

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
DEPARTEMENT DE SANTE ANIMALE

PROJET DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU
DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE

SOUS LE THEME

*ETUDE DES PARAMETRES
HEMATOLOGIQUES CHEZ DES
CHEVAUX APPARAMENT SAINS*

PRESENTE PAR:

-BOUTLILIS NAWEL

-BOUZAR AICHA

ENCADRE PAR:

DR: SMAIL FADHILA



ANNEE
UNIVERSITAIRE
2015-2016

Remerciements

Noustenons dans un premier temps à rendre Grâce à Dieu pour nous avoir accordées la santé, le Moral et surtout sa bénédiction pour la réalisation de nos études jusqu'à cet aboutissement.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ces travaux :

À notre promoteur : Dr Smail Fadhela, ses précieuses propositions pour l'avancement de la thèse et l'encadrement scientifique durant toute la durée du travail, et pour la confiance qu'elle nous atémoignées au cours de cettedernière année.

Merci de nous avoir supporté durant tout cette période, acceptez par Ces quelques mots notre profonde reconnaissances.

Nous tenons à remercier tous nos enseignants sans exception, qui ont contribué à notreformation.

Nos remerciements vont également :

Au personnel de la jumenterie « Chaouchaoua » de Tiaret pour la qualité de leur aide. Spécialement Mme « HADDOUCHE Zohra »

A tous les personnes, enseignants et travailleurs de l'institut vétérinaire de L'université IBN-KHALDOUN de Tiaret (surtout Melle Adda Fouzia).

A tous les amis et les confrères de l'Institut des Sciences Vétérinaires, chacun par son nom (Surtout Fouzia, Fatima, Wafaa, Nacera, Zohra)

En fin à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

A mon cher papa et ma chère Maman pour leur soutien et leur encouragement pendant toute ma carrière académique.

A mon cher frère et mes chères sœurs

A ma chère famille surtout les familles Bouzar et Manade

A mes professeurs et à tous ceux qui m'a aidé à réaliser mon mémoire

Consacrer à tous mes amis surtout : Salha, Nawal, Fatiha, Fouziya, Fatima, Wafa, Zohra, Nacera.

A ceux que j'aime

BOUZAR Aicha

Dédicaces

Avec l'aide du bon Dieu tout puissant Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en signe de

Respect et de reconnaissance envers :

Ma très chère mère, symbole de tendresse et d'amour.

Mon très cher père qui nous a quittés.

Mon chère époux « Mohammed »

Je le dédie également à :

Mes chers frères Noureldine, Benameur, Oussama et Imad eldine.

Toutes mes sœurs Saadia, Fatima, Badra, Sihame.

Mes Amies proches. (Surtout mon binôme Aicha)

A ceux que j'aime et qui m'aiment et ceux qui sont chers à mon cœur et en un mot à tous les gens qui ont contribué à ma réussite de près ou de loin.

Boutlilis Nawel.

Sommaire

REMERCIEMENTS.....	II
DEDICACES.....	III
SOMMAIRE.....	IV
LISTE DES FIGURES.....	V
LISTE DES TABLEAUX.....	VI
INTRODUCTION.....	01
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE.....	02
ChapitreI. Historique sur la jumenterie de Tiaret.....	03
ChapitreII.Le cheval.....	04
II.1 La race.....	04
II.1.1. Race Barbe.....	04
II.1.1 Rca pur-sang arabe	05
II.2. Les robes	06
II.2.1 Les robes simple	07
II.2.2 Les robes composées.....	07
II.3 Anatomie du cheval.....	08
II.3.1 Le système osseux.....	08
II.3.2 Le système articulaire.....	10
II.3.3 Le système musculaire.....	10
II.3.4 Le tube digestif.....	11
II.3.5 L'appareil respiratoire :.....	13
ChapitreIII : le sang.....	15
III.1 Introduction.....	15
III.2 HEMATOPOIESE.....	16
III.2.1 Sites de l'hématopoïèse au cours du développement.....	16
III.2.2 Populations cellulaires hématopoïétiques : cellules souches, cellules engagées et en voie de maturation :.....	18
III.3 Les éléments figuré du sang.....	21
III.3.1 Erythrocytes :.....	21
III.3.2 .les plaquettes.....	24
III.3.3 Leucocytes.....	26
ChapitreIV les Affections sanguines :.....	37
IV.1 Anémie :.....	37

IV.1. 1 Anémie par fuite sanguine :	38
IV.1.1.3 Hémorragie chronique :	39
IV.1.1.4 Hémorragie interne	39
IV.1.1.5 Coagulopathie :	39
IV.1.2 Anémie hémolytique	40
IV.1.3 Anémie par trouble de survie des GR.....	42
IV.2 Dysérythropoïèse :	43
IV.2.1 Affections inflammatoires chroniques :	43
IV.2.2 Anémie par carence :	43
IV.2.3 Tumeurs :	43
IV.2.4 Intoxication :	43
IV.3 Polyglobulie	44
IV.4 Coagulopathies :	44
IV.4.1.Troubles vasculaires	45
IV.4.2 Thrombocytopénie	46
IV.4.3 Troubles de la coagulation.....	47
IV.5 TUMEURS DE L'APPAREIL HEMATOPOIETIQUE	49
IV.5.1 Lymphosarcome	49
IV.5.2 Polyglobulie.....	49
IV.5.3 Leucoses myéloïdes :	49
IV.5.4 Myélome plasmocy.....	50
Partie expérimentale.....	51
I Protocole expérimental	52
II Zone de l'étude.....	53
II.1 Jumenterie de Chaouchaoua.....	53
II.2 Laboratoire d'hémato-biochimie.....	53
III Période d'étude.....	53
IV Matériels et méthodes.....	53
IV.1Prélèvements.....	53
IV.2 Hématocrite.....	54
Principe.....	54
Réalisation technique.....	55

IV.3 La numération du taux des globules blancs	57
Principe.....	57
Réalisation technique	58
IV.4 Formule leucocytaire différentielle.....	59
Principe.....	59
V Discussion et résultat.....	67

Conclusion

Liste des tableaux

Tableau 1. Paramètres érythrocytaires des différents types de chevaux adultes	24
Tableau 2. Paramètres hématologiques du cheval adulte	24
Tableau 3. Les paramètres plaquettaires du cheval adulte.....	25
Tableau 4. Paramètres leucocytaires du cheval adulte	36
Tableau 5. Les valeurs hématologiques du cheval adulte.....	36
Tableau 6. Identification des cas de chevaux étudiés.....	66
Tableau 7. Répartition des cas selon le sexe.....	67
Tableau 8. Répartition des cas selon l'âge	68
Tableau 9. Répartition des cas selon la race	69
Tableau 10. Les moyennes et les écarts-types des valeurs des paramètres hématologiques chez les chevaux pour chaque mois.....	70

Liste des figures

Figure 1. Cheval barbe.....	4
Figure 3. Les robes des chevaux	6
Figure 4. De quoi est constitué le sang	15
Figure 5. Composition du sang	21
Figure 6. Erythrocyte.....	21
Figure 7. Les globules rouges	22
Figure 9. Lymphocyte.....	26
Figure 10. Monocytes	29
Figure 13. Neutrophile.....	32
Figure 14. Eosinophile.....	33
Figure 16. Basophile.....	34

Liste des photos

Photo 2. Cheval Pur-sang arabe	5
Photo 8. Lymphocyte	26
Photo 11. Monocyte	30
Photo 12. Neutrophile	31
Photo 15. Eosinophile	33
Photo 17. Basophile	35
Photo 18. Seringue de 10 cc	54
Photo 19. Tubes de prélèvement	54
Photo 20. Tube capillaire et pâte mastic	55
Photo 21. Tube capillaire (remplissage du sang)	56
Photo 22. Obturation de l'extrémité du tube capillaire par la pâte de mastic	56
Photo 23. Disposition des tubes capillaires à l'intérieur de la centrifugeuse	57
Photo 24 : Abaque de lecture de l'hématocrite	57
Photo 25. Hématimètre de Malassez, solution Lazarus, lamelle et chronomètre	58
Photo 26. Prise d'une goutte de sang par un tube capillaire	60
Photo 27. Pose de la goutte de sang à 1 cm de l'extrémité de la lame	60
Photo 28. Lamelle en avant de la goutte de sang à un angle d'environ 40°	60
Photo 29. Etalement de la goutte de sang par capillarité le long du bord de la lamelle	61
Photo 30. Etalement de la goutte de sang sur la longueur de la lame	61
Photo 31 : Le frottis sanguin	61
Photo 32. Frottis sanguin coloré au M.G.G	63
Photo 33. Conservation des lames dans des boîtes	63
Photo 34. Préparation à la lecture de la lame au microscope (objectif 100)	64
Photo 35. Neutrophile (x100)	72
Photo 36. Eosinophile (x100)	72
Photo 37. Lymphocyte (x100)	72
Photo 38. Basophile (x100)	73
Photo 39. Monocyte (x100)	73

Introduction

Les chevaux sont des animaux de guerre et de transport au service des hommes. Ils Permettent l'essor du commerce et l'expansion de civilisations sur de grandes étendues. Considérés comme « la plus noble conquête de l'homme », les chevaux ont été évoqués a Plusieurs reprises dans le coran, ainsi dans les paroles du prophète (que le salut soit sur lui) et présents dans les mythes, les légendes, nombre d'encyclopédies et toutes les formes d'art, le Cheval est, de tous les animaux, celui qui a sans doute le plus marqué de l'histoire et les progrès de l'humanité.

Les chevaux marqués, bétail et champs; tout cela est l'objet de jouissance pour la vie présente,

L'objectif de l'élevage du cheval reste inchangé : obtenir un poulain par jument par an. Si l'on tient compte de cet enjeu économique, on comprend mieux l'intérêt de la santé des chevaux.

A ce propos, le but de notre recherche est l'étude des valeurs usuelles hématologiques spécifiques de la région de Tiaret (Chaouchaoua) qui est dotée d'un nombre important de chevaux à compter le Pur sang arabe, le barbe et l'Anglo-arabe.

En fait, l'établissement des valeurs usuelles pour les animaux domestiques, notamment le cheval est une démarche cruciale dans le diagnostic de laboratoire, du fait qu'elle permet au clinicien d'interpréter les résultats obtenus et de pouvoir les comparer avec des valeurs normales convenant aux animaux de la région d'étude, autrement dit, des animaux vivant dans les mêmes conditions d'élevage, d'alimentation et d'hygiène, plutôt que de comparer les résultats de nos analyses avec des valeurs pour animaux d'un pays n'ayant pas les mêmes conditions que celles de notre pays.

Partie

Bibliographique

I. Historique sur la Jumenterie de Tiaret

La Jumenterie de Tiaret fut créée en 1877 par le Ministère de la guerre, afin de sélectionner et produire des étalons destinés à peupler les stations de monte tant les besoins en chevaux étaient importants pour l'armée coloniale.

Des lignés célèbres ont vu le jour à la jumenterie de Tiaret et ont sillonné le monde. On citera les poulinières CHERIFA – WADHA – NIMRIN, qui seront à l'origine des lignées polonaise, Russe, Maghrébine et Française, et les étalons BANGO-GHALBANE – MASBOUT – GOUTA – VENTUR-BEYROUTH etc...

La mécanisation de la guerre, des transports, et de l'agriculture ont eu raison de la production équine, dont les effectifs connaîtront une chute spectaculaire. La réorganisation des activités équestres vers les loisirs, a permis de redynamiser la production par la sélection vers le type coursier pour le Pur-Sang Arabe, ainsi que d'autres spécialités équestres dont :

- l'équitation moderne
- l'endurance
- les jeux traditionnels et culturels
- les randonnées

C'est ainsi, qu'à l'heure actuelle, la jumenterie de Tiaret constitue le principal fournisseur de chevaux pour les courses hippiques, tout en maintenant le « modèle » et le type original à travers un capital génétique de grande valeur.

Elle dispose, par ailleurs, d'un potentiel génétique unique dans la race Barbe, et dont sont issus les célèbres BOURBAKI, OUASSAL et tant d'autres. (<http://tihert-tiaret-dz.over-blog.com/>, 2015).

II. Le cheval

II.1 Les races

II.1.1 La race barbe



Figure 1.Cheval barbe (www.blog.cheval.com, 2009)

Le cheval barbe est originaire du Maghreb, il a été appelé d'abord barbe. C'est un cheval polyvalent, docile et endurant qui s'adapte facilement à différents climats aussi bien dans les pays de berceau de la race (Algérie, Maroc, Tunisie et Lybie). Le barbe est un cheval d'équitation traditionnelle par excellence (fantasia).

Ce n'est qu'en 1886 qu'a été institué le premier stud-book algérien de la race barbe par un militaire français désireux d'améliorer les chevaux autochtones. Actuellement il y a une volante internationale de réhabiliter le cheval barbe. C'est ainsi qu'a été créée à Alger l'organisation mondiale du cheval barbe (OMCB) en juin 1987 (OMCB ; 1989 ; el kohen ; 2006).

OMCB définit le standard du cheval barbe comme un cheval eu métrique, médio ligne dont les principaux caractères sont : une taille moyenne de 1,55 m (1,50 à 1,60m) une tête assez forte, chargée en ganache avec des naseaux effacés, un profil céphalique convexe légèrement busque, une encolure bien greffée, épaisse et courte, un garrot bien édifié et

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

fortement marqué, une pointure large et haute avec un périmètre thoracique d'au minimum 1,70m ; un dos tendu et tranchant avec un rein court ; une croupe en pupitre avec une queue attachée bas, un tour de canon minimum de 18cm et une robe essentiellement grise baie (alezane avec des crins abondant et épais) (OMCB, 1989 ; Tamzali, 1989 ; Chabchoub, 1998).

II.1.2 Race pur-sang arabe

Le cheval pur-sang arabe est des plus anciennes races connues, c'est le cheval de la rude civilisation du désert sélectionné dans les pays du Proche-Orient sur des critères de souplesse, maniabilité, résistance, légèreté et surtout beauté. Il a été introduit en Algérie dès le VII^{ème} siècle, avec l'islamisation du pays ; plus tard le colonisateur français lui consacra en 1877 un Haras à Tiaret (jumenterie de Chaouchaoua) qui produira à partir de sujet importés d'orient (Syrie, Egypte.....). La race pur-sang dispose d'un stud-book, et l'Algérie est un membre actif de World Arabian Horse Organisation (WAHO).

Le cheval arabe est un cheval de petit taille (1,48 à 1,56m au garrot en moyenne) en général de robe alezane, baie ou grise; c'est un cheval à la poitrine large, à la croupe harmonieuse, à la queue courte et attachée haut, aux membre très secs ; il porte à la tête les signes qui confirment la noblesse de sa race, front large, profil rectiligne ou concave, oreilles courtes, bien dessinées et mobiles, yeux grands, expressifs et doux, naseaux très ouverts et finement dessinés, ganaches écartées, la lèvre antérieure est petite, la tête distinguée est portée par une encolure longue et peu épaisse, aux crins très soyeux. (Berber, 2014)



Photo 2. Cheval Pur-sang arabe (www.cavalngo.com, 2012)

II.2 Les robes

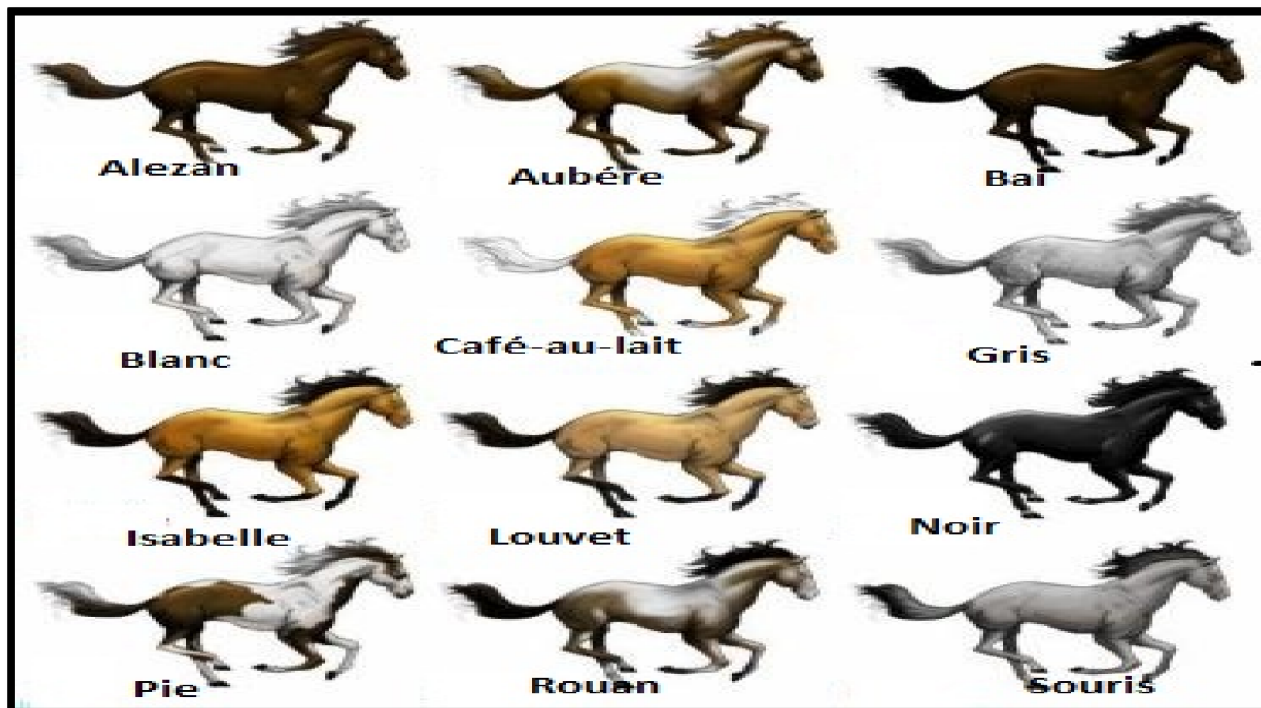


Figure 3. Les robes des chevaux (www.amm34.com, 2011)

La robe est la couleur des poils et des crins du cheval. La couleur du cheval est l'un des premiers caractères utilisés pour le décrire. Dans l'appréciation de la robe, la couleur n'est pas seule importante; celles de la peau de la cornière, de la queue et des extrémités des membres sont aussi importantes (vogel, 2005).

Les robes équines selon la nomenclature 1999 des Haras nationaux français :

La nouvelle classification des Haras nationaux est devenue officielle en France en 1999, elle divise les robes équines en 04 grandes familles :

- Famille des alezans : si le cheval a des poils et des crins dans les tons fauves ; elle comporte l'alezan, l'alezan brûlé, le café au lait, palomino.
- Famille des noirs : s'il a des poils et des crins noirs, elle comprend le noir et le noir pengaré.
- Famille de bais : s'il a les crins de couleur noire et les poils dans les tons marrons. Elle comprend le bai, isabelle et souris.

Famille des autres : lorsque le cheval n'entre dans aucune de ces trois catégories, il est dit « autre ». (www.equiloisirs.fae.com/ documentationte/ ateanatomie.pdt)

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

II.2.1 Les robes simples

Il s'agit d'une robe dont les poils sont d'une seule couleur, y compris les crins et les extrémités :

- **Blanc** : la peau est dépigmentée (albinos) ; sinon c'est un gris clair. Cette robe est très rare. Seul le Poulain qui naît avec une robe blanche sera considéré comme blanc.
- **Alezan** : couleur marron ordinaire, foncé, brulé. Si le père et la mère sont alezans, le poulain sera automatiquement alezan; fréquent en Algérie.
- **Noir** : très rare en Algérie, cas essentiellement des races de trait tels que le Frison et le Mérens en France.
- **Café au lait** : couleur marron clair très semblable au café au lait, on en trouve à l'ouest de l'Algérie, avec des crins lavés (plus clair que le fond de la robe).

II.2.2 Les robes composées

II.2.2.1 Deux couleurs séparées

- **Bai** : fond de la robe marron (avec les variations ordinaires foncé, brun, brun foncé) et extrémités noires; très fréquent.
- **Isabelle** : extrémités noires et fond de la robe café au lait, rare.
- **Souris** : extrémités noires et fond de la robe gris, rare.

II.2.2.2 Deux couleurs mélangées uniformément sur toute la robe

- **Gris** : mélange de poils noirs et blancs, avec l'âge la couleur s'éclaircit au fur et à mesure jusqu'à donner un aspect blanc. Il existe des nuances (gris pommelé, gris truite...).

Remarque : pour qu'un poulain soit gris, il faut nécessairement qu'au moins un des deux parents soit de robe grise.

- **Aubère** : mélange poils marron et blanc (assez rare) les poils blancs doivent être aussi nombreux que les poils marron, sinon on dira alezan « aubérisé ».
- **Louvet** : mélange de poils marron et noir, très rare en Algérie.

II.2.2.3 Trois couleurs mélangées

- **Rouan** : mélange de poils marron, blanc, noir ; fréquent chez l'arabe barbe. (Karim, 2011)

II.3 Anatomie du cheval

L'anatomie est la science qui a pour objectif l'étude de la forme et de la structure des êtres organisés et celle des rapports des organes qui les constituent d'où la présentation chez le cheval du squelette de la denture, des muscles et des viscères.

L'anatomie du cheval a été étudiée tôt par l'homme pour comprendre son fonctionnement et pour mieux l'utiliser, un des premiers ouvrages sur l'anatomie du cheval est celui de Carlo Ruini en 1598.

II.3.1 Le système osseux

II. 3.1.1 Le squelette du cheval

Le squelette est composé de 205 os et représente environ 8% de la masse du cheval, il supporte les parties molles du corps, joue le rôle de structure et protège les organes vitaux. La colonne vertébrale se compose de 54 os tandis que la boîte crânienne en possède 34; le cheval à 18 paires de côtes, mais n'a pas de clavicule.

Le système squelettique est maintenu par des ligaments et des tendons ; les premiers relient les os entre eux tandis que les tendons assurent la liaison entre l'os et le muscle ; au niveau des articulations se trouvent les membranes synoviales qui contiennent le liquide synovial, servant de lubrifiant naturel. Les autres parties de l'os sont entourées du périoste.

La croissance du squelette du cheval se termine vers l'âge de 5 ans approximativement, chiffre qui varie selon les races.

Le cheval possède 07 vertèbres cervicales, 18 vertèbres thoraciques, qui soutiennent les 06 vertèbres lombaires, 05 vertèbres sacrales, 15-18 vertèbres caudales.
(www.equiloisirs.fae.com/documentation/ateanatomie.pdf)

Les os du cheval sont classiquement rangés en 4 catégories basées sur leur forme :

- os longs (humérus, péroné.....) sont ceux qui constituent les membres, qui supportent donc le corps et qui lui fournissent les moyens nécessaires à se déplacer.
- os courts sont essentiellement ceux du genou et du jarret, et leur rôle consiste surtout à amortir les chocs inhérents à la locomotion.

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

- os plats (les os du bassin, l'omoplate....) et plus particulièrement les côtes servent à enclore les grandes cavités du corps en abritant les organes.

Os irréguliers sont ceux qui n'existent pas sous forme paire et sont essentiellement représentés par un certain nombre d'os du crâne, par les vertèbres et par quelques os encore. (L.MacDonald)

II.3.1.2 La dentition

La denture des équidés est hautement spécialisée. Elle présente un type herbivore parfait avec quasi-disparition des canines, disjonction des arcades incisives et molaires.

La formule dentaire est : I 3/3 C 1/1 P 4/3 M 3/3. Il existe en ce qui concerne les canines et les prémolaires des variations qui seront exposées plus loin. (Barone, 1976)

La denture d'un cheval adulte est composée de deux dents de devant appelées pinces entourées de deux mitoyennes également entourées de deux coins, (les pinces, les mitoyennes, les coins) sont les incisives.

Entre les dents de devant et les molaires se trouve un espace édenté appelé barre. A cet endroit repose le nord du filet.

Les mâles ont 04 canines appelés crochets, à la différence des juments qui n'en possèdent pas ; parfois sous l'effet des hormones elle peut en avoir ; mais cela est très rare (une jument porteuse de canines est appelée « bréhaigne »).

Ensuite se présentent trois paires de prémolaires et trois paires de molaires.

Un cheval adulte possède 40 dents, mais il peut en avoir 44 dents au maximum, les juments adultes ont 36 dents.

La denture définitive est acquise à l'âge de 6 ans environ. Les dents de cheval sont en croissance permanente ce qui lui permet de manger des plantes abrasives comme les graminées. Dans la nature l'usure due à la mastication compense la pousse des dents elle permet aussi de connaître l'âge de l'animal jusqu'à ses 12 à 13 ans. (www.equiloisirs.fae.com/documentation/ateanatomie.pdf)

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

II.3.2 Le système articulaire

En fonction de leur mode de formation et de leur plus ou moins grande mobilité, les articulations classés en trois grandes catégories :

- Les articulations soudées : sont celles où les bords des deux os contigus sont directement réunis soit par du tissu conjonctif, soit par fusion, par exemple, les os du crâne.
- Les articulations faiblement mobiles : sont celles où deux os sont effectivement en contact par l'intermédiaire de coussinets de cartilage, par exemple les articulations entre les vertèbres.

Les articulations librement mobiles : sont celles où deux surfaces osseuses sont séparées par une petite cavité synoviale, par exemple, les articulations des membres. (L.MacDonald)

Ce sont les tendons et les ligaments qui en reliant les os entre eux, rendent possible le mouvement initié par les muscles.) (www.equiloosirs.fae.com/documentationate/ateanatomie.pdf)

➤ Les tendons du cheval

Les extenseurs des phalanges antérieures et latérales, se rejoignent en bas du canon, ils assurent la flexion et l'extension du paturon et du pied.

Le perforant fixe aux os, sous les genoux par la bride carpienne vient s'attacher à la troisième phalange et permet la flexion du sabot.

Le perforant fixe aux os, sous les genoux, par la bride radiale vient s'attacher aux deux 1^{ères} phalanges et permet la flexion du paturon.

➤ Les ligaments du cheval

Composés de fibres serrées et résistantes, ils renforcent les articulations. (www.equiloosirs.fae.com/documentationate/ateanatomie.pdf)

II.3.3 Le système musculaire

Le cheval dispose de 469 muscles qui représentent environ la moitié de son poids. Les muscles sont constitués d'un ensemble de fibres. Ces fibres agissent par contraction ou par extension. Les muscles sont reliés aux os soit directement, soit par l'intermédiaire des

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

tendons. Ils permettent le mouvement du cheval, en agissant sur le mouvement de la plupart des os entre eux. ([www.equilooisirs.fae.com/ documentation/ ateanatomie. pdf](http://www.equilooisirs.fae.com/documentation/ateanatomie.pdf))

On distingue différents types de muscles :

➤ Les muscles striés : dit aussi muscles rouges ou squelettiques sont sous contrôle du Système nerveux central (système volontaire). Ils unissent en général des os entre eux (muscles du squelette) ; ils permettent la motricité. (<http://les-chevaux-et-leur-soin.skyrock.com>)

La structure de ces muscles est faite de telle sorte qu'elle ne leur permet de se contracter que pendant un laps de temps relativement court, après quoi la fatigue survient et oblige au repos. (L.MacDonald)

Les muscles lisses : dit aussi muscles blancs ou viscéraux ne sont pas sous contrôle direct du système nerveux somatique mais sous contrôle du système nerveux autonome (système involontaire). (<http://les-chevaux-et-leur-soin.skyrock.com>). (Barone, Anatomie comparée des mammifères domestiques tome 02 Arthrologie et myologie, 2010)

Leur contraction est inconsciente (lente et soutenue), indépendante de la volonté. Ils permettent le fonctionnement interne du corps du cheval. (Barone, Anatomie comparée des mammifères domestiques tome 02 Arthrologie et myologie, 2010)

Les cellules musculaires lisses se retrouvent dans les tuniques des parois vasculaires, des voies digestives, des voies respiratoires, urinaires et génitales.

- Le cœur est à la fois un muscle strié et lisse. Sa contraction est automatique, involontaire, inconsciente, comme les muscles lisses. Le rythme cardiaque varie en fonction de l'effort, de l'état de santé et de la température extérieure. (<http://les-chevaux-et-leur-soin.skyrock.com>). (Barone, Anatomie comparée des mammifères domestiques tome 02 Arthrologie et myologie, 2010)

II.3.4 Le tube digestif

Le cheval est un monogastrique présentant les caractéristiques suivantes :

- **La bouche** : dont les dents, la langue, le pharynx et les glandes salivaires (gagliardi)

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

- mastication très efficace. (<http://www.reverdy.eu/cheval-et-nutrition/physiologie-du-cheval/physiologie-digestive.html>)
- **L'œsophage** : parti reliant le pharynx à l'estomac, il mesure 1,5 m.
- **L'estomac** : le cheval n'a qu'un petit estomac car les aliments passent vite dans l'intestin grêle pour y être digérés. (vogel, 2005)

C'est une partie de l'anatomie digestive du cheval d'un volume de 15 à 18 litres lors de la digestion se remplit jusqu'aux $\frac{2}{3}$ (10 à 12 litres). Il est alors conseillé de fractionner les repas du cheval au minimum de trois prises. Le haut de l'estomac est fermé par le cardia qui empêche le cheval de vomir, le bas de l'estomac se nomme le pylore. (gagliardi)

Taille réduite, transit rapide, flore productrice d'acide lactique abondante (<http://www.reverdy.eu/cheval-et-nutrition/physiologie-du-cheval/physiologie-digestive.html>)

- **L'intestin grêle** : partie anatomique de 22 cm de long, dans lequel les aliments se transforment en cycle (action de suc pancréatique de la bile et de sucs intestinaux sur le bol alimentaire) il est important de ne pas soumettre le cheval à un effort important pendant la digestion (gagliardi)

(digestion enzymatique brève mais intense).) (vogel, 2005)

Les fibres non digérées vont dans le caecum et le colon et s'y décomposent. (vogel, 2005)

- **Cæcum** : lieu de fermentation microbienne des aliments, il mesure 1,20 m et a une capacité de 30 à 40 litres.
- **Gros intestin ou colon flottant** (gagliardi) : partie anatomique très développée de 6 à 8 m et d'une capacité de 96 litres, c'est une partie fragile responsable de la maladie dite coliques, les aliments y passent entre 18 à 24 heures durant lesquels ils sont déshydratés puis expulsés sous forme de crottins. (gagliardi)

(Action prolongée de la flore cellulolytique) (<http://www.reverdy.eu/cheval-et-nutrition/physiologie-du-cheval/physiologie-digestive.html>)

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

- **Le foie** : il existe en apparence trois lobes : droit, moyen et gauche auxquels s'ajoute un lobe caudé dont seul est distinct le processus caudé. (Barone, 1976)
Le cheval n'a pas de vésicule biliaire il secrète donc au besoin la bile.
- **Le pancréas** : il fabrique 4 litres par jour de suc pancréatique, il assure la digestion des graisses, des protéines et des sucres. Le pancréas est le lieu de fabrication des hormones (insuline et glucagon) qui assurent la glycémie (régulation du taux de sucre). (gagliardi)

II.3.5L'appareil respiratoire

La capacité du poumon d'un cheval est d'environ 10 à 12 litres, ses grands naseaux permettent de prendre d'importantes quantités d'air, sa fréquence respiratoire va de 10-15 cycles par minute au repos, 18 au pas, 52 après une petite séance de trot, à 70 cycles après 5 minutes de galop. A cette allure, le cheval cale ses inspirations sur le rythme des battements.

La fréquence respiratoire s'apprécie par l'examen des mouvements des flancs ou de l'aile de nez.

Le cheval ne respire pas par la bouche ; il n'utilise que ses naseaux ; la quantité d'air mise en mouvement peut atteindre 50000 litres/jour le cheval doit donc disposer de 20m³d'air minimum en écurie.

Le système respiratoire comprend :

- Les cavités nasales : formées par les ailes du nez en cartilage permettent le passage de l'air dans la cavité nasale. (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Anatomie-du-cheval>)
- Le pharynx : est une voie de passage commune à l'air et aux aliments.
- Le larynx : est un bref conduit qui fait communiquer le pharynx avec la trachée. C'est un organe de type valvulaire et de constitution complexe.

Son squelette est fait d'une charpente constituée par plusieurs cartilages reliés entre eux par des articulations, des ligaments et des plis de la muqueuse.

- La trachée : un grand tuyau long de 85 à 90 cm, composé d'anneaux cartilagineux qui relie le larynx aux bronches. (L.MacDonald)
- Les bronches : ont une répartition presque symétrique dans les deux poumons (Barone, 1976) ; elles sont constituées par la bifurcation de la trachée qui se divise en deux conduits rejoignant chacun l'un des poumons. (L.MacDonald)

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

- Les poumons : les deux poumons sont presque symétriques, massifs et dépourvus de scissures. (Barone, 1976) ;ils sont tapissés de plèvre et sont suspendus à la colonne vertébrale par le médiastin, ils occupent la plus grande partie de la cavité thoracique. (L.MacDonald)

III. le sang

III.1 Introduction

Le sang est constitué d'un certain nombre de cellules en suspension dans un milieu liquide, le plasma. Ses fonctions principales sont le transport de gaz, de nutriments, de produits de dégradation du métabolisme, de cellules et d'hormones, à l'intérieur du corps. Ainsi tout échantillon sanguin contient non seulement des cellules et des molécules impliquées dans le processus de transport mais également des cellules et des molécules en cours de transport.

Le plasma est une solution essentiellement aqueuse de sels inorganiques qui est constamment l'objet d'échanges avec les milieux extracellulaires fluides des différents tissus.

Le plasma contient également des protéines, les protéines plasmatiques, dont les trois types principaux sont l'albumine, les globulines et le fibrinogène. Dans leur ensemble, les protéines plasmatiques exercent une pression osmotique colloïdale à l'intérieur du système circulatoire participant à la régulation des échanges de solutions aqueuses entre le plasma et les fluides extracellulaires. L'albumine, qui représente les plus volumineuses du plasma, se lie à des métabolites relativement insolubles tels les acides gras et jouent ainsi un rôle de transporteur. Les globulines constituent un groupe de protéines variées comprenant les anticorps du système immunitaire et certaines protéines responsables du transport des lipides et de certains ions métalliques lourds. Le fibrinogène est une protéine soluble qui se polymérise pour former une protéine insoluble, la fibrine, au cours du processus de coagulation. En général, les composants moléculaires du plasma ne peuvent s'observer ni en microscopie optique, ni en microscopie électronique.



Figure 4. De quoi est constitué le sang ? (<http://sang-suzie.fr>, 2007)

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

III.2 Différents types de cellules sanguines

Les cellules du sang se répartissent en trois classes fonctionnelles : les globules rouges (érythrocytes ou hématies), les GB (leucocytes) et les plaquettes (thrombocytes). Elles sont toutes formées au niveau de la moelle osseuse au cours du processus d'hématopoïèse.

Les érythrocytes sont avant tout impliqués dans le transport d'oxygène et gaz carbonique, à l'intérieur du système vasculaire exclusivement. L'ensemble des GR du sang et de leurs précurseurs médullaires constitue la lignée rouge ou érythroblastique.

Les leucocytes jouent un rôle important dans le système de défense et d'immunité de l'organisme et sont de ce fait principalement actifs en dehors des vaisseaux sanguins, dans les tissus : les leucocytes circulants sont pour la plupart en transit entre deux sites d'action tissulaires.

Les plaquettes sont indispensables au contrôle des hémorragies (hémostase) en colmatant les plaies vasculaires et contribuant à l'activation de la chaîne des différents facteurs de la coagulation. (Heath et al., 2006)

III.2 HEMATOPOIESE

III.2.1 Sites de l'hématopoïèse au cours du développement

L'hématopoïèse commence au cours du premier jour de la vie fœtale au niveau des îlots hématopoïétiques du sac vitellin, les îlots se développent à partir des hémangioblastes, progénitures communs aux cellules hématopoïétiques et endothéliales.

Au cours de 2^{ème} trimestre, l'hématopoïèse fœtale se poursuit dans le foie puis dans la rate.

Au cours du septième mois de la vie intra utérine, la moelle osseuse devient le principal site de l'hématopoïèse et le restera à l'âge adulte.

La moelle osseuse est formée de deux compartiments :

1- le compartiment médullaire de soutien.

2- le compartiment cellulaire hématopoïétique.

- Le compartiment de soutien de la moelle est constitué d'un réseau d'adipocytes, de fibroblastes, de cellules conjonctives de soutien, de cellules endothéliales vasculaires,

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

de macrophages et de vaisseaux sanguins en trémie à l'intérieur des travées osseuses.

Les cellules endothéliales, les fibroblastes nodulaires et les cellules de soutien produisent des facteurs de croissance hématopoïétiques et des cytokines qui régulent la production des cellules sanguines, les cellules endothéliales forment une barrière empêchant les cellules hématopoïétiques immatures de quitter la moelle et permettant aux cellules hématopoïétiques matures de passer dans le sang, les adipocytes constituent une source locale d'énergie tout en synthétisant des facteurs de croissance.

Les macrophages médullaires éliminent les cellules apoptotiques, les restes nucléaires des érythroblastes acidophiles et empêchent les substances étrangères de pénétrer dans la moelle, les ostéoblastes et les ostéoclastes assurent le maintien et remodelage de l'os spongieux entourant le tissu médullaire.

- Le compartiment cellulaire hématopoïétique est richement vasculaire, elle est irriguée par des vaisseaux sanguins provenant de l'artère morutière et du réseau de capillaires périostes, et par des sinusoides veineux spécialisés qui se drainent dans la veine centrale de la moelle, les cellules hématopoïétiques matures quittent leurs site de croissance et traversent la paroi du sinusoides par un mécanisme de la migration trans endothéliale actif à travers des fenestrations de la paroi du sinusoides, avant de gagner la circulation par l'intermédiaire de la veine centrale ; les cellules hématopoïétiques immatures n'ont pas cette capacité de migration transendotheliale et sont retenues dans l'espace extravasculaire par les cellules endothéliales vasculaires, les sinusoides de la moelle sont bordés par des cellules endothéliales spécialisées, possédant une activité phagocytaire importante et une capacité à produire des facteurs de cellules hématopoïétiques.

Les compartiments des cellules hématopoïétiques fournissent la quantité et les types cellulaires adaptés aux divers besoins physiologiques. Les cellules hématopoïétiques occupent des sites préférentiels dans la moelle osseuse et possèdent des capacités d'auto renouvellement, de croissance, de différenciation et de maturation différentes d'un type cellulaire à l'autre.

III.2.2 Populations cellulaires hématopoïétiques - cellules souches, cellules engagées et en voie de maturation

La moelle osseuse est constituée de trois populations principales :

1. Les cellules souches hématopoïétiques, capables d'auto renouvellement.
2. Les cellules progénitrices engagées, donnant naissance aux différentes lignées cellulaires.
3. Les cellules en voie de maturation, résultant de différenciation de la population de cellules engagées.

Les cellules en voie de maturation sont à l'origine des circulantes ; les cellules souches multipotentes peuvent s'auto-renouveler ; c'est une propriété fondamentale des cellules souches, l'auto-renouvellement permet de préserver les pools de cellules souches et joue un rôle capitale dans l'apport de cellules myéloïdes et lymphoïdes dans la voie de différenciation et de maturation.

Les cellules souches sont difficiles à identifier principalement parce qu'elles ne présentent que 0.05% de cellules hématopoïétiques (environ 10^6 à 10^7 cellules).

Lors d'une greffe de moelle osseuse ; seulement 5% des cellules souches normales sont nécessaires pour repeupler l'ensemble de la moelle, les cellules souches ne peuvent être identifiées sur leur morphologie, mais on peut les reconnaître grâce à des marqueurs de surface spécifique.

Les populations des cellules progénitrices engagées $CD34^+$ contenant également des cellules souches $CD34^-$ sont habituellement utilisées malignes pour compenser les effets de la chimiothérapie qui détruit un certain groupe de cellules souches progénitrices.

Les cellules myéloïde et lymphoïde sont des cellules progénitrices engagées, elles sont programmées pour donner naissance à des cellules du sang et des organes lymphoïdes.

Cinq types de précurseurs (colonyforming units CFU_s) dérivent du progéniteur myéloïde : le progéniteur érythroïde ($CFu-E$), les progéniteurs mégacaryocytaires ($CFu-Me$), le progéniteur granulocyte macrophage ($CFu-GM$).

$CFu-E$ produit les GR, $CFu-Meg$ génère les plaquettes, $FCu-GM$ donne naissance à la fois aux monocytes et aux granulocytes

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

Neutrophile, les basophiles et éosinophiles dérivent respectivement de CFu-bas et CFu-EO(Kierszenbaum , 2002).

➤ **Granulopoïèse (maturation granulocytaire) :**

- Dure 7 jours, et nécessite 4 à 5 mitoses.
- Dans la moelle, les précurseurs granulocytaires sont trois fois plus nombreux que les précurseurs érythroïdes.
- Peu à peu, les cellules gagnent une granulation cytoplasmique caractéristique.
- Le myéloblaste, a peu ou pas de granulations, le promyélocyte contient des grains azurophiles ou primaires (rouge), riches en lysozyme et myéloperoxydase, et des granulations neutrophiles (marrons) riches en lysozyme. Le myélocyte puis le métamyélocyte sont les dernières étapes avant le neutrophile.

➤ **Lymphopoïèse (maturation lymphocytaire) :**

- **Maturation B :** la maturation B se fait dans la moelle osseuse, d'abord en pré-pré B puis en pré B et enfin mature, expriment une IgM de surface.
- **Maturation T :** la maturation T se fait dans le thymus. le précurseur sortant de la moelle est appelé pré-thymocyte.

Dans le cortex du thymus (extérieur) les thymocytes (T en cours de maturation) sont d'abord CD4-CD8- puis deviennent CD4+CD8+ (apparition du récepteur T), ils passent alors dans la médullaire (intérieur du thymus) et deviennent soit CD4+, soit CD8+ ; ils migrent ensuite vers les organes lymphoïdes secondaires (rate et ganglions).

Au cours de la maturation thymique, les lymphocytes T vont acquérir :

1. La tolérance du soi ;
2. Un répertoire de reconnaissance antigénique diversifié ;
3. La capacité de gagner les organes lymphoïdes.

La présentation des antigènes est effectuée par les cellules thymiques :

- ✓ En association avec des molécules CMH classe I pour le répertoire du soi ;

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

- ✓ Dans un contexte CMH classe II pour le répertoire antigénique (étranger).

➤ **Mégacaryocytopoïèse (maturation plaquettaire) :**

- Elle se divise en trois phases, sur 5 jours, avec dédoublements successifs de l'ADN, par endomitose.
- Les différents stades sont :
 - ✓ Mégacaryoblaste : noyau régulier, pas de granulation ;
 - ✓ Mégacaryocyte basophile : noyau lobé, cytoplasme basophile avec quelques granulations ;
 - ✓ Mégacaryocyte granuleux : noyau polylobé, cytoplasme abondant et riche en granules.
- La formation des plaquettes est secondaire à :
 - ✓ Un regroupement des granulations ;
 - ✓ Une fragmentation du cytoplasme.
- Cette libération se fait dans la moelle osseuse et dans les poumons.
- Le mégacaryocytelibère entre 1 000 et 8 000 plaquettes.(S. Choquet ,2002).

III.3 Les éléments figuré du sang

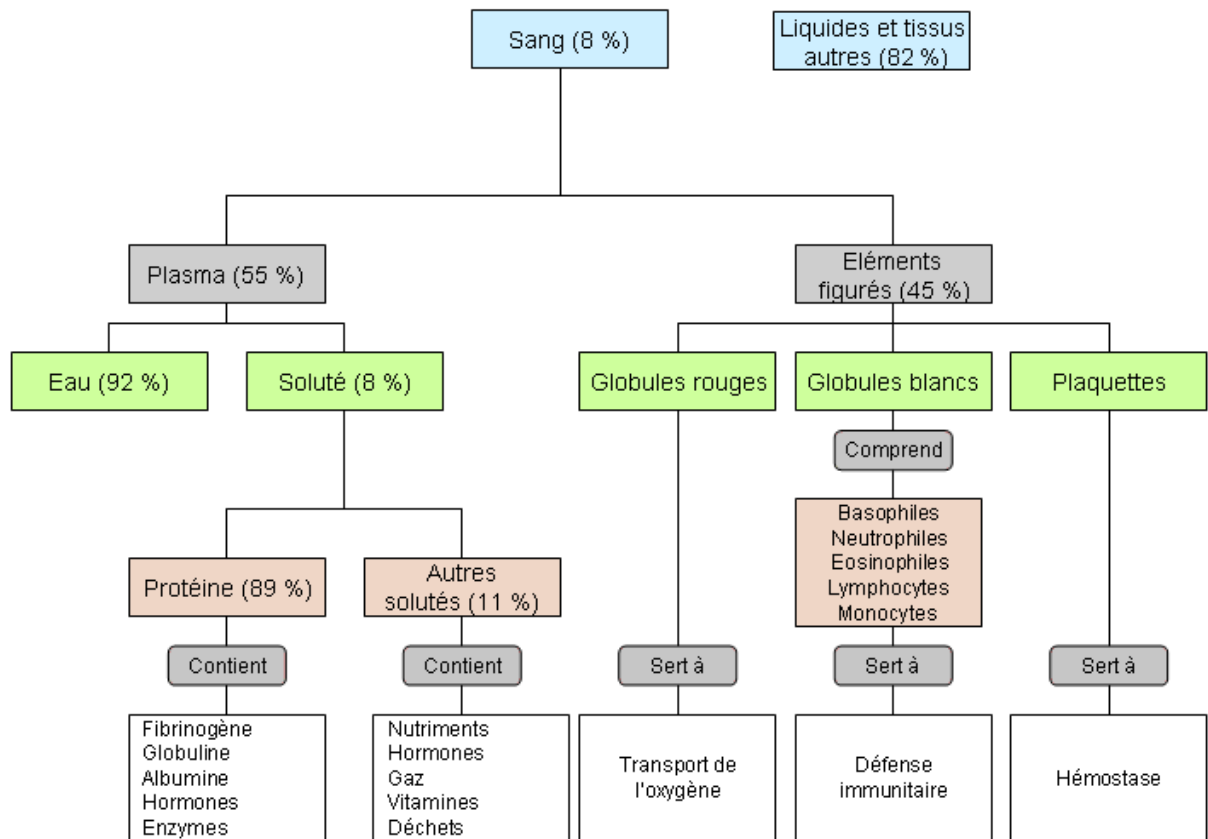


Figure 5. Composition du sang (www.science.monemprie, 2013)

II.3.1 Erythrocytes



Figure 6. Erythrocyte (www.funsci.com), 1997)

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

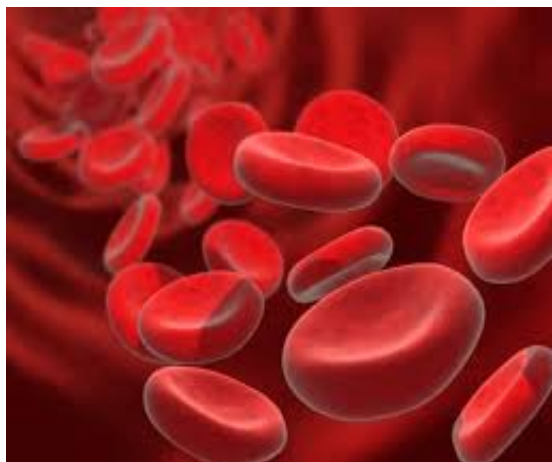


Figure 7. Les globules rouges (www.web-libre.org, 2010)

La durée de vie des hématies du cheval (140-155 jours environ (F.G.R.taylor et al., 1998), sur un frottis normal, les hématies ont une taille, un contour et une coloration homogènes. Chez le cheval, les hématies ont tendance à se mettre sur un frottis normal, les hématies ont une taille, un contour et une coloration spontanément en rouleaux.

La proportion des différentes catégories de lipides et de protéines au sein de la membrane plasmatique de l'hématie va influencer très nettement sa déformabilité. Toute sa variation dans cette proportion va modifier les propriétés mécaniques de la membrane et réduire la durée de vie de l'hématie. Chaque hématie contient entre 250 et 400 molécules de Hb. (C. Medaille et al., 2008).

Des Hb embryonnaires (port land, Gower I et II) sont présentes au début de la vie utérine, l'HB fœtale (HB-F) domine à la fin de la vie utérine, le passage à HB adulte normale (HB-A) s'effectue du troisième au sixième mois de la période néonatale. (B.Mehta et al., 2003).

Les rôles de l'hématie :

- ✓ transport de l'oxygène, par l'intermédiaire de l'Hb.
- ✓ L'Hb permet également le transport des ions H^+ au niveau du poumon, la pression élevée en O_2 libère ces molécules. (S.Choquet, 2002).

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

Lorsque les hématies vieillissent ou qu'elles sont anormales, elles sont phagocytées dans la rate par les cellules macrophagiques. Le fer et globines contenus dans l'hème de l'hémoglobine sont récupérés et réutilisés par l'organisme pour la synthèse de nouvelles hématies. Le noyau porphyrique est dégradé en biliverdine, qui est transformée en bilirubine.

Celle-ci est libérée dans le sang, conjuguée lors de son passage hépatique, puis excrétée par voie biliaire. Dans l'intestin, la bilirubine se transforme en urobilinogène et de la bilirubine conjuguée est toutefois réabsorbée, repasse dans la circulation générale, est filtrée par le rein et éliminée dans l'urine.

Lors d'hémolyse aiguë ou d'hépatopathie, la bilirubinémie augmente et colore le plasma en jaune, entraînant un ictère.

Chez le cheval, la concentration sérique en bilirubine (essentiellement présente sous forme de bilirubine non conjuguée) est physiologiquement élevée, d'où la couleur jaune du plasma (Médaille et al., 2008).

Il est important de tenir compte des nombreux facteurs physiologiques influant sur les paramètres érythrocytaires du cheval adulte. Ces facteurs comprennent :

- ✓ Race : les chevaux de sang (chevaux légers, Arabe, Pur-sang) ont un hémocrite(PCV), un nombre d'hématies (RBC) et un taux d'HB supérieurs aux races communes (chevaux de trait et poneys locaux). Les croisés, tel que les hunters, ont des valeurs intermédiaires.
- ✓ Etat d'entraînement : les chevaux en forme ont un PCV, un RBC et un taux d'hémoglobine supérieurs à ceux des chevaux au repos ou non entraînés. Les pur-sang en forme et coureurs, ont ainsi les valeurs les plus élevées. Il faut donc considérer comme anomal un cheval en forme, dont les valeurs se situent à la limite inférieure de la fourchette normale.
- ✓ Activité ou excitation : un exercice récent ou l'excitation au moment du prélèvement entraînent une élévation significative du PCV, du RBC et du taux d'Hb due à la contraction de la rate. Il est courant d'observer chez les chevaux sains des variations d'un jour à l'autre des paramètres érythrocytaires mais elles doivent rester dans les limites normales de la race chez un cheval malade, une élévation des paramètres au-

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

dessus des limites normales indique une déshydratation. Des valeurs inférieures à la normale indiquent une anémie.(F.G.R.Taylor et al .,1998).

Tableau 1. Paramètres érythrocytaires des différents types de chevaux adultes (F.G.R.Taylor et al ., 1998).

Paramètre	Pur-sang	Hunter	Poney
Hématocrite (%)	40-46	35-40	33-37
Hématies ($10^{12}/l$)	7,2-9,6	6,2-8,9	6,0-7,5
Hémoglobine (g/dl)	13,3-16,5	12,0-14,6	11,0-13,4
TCMH (g/dl)	34-36	34-36	33-36
VGM (fl)	48-58	45-57	44-55
CCMH (pg)	14,1-18,1	15.1-19,3	16,7-19,3

Tableau 2.Paramètres hématologiques du cheval adulte (Kierszenbaum,1998).

	Pur-sang	Chevaux de selle	Poney
Hématocrite(%)	35-45	32-40	32-37
Hématies($\times 10^{12}/l$)	7.2-12.5	6.2-10	6.0-10
Hémoglobine (g/dl)	12-15	11-14.6	11-13.4
CCMH (g/dl)	34-36	34-36	33-36
VGM (fl)	48-58	45-57	44-55
TCMH(Pg)	14.1-18.1	15.1-19.3	16.7-19.3

III.3.2Les plaquettes

La plaquette est le plus petit élément circulant du sang ($10\mu\text{m}^3$) (S.Choquet2002), ce sont des éléments circulant anucléés, de taille et nombre variables (Médaille et al., 2008).

La membrane plasmique d'une plaquette s'invagine pour former un système de canaux cytoplasmiques appelé système canaliculaire ouvert.

La région centrale de la plaquette, le granulométrie, contient des mitochondries, du réticulum endoplasmique rugueux un appareil de golgi et des granulations, la périphérie de la plaquette appelée hyalomère, contient des microtubules et des micro filaments qui contrôlent la forme de la plaquette et sa mobilité (Kierszekbaum, 2002).

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

Le nombre normal des plaquettes est faible chez le cheval, en comparaison avec les autres espèces domestiques. Un nombre anormalement faible peut être un artefact dû à une agglutination provoquée par l'E.D.T.A. Si la clinique fait soupçonner une thrombocytopenie, le prélèvement destiné à la numération doit se faire sur citrate de soude plutôt que sur E.D.T.A. (F.G.R.Tedaille., 2008).

Le rôle des plaquettes

- ✓ Maintien de l'intégrité des vaisseaux.
- ✓ Coagulation (par interaction avec ses phospholipides membranaires, et par libération de facteur Vet de vWf).
- ✓ Libération de produits vasoconstricteurs.
- ✓ Chimio-attraction des neutrophiles.
- ✓ Cicatrisation (stimulation de la prolifération des fibres musculaires lisses). (S.Choquet, 2002).

Thrombopoïétine : la thrombopoïétine produite par le foie, possède une structure analogue à celle de l'érythropoïétine et stimule la transformation des mégacaryocytes en plaquettes, à partir du cfumégacaryocytaire, les déficits en thrombopoïétine provoquent une thrombopénie.(Kierszenbaum , 1998).

La production des plaquettes au niveau médullaire est principalement stimulée par la thrombopoïétine, dont la synthèse est directement liée à la numération plaquettaire : lors de thrombopénie, la concentration plasmatique en thrombopoïétine augmente, lors de thrombocytose, elle diminue. La rate et le poumon sont les deux principaux lieux de stockage des plaquettes (Médaille et al., 2008).

Tableau 3. Les paramètres plaquettaires du cheval adulte (Maurin, 2004).

	Valeurs de référence
Thrombocytes ($10^9/l$)	100-500
Volume plaquettaire moyen (fl)	4,1-6,9

Thrombocytes ($\times 10^9/L$) 100-300 (100000-300000/ μL) (Reuben F.Rose,2000).

III.3.3 Leucocytes

Ce sont des cellules au noyau régulier, occupant la majorité du volume cellulaire, avec cytoplasme minime (Choquet, 2002).

Ils ne sont pas confinés dans le sang comme les érythrocytes ; mais peuvent sortir des capillaires pour gagner le liquide interstitiel tissulaire.

Il existe différents types leucocytaires, chacun d'eux jouant un rôle spécifique dans la défense de l'organisme contre les micro-organismes agresseurs et contre des substances des substances étrangères (Gearges et al ., 2011).

III.3.3.1 les leucocytes non granuleux

a. Lymphocytes



Photo 8. Lymphocyte (www.funsci.cm, 1997)



Figure 9. Lymphocyte (www.funsci.com, http://www.funsci.com/fun3_fr/sang/sang.htm, 1997)

Les lymphocytes sont les cellules principales du système immunitaire. Dans le tissu conjonctif, ils sont assemblés en nodules ou dispersés.

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

La plupart des lymphocytes ; sont des petites cellules (7-9µm) composées d'un noyau entouré d'un fin film de cytoplasme.

En microscopie électronique de routine, il n'est pas possible de différencier les lymphocytes B et des lymphocytes T, ni les lymphocytes immatures de ceux qui résultent d'une activation (cellules à mémoire, cellules T cytotoxiques, par exemple). La seule cellule immunitaire identifiable est la cellule B active ou plasmocyte (Cross et al ., 1993).

Les lymphocytes sont les unités de base du système immunitaire, Ils dérivent d'une cellule mère commune située dans moelle rouge des os .

(Stephen,Bresnick ,1996)

Production et répartition :

- ✓ Organes lymphoïdes primaires :la moelle osseuse, le thymus et le foie fœtal chez les mammifères assurent la production des lymphocytes qui sont libérés dans la circulation sanguine et rejoignent les organes lymphoïdes secondaires dans lesquels ils achèvent leur maturation.
- ✓ Organes lymphoïdes secondaires : des lymphocytes matures sont produits à l'âge adulte dans les nœuds lymphatiques (lymphopoïèse en moins de 8 heures, stimulée par une présence antigénique) (Médaille,2002).

1. Les lymphocytes T : certains lymphocytes migrent vers le thymus après avoir été fabriqués dans la MO. Ces lymphocytes qui se multiplient et deviennent matures, sont appelés cellules T. (HarunYahya et al., 2003).

Ce sont les lymphocytes qui ne subissent leur maturation qu'après être passés par le thymus ; ils possèdent des récepteurs membranaires (TCR :T cellreceptors) les rendant capables de reconnaître des antigènes qui leur sont présentés par des complexes majeurs d'histocompatibilité (CMH).

Les lymphocytes T participent à l'immunité à médiation cellulaire. Il y'a :

- a. Les lymphocytes T cytotoxiques (CD8) :** qui détruisent directement les cellules.

Les lymphocytes T cytotoxiques jouent donc un rôle important dans l'élimination de cellules injectées par des virus, de cellules cancéreuses et de cellules ayant un agent pathogène

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

intracellulaire, les lymphocytes T cytotoxiques possèdent un marqueur de surface caractéristique, CD8⁺.

Les lymphocytes T auxiliaires (CD4) (helper) : favorisent les activités d'autres cellules grâce aux cytokines qu'ils synthétisent et sécrètent ; ces cytokines sont des facteurs ; solubles qui se lient aux récepteur de surface d'une cellule cible et y induisent une modification physiologique ; les lymphocytes T auxiliaires ont un marqueur de surface, le CD4⁺.

b. Les lymphocytes T supresseurs : inhibent les activités de certaines cellules par l'intermédiaire de cytokines, les lymphocytes T supresseurs ont un marqueur de surface CD8⁺. (Stephenet al .,2004).

2. Les lymphocytes B : certains lymphocytes produits dans la MO, une fois arrivés à maturité et devenus totalement fonctionnels, sont transportés jusqu'aux tissus lymphatiques à travers le sang ; ces lymphocytes sont appelés les cellules B. (Harunyahya et al ., 2003).

Les lymphocytes B sont impliqués dans l'immunité à médiation humorale, c'est un mécanisme de défense qui fait intervenir des anticorps (immunoglobulines).

Les anticorps sont produits, en réponse à des antigènes étrangers. Par les lymphocytes B adultes connus sous le nom de plasmocytes, les anticorps sont élaborés par un processus de recombinaison génétique. Pour chaque antigène, il y a un anticorps spécifique.

a) la structure des anticorps : diffère en fonction du nombre des unités qu'ils contiennent, l'unité de base est l'immunoglobuline G(IgG), c'est un monomère : elle ne contient qu'une unité de base l'immunoglobuline M(IgM) est un pentamère constitué de cinq unités de base liées.

b) Il y a cinq classes d'anticorps : chacune d'elles contenant un anticorps spécifique, chaque classe d'anticorps a une fonction quelque peu différente.

Les classes d'immunoglobulines (Ig) sont G et M déjà citées, auxquelles il convient d'ajouter A, D et E.

1-Dans le flux sanguin l'IgG est l'anticorps principal. Il est habituellement le second anticorps produit lors d'une réponse immunitaire initiale.

Il traverse le placenta et comme il n'est constitué que d'un monomère, il possède deux sites de liaison à un antigène.

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

2- l'IgM est l'anticorps qui apparaît en premier lors d'une réponse immunitaire. Comme indiqué précédemment, c'est un pentamère. Il possède donc au total dix sites de liaison aux antigènes et de ce fait il excelle dans l'agglutination des bactéries.

3- l'IgA est l'anticorps essentiel des sécrétions (salive-lait). C'est un dimère qui possède quatre sites de liaison aux antigènes.

4- l'IgE est impliqué dans les réactions allergiques et les infestations parasites, il stimule la libération d'histamine par les mastocytes et les granulocytes basophiles, structurellement, c'est un monomère.

5- l'IgD aide les lymphocytes B à reconnaître l'antigène, c'est un monomère lié à la membrane.

b-Monocytes et Macrophages :



Figure10. Monocytes (www.funsci.com, http://www.funsci.com/fun3_fr/sang/sang.htm, 1997)

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

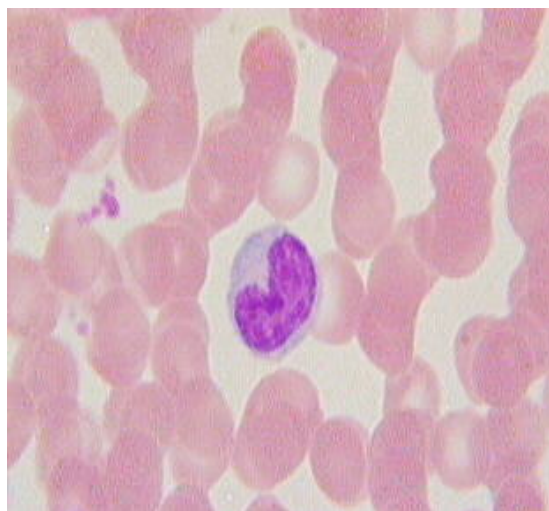


Photo 11. Monocyte (www.funsci.com, http://www.funsci.com/fun3_fr/sang/sang.htm, 1997)

Les monocytes sont des cellules grossièrement rondes, de grande taille (entre 15 et 20 microns), à noyau massif en fer à cheval. La chromatine est irrégulièrement mottée. Le cytoplasme, abondant, est grisâtre à bleuté, contenant souvent de petites vacuoles optiquement vides et de taille hétérogène. (C. Medaille, 2008). Il s'agit de la plus grande cellule circulante, il y a deux rôles essentiels : la cytotoxicité et la présentation des antigènes (Choquet, 2002).

Les monocytes s'identifient souvent par leur noyau indenté et riche en chromatine, ils sont les plus grands leucocytes du sang périphérique normal.

Ils circulent dans le sang pendant 14 heures environ et migrent dans tous les tissus où ils se différencient en types cellulaires divers. Le type le plus fréquent est le macrophage que l'on trouve pratiquement partout. Il assure une fonction de défense dans les zones lymphoïdes secondaires. Les tissus conjonctifs, le foie et les poumons. Ils détruisent les globules rouges âgés ou anormaux dans la rate et le foie, et les plaquettes dans la rate.

Les monocytes peuvent fusionner pour former de grandes cellules plurinucléées : les ostéoclastes dans les tissus osseux ; les cellules géantes à corps étrangers dans certains types d'inflammation ou les cellules de Reed-Sternberg des lymphomes malins hodgkiniens.

Les nombreux organites, dans le monocyte de la micrographie, sont particulièrement importants lors de la division et de la différenciation en divers types cellulaires. Le centriole et

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

les centres organisateurs des microtubules jouent un rôle majeur dans l'organisation du fuseau mitotique de la division cellulaire, le nombre de lysosomes primaires augmente pour assurer la phagocytose, ou la sécrétion des ostéoclastes par exemple.(Cross et al., 1993).

Les monocytes figurent à peine parmi les leucocytes chez le cheval sain et leur nombre diminue dans les affections aiguës. En revanche, la leucocytose inflammatoire chronique s'accompagne généralement de monocytose.

///.3.3.2les leucocytes granulaires

Ils possèdent un noyau multilobé et des granules cytoplasmiques. Ils jouent un rôle dans les réponses immunitaires naturelles ((Stephen, 2004). Beaucoup de cytokines induisent la formation des cellules sanguines importantes, par exemple le G-CSF (Granulocytes ColonyStimulating Factor), dans la MO, déclenche la division répétée d'un type particulier de progéniteurs et sa différenciation en granulocytes. (Lodish et al ., 2004).

a. Les granulocytes neutrophiles(PNN)

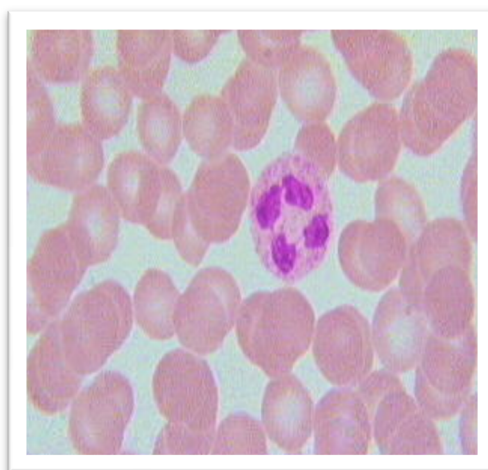


Photo12.Neutrophile (.funsci.com, 1997)

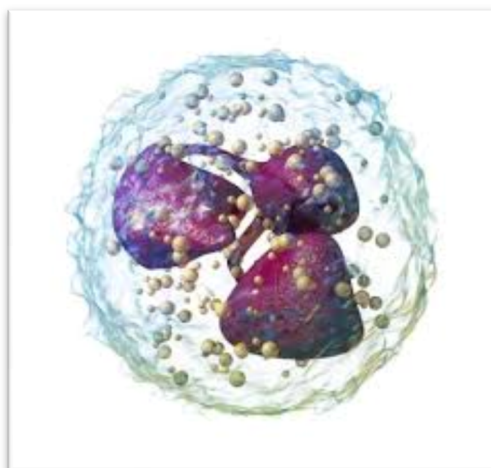


Figure 13. Neutrophile - (<http://monosystemeimmunitaire.fr>, 2014)

Ce sont des cellules pratiquant la phagocytose ; leur diamètre est de 12 à 14 μm ; leur durée de vie est d'environ 5 jours ; le noyau possède 3 à 5 lobes mais ne possède pas de nucléole. (Stephen et al., 2004). Le nombre de lobes du noyau des PNN est un indice de maturation : les jeunes PNN ont un noyau peu lobé et sont observés lors d'infection ou inflammation aiguë, tandis que les vieux PNN ont plus de 4-5 lobes et sont observés lors d'urémie, d'inflammation chronique, de corticothérapie de longue durée. (C. Medaille et al., 2008).

Le cytoplasme possède tous les organites habituels mais aussi deux types de granulations :

Granulations azurophiles (primaires) : elles sont grosses, de couleur pourpre et sont les moins nombreuses, ce sont les lysosomes, ils possèdent de la myéloperoxydase, des hydroxylases acides et des élastases.

Granulations spécifiques : ce sont les granulations neutrophiles (secondaires). Elles sont beiges-rosées, de petite taille et assez nombreuses. Elles contiennent des substances bactéricides : le lysozyme, lactoferrine. Ils sont dotés de mobilité (mouvements amiboïdes) et peuvent sortir des capillaires par diapédèse (surtout dans les réactions inflammatoires). Ils sont attirés par certaines substances : on parle de chimiotactisme. (Hervé prugnolle et al., 1996).

b. Les granulocytes éosinophiles (acidophiles PNE)

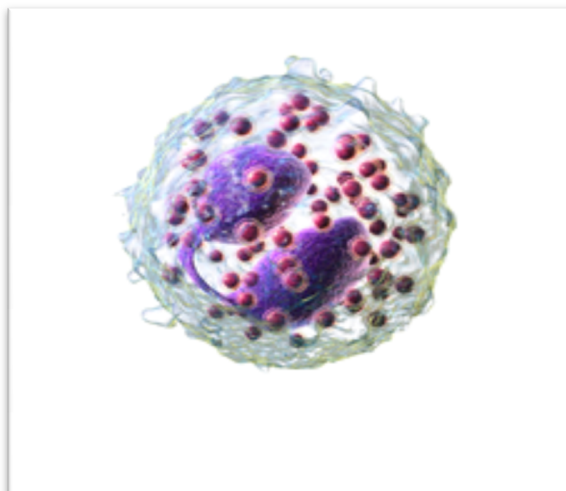


Figure 14. Eosinophile (<http://en.wikipedia.org>, 2016)

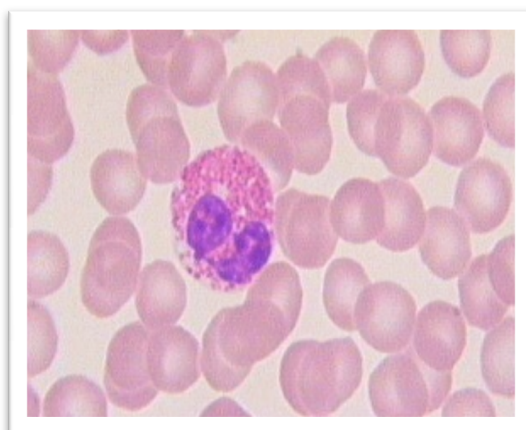


Photo 15. Eosinophile (www.funsci.com, http://www.funsci.com/fun3_fr/sang/sang.htm, 1997)

Possèdent des récepteurs d'IgE sur leur membrane plasmatique. Ils participent à la défense contre les parasites et aux réactions allergiques. Son diamètre est de $16\mu\text{m}$, le noyau est bilobé, sa durée de vie est 8 à 10 jours et le cytoplasme contient de grosses granulations éosinophiles colorées en rouge orangée : ce sont des lysosomes. Ils possèdent des peroxydases mais pas de lysozymes. (Hevreprugnonne 1996). Ces granulations caractéristiques sont très volumineuses et de taille homogène chez le cheval (Médaille et al., 2008).

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

Les PNE ont un faible pouvoir phagocytaire mais sélectif ; c'est-à-dire qu'ils sélectionnent le complexe antigènes-anticorps à phagocyter (c'est le phénomène d'opsonisation), ils possèdent des enzymes qui inactivent l'histamine et d'autres facteurs libérés.

C'est donc pourquoi le nombre de PNE augmente dans les phénomènes allergiques et dans certaines infections parasitaires (Prugnolle et al., 1996).

Les granulations des PNE renferment des substances oxydantes très puissantes, qui permettent la destruction des microorganismes, notamment des bactéries et des protozoaires (Médaille et al., 2008).

c. Les granulocytes basophiles

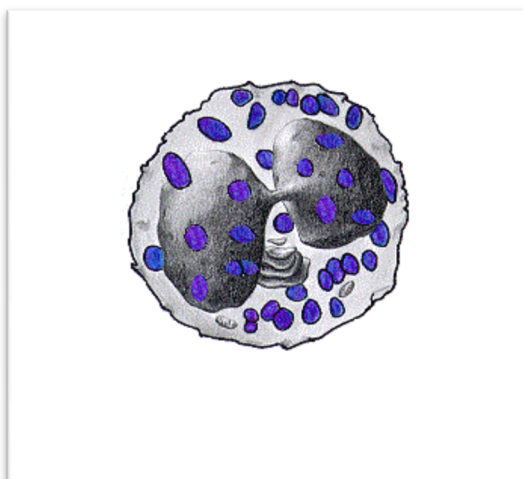


Figure 16. Basophile (www.funsci.com,
http://www.funsci.com/fun3_fr/sang/sang.htm, 1997)

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

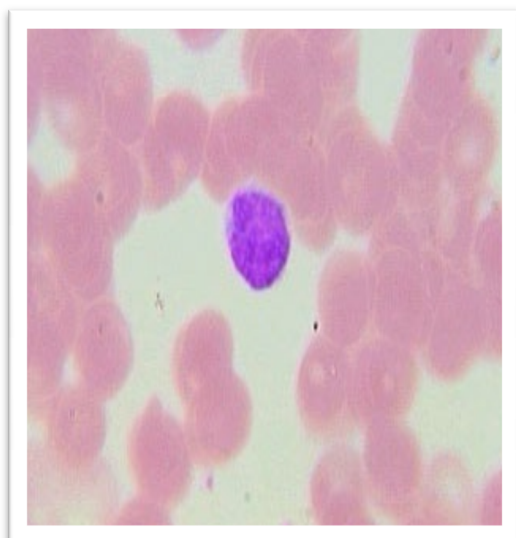


Photo 17. Basophile (www.funsci.com/, 1997)

Cellules peu ou pas segmentées, caractérisées par de volumineuses granulations métachromatiques (bleu-noir), durée de vie : 3 à 4 jours et en physiologie, cette cellule est absente des tissus (Choquet, 2003).

La formule leucocytaire du cheval sain comprend rarement des basophiles. Dans les autres espèces, on les considère comme des mastocytes circulants mais on ne connaît pas leur rôle, quand ils apparaissent dans la circulation chez les chevaux malades (Taylor et al ., 1998).

L'hypersensibilité :

- Rôle principal des basophiles.
- Si la libération des granules est brutale, il s'agit de l'hypersensibilité immédiate. L'activation se fait par la fixation de deux IgE ou bien par des anaphylatoxines, des venins d'insecte, des médicaments....
- En cas d'hypersensibilité retardée, le recrutement des basophiles vers les sites inflammatoires est progressif.
- Dans les deux types de réaction, la molécule majeure sécrétée par les basophiles est l'histamine. Cette molécule augmente la perméabilité vasculaire mais inhibe en parallèle ladé granulation des neutrophiles, elle a donc un double rôle, pro inflammatoire et régulateur (Choquet, 2002).

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

Tableau 4. Paramètres leucocytaires du cheval adulte (Maurin, 2004).

	%	Valeur absolue (cellules/ μ l)
Leucocytes	-	6000-12000
Neutrophiles(N)	30-75	2500-7000
Lymphocytes (L)	25-60	1500-5000
Monocytes	1-8	100-600
Eosinophiles	1-10	100-800
Basophiles	0-3	0-300
Ratio N/L	60/40 (1.0-2.5)	

Tableau 5. Les valeurs hématologiques du cheval adulte (David et al., 2000).

Valeur d'hématologie	Plage de référence
Leucocytes x 10^{12} /L	6-11(6000-11000/ μ L)
Neutrophiles x 10^9 /L	2.5-7(2500-7000/ μ L)
Lymphocytes x 10^9 /L	1.6-5.4(1600-5400/ μ L)
Monocytes x 10^9 /L	00-0.7 (0-700/ μ L)
Eosinophiles x 10^9 /L	00-0.5 (0-500/ μ L)
Basophiles x 10^9 /L	00-0.3 (0-300/ μ L)

IV. Les Affections sanguines

IV.1 Anémie

On définit souvent une anémie comme une diminution du nombre des érythrocytes dans le sang circulant. Il est préférable en fait, d'en donner une définition fonctionnelle : c'est une affection caractérisée par une baisse de la quantité globale d'hémoglobine circulante. L'anémie absolue est due soit à une destruction exagérée de globules rouges (périphérique et régénérative), soit à une production insuffisante de ces cellules (centrale et arégénérative) (Cabanne et al., 1980).

Il est important de prendre conscience des limitations de l'hématologie chez le cheval avant d'envisager de déterminer la cause de l'anémie. Dans les autres espèces, des modifications «régénératives» (réticulocytose, polychromatophilie, macrocytose, anicytose, hématies nucléées) indiquent une augmentation de l'hématopoïèse en relation avec une fuite sanguine ou hémolyse. Ces modifications permettent d'opposer des anémies «régénératives» à des anémies «non régénératives» en rapport avec une diminution de l'hématopoïèse. Chez le cheval, par contre, la maturation des hématies se fait dans la moelle osseuse et les formes immatures se rencontrent rarement dans la circulation. Pour cette raison, les indices érythrocytaires ne sont pas particulièrement utiles pour caractériser les anémies chez le cheval et l'activité hématopoïétique s'apprécie le mieux par biopsie de moelle osseuse. Cependant, on constate généralement une augmentation modérée du volume corpusculaire moyen et parfois une anisocytose dans l'anémie régénérative. On confirme généralement l'anémie en évaluant les paramètres érythrocytaires sur un échantillon de sang périphérique recolté sur EDTA. L'interprétation des résultats doit tenir compte des variations physiologiques individuelles normales en relation avec la race, l'état d'entraînement et l'excitation.

Une fois l'anémie confirmée, il faut en déterminer la cause. L'anémie peut être due à un ou plusieurs des facteurs suivants :

- *fuite sanguine

- * hémolyse

- * diminution de l'hématopoïèse.

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

La diminution de l'hématopoïèse la cause la plus fréquente chez le cheval (Taylor et al., 1998).

IV.1. 1 Anémie par fuite sanguine

IV.1.1.1 Origines de pertes sanguines

Hémorragie externe : traumatisme, castration, coagulation, rupture de l'artère utérine post-partum.

Appareil respiratoire. On observe un jetage sanguin : traumatisme, mycose des poches gutturales, abcès pulmonaire, tumeur pulmonaire, coagulopathie, hématome progressif de l'éthmoïde, HPIE, Anémie rare.

Appareil digestif. Présence de sang occulte dans les matières fécales : parasitisme, ulcères, tumeurs, coagulopathie.

Appareil urinaire. On observe une hématurie : pyélonéphrite, urolithiase.

Hémothorax : Traumatisme, abcès pulmonaire, tumeur, coagulopathie.

Hémopéritoine : Rupture des artères utérines après un poulinage, rupture de la rate, abcès abdominal, tumeur, coagulopathie (Maurin, 2010).

IV.1.1.2 Hémorragie aiguë :

Comme dans une hémorragie importante, les altérations tissulaires sont, en général, peu apparentes et relèvent surtout de l'état de choc qui suit l'hémorragie (Cabanne et al., 1980).

Chez le cheval en bonne santé, le volume du sang représente 6-10% du poids corporel. Le cheval tolère une perte aiguë de 25-30% mais les pertes supérieures provoquent un choc hypovolémique (Taylor et al., 1998).

Les paramètres érythrocytaires et les protéines plasmatiques reflètent la perte aiguë de sang avec environ 12-24 heures de retard. Un hémocrite inférieur à 20% indique que les réserves d'hématies sont épuisées. Cependant, un hémocrite stable compris entre 12 et 20% ne justifie généralement pas une transfusion (Taylor et al., 1998).

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

Observe cliniquement : choc hypovolémique : tachycardie, tachypnée, pouls faible, muqueuses pâles et sèches, extrémités froides, faiblesse musculaire, collapsus cardiovasculaire, augmentation du TRC et temps de remplissage jugulaire (Maurin, 2010).

IV.1.1.3 Hémorragie chronique

Si l'anémie est chronique, hypoxie tissulaire, dégénérescence graisseuse de nombreuses cellules telles les fibres myocardiques, nécrose ischémique (Cabanne et al., 1980).

Les hémorragies chroniques peuvent durer fort longtemps avant qu'on ne les découvre, car la production d'hématies par la moelle peut compenser les pertes l'emportant sur la production.

Il se produit initialement une réaction hématopoïétique de la moelle qui se poursuit jusqu'à ce que les pertes sanguines aient épuisé les réserves de fer, ce qui peut entraîner une anémie ferriprive. Cependant, si le cheval continue à manger, l'apport alimentaire de fer compense généralement les pertes.

L'adaptation physiologique aux pertes de sang chroniques fait que les symptômes font généralement défaut jusqu'à 10-15%. Les signes cliniques apparaissent plus tôt si l'animal travaille.

Les pertes de sang chroniques se traduisent par une réduction persistante de l'hématocrite, du nombre d'hématies et du taux d'hémoglobine, ainsi que par des signes de régénération médullaire (Taylor et al., 1998).

Observe cliniquement : léthargie, muqueuse pâles, intolérance à l'effort, souffle cardiaque systolique.

IV.1.1.4 Hémorragie interne

Hémothorax : dyspnée légère, matité thoracique à la percussion et à l'auscultation.
Hémopéritoine : coliques.

IV.1.1.5 Coagulopathie

pétéchies, présence d'hématomes, saignements spontanés, augmentation du temps de saignement (Maurin, 2010).

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

IV.1.2 Anémie hémolytique

Les anémies hémolytiques sont rares chez le cheval adulte. Elles peuvent être aiguës ou chroniques et d'origine infectieuse ou, plus fréquemment, immunitaires [anémie hémolytique due à une fragmentation des hématies dans la microcirculation (anémie hémolytique microangiopathique)].

Enfin, l'hémolytique est une composante de insuffisance hépatique à sa phase terminale. La crise hémolytique se traduit par une coloration anormale du plasma due à l'hémoglobine (hémoglobinémie) et, si le seuil rénal de l'hémoglobine est dépassé, par une hémoglobinurie. L'hémoglobine étant rapidement éliminée du plasma et transformée en bilirubine, un ictère peut être le seul signe évident d'une crise hémolytique récente. Il commence à se voir environ 12 heures après la crise initiale et il est plus marqué au niveau des sclérotiques. L'absence d'ictère n'exclut pas une hémolyse, car l'élimination hépatique de la bilirubine peut égaler la production de bilirubine en cas de destruction plus progressive des hématies. Cela se produit souvent dans les « hémolyses extravasculaires, qui sont sans doute la forme la plus fréquente d'hémolyse chez le cheval (Taylor et al., 1998).

A. Anémies hémolytiques infectieuses : Elles sont rares chez le cheval.

a. **Leptospirose** : agent pathogène : *Leptospira interrogans* (Maurin, 2010). On sait que la leptospirose du cheval s'accompagne de signes cliniques divers comprenant uvéite, hyperthermie intermittente et avortement.

Certains leptospires produisent des hémolysines puissantes et peuvent être responsables d'une hémolyse. La sérologie révèle que l'infection par des leptospires est relativement fréquente chez le cheval mais les signes cliniques font souvent défaut. De plus, le cheval ne semble pas héberger des sérotypes spécifiques mais plutôt ceux des animaux sauvages de son environnement. La relation entre l'infection et les processus pathologiques est ainsi souvent incertaine. (F.G.R.Taylor et al., 1998).

Analyse sanguine : leucocytose, anémie hémolytique, hyperfibrinogénémie,

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

Analyse du plasma : augmentation de l'urée et de la créatinine, augmentation des PAL, ASAT, γ GT (Maurin , 2010).

b. **Anémie infectieuse équine(AIE)** : est provoquée par un virus (rétrovirus, lentivirus, Équivalent du FIV et du HIV(Maurin2010) transmis par les mouches hématophages. L'anémie résulte d'une hémolyse à mécanisme immunitaire en relation avec la fixation de particules virales sur les hématies (Taylor et al., 1998).

On observe cliniquement : fièvre, prostration, anorexie, amaigrissement, pétéchies, anémie sévère, œdèmes, épistaxis. (Maurin, 2004).

Analyse sanguine : thrombocytopenie, anémie hémolytique, hypoalbuminémie, hypergammaglobulinémie.(Maurin, 2010).

c. **Ehrlichiose équine** : est due à une rickettsie, *Ehrlichiaequi*, qui parasite les leucocytes et qui serait transmise par les tiques. On confirme le diagnostic en mettant en évidence des amas d'*Ehrlichiaequi* dans le cytoplasme des neutrophiles et des éosinophiles du sang périphérique. Les frottis de sang colorés par la méthode de Giemsa ou de Wright révèlent des inclusions bleu gris ressemblant à des mûres. Les examens biologiques ne révèlent pas de modifications spécifiques. L'hématologie peut montrer une anémie passagère légère à modérée due à une hémolyse (Taylor et al., 1998).

d. **Babésiose** : la babésiose est une affection hémoparasitaire du cheval(Taylor et al.,1998).

(l'agent pathogène : *Babesiaequi* et *Babesiababalli*(Maurin, 2010) . Sur le sang, on observe des signes d'hémolyse aiguë. Sur les frottis de sang, on peut voir des hématies parasitées à la période d'hyperthermie mais on ne le peut souvent plus, une fois que l'hémolyse se développe. Il faut donc souvent confirmer le diagnostic par fixation du complément ou immunofluorescence indirecte (Taylor et al ., 1998).

Analyses sanguines : anémie hémolytique, diminution modérée à sévère de l'hématocrite, diminution faible à modérée de l'hémoglobine, augmentation de la bilirubine (Maurin, 2010).

B. Anémie hémolytique d'origine immunitaire

L'anémie hémolytique d'origine immunitaire n'est pas fréquente chez le cheval mais elle reste la cause la plus courante d'anémie hémolytique équine en Grande-Bretagne.

L'anémie hémolytique d'origine immunitaire est généralement secondaire à un processus altérant la surface des hématies en les exposants à une reconnaissance immunitaire. La fixation sur les hématies d'anticorps ou de composants du complément qui en résulte ultérieurement, provoque l'hémolyse.

L'hémolyse a lieu dans le sang circulant par activation de la cascade du complément (hémolyse intravasculaire) ou les hématies parasitées sont retirées de la circulation et détruites progressivement par le système phagocytaire mononucléé de la rate (hémolyse extravasculaire). Les deux formes d'hémolyse peuvent se produire simultanément (Taylor et al., 1998).

Etiologie :* Hémolyse extravasculaire (hémolyse à médiation immune), infection bactérienne ou virale, hypersensibilité à un médicament, tumeur, transfusion incompatible, Isoérythrolyse néonatale.

*hémolyse intravasculaire (hémolyse oxydative) : phénothiazines, Ingestion de feuilles rouges d'érable, d'oignon sauvage, de choux, de colza...(Maurin, 2010).

IV.1.3 Anémie par trouble de survie des GR

Dans les conditions normales, la vie du GR circulant est de 120jours. Cette période est réduite de façon significative quand la cellule est porteuse d'une anomalie intrinsèque ou quand le milieu dans lequel elle baigne contient des substances qui lui sont nocives. On appelle hémolyse la destruction précoce des GR. Les anémies qui leur font suite sont dites hémolytiques (Cabanne et al.,1980).

IV.2 Dysérythropoïèse :

Une diminution de l'hématopoïèse (Taylor et al., 1998). Les causes :

- Infection inflammatoire chronique, très fréquente chez le cheval : gourme, maladie virale, pneumonie, pleurésie, péritonite, endocardite, abcès.
- Insuffisance rénale chronique.
- Processus tumoral.
- Déficience nutritionnelle.
- Toxique : phénylbutazone, chloramphénicol, dopage à l'EPO.
- Atteinte médullaire : aplasie, tumeur (Maurin, 2010).

IV.2.1 Affections inflammatoires chroniques

Les inflammations ou les infections chroniques et les tumeurs dépriment l'érythropoïèse. La longévité des hématies du cheval (140-155 jours environ) retarde la manifestation clinique de l'anémie. On observe ainsi souvent une légère anémie après les processus pathologiques chroniques.

IV.2.2 Anémie par carence

En principe, les carences en fer, cobalt, cuivre ou folate peuvent provoquer une anémie mais elles sont extrêmement rares chez les chevaux, surtout s'ils ont accès à l'herbe. Les carences en fer secondaires à des hémorragies externes chroniques. Le taux de fer du sérum y est diminué et la capacité totale de fixation du fer (CTFF) peut être augmentée.

IV.2.3 Tumeurs

Dans les affections myéloprolifératives primaires et les invasions tumorales secondaires de la moelle osseuse, la prolifération des cellules tumorales se fait au dépend des lignées cellulaires normales (myélophthisie). Pour cette raison, une leucopénie et une thrombocytopénie coexistent souvent avec l'anémie.

IV.2.4 Intoxication

L'administration prolongée de médicaments à forte dose (par exemple phénylbutazone ou sulfamides potentialisés), les insecticides peuvent provoquer une dépression toxique de la moelle osseuse. Il en résulte généralement une diminution de l'érythropoïèse sans effet sur la production de leucocytes.

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

Remarque : on décrit dans de rares cas une anémie aplasique avec arrêt du développement de toutes les lignées cellulaires de la moelle osseuse. Il en résulte une pancytopenie au niveau du sang périphérique. Ce trouble rare peut être d'origine idiopathique plutôt que toxique (Taylor et al., 1998).

IV.3 Polyglobulie

L'hématologie révèle parfois des valeurs anormalement élevées de l'hématocrite, du nombre d'hématies et du taux d'hémoglobine. Le plus souvent cette « polyglobulie » est « relative » et est en relation avec une déshydratation, une endotoxémie ou une contraction de la rate. Beaucoup plus rarement, il existe une polyglobulie absolue avec élévation permanente des paramètres érythrocytaires.

IV.4 Coagulopathies

Les coagulopathies peuvent s'accompagner d'hémorragies franches ou occultes et se manifestent souvent par des ecchymoses et/ou des pétéchies. Chez le cheval en bonne santé, l'hémostase met en jeu trois mécanismes :

1. La réaction du vaisseau sanguin limitant le saignement ;
2. La formation d'un clou plaquettaire au niveau de la lésion du vaisseau ;
3. La coagulation du sang (Taylor et al., 1998).

BILAN DE COAGULATION :

- Conditions de prélèvement et d'interprétation :
 - sang prélevé sur tube citraté, congeler si le tube ne peut pas parvenir rapidement au laboratoire.
 - Joindre un tube témoin, pris sur un cheval sain.
 - pour l'interprétation, se référer valeurs de référence propres au laboratoire et aux résultats du sang témoin.
- Dosage du fibrinogène : Hypofibrinogénémie lors de CIVD ou d'insuffisance hépatique.
- Temps de céphaline activée (TCA) :

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

- Explore la voie endogène (bonne détection d'un déficit en un facteur isolé) et la voie commune (moins bonne détection).
- Exprimé en secondes par rapport au prélèvement témoin.
- Causes d'allongement isolé : déficit congénital en facteurs VIII(hémophilieA),IX, XI,XII.
- Temps de prothrombine (TP) :
 - Appelé aussi Temps de Quick.
 - Explore la voie exogène et la voie commune.
 - Exprimé en secondes par rapport au prélèvement témoin ou en % d'activité.
 - Causes d'allongement du TP et du TCA : CIVD, insuffisance hépatique avancée, hypofibrinogénémie, carence en vitamine K(traitement à la warfarine), traitement à l'héparine, déficit en prothrombine (facteurII), en facteur V, X.
- Temps de thrombine (TT) :
 - Explore la fibrino-formation.
 - Exprimé en secondes par rapport au prélèvement témoin.
 - Causes d'allongement isolé : hyperfibrinogénémie, traitement à l'héparine, présence de PDF.
- Dosage des produits de dégradation de la fibrine :
 - Permet d'évaluer la fibrinolyse et donc indirectement la présence de caillot.
 - Normal si $\leq 10\mu\text{g/ml}$; fortement suggestif d'une CIVD si $\geq 40\mu\text{g/ml}$
 - Dosage intéressant, mais difficile en pratique (conditions particulières de prélèvement, peu de laboratoires compétents, cher). Non réalisé en routine (Maurin, 2010).

IV.4.1.Troubles vasculaires

Les coagulopathies sont généralement dues à des agents infectieux et la réaction inflammatoire vasculaire (angéite) peut avoir un mécanisme immunitaire.

- 1) **Anasarque** : est probablement l'angéite la plus souvent reconnue chez le cheval et on la considère comme une réaction d'hypersensibilité à des résidus

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

d'antigènes provenant d'une infection bactérienne ou virale antérieure, qui se produit à l'intérieur des capillaires. Quand *Streptococcus equi* est en cause, des manifestations de gourme précèdent de 2-3 semaines celles de l'anasarque .

Les symptômes et leur gravité varient considérablement d'un cas à l'autre mais des œdèmes et des pétéchies sur les muqueuses sont des manifestations constantes. Les œdèmes, marqués et à limite supérieure nette, des membres. L'œdème affecte parfois le bout du nez et la face. Il existe souvent mais non constamment des commémoratifs d'infection récente.(F.G.R.Taylor et al., 1998).

2) **Artérite virale équine(AVE)** :L'AVE est une affection virale (artérovirus) (Maurin, 2010) fortement contagieuse et se transmettant par voies respiratoire et vénérienne. Le virus se multiplie dans la média des petites artères de toutes les régions du corps.

Signes spécifiques : fièvre importante, dépression, anorexie, écoulements nasaux et oculaires, avortement.(Maurin, 2010). Les lésions vasculaires en résultant peuvent provoquer un œdème pulmonaire, un épanchement pleural, un œdème des membres ; une conjonctivite et un décollement du placenta (Taylor et al., 1998).

3)- Vascularite : Inflammation des vaisseaux sanguins souvent secondaire. Les causes spécifiques: purpura hémorragique (vascularite d'origine immunitaire, cause la plus fréquente chez le cheval Complication d'une grippe ou d'une gourme (apparition au bout de 2-4 semaines) : artérite virale, AIE, Ehrlichiose.

4)-Anémie infectieuse équine AIE (Maurin, 2010).

IV.4.2 Thrombocytopénie

La thrombopénie se définit comme une diminution de la plaquette en deçà des valeurs usuelles définies pour l'espèce dans des conditions données. (Médaille et al., 2008).

La thrombocytopénie est rare chez le cheval et généralement en relation avec consommation excessive de plaquettes liée à des processus de coagulation (par exemple coagulation intravasculaire disséminée). Plus rarement, la

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

thrombocytopénie est provoquée par une infiltration tumorale de la moelle osseuse (par exemple, lymphosarcome). Dans les deux cas, les manifestations cliniques traduisent l'affection primaire et la thrombocytopénie n'est souvent découverte que fortuitement à l'examen hématologique (Taylor et al., 1998).

Causes de thrombocytopénie :

Augmentation de la destruction plaquettaire : médiation immune (primaire ou secondaire à une maladie virale, bactérienne ou tumorale, thrombocytopénie allo-immune néonatale ou post transfusion), envenimation ophidienne, maladie virale, iatrogénique (phénylbutazone, aspirine, héparine, sulfamides).

Augmentation de la consommation plaquettaire : hémorragie, CIVD, syndrome urémique hémolytique, hémangiosarcome.

Diminution de la production plaquettaire : myélopathie, irradiation, hérédité, iatrogénique (phénylbutazone, oestrogènes), tumeur (myélome, lymphome).

Causes multiples : AIE, artérite virale, rhino pneumonie, lymphosarcome, endotoxémie, séquestration splénique (Maurin, 2004).

Remarque : Il faut être prudent devant une thrombocytopénie chez un cheval ne présentant pas de pétéchies. Une pseudo-diminution du nombre de plaquettes peut résulter d'un manque d'anticoagulant dans l'échantillon ou d'une agrégation plaquettaire. Celle-ci est propre au prélèvement sur EDTA et, en cas de doute, un nouveau prélèvement doit être récolté sur citrate de soude (Taylor et al., 1998).

Toutefois, avant de conclure à une thrombopénie, il faut toujours réaliser un frottis sanguin afin de vérifier le défaut plaquettaire et l'absence d'agrégats (notamment en queue de frottis) (Médaille et al., 2008).

IV.4.3 Troubles de la coagulation

Les troubles de la coagulation sont rares chez le cheval. Le plus fréquent d'entre eux est probablement la coagulation intravasculaire disséminée, qui peut se produire secondairement à de nombreuses affections provoquant des états

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

d'hypercoagulabilité. Les affections hépatiques et les carences en vitamine K sont des causes moins fréquentes chez le cheval adulte.

1) **Coagulation intravasculaire disséminée (CIVD)**

La CIVD est caractérisée par des dépôts généralisés de fibrine dans la microcirculation, qui entraînent des troubles ischémiques dans de nombreux tissus. Ces troubles ischémiques déclenchent des mécanismes fibrinolytiques défensifs, destinés à rétablir la perméabilité des vaisseaux ; des produits de dégradation de la fibrine (PDF) sont ainsi libérés dans la circulation et agissent comme de puissants produits anticoagulants, qui empêchent une formation supplémentaire de fibrine. Cet effet fibrinolytique, associé à une consommation excessive des plaquettes et des facteurs de coagulation, entraîne des hémorragies diffuses. Fibrinolyse et coagulation se produisent ainsi simultanément et l'animal peut présenter des signes cliniques faisant partie d'un spectre allant de troubles par thrombose à des troubles hémorragiques (Taylor et al., 1998).

Signes cliniques :

Pétéchies sur les muqueuses, saignement prolongés après ponction veineuse ou traumatisme mineur, thrombose de la veine ponctionnée.

Epistaxis, hyphéma, méléna (rare).

Thromboses micro vasculaires : ischémies, insuffisance rénale, iléus, coliques. (Maurine, 2010).

Affection hépatiques :

Tous les facteurs de coagulation, à l'exception des facteurs III, IV et VIII sont produits par le foie. Une coagulopathie se développe dans l'insuffisance hépatique terminale (Taylor et al., 1998).

Diagnostic par le dosage des enzymes hépatiques : γ GT, PAL, bilirubine, acides biliaires (Maurin, 2010).

Carence en vitamine K :

La vitamine K est indispensable pour la production des facteurs II, VII, IX et X. chez le cheval, la carence est généralement en relation avec l'administration de warfarine à

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

d'antithrombotique dans la maladie naviculaire. La warfarine inhibe la synthèse des facteurs de coagulation vit K-dépendants (Taylor et al., 1998).

Traumatisme, hématurie, anémie.

Diagnostiquée par les signes cliniques, le bilan de coagulation et les commémoratifs. (Maurin , 2010).

IV.5 TUMEURS DE L'APPAREIL HEMATOPOIETIQUE

Les tumeurs de l'appareil hématopoiétique sont rares chez le cheval. La plus fréquente chez le cheval est :

IV.5.1 Lymphosarcome

La plus fréquentes tumeurs de l'appareil hématopoiétique chez le cheval et il est probablement la tumeur interne la plus courante. Ses symptômes dépendent des organes atteints et les techniques utilisées pour le diagnostic.

Le DG base sur l'identification de lymphocytes tumoraux dans le sang périphérique, la moelle osseuse, le liquide péritonéal ou pleural ou sur la biopsie d'une masse tumorale (Taylor et al ., 1998).

IV.5.2 Polyglobulie

il existe des états pathologiques caractérisés par une augmentation de la masse totale des GR (Cabanne et al., 1980).

Les signes cliniques de la polyglobulie ne sont pas spécifiques et comprennent une congestion des muqueuses. La polyglobulie relative accompagne généralement des affections provoquant une déshydratation ou une endotoxémie.

IV.5.3 Leucoses myéloïdes

Sont extrêmement rares chez le cheval et on les classe selon le type dominant des cellules néoplasiques présentes dans la moelle osseuse.

Etude des paramètres hématologique chez les chevaux apparemment sains

Partie bibliographique

Les signes cliniques ne sont pas spécifiques et comprennent de la prostration, de l'amaigrissement, des pétéchies sur les muqueuses, un œdème des postérieurs et une hyperthermie. Il peut aussi exister une anémie et une thrombocytopénie.

IV.5.4 Myélome plasmocytaire

Est une affection primaire de la moelle osseuse et il est très rare chez le cheval. On observe généralement des myélomes multiples affectant les os et d'autres organes, tels que le foie, la rate et les ganglions lymphatiques. On observe cliniquement un amaigrissement et une anorexie fréquents mais on rapporte aussi des boiteries et des déficits neurologiques résultant d'une ostéolyse due à un facteur activant les ostéoclastes, produit par le myélome (Taylor et al.,1998).

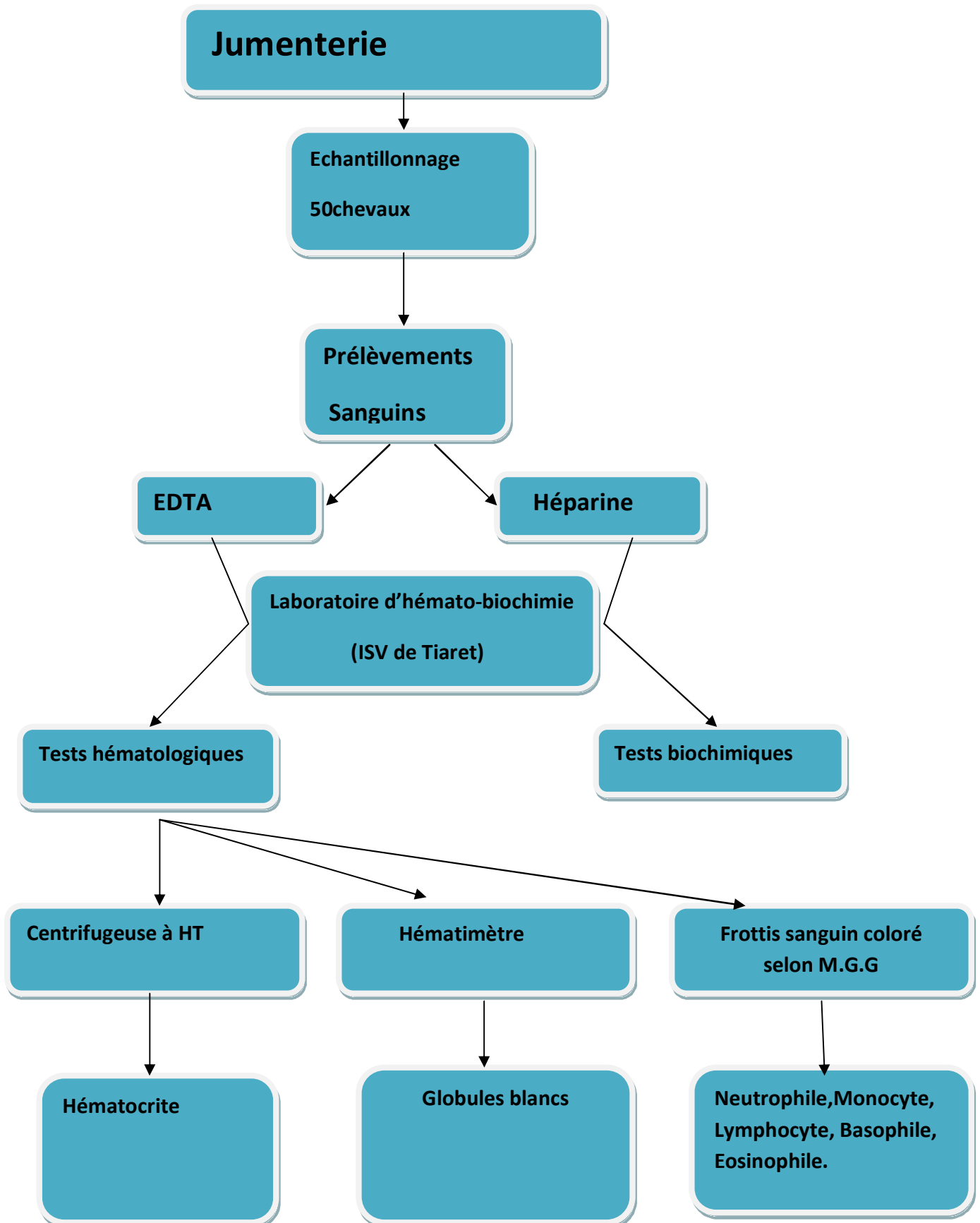
Partie

Expérimentale

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

I Protocole expérimental



II Zone de l'étude

II.1 Jumenterie de Chaouchaoua

La Jumenterie de Chaouchaoua est le premier centre de reproduction des chevaux en Afrique fondé en 1877, d'une superficie de 376 hectares. Elle compte actuellement environ 288 chevaux de race Arabe et 174 Barbe, avec une moyenne de naissance de 55 chevaux par année. Le Pur-sang arabe, le cheval Barbe et le cheval Anglo-arabe sont les races dominantes à la jumenterie de Tiaret.

II.2 Laboratoire d'hémo-biochimie

Le laboratoire d'hémo-biochimie au sein de l'Institut des Sciences Vétérinaires de Tiaret est doté d'un appareillage composé de microscopes optiques, un four pasteur, un spectrophotomètre, une centrifugeuse pour la séparation du sang et une centrifugeuse à hématocrite, un automate d'hématologie et un réfrigérateur pour la conservation des échantillons et des réactifs. En plus du petit matériel constitué d'une cellule hématimétrique de type Mallasse, tubes capillaires, tubes E.D.T.A. et héparines, pipettes automatiques.

III Période d'étude

Notre étude a été effectuée sur une période qui s'est étalée d'Octobre 2015 à Mars 2016, durant laquelle nous avons réalisé 300 prélèvements avec une fréquence de 50 prélèvements par mois dans le but est de procéder à des analyses hématologiques.

IV Matériels et méthodes

IV.1 Prélèvements

Les prélèvements effectués sur 50 chevaux de différentes races, des 2 sexes et d'âge compris entre 1 année et 25 ans, ont été reportés sur une fiche d'identification pour chaque cheval (date de prélèvement, nom de l'animal, race, sexe, âge).

Chaque mois, des prélèvements de sang ont été effectués par ponction de la veine jugulaire des chevaux au repos et à jeun. Ces prélèvements ont été réalisés entre 8 heures et

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

10 heures du matin, après désinfection soigneuse à l'aide de coton imbibé d'alcool chirurgical. Les échantillons ont été récoltés aseptiquement à l'aide d'une seringue à usage unique de 10cc sans conserver le sang dans la seringue plus de 90 secondes afin d'éviter leur coagulation ; l'aiguille étant retirée afin d'éviter l'hémolyse lorsque le sang est ensuite recueilli dans le tube à E.D.T.A. Le tube doit être rempli jusqu'au niveau indiqué pour que la concentration de l'E.D.T.A soit correcte. Les tubes sont numérotés selon les sujets et disposés dans un portoir puis placés dans une glacière.



Photo 18. Seringue de 10 cc



Photo 19. Tubes de prélèvement

(violet « E.D.T.A » et vert « Héparine »)

IV.2 Hématocrite

Principe

La mesure du volume occupé par les globules rouges dans le sang total mesuré après décantation suite à la centrifugation en :

- phase supérieure et jaunâtre : plasmatique
- phase inférieure et rouge : érythrocytaire
- une interphase petite et blanchâtre leucocytaire et plaquettaire

Les résultats sont exprimés en pourcentage.

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

Réalisation technique

Ce test est effectué sur sang frais recueilli sur E.D.T.A ; dans un premier temps, il faut agiter doucement pour homogénéiser leur contenu, ensuite, on utilise des tubes capillaires (diamètre 1.5mm, longueur 75mm) qui seront directement immergés dans le tube et inclinés en laissant le sang monter par capillarité jusqu'à environ 1 cm de l'extrémité en évitant la formation des bulles d'air qui peuvent, en conséquence, fausser les résultats. L'autre extrémité doit être obturée par la pâte de mastic afin d'assurer une bonne fermeture pour cette extrémité.

Dans un 2^{ème} temps on réalise une centrifugation pendant 05 minutes à 12000 tours/minute ; il faut toujours veiller à ce que l'emplacement des micro tubes soit d'une manière équilibrée et en respectant l'ordre des numéros de chaque tube.

Après la centrifugation, la lecture nécessite l'utilisation d'une échelle spéciale (plaque ou abaque de lecture de l'hématocrite) comportant des graduations de 0 à 100 % ; On place le micro tube centrifugé sur la plaque et on le fait basculer le long de cette échelle d'une façon à ce que les limites de son contenu soient exactement situés sur le 0 pour les GR et sur le 100 pour le plasma.

Une fois le tube est en place, on repère le pourcentage qui correspond à la supérieure des hématies, l'espace occupé par la pâte à scellement ne doit pas être inclus dans la lecture du pourcentage.



Photo 20. Tube capillaire et pâte mastic.

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale



Photo 21. Tube capillaire (remplissage du sang).

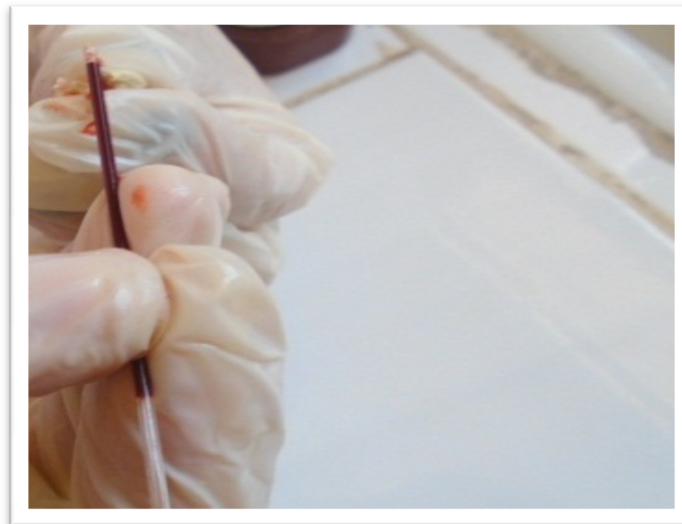


Photo 22. Obturation de l'extrémité du tube capillaire par la pâte de mastic.

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale



Photo 23.Disposition des tubes capillaires à l'intérieur de la centrifugeuse.



Photo 24 : Abaque de lecture de l'hématocrite.

IV.3 La numération du taux des globules blancs

Principe

Il permet une estimation relative du nombre des cellules lymphocytaires par millimètre cube de sang.

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

Réalisation technique

Un volume de 50 μ l de sang est pris de chaque tube puis ajouté à 950 μ l de lazarus, ce dernier engendre l'éclatement des globules rouges et ne permet que la visualisation des lymphocytes sur l'hématimètre.

Pour la lecture, on aura besoin d'une cellule malassez et d'une lamelle ; à l'aide d'une micropipette, on remplit l'espace séparant la lamelle et l'hématimètre par la solution de sang dilué au lazarus.

Puis on observe au microscope optique, à l'objectif 40 ; on repère le quadrillage, il existe deux lignes en haut et en bas qui délimitent ce dernier, les cellules se trouvant en dehors de ces deux lignes ne sont pas incluses dans le comptage, seuls les éléments qui se trouvent entre ces lignes et qui sont éparpillés sur la série des 05 rectangles quadrillés seront dénombrés.

Pour le résultat (GB/mm³), on compte de la façon suivante : le nombre de cellules obtenu(n) est multiplié par 200, facteur de dilution car l'utilisation du lazarus nous a permis la dilution de l'échantillon sanguin: **N = n x 200**.



Photo 25. Hématimètre de Malassez, solution lazarus, lamelle et chronomètre

IV.4 Formule leucocytaire différentielle

Principe

Ce paramètre est complémentaire à celui qui le précède, il existe cinq variétés de cellules leucocytaires à dénombrer (neutrophile, monocyte, lymphocyte, basophile et éosinophile).

Le dénombrement dans ce cas, se fait sur un frottis sanguin coloré selon M.G.G. et la lecture par microscope au grossissement x 100.

Réalisation technique

Les lames de verre utilisées doivent être marquées en gravant pour chaque sujet la numéro qui lui correspond.

Pour l'étalement, elles doivent être parfaitement propres et exemptes de traces de doigts et de toute souillure. L'idéal est de les conserver dans de l'alcool et de les sécher avec un linge avant usage.

On mélange bien l'échantillon de sang en retournant doucement le tube ; et avec un tube capillaire, on dépose une goutte de sang près de l'extrémité de la lame de verre tenue horizontalement. Pour l'étalement, on utilise la lame ou la lamelle, qu'on place en avant de la goutte de sang en formant un angle d'environ 40° et qu'on tire doucement en arrière pour le faire entrer en contact avec la goutte, celle-ci diffuse immédiatement par capillarité le long du bord de la lame servant à étaler.

Une fois le sang régulièrement réparti le long de ce bord, on l'étale sur la longueur de la lame de support en déplaçant irrégulièrement la lame (la lamelle) d'étalement vers l'avant. On laisse la lame sécher quelques instants à l'air.

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

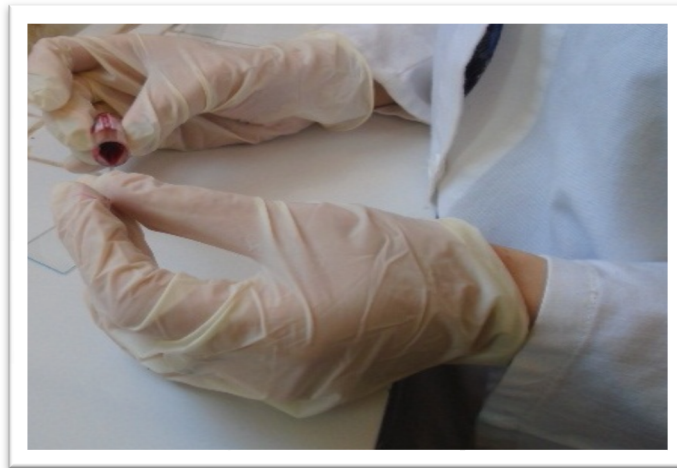


Photo 26. Prised'une goutte de sang par un tube capillaire



Photo 27. Pose de la goutte de sang à 1 cm de l'extrémité de la lame

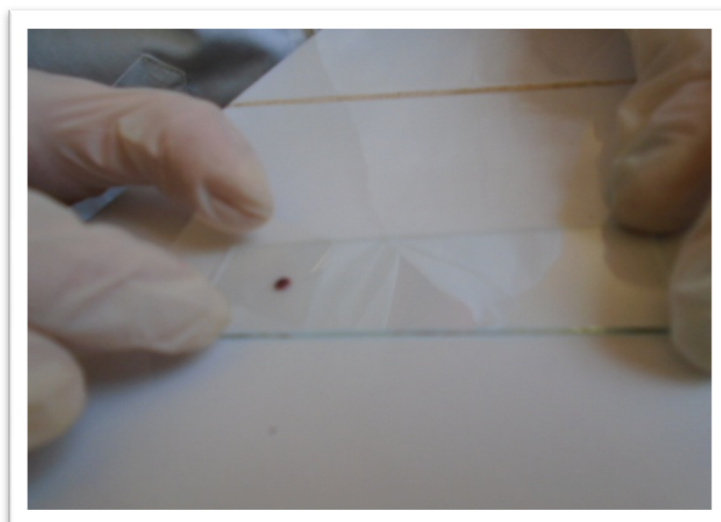


Photo 28. Lamelle en avant de la goutte de sang à un angle d'environ 40°.

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

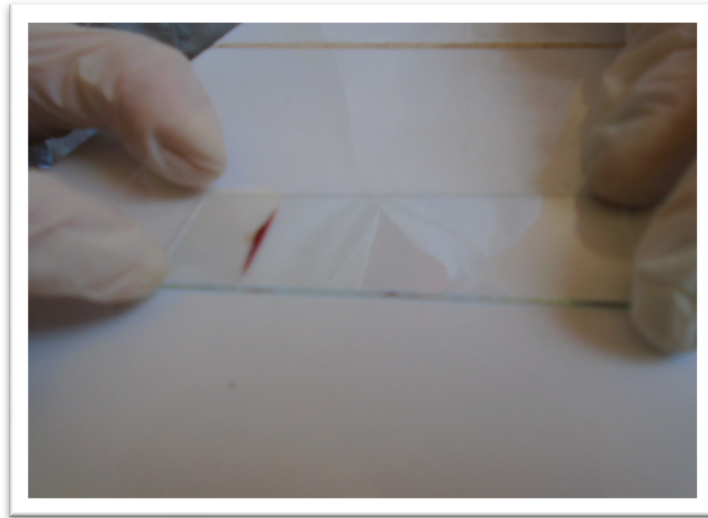


Photo 29. Etalement de la goutte de sang par capillarité le long du bord de la lamelle.

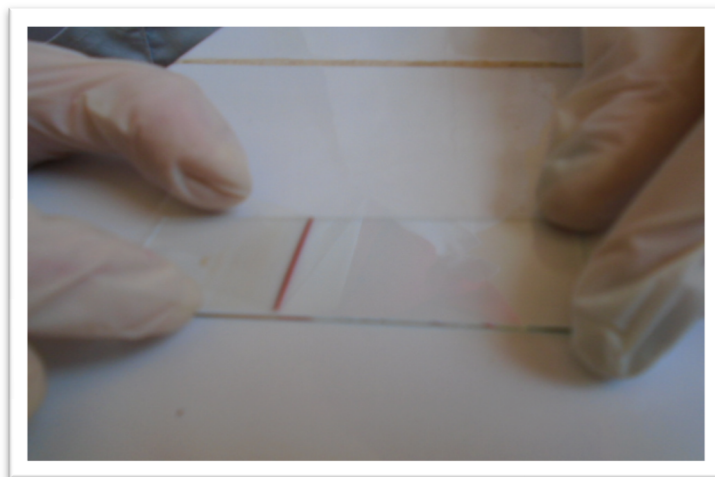


Photo30. Etalement de la goutte de sang sur la longueur de la lame

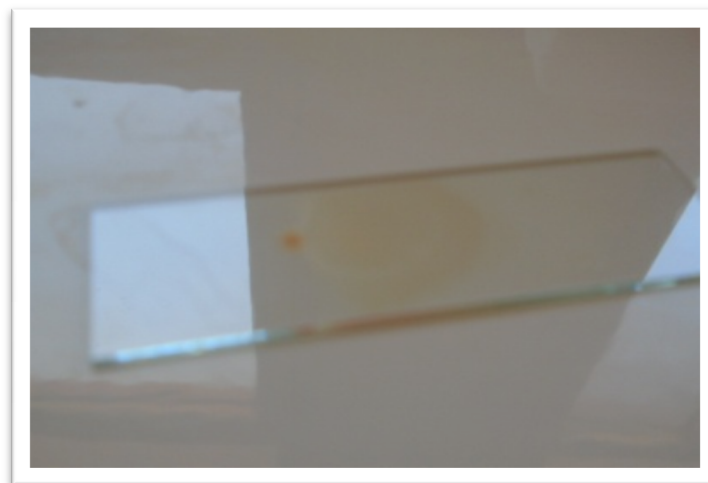


Photo31 : Le frottis sanguin

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

Une ou plusieurs des erreurs suivantes peuvent nuire à la qualité du frottis de sang :

- *l'utilisation de lames sales ou d'une lame d'étalement ébréchée.
- *utilisation d'une goutte de sang trop grosse.
- *incolation insuffisance de la lame mobile
- *déplacement lent et saccadé de la lame.

L'étape qui suit la préparation du frottis sanguin est la coloration : on commence toujours par préparer une dilution du Giemsa, la quantité utilisée est selon le besoin mais en respectant les proportions suivantes : pour un volume donné, on utilise 1/10 du colorant Giemsa et 9/10 d'eau distillée.

On pose les lames sur un bac de coloration, elles doivent être maintenues sur un plan horizontal bien droit, ce qui permet au colorant d'atteindre toutes les parties du frottis d'une façon équivoque.

On doit toujours commencer notre coloration par le colorant : May-Grunwald ; la quantité utilisée n'est pas précise, à l'aide d'une seringue on couvre le frottis sanguin avec le colorant en immergeant toute la lame et on le laisse agir pendant 1 à 3 minutes.

A la fin des 3 minutes, il ne faut pas rincer les lames, il faut juste éliminer le surplus du colorant et puis on couvre les lames à nouveau par l'eau distillée pendant 1 minute.

Pendant ce temps, on peut filtrer la préparation du Giemsa ; en la versant à travers un morceau de coton dans un deuxième récipient. De cette façon on va retenir le maximum de débris de colorant sédimentés.

Ensuite, on élimine l'eau distillée et on recouvre les lames par le Giemsa pendant une durée de 15 à 20 minutes.

Après 20 minutes, on rince suffisamment les lames par l'eau de robinet jusqu'à ce que l'eau qui coule sur les lames devienne transparente.

On égoutte les lames puis on essuie par du papier leur face inférieure par éliminer le colorant qui y siège. Il est possible aussi de laisser les lames sécher, ensuite on met les étiquettes sur le bord de la lame en marquant la date et numéro du sujet.

On conserve les lames dans des boîtes jusqu'à leur lecture.

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

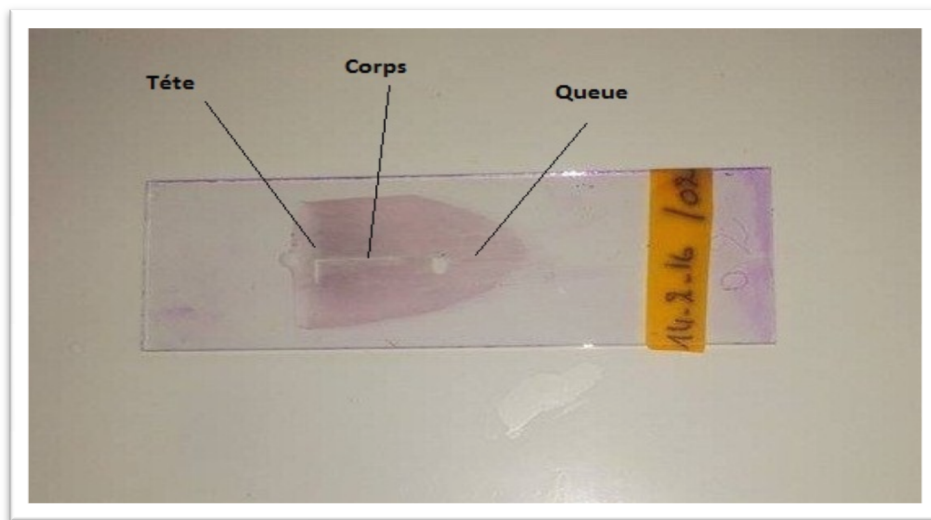


Photo 32. Frottis sanguin coloré au M.G.G.

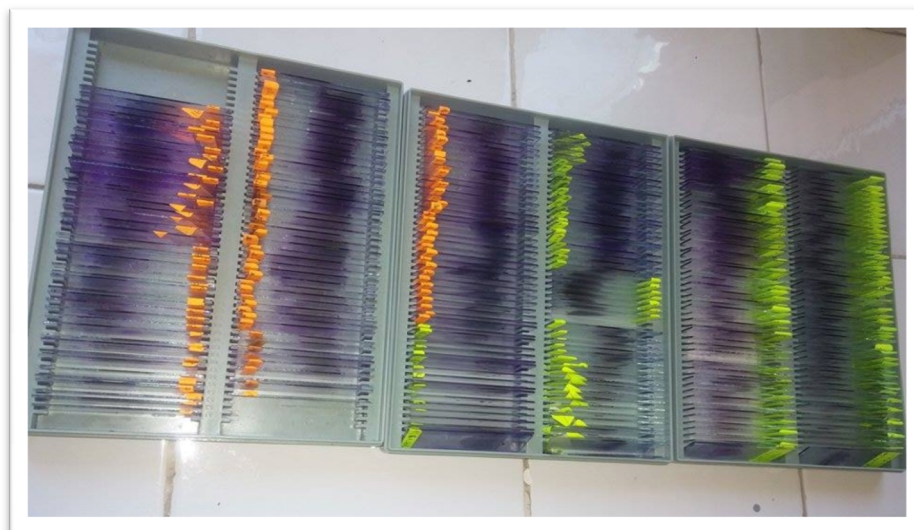


Photo33.Conservation des lames dans des boîtes.

Pour la lecture, nous avons utilisé un microscope optique ajusté sur l'objectif 100 et d'une huile à immersion, une goutte déposée au milieu de la lame, nous permet de faire l'observation de notre frottis sanguin.

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

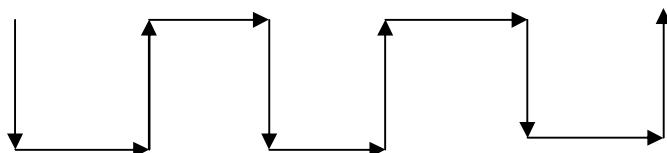


Photo 34. Préparation à la lecture de la lame au microscope (objectif 100).

Le dénombrement des différentes cellules leucocytaires est basé sur l'identification morphologique de ces dernières. Les cellules sanguines du cheval sont bien particulières et bien visibles au microscope par rapport à d'autres espèces et leur différenciation se base principalement sur la taille des cellules, l'aspect du noyau, l'absence ou la présence des granulations.

Après la mise en place de la lame sur le microscope et à l'aide de la macro-vis, nous allons tremper l'objectif dans la goutte d'huile puis par des mouvements à gauche et à droite nous allons étaler celle-ci sur la zone de lecture.

On choisit un champ où le frottis est uniformément étalé et on repère la première cellule, le dénombrement commencera de ce point ; en respectant toujours le même sens : vers la droite ou vers la gauche, on continue de balayer le champ de lecture par la méthode indiquée sur le schéma suivant (lecture en méandres).



On passe d'un champ à un autre jusqu'à atteindre le nombre de 100 cellules, à la fin de cette lecture on obtiendra une formule différentielle des globules blancs qui comporte : les

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

valeurs relatives en pourcentage et les valeurs absolues en Neucocytes/mm³; la valeur absolue est obtenue par la multiplication du nombre de cellules trouvé sur le frottis par le nombre total des globules blancs.

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

Tableau 6. Identification des cas de chevaux étudiés

N°	Nom	Date de naissance	Sexe	Race
1	Noujoud	09/05/2007	Femelle	P.S.A
2	koufa	15/05/2004	Femelle	P.S.A
3	joulia	07/03/2003	Femelle	P.S.A
4	mounira	09/05/2006	Femelle	P.S.A
5	hidaya	22/04/2001	Femelle	P.S.A
6	bouira	22/02/1995	Femelle	P.S.A
7	chabab	17/01/2015	Male	P.S.A
8	lebdjaouia	02/03/2005	Femelle	P.S.A
9	sarahni	01/04/2003	Male	P.S.A
10	ratib	17/03/1991	Male	P.S.A
11	R'zig	2003	Male	P.S.A
12	Quamar el lil	22/04/2009	Male	P.S.A
13	binharoune	07/01/2014	Male	Barbe
14	chaouq	09/01/2015	Male	P.S.A
15	cherchli	28/01/2015	Male	Barbe
16	cherit	17/10/2015	Male	P.S.A
17	Cheikh el arab	22/01/2015	Male	P.S.A
18	assia	05/05/1994	Femelle	Barbe
19	Dorwan de la prade	2000	Male	P.S.A
20	Go-getumm	2001	Male	P.S.A
21	tedj	29/04/93	Male	P.S.A
22	Dhaya	18/02/1997	Femelle	Barbe
23	Chokri	09/05/2015	Male	P.S.A
24	Chaqra	28/01/2015	Femelle	P.S.A
25	Chatouia	24/01/2015	Femelle	P.S.A
26	Chahida	04/01/2015	Femelle	P.S.A
27	Chajàa	23/01/2015	Femelle	P.S.A
28	Chohra	10/01/2015	Femelle	P.S.A
29	Dorgal	2001	Male	P.S.A
30	Alouen	22/02/2014	Male	P.S.A
31	Aswan	10/02/2013	Male	Barbe
32	Tarragone	14/02/2012	Male	Barbe
33	Jadara	13/05/2003	Femelle	P.S.A
34	Boussaàda	12/05/1995	Femelle	Barbe
35	Asma-nour	11/01/2013	Femelle	P.S.A
36	Djebli	28/02/1997	Femelle	Barbe
37	Bentmundjiz	19/05/2014	Femelle	P.S.A
38	Beya	07/03/2014	Femelle	P.S.A
39	Bahidja	10/02/2014	Femelle	P.S.A
40	Bahietessahra	03/02/2014	Femelle	P.S.A
41	Bentmahab	21/04/2014	Femelle	P.S.A
42	Bentsarrab	03/05/2014	Femelle	P.S.A
43	Alifa	26/03/2013	Femelle	P.S.A
44	Raoudhatchaouchaoua	16/04/2010	Femelle	P.S.A
45	K'sira	24/04/2004	Femelle	P.S.A
46	Sarbacane	02/02/2011	Femelle	Anglo-arabe
47	Quelle chance	17/02/2009	Femelle	Anglo-arabe
48	Olivia	08/03/2008	Femelle	Anglo-arabe
49	Nirvana	15/03/2007	Femelle	Anglo-arabe
50	Tailanda	23/04/2012	Femelle	Anglo-arabe
51	Nobel	16/01/2007	Male	Barbe

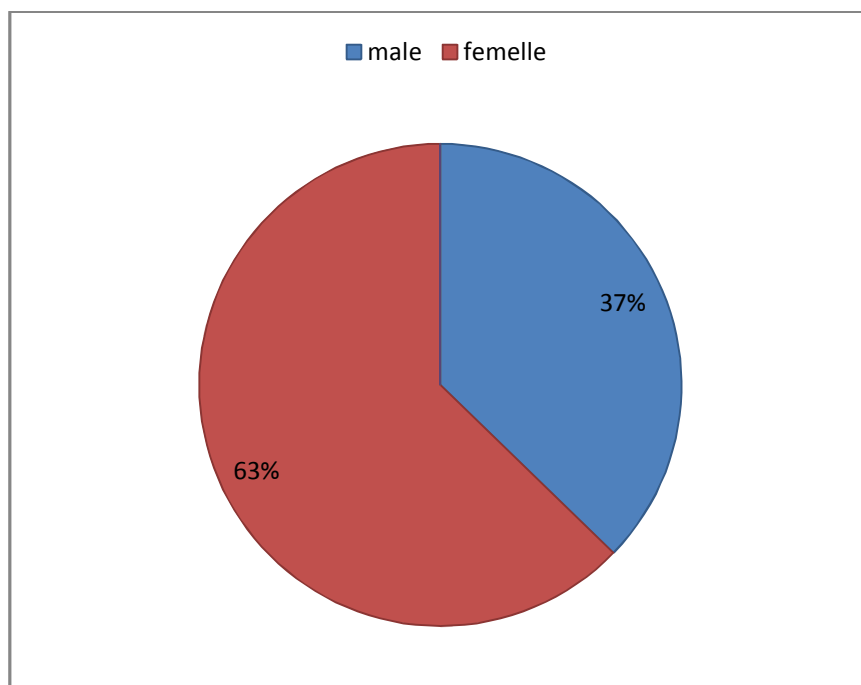
Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

V Résultat et discussion

Tableau7. Répartition des cas selon le sexe

Sexe	N	%
Male	19	37
Femelle	32	63
Total	51	100



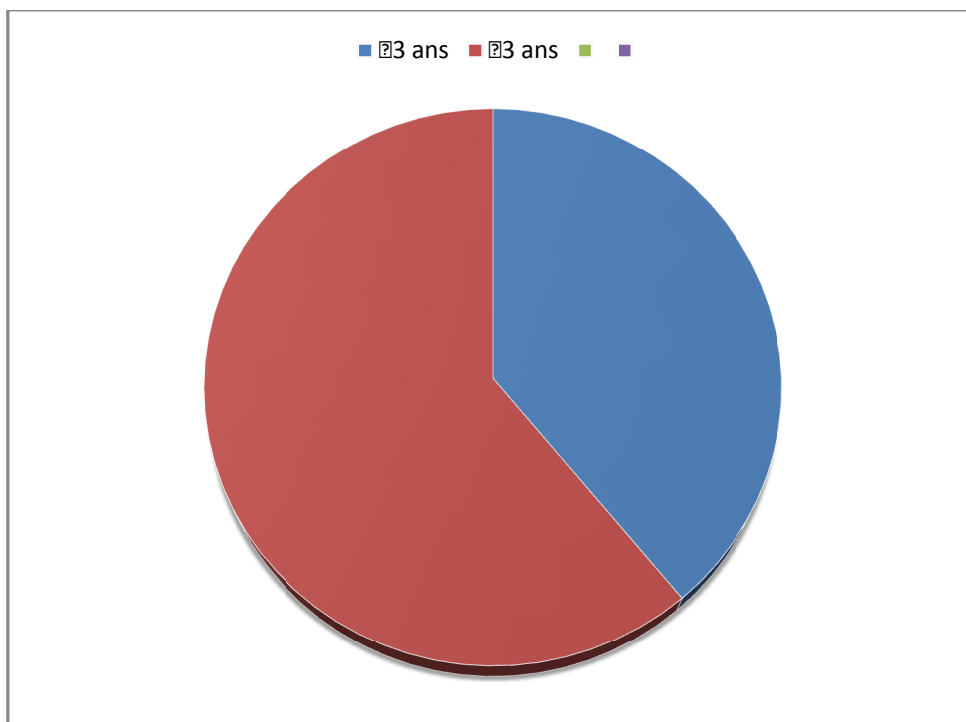
Le tableau n°1 montre la répartition de nos échantillons selon le sexe, où nous avons suivis pour notre étude, 37% (19 sujet) de mâles et 63% de juments (32sujet).

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

Tableau 8. Répartition des cas selon l'âge

L'âge	Male	Femelle	Total	%
≤3 ans	8	12	20	39
>3 ans	11	20	31	61



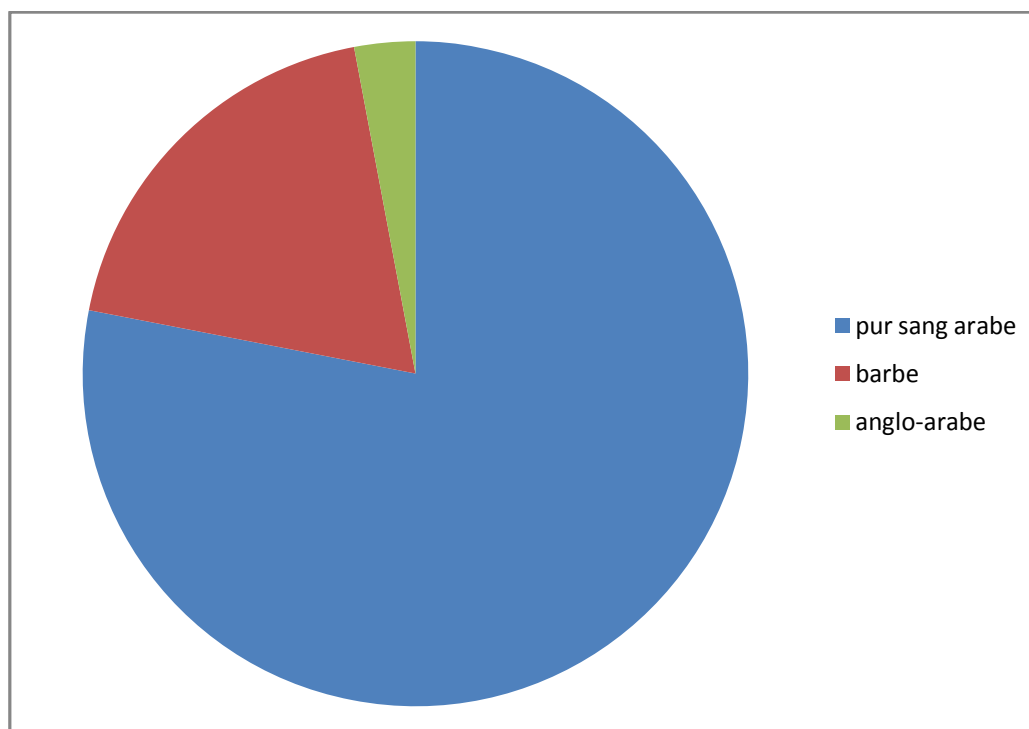
Le tableau n° 2 montre la répartition de nos échantillons selon l'âge. Nous avons réparti nos cas selon deux tranches d'âge où nous avons enregistré 39% des cas, soit 20 sujets âgés de moins 3 ans (12 femelles et 08 mâles). 61% des chevaux, soit 31 sujets étaient des adultes âgés de plus de 3 ans (20 femelles et 11 mâles).

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

Tableau 9. Répartition des cas selon la race

La race	Male	Femelle	Total	%
Pur-sang arabe	14	23	37	72
Barbe	5	4	9	18
Anglo-arabe	0	5	5	10



La répartition de notre échantillon selon la race, a compté 72% de Pur-sang arabe, soit 37 sujets détenant 23 femelles et 14 mâles. 18% de Barbe, soit 09 sujets comprenant 04 femelles et 05 mâles. 10% Anglo-arabe représentés par 05 femelles.

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

Tableau 10. Les moyennes et les écarts-types des valeurs des paramètres hématologiques chez les chevaux pour chaque mois

		hématocrite	Globule blanc	neutrophile	lymphocyte	monocyte	éosinophile	basophile
M O Y E N N E	octobre	31,69	9800	4949,41	3386,74	785,01	307,13	215,76
	novembre	33	7530	4097,36	2477,56	967,56	210,04	133,38
	décembre	33,09	7400	3835,33	2307,45	1025,05	123,17	56,66
	janvier	34,17	10323,52	4919,11	3450,58	1540,29	182,76	159,61
	février	30,76	7471,05	3404,36	2573,5	1166,10	127,07	31,44
	mars	29,47	5500	2743,79	1777,09	823,79	117,09	47,74
E C A R T Y P E	octobre	4,41	2094,56	1273,09	1559,40	553,62	276,43	235,53
	novembre	4,50	2442,16	1288,15	933,70	567,98	196,90	142,96
	décembre	3,92	2001,19	1282,84	976,33	449,98	89,44	68,31
	janvier	5,31	2943,10	1324,42	1421,53	938,55	171,34	112,25
	février	3,27	1714,78	1003,57	1100,10	532,48	142,45	47,55
	Mars	3,08	1040,08	581,98	681,98	360,48	112,56	45,71

Le tableau 10 résume les valeurs moyennes et les écarts-types de l'hématocrite, des taux de globules blancs et des différents types de leucocytes pour l'ensemble des 50 chevaux pour chaque mois et ceci d'Octobre à Mars.

Nous remarquons sur le tableau 10, que les valeurs de l'hématocrite sont à leur maximum ($34.17 \pm 5.31\%$) au mois de Janvier alors que le minimum ($29.47 \pm 3.08\%$) a été marqué au mois de Mars.

La numération des globules blancs a révélé un taux maximal de $10323.52 \pm 2943.10/\text{mm}^3$ au mois de Janvier avec une valeur minimale de $5000 \pm 1040.08/\text{mm}^3$ au mois de Mars.

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains

Partie expérimentale

Les variations du taux de neutrophiles ont été constatées durant les 6 mois de l'étude avec un maximum de $4949,41 \pm 1273,09/\text{mm}^3$ au mois d'Octobre et un minimum de $2743,79 \pm 581,18/\text{mm}^3$ au mois de Mars.

Le taux des lymphocytes a augmenté au mois de Janvier avec une moyenne de $3450,58 \pm 1421,53/\text{mm}^3$ et a diminué au mois de Mars en marquant une valeur moyenne de $1777,09 \pm 681,98/\text{mm}^3$.

Concernant le taux des monocytes, celui-ci, comme celui des lymphocytes, a aussi augmenté au mois de janvier avec une moyenne de $1540,29 \pm 938,55/\text{mm}^3$ mais des taux diminués $785,01 \pm 553,62/\text{mm}^3$ ont constatés au mois d'Octobre.

Les polynucléaires éosinophiles et basophiles, dont les augmentations peuvent noter la présence d'un parasitisme ou d'une réaction d'hypersensibilité, ont montré des variations presque durant la même période. Le taux maximal pour ces 2 polynucléaires a été atteint au mois d'Octobre avec des moyennes respectives de $307,13 \pm 276,43/\text{mm}^3$ et $215,76 \pm 235,53/\text{mm}^3$ pour les éosinophiles et les basophiles. Quant aux valeurs minimales pour ces deux polynucléaires, nous avons enregistré des moyennes de $117,09 \pm 112,56/\text{mm}^3$ au mois de Mars pour les éosinophiles et $31,44 \pm 47,55/\text{mm}^3$ au mois de Février

Etude des paramètres hématologiques chez les chevaux apparemment sains
Partie expérimentale

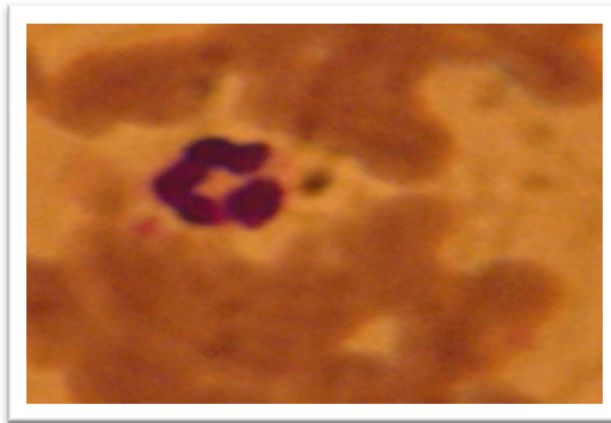


Photo 35. Neutrophile (x100)

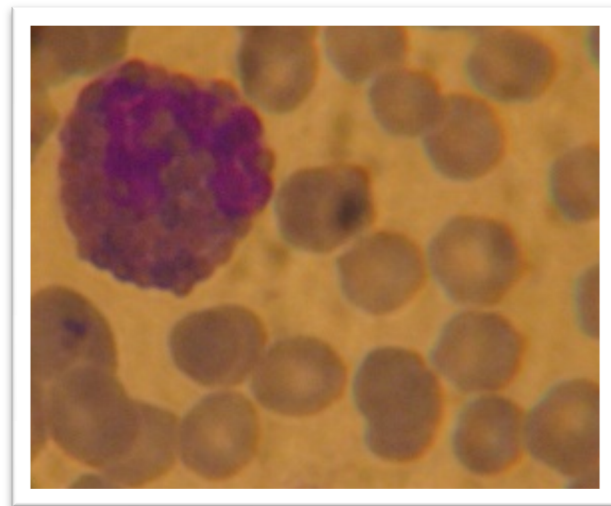


Photo 36. Eosinophile (x100)

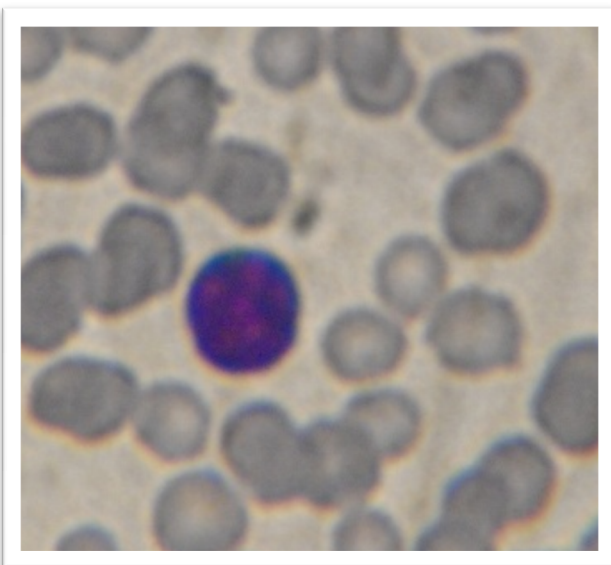


Photo 37. Lymphocyte (x100)

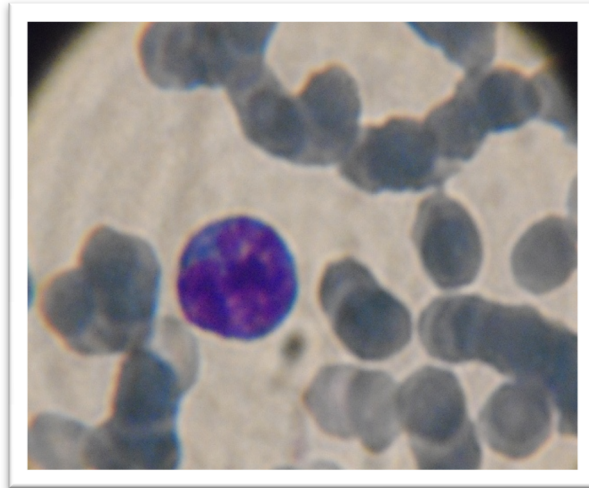


Photo 38. Basophile (x100)

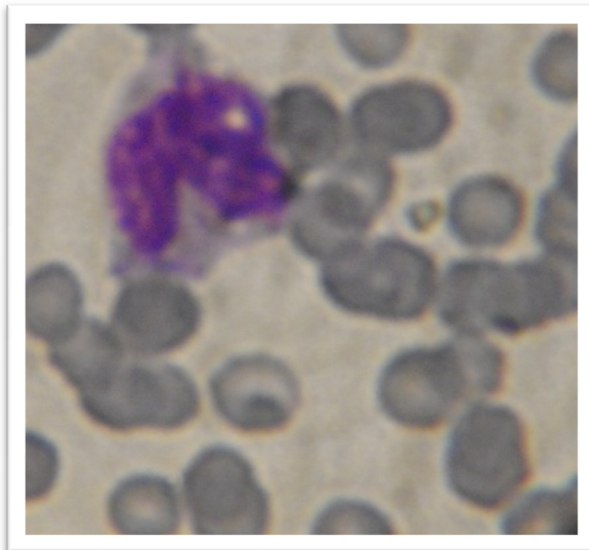


Photo 39. Monocyte(x100)

Conclusion

Notre étude a porté essentiellement sur les variations hématologiques chez les chevaux apparemment sains où nous avons essayé de retrouver l'influence de la saison (automne – hiver) sur les taux des différentes classes de globules blancs, à compter les polynucléaires (neutrophiles, éosinophiles, basophiles) et les mononucléaires (lymphocytes, monocytes) et même sur le taux de l'hématocrite.

En effet, nous avons constaté au cours de notre modeste recherche que les variations de l'hématocrite et des globules blancs les plus spectaculaires avaient lieu au mois d'Octobre, Janvier et Mars.

Cette étude nous a permis enfin d'établir quelques valeurs usuelles au cours d'une période de 6 mois seulement et de suivre leurs variations pendant cette période , donc nous estimons que notre travail reste à compléter par des études ultérieures pouvant s'intéresser à un effectif de chevaux plus important et à étudier les variations d'autres paramètres en fonction de l'âge, le sexe, le régime alimentaire...

Références

1. **C.Coss, Merier, K. L., & Particia.** (1993). Ultrastructre cellulaire etissulaire. America. Deboeck.P8
2. **C.MEDAILLE, A.Briend. Marchal.** (2008). Guide patique des analyse biologiques vétérinaie . paris. MED'COM.P185.
3. **E.MAURIM, E. ,.** (2004). Guide pratique de médecine équine. paris.MED'COM.P202-228.
4. **E.MAURIN.** (2010). Guide patique de medcine equine 2eme edition . paris.MED'COM.P40-235.
5. **F.Cabanne, J.L.BONENFANT** (1980). ANATOMIE PATHOLOGIQUE principes des pathologie générale et spéciale. paris. Maloine.P567-572.
6. **F.G.R.TAYLOR, M.** (1998). TECHNIQUE DE DIAGNOSTIC EN MEDECINE EQUINE. Maloine. **FrancaGagliardi.**(2014).Recueil physiologique animal.P8-156
7. **GEARGES. B, O. k.** (2011). Biologie . bruxelle.Deboeck.P1019
8. **Hevre Prugnolle .**(1996).histologie. Paris. Estem.P29.
9. **http://blog.chevalmag.com/index.php/arabebarbe/?p=190005&more=1&c=1&tb=1** &pb=1. Consulté le 2016
10. **http://en.wikipedia.org.** (2016, 05 26). <https://en.wikipedia.org/wiki/Eosinophil>. Consulté le 2016
11. **http://fr.wikipedia.org/wiki/Anatomie-du-cheval.** (s.d.)(2015)
12. **http://fr.wikipedia.org/wiki/Anatomie-du-cheval.** (s.d.)(2016).
13. **http://les-chevaux-et-leur-soin.skyrock.com.** (s.d.). Récupéré sur anatomie de cheval partie 1.(2015).
14. **http://monosystemeimmunitaire.fr.** (2014, 11)
15. **http://monsysteimeimmunitaire.fr/les-neutrophiles-pas-uniquement-des-acteurs-passifs-dans-limmunitate/.** Consulté le(2016)
16. **http://sang-suzie.fr.** (2007). <http://sang.suzie.fr/>. Consulté le (2016).
17. **http://tihert-tiaret-dz.over-blog.com/.** (2015)
18. **http://tihert-tiaret-dz.over-blog.com/.** (2015).

19. <http://www.cavalngo.com/products/49/randonnee-cheval-jordanie-wadirum-10j>.
[Consulté le 2016](#)
20. http://www.funsci.com/fun3_fr/sang/sang.htm. [Consulté le 2016](#)
21. <http://www.reverdy.eu/cheval-et-nutrition/physiologie-du-cheval/physiologie-digestive.html>. (s.d.) (2015).
22. **Karim Rahal**. (2011). Hippologie, Examen clinique et dominantes pathologie equines en Algérie. Alger: Office des publications universitaires.P37-38
23. **Kierszenbaum**. (2006). Histologie et biologie cellulaire. bruxelles.P157-162.
24. **L.MacDonald, D**. Connaissez l'anatomie du cheval. bruxelles.P12-44
25. **Lodish, Berk, Matsudair, kaiser, Krieger, Scott, Zipu, Rsky, Darnell**.(2004).Biologie moléculaire de la cellule.Américain.Deboeck.P1976.
26. **MEDAILLE, C**. (2002). VADE-MECUM des analyse veterinaires . MED'COM.P38
27. **Mehta, A.victor offbrand**. (2003).Hematologique. Américaine.P14
28. **N.Berber**. (2014). Constitution d'une biothèque ADN équine caractérisation génétique des raceséquines en Algérie par l'étude des microsatellites. Algérie.P16-19.
29. **Rodert Barone**. (2010). Anatomie comparée des mammifères domestiques tome 02 Arthrologie et myologie.paris. vigot.P371.
30. **Robert Barone**. (1976). Anatomie comparée des mammifères domestiques tome 03 splanchnologies (foetus et ces annexes). paris.vigot.117-783.
31. **Stephen, D.Bresnick**. (1996). Biologie . Américaine.152-155.
32. **Rénch Yahya, Adnan oklar**. (2003). Miracle du système immunitaire. France.P67 SANA.
33. **Reuben. F Rose, David Hodgson**. (2000). manual of EQUINE PRACTICE. London.P67
34. **S.CHOQUET**. (2002). HEMATLOGIE. Paris.Ellipses.P8-16
35. **Vogel, Colin**. (2005). manuel complet des soins aux chevaux. paris. nord compo.
36. www.equiloosirs.fae.com/documentation/ateanatomie.pdf. (s.d.).(2015).
37. **wheater, Young, Hoath, Lowe, Stevens**. (2006). Atlas d'histologie fonctionnelle. bruxelle. Deboeck.p46.
38. www.amm34.com. (2011, 03 05). <http://palo-grullo-and-co.pro-forum.fr/t1202p30-quel-type-d-appaloosa-ou-autre>. Consulté le 2016
39. www.blog.cheval.com. (2009, 11 05).www.cavalngo.com. (2012).

40. [www.equiloisirs.fae.com/ documentation/ ateanatomie.pdt](http://www.equiloisirs.fae.com/documentation/ateanatomie.pdt). (s.d.). Récupéré sur FAE/Equiloisirs1209.
41. [www.funsci.com](http://www.funsci.com/fun3_fr/sang/sang.htm). (1997). http://www.funsci.com/fun3_fr/sang/sang.htm. Consulté le 2016
42. www.funsci.com. (1997). Consulté le 2016, sur http://www.funsci.com/fun3_fr/sang/sang.htm.
43. www.funsci.com). (1997). www.funsci.com/fun3_fr/sang/sang.htm. Consulté le 2016
44. www.funsci.com. (2016, 06 01).
45. www.funsci.com/. (1997).
46. www.google.dz/search?q=le+sang&biw=1034&bih=545&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwikzsbBtv_MAhVBXRoKHWzkCf4Q_AUIBigB#tbm=isch&q=les+monocytes+&imgsrc=n_pv6HrPieUCOM%.
47. www.science.monemprie.net. (2013, 02 24). <http://www.science.monemprie.net/t11930-td-et-tp-n-1-immuno-universite-d-oran>. Consulté le 2016
48. www.web-libre.org. (2010, 12 29). <http://www.web-libre.org/dossiers/sang-selles,9413.html>. Consulté le 2016

Tableau : résultat de mois d'octobre

	hématocrite	Globule blanc	neutrophile	lymphocyte	monocyte	éosinophile	basophile
1	37	13000	6630	4160	1690	0	520
2	29	7800	3432	3120	390	624	234
3	28	9600	4800	2976	384	384	1056
4	25	10400	6136	1768	832	936	728
5	29	8400	5208	1680	1260	252	0
6	30	7400	4810	2220	222	148	0
7	26	13000	5330	5460	1690	390	130
8	43	10200	4896	3876	1020	408	0
9	37	11000	5060	2420	2310	990	220
10	27	9000	5580	2880	450	90	0
11	30	7400	5180	1628	518	370	74
12	28	5400	3078	1512	432	216	162
13	26	10400	4888	3640	1248	520	104
14	33	7200	2592	3384	936	216	72
15	32	7600	2432	4256	608	0	304
16	36	12000	5760	5040	240	840	120
17	32	11200	5040	5376	448	224	112
18	28	10000	4900	3600	1000	400	100
19	33	7800	4290	2106	1014	312	78
20	28	6400	4864	1600	128	128	320
21	27,5	11000	7600	2640	770	0	330
22	37	10800	6156	2700	216	1188	432
23	30	13200	6072	5676	1452	0	0
24	32	11200	5600	4256	1008	224	112
25	30	12400	6324	5580	496	0	0
26	35	13800	4554	7866	138	552	690
27	35	9800	3430	6174	196	0	0
28	38	9800	4410	4606	686	98	0
29	39	10400	7800	1768	104	208	520
30	38	6000	4260	1020	0	480	240
31	28	6000	2400	2220	420	420	540
32	35	9800	3822	4214	490	490	784
33	30	11200	6160	2128	1792	672	448
34	31	9800	6468	2548	392	196	98
35	36	12800	5620	6656	348	128	0
36	33	11200	5264	4144	1232	224	336
37	27	8000	3760	3440	480	80	240
38	30	10600	5724	3180	1590	106	0
39	27	10800	7128	1620	756	0	216
40	28	12200	6832	4392	610	244	122
41	30	10000	3000	600	200	800	0
42	27	9400	4136	2820	282	94	0
43	25	7800	4290	2106	468	312	312
44	26	13400	6030	4824	2010	268	268
45	32	8800	4664	2640	1320	88	88
46	30	8400	4200	2520	1260	168	0
47	37	9600	5856	2688	768	192	96
48	36	9200	3956	3496	1564	92	92
49	40	11000	4400	5170	770	440	220
50	36	9800	3822	4410	1078	196	294
51	34	6400	3776	1920	320	256	192

Tableau : résultat de mois de novembre

	hématocrite	Globule blanc	neutrophile	lymphocyte	monocyte	éosinophile	Basophile
1	36	6000	3600	1620	300	180	300
2	35	9600	4704	3744	864	192	96
3	31	5800	3422	1624	464	174	116
4	32	5600	3752	1120	560	0	168
5	28	6800	3740	2380	408	136	136
6	27	8200	5002	1312	410	410	246
7	26	13200	6996	3432	2244	264	264
8	39	5600	2744	1848	840	56	112
9	33	600	3828	1980	528	264	0
10	25	12000	6840	2040	1200	240	480
11	27	5200	2600	1300	728	260	312
12	28	5800	3190	1160	870	406	174
13	29	7800	4290	2808	390	234	78
14	31	9800	4018	4606	980	196	0
15	29	8000	2480	4000	1360	160	80
16	31	8400	4200	1764	2100	252	84
17	30	7000	3500	2030	1400	70	0
18	33	5000	2100	1800	1150	0	0
19	37	7200	4176	2160	648	72	144
20	27	10000	5800	2800	1100	300	0
21	28	6800	3400	2380	680	136	204
22	36	8000	4880	1200	1680	160	80
23	30	11400	5700	4104	1596	0	0
24	28	1300	7410	3380	1820	390	0
25	30	14000	6720	5040	1820	140	280
26	32	9000	4680	3150	1170	0	0
27	32	7600	3724	2432	1368	76	0
28	37	8200	4592	2788	656	164	0
29	36	6200	4154	1302	806	0	0
30	35	7200	5112	1368	504	216	0
31	32	5000	2400	1750	650	200	0
32	33	7000	3430	2520	700	140	210
33	31	8600	4730	2494	1118	172	172
34	32	7200	3240	1656	1656	504	144
35	32	6400	2624	2560	896	192	192
36	38	7200	3384	2376	216	864	360
37	31	6800	3332	2720	136	340	272
38	34	5800	2262	2610	464	116	290
39	34	6000	2280	3420	240	0	60
40	34	8400	4116	3948	1008	84	84
41	35	8000	3280	2480	2080	160	0
42	39	9600	4320	3072	2016	96	96
43							
44	32	11200	5488	3136	1904	224	448
45	34	5600	2968	1680	784	112	56
46	43	9400	5922	3008	470	0	0
47	44	9000	5310	2430	360	810	90
48	38	7400	4144	2960	222	444	0
49	33	6800	3876	1768	952	136	68
50	38	7600	2812	3192	684	760	152
51	45	6200	3596	1426	1178	0	621

Tableau de mois de décembre

	hématocrite	Globule blanc	neutrophile	lymphocyte	monocyte	éosinophile	Basophile
1	40	7600	3300	1980	858	264	198
2	35	5800	3364	1624	464	232	58
3	34	4800	2400	1200	576	48	144
4	35	9200	5428	2392	1012	92	276
5	35	5000	2600	1650	700	50	0
6	33	5600	3600	896	952	56	56
7	27	8200	3526	2706	1640	246	82
8	42	7200	3312	3312	432	144	0
9	40	5600	2800	1792	896	112	0
10	29	6200	2914	2542	496	124	124
11	30	5800	2204	2552	754	174	116
12	29	9400	5452	1692	1880	294	94
13	31	9800	5292	3920	490	98	0
14	35	5600	2744	2408	448	0	0
15	32	6600	3234	3102	462	0	0
16	28	6600	3498	1386	1518	132	66
17	32	6800	2516	3264	1020	0	0
18	26	8000	4160	2160	1520	160	0
19	30	4800	2496	1584	624	96	0
20	34	6600	4158	1188	1188	66	0
21	25	5200	3380	936	728	104	52
22	32	5600	3528	672	1232	112	56
23	30	6200	3720	1860	496	124	0
24	28	6600	3366	2772	396	66	0
25	33	9200	4784	3220	1012	184	0
26	32	7600	3116	3420	912	152	0
27	31	8000	3040	2560	2240	160	0
28	35	6400	2688	1664	1920	128	64
29	34	6000	3540	1560	720	120	60
30	36	4600	2760	966	874	0	0
31	30	5800	2668	2030	928	116	58
32	35	5800	2610	1682	1160	290	58
33	35	6400	3584	1088	1408	320	0
34	31	6200	3224	1922	682	248	124
35	38	8200	4182	3116	820	82	0
36	36	6600	3762	2112	528	132	66
37	32	8600	3526	2574	1056	264	0
38	33	7800	3588	2886	1248	0	78
39	35	7000	3010	3150	840	0	0
40	32	7200	3096	2880	1080	72	72
41	37	7000	3220	2380	1400	0	0
42	32	7800	3978	2730	858	78	152
43	35	11400	7296	2964	912	0	0
44	26	13600	6256	6120	952	136	136
45	31	7200	3312	2232	1368	216	72
46	34	10200	5406	2856	1632	306	0
47	36	11000	6930	2530	1430	110	0
48	36	9800	6370	1372	1862	98	98
49	43	9000	4410	3510	900	0	180
50	30	12800	7296	3456	1792	128	128
51	38	7400	4958	1110	962	148	222

Tableau de mois de janvier

	hématocrite	Globule blanc	neutrophile	lymphocyte	monocyte	éosinophile	Basophile
1	39	10800	6804	1728	2160	108	0
2	30	8200	4592	2706	656	82	164
3	33	11800	7552	2950	826	354	118
4	35	9800	4802	4116	686	98	98
5	32	7400	4440	2294	370	148	148
6	32	8400	5040	1512	924	756	168
7	24	14800	7844	5328	1184	148	296
8	46	6800	2856	3400	476	0	68
9	43	7000	3710	2520	560	0	210
10	30	8600	4730	2408	946	172	344
11	32	6800	3332	2244	1020	204	0
12	32	6000	3480	1800	480	180	60
13	43	10800	5184	3996	1188	324	108
14	42	14200	6390	4544	2556	426	284
15	27	7200	3096	2448	1512	72	72
16	34	9800	5292	3332	980	0	196
17	30	11600	5800	4060	1276	116	348
18	31	6600	2706	2442	1254	0	198
19	35	8400	3696	2100	1512	168	84
20	32	9000	5580	1890	1350	180	0
21	28	12000	5040	3600	1800	120	240
22	35	9800	4410	2254	2450	490	169
23	32	14200	5396	4828	4118	0	426
24	33	14400	5328	5760	2880	288	144
25	34	15200	5928	6232	2736	152	152
26	36	12400	5208	4588	2232	0	372
27	40	15000	6000	5100	3750	150	0
28	36	15200	6232	6080	2736	0	152
29	41	12400	7068	3348	1364	372	248
30	44	6600	4026	1584	660	198	132
31	27	7400	3256	2960	740	444	0
32	31	9200	3864	2944	1380	0	92
33	33	10400	4472	3952	1560	208	208
34	30	12800	4096	6272	2048	256	128
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							

Tableau de mois de février

	hématocrite	Globule blanc	neutrophile	lymphocyte	monocyte	éosinophile	Basophile
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10	23,3	6900	3864	1863	759	345	69
11	30,2	5200	2912	1560	728	0	0
12	28,1	6300	2016	3402	819	63	0
13	29,5	6700	3216	2278	1675	201	0
14	33,4	12900	4128	6063	2580	0	129
15	29,6	8100	3240	3645	1503	162	0
16	29,5	8700	3915	3480	1305	0	0
17	32,5	10600	5830	3710	954	0	106
18	29,3	8600	4730	3010	860	0	0
19	30,5	5400	3240	1350	648	162	0
20	24,8	6200	3472	2232	124	248	124
21	26,6	8000	4900	1760	1200	80	0
22	33,1	7100	3834	1562	1349	355	0
23	30,8	8100	3969	2673	1458	0	0
24	32,9	9000	2880	4770	1350	0	0
25	31,7	8500	4165	2550	1700	85	0
26	37	9300	3999	2697	2511	93	0
27	33,4	9000	2790	4410	1530	90	180
28	33,1	8100	3645	2592	1620	162	81
29	30,5	5300	3286	1060	848	53	53
30							
31	27,5	4800	2016	1968	720	0	96
32	26,1	5300	2438	2014	1166	212	0
33	26,2	5300	2322	2120	583	212	53
34							
35							
36	29,5	6800	3740	1768	816	408	68
37	25,6	6300	2457	2457	1260	126	0
38	29,3	7700	3927	3234	539	0	0
39	31,1	8700	3219	4176	1350	0	0
40	29,9	9000	324	450	162	18	36
41	35,7	6400	2816	2752	704	128	0
42	30	7900	3555	3081	1185	79	0
43	30,3	8400	4620	2100	1512	168	0
44	30,7	7100	3124	2130	1755	71	0
45	33,6	5500	2475	2145	825	0	55
46	36	9400	5170	2914	1316	0	0
47	34,5	7300	3869	1241	1460	657	73
48	35,9	7700	3773	2310	1386	231	0
49	33,7	5100	2754	1530	612	204	0
50	33,5	7200	2736	2736	1440	216	72
51							

Tableau de mois de mars

	hématoците	Globule blanc	neutrophile	lymphocyte	monocyte	éosinophile	Basophile
1	35	6500	2795	2275	1300	65	65
2	26,9	5000	3000	1350	300	350	50
3	28,9	4400	2772	968	572	44	44
4	36,8	4800	2688	1152	960	0	0
5	29,2	4300	2451	1376	301	129	43
6	29,8	4400	1892	1496	572	396	44
7	25,9	7900	3871	3239	632	158	0
8	28,4	5400	2430	2106	648	216	0
9	37,8	6600	3630	1716	990	198	66
10	26,8	6300	2835	1386	1575	504	0
11	29	4200					
12	31,1	5300	2544	1696	954	106	0
13	28,3	5800	2842	1914	928	116	0
14	28,8	6500	1820	2990	1625	65	0
15	29,3	6600	2838	2640	990	66	66
16	31,4	6700	2613	2345	1474	201	67
17	27,6	6300	2709	2457	1134	0	0
18	28,3	5500	2695	2035	715	0	55
19	25,4	4000	2280	1120	360	160	80
20	27,4	5100	2703	1326	969	0	51
21	25,9	5500	3025	1595	825	55	0
22	33,7	5000	2700	1350	850	50	50
23	33,5	7200	3456	2016	1440	72	72
24	29,2	5600	2744	1736	952	0	56
25	26,4	5600	1904	2800	784	112	0
26	28,9	5900	2419	2714	616	0	118
27	33,6	6000	2700	2520	720	60	0
28	29,1	6100	2135	2989	915	61	0
29	24,4	3700	2220	851	444	111	74
30							
31							
32	28,7	4700	3008	940	658	47	47
33	28,8	4000	2400	520	400	120	160
34							
35							
36	33,6	4500	3105	765	270	315	45
37	26	4800					
38	30	6000	2580	1980	1260	60	120
39	28,7	7000	3220	2310	1470	0	0
40	25,7	6000	2520	2640	480	180	180
41	27,7	4600	2208	1794	414	92	92
42	27,3	5900					
43	23,7	4700	2444	1268	893	47	47
44	31,1	5700	2565	2280	570	171	114
45	30,7	4000	2520	960	480	0	40
46	29,9	7900	4898	1659	1185	158	0
47	31,2	6500	4030	1430	715	260	65
48	30,8	5000	2200	1400	700	100	100
49	32,8	4200	2394	1092	588	84	42
50	32,2	5300	3180	1219	795	106	0
51							