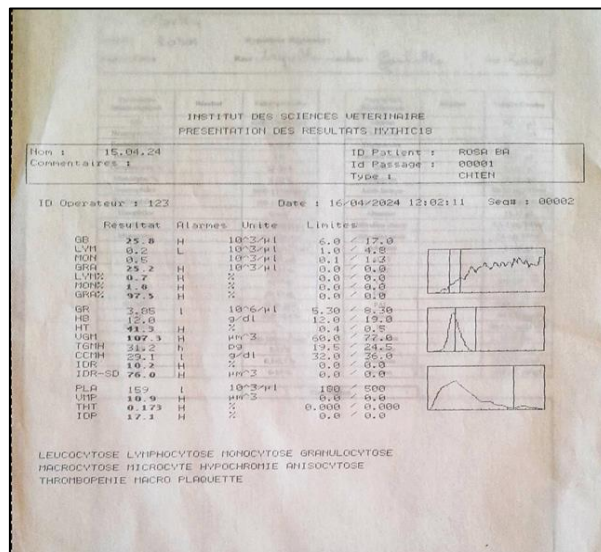


Figure 33 : FNS d'une chienne

Biochimie :**Tableau 39 : Les résultats de biochimie de la chienne Rosa**

Paramètres	Résultats
Protéine totale	49.10g/l
Urée	0.17g/l
Glucose	1.25g/l
Calcium	85.19mg/l
TGP ou ALAT	30.92UI/L
TGO ou ASAT	30.92UI/L

Interprétation :**Tableau 40 : Les résultats de dosage de la chienne Rosa avec les valeurs de référence**

Paramètres	Résultats	Valeurs usuelles
Protéine totale	49.10g/l	54-71g/l
Urée	0.17g/l	0.2-0.5g/l
Glucose	1.25g/l	0.7-1.1g/l
Calcium	85.19mg/l	94-122mg/l
TGP ou ALAT	30.92UI/l	<30UI/l
TGO ou ASAT	30.92UI/l	<20UI/l

FNS :

On observe une augmentation de nombre les globules blancs par 25800 GB/mm^3 : une inflammation, infection, ...

Une thrombopénie $159000/\text{microlitre}$

Biochimie :

Une diminution de taux de protéine totale = 49.10 g/l .

Une hyperglycémie = 1.25 g/l

Hypocalcémie=85.19mg/l

Un taux élevé de ALAT 30.92UI/L et ASAT (30.92UI/l)

Discussion :

Chez le chien, l'anaplasmose entraîne une thrombopénie, une leucopénie et une

Augmentation modérée d'ALAT et ASAT sont présentes. Les neutrophiles infectés peu nombreux [Greig; Armstrong, 2006]. On observe une thrombopénie d'intensité variable dans 80 à 90 % des cas, avec un nombre de plaquettes allant de 5 à 164. 109/L (Greig et al. 1996 ; Egenvall et al. 1997; Poitout et al. 2005 ; Kohn et al. 2008). Hypoalbuminémie modérée lors de la phase fébrile (44 à 66 % des cas (Diniz; Breitschwerdt, 2012], une hyperglobulinémie (Greig et al. 1996 ; Gravino et al. 1997 ;Egenvall et al. 1997 ; Poitout et al. 2005). Diminution de l'urémie parfois décrites dans cette affection (Diniz; Breitschwerdt 2012 ; Greig et al. 1996 ; Gravino et al. 1997 ; Egenvall et al. 1997 ; Poitout et al. 2005).

La prednicortone peut entraîner une hyperglycémie(corticoïde)et peut également provoquer une élévation des enzymes hépatiques (ASAT, ALAT), est généralement bénin et réversible, une diminution des protéine (comme albumine), une Diminution des lymphocytes (les résultats de FNS), et augmentation des neutrophiles segmentés (le taux élevé des globules blancs) et hypocalcémie par dépôt calcique sur la peau et diminution des hormone parathyroïde, une hypoprotéinémie suite un hypoalbuminémie (effet de corticoïde, mais pas significative : supérieur à 75 mg/l).

Par ces paramètres peut décrit que l'organisme de l'animal répondit au traitement, mais l'anaplasmose entraîne les mêmes résultats que le traitement, donc confirmer le diagnostic et amélioration du cas. La surveillance attentivement les paramètres Biochimies peut gérer les effets indésirables de traitement. Peut suspicions d'une insuffisance rénale suite hypourémie et (peut confirmer par le dosage d'albuminémie) [christine2011] ou une hépatite le taux de ALAT et ASAT

Cas 4 :

Pitcho : chien de 3 ans, présente oligurie et douleur au moment d'uriner

Diagnostic clinique : insuffisance rénale et cystite infectieuse.

Les résultats de laboratoire :

Hématologie :

FNS :

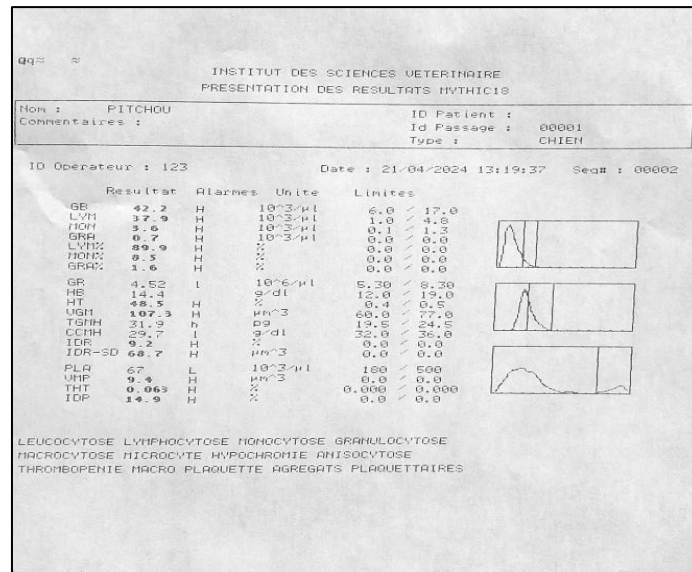
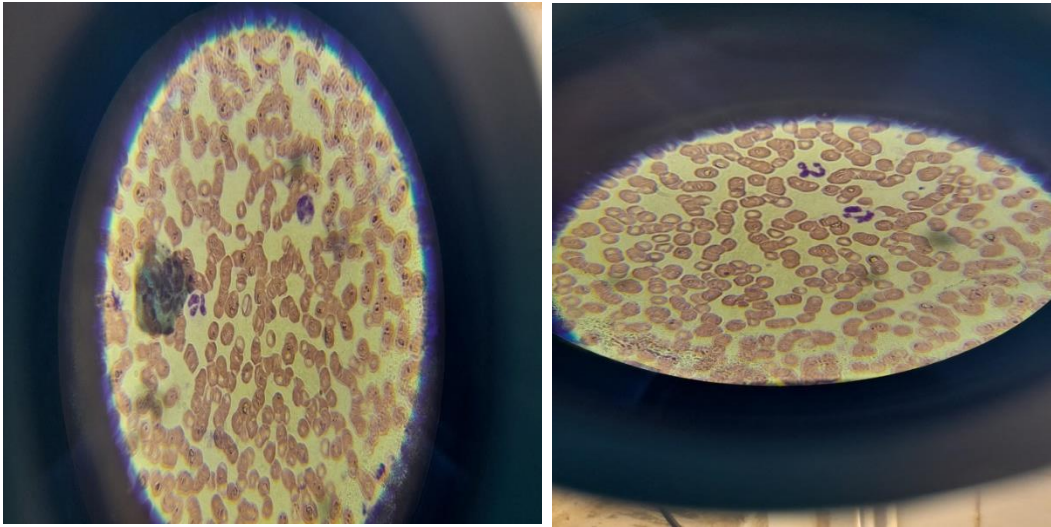


Figure 34 : Les résultats de la FNS d'un chien

Observation de la lame :**Figure 35 : Observation microscopique d'un frottis sanguin****Tableau 41 : Les résultats d'observation du frottis sanguin**

Cellule	Pourcentage	Valeur usuel
Neutrophile	59%	24898N/mm ³
Eosinophile	2%	844/mm ³
Basophile	0%	0B/mm ³
Lymphocyte	21%	8862L/mm ³
Monocyte	18%	7596M/mm ³
Totale	100%	42200GB/mm ³

Biochimie :**Tableau 42 : Les résultats de dosage du chien Pitcho**

Paramètres	Résultats
Protéine totale	89.60g/l
Urée	0.89g/l
Glucose	1.64g/l
Calcium	132.72mg/l
TGP ou ALAT	142.92UI/L
TGO ou ASAT	42.00UI/L

Interprétation :**Tableau 43 : Les résultats de laboratoire avec les valeurs de référence**

Paramètres		Résultats	Les valeurs usuelles
Hématologique :			
Les globules blancs		42200GB/mm ³	6000-17000 GB/mm ³
Neutrophile	Pourcentage	59%	66-77%
	Nombre	24898N/mm ³	3000-11500N/mm ³
Eosinophile	Pourcentage	2%	3-10%
	Nombre	844E/mm ³	100-1250 E/mm ³
Basophile	Pourcentage	0%	0%
	Nombre	0 B/mm ³	0 B/mm ³
Lymphocyte	Pourcentage	21%	12-30%
	Nombre	8862L/mm ³	1000-4800 L/mm ³
Monocyte	Pourcentage	18%	3-10%
	Nombre	7596M/mm ³	150-1350 M/mm ³
Biochimie			
Protéine totale		89.60g/l	54-71g/l
Urée		0.89g/l	0.2-0.5g/l
Glucose		1.64g/l	0.7-1.1g/l
Calcium		132.72mg/l	94-122mg/l
TGP ou ALAT		142.92UI/L	<30UI/L
TGO ou ALSAT		42.00UI/L	<20UI/L

FNS : une leucocytose : 42200GB/mm³

Un nombre élevé des lymphocytes : 37900L/mm³ et monocytose : 3600M/mm³.

Thrombopénie : par 159000/microlitre

Observation de la lame :

On remarque nombres élevés des globules blancs, des neutrophile 24898N/mm³, des lymphocytes 8862L/mm³ et aussi les monocytes : 7596M/mm³

Les globules rouges parasité par Babesia.

Biochimie :

Une augmentation de taux de protéine totale=89.60g/l : atteinte de foie, inflammation

Une hyperurémie 0.89g/l : une atteinte rénale

Une hyperglycémie=1.64g/l : hépatite, inflammation

Hypercalcémie=132.72mg/l : atteinte rénale

Un taux très élevé de ALAT 142.92UI/L et ASAT =42.00 UI/l : hépatite

Discussion :

Le monocytose est souvent associée à une neutrophilie, en particulier chez le chien. Les monocytes jouent un rôle important dans la réponse immunitaire (phagocytose). Contre bactériémie et les cas une anémie hémolytique (**Médaille, 2011**). Dans l'étude rétrospective menée par (**Ruiz De Gopegui et al, 2007**), les changements hématologiques induits par une infection à *B. canis* étaient plus inconstants avec 22% de leucopénie, 13% de leucocytose, 40% de neutropénie et 22% de monocytose. Une éosinophilie est décrite par certains auteurs, mais n'a pas été retrouvée dans l'étude de (**Mathe et al, 2006**), ou on retrouvait plutôt une eosinopénie. Celle-ci pourrait être attribuée à l'infection aigue ou au stress de la maladie sévère (**Alexiane, 2020**).

Une hépatite se traduit par taux élevé des protéines hépatique : ASAT et ALAT, une augmentation de l'ASAT peut avoir lors de lésions hépatocellulaires ou musculaires (**Stockham et Scott, 2008**), L'ALAT chez le chien est un marqueur de l'atteinte hépatocellulaire on observe une augmentation de l'activité sérique de l'aspartate aminotransférases et de l'alanine aminotransférases, deux marqueurs de la cytolysé hépatique, et une hypoalbuminémie, qui marquent une dysfonction hépatique (**UETA, 2020**).

Dans l'étude menée par **(Matijatko et al, 2009)**, la moitié des chiens en état de choc septique présentaient une hypoprotéïnémie associée ou non à une hypoalbuminémie, l'hypoalbuminémie pourrait être causée la phase aigüe de l'inflammation. Comme la babesiose est une maladie relativement aigüe, il paraît peu probable que cette hypoalbuminémie soit due à une diminution de production hépatique. Hyperurémie est indicateur d'une insuffisance rénale **(Médaille, 2011)**. Taux sanguin de l'urée lors d'une insuffisance rénale **(Sevetys, 2024)**.

Hypercalcémie dues le dysfonctionnement hépatique suite le métabolisme.

La complication la plus fréquente de la piroplasmose chez le chien est l'apparition d'une insuffisance rénale, rapidement irréversible. Par ces paramètres existence de Babésiose et une hépatite. Les analyses effectuées permettent de définir l'origine de ces signes, et confirmer le diagnostic clinique pour orienter vers un traitement efficace et pas lourd pour le foie et les reins.

Conclusion

Notre travail a consisté à collecter les prélèvements sanguins, réaliser une numération formule sanguine FNS, effectuer des frottis sanguins, procéder à des dosages biochimiques, comparer les résultats obtenus aux valeurs de référence et interpréter les résultats en les mettant en relation avec l'examen clinique. Les cas présentés dans la partie pratique illustrent l'intérêt de l'examen de laboratoire pour : affiner la précision du diagnostic, orienter l'examen clinique, confirmer ou infirmer le diagnostic, déterminer la cause primaire d'une maladie, surveiller l'efficacité du traitement et évaluer l'amélioration de l'état du patient. Il est important de l'utiliser en conjonction avec d'autres examens cliniques et paracliniques pour une prise en charge optimale des patients.

Il est important de noter que ces paramètres biochimiques, bien qu'utiles dans de nombreux cas, ne sont pas toujours suffisants pour établir un diagnostic définitif. D'autres examens peuvent être nécessaires. De plus, pour chaque maladie, il existe un profil biochimique spécifique qui permet de préciser le diagnostic et de choisir le traitement le plus adapté. Il est important de tenir compte de ce profil pour éviter les résistances et l'inefficacité de certains médicaments.

Références bibliographiques

Ouvrages

- **Pierson A. Solera, M. Lagente, M** (2001). Biologie Clinique.
- **Médaille C.** (2011). VADE-MECUM des analyses vétérinaires 2^e édition. Paris
- **Guelfi JF.** (2006). L'hémogramme. In: Prat. Méd. Chir. Anim. Comp., editor. L'hématologie du chien en pratique vétérinaire. Paris; 2006. p. 7-14(hémogramme)
- **Groupe de travail de laboratoire MSF.** (2018). Manuel de laboratoire. Guide pratique à l'usage des techniciens de laboratoire dans des contextes à ressources limitées. Amsterdam Netherlands
- **Hervé, C. Christine, D .Philippe, D. Alphonse, M. Nayla, N. Michèle, R. Alain, S. Sylvie, T.** (2018). Conception de laboratoire d'analyse biologique. France
- **Organisation mondiale de la santé Genève.** (1982). Manuel des techniques de base pour le laboratoire médical .Genève
- **VALDIGUIE P.** (2000). Biochimie clinique 2^e édition

Thèse:

- **ANDJOUH, A.** (2019-2020). Suivi Des Variations Biochimies Chez La Vache Laitière Au Peripartum Dans La Région De Naama. Université Ibn Khaldoun De Tiaret Faculté Des Sciences vétérinaire
- **Bataille, G.** (2013). Réticule-Péritonite Traumatique : Corrélation Entre Les Examens, Nécrosiques Et Les Examens Cliniques Et Paraclinique (Échographie, Biochimie, Hématologie) Ante Mortem. CAMPUS VETERINAIRE DE LYON
- **Ouled Bessi, H. Belkaid, I.** (2010-2011). Importance du laboratoire en clinique vétérinaire "études des paramètres hématologiques des chiens anémiques" .Université IbnKhaldun De Tiaret
- **Kouokam, F.** (2019_2020). Le Laboratoire De Diagnostic En Médecine Vétérinaire. Université IbnKhaldun De Tiaret Faculté Des Sciences Agrovétérinaire
- **Magnien,É.** (2016). Évaluation De L'activité De Deux Enzymes Hépatiques (ASAT et GGT) Au Cours Du Cycle De Production De La Vache Laitière. CAMPUS VETERINAIRE DE LYON
- **UET, A.** (2019-2020). Complications cliniques et altérations clinico-pathologiques de la babésiose canine. Faculté de Médecine Vétérinaire

Articles

- **Karim, A. Bérangère, R. Sébastien, B. Jeanne, B. et Gilles, F.** La réticulé-péritonite traumatique des bovins. Le Point Vétérinaire / N° 253 / Mars 2005 /

Marianne, D. (2018). L'insuffisance rénale aiguë chez les équidés. Pratique Vétérinaire Equine n° 198 du 01/04/2018

Site web

- ELI: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/jo>