

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	1
Index des figures	6
Index des photos	8
Index des tableaux	8
INTRODUCTION	9
1. DE LA FORMATION DES LIGNÉES SANGUINES À LEURS VARIATIONS PHYSIOLOGIQUES ET PATHOLOGIQUES	11
1.1. Formation et devenir des différentes lignées sanguines	11
1.1.1. L'hématopoïèse, étape commune de la production de toutes les lignées sanguines	11
1.1.2. Formation et devenir des érythrocytes	12
1.1.3. Formation et devenir des thrombocytes	14
1.1.4. Formation et devenir des granulocytes et monocytes	15
1.1.5. Formation et devenir des lymphocytes	17
1.1.5.1. Formation des lymphocytes B	17
1.1.5.2. Formation des lymphocytes T.....	18
1.2. Les automates en hématologie	18
1.2.1. Principes généraux du fonctionnement des automates	18
1.2.2. Fonctionnement du Lasercyte™ (Laboratoire Idexx)	19
1.2.3. Les paramètres mesurés par le Lasercyte™	20
1.2.3.1. Les valeurs concernant la lignée érythrocytaire.....	20
1.2.3.2. Les valeurs concernant la lignée leucocytaire.....	21
1.2.3.3. Les valeurs concernant les plaquettes	21
1.3. Variations physiologiques des différentes lignées sanguines	22
1.3.1. Variations physiologiques des valeurs leucocytaires	22
1.3.1.1. Influence de l'âge.....	22
1.3.1.2. La leucocytose physiologique.....	22

1.3.1.3.	La formule de stress	22
1.3.1.4.	La gestation	23
1.3.2.	Variations physiologiques des valeurs érythrocytaires	23
1.3.2.1.	Influence de l'âge.....	23
1.3.2.2.	Effet du stress.....	23
1.3.2.3.	Effet de l'exercice	23
1.3.2.4.	Déficit en oxygène	24
1.3.3.	Variations physiologiques des valeurs plaquettaires	24
1.3.3.1.	Pseudothrombocytose	24
1.3.3.2.	Thrombocytose physiologique.....	24
1.3.3.3.	Induites par des médicaments	24
1.3.3.4.	Thrombocytopénie	24
1.4.	Variations pathologiques des lignées sanguines	25
1.4.1.	Variations pathologiques de la lignée érythrocytaire	25
1.4.1.1.	Les anémies.....	25
1.4.1.1.1.	Classification des anémies	25
1.4.1.1.2.	Les anémies régénératives	25
1.4.1.1.2.1.	Les anémies par perte.....	25
1.4.1.1.2.2.	Les anémies hémolytiques	26
1.4.1.1.3.	Les anémies arégénératives.....	26
1.4.1.1.3.1.	Par modification tissulaire de la moelle.....	26
1.4.1.1.3.2.	Hypoplasie et aplasie médullaire	26
1.4.1.2.	Les érythrocytoses	27
1.4.1.2.1.	Les érythrocytoses relatives	27
1.4.1.2.2.	Les érythrocytoses vraies	27
1.4.2.	Variations pathologiques des lignées leucocytaires.....	28
1.4.2.1.	Variations pathologiques des granulocytes neutrophiles.....	28
1.4.2.1.1.	Les neutropénies	28
1.4.2.1.1.1.	Les neutropénies par diminution de la production.....	28
1.4.2.1.1.2.	Les neutropénies par augmentation de la margination.....	29
1.4.2.1.1.3.	Les neutropénies par consommation par les tissus	29
1.4.2.1.2.	Les neutrophilies	29

1.4.2.1.2.1.	Les neutrophilies d'origine inflammatoire.....	29
1.4.2.1.2.2.	Les autres causes de neutrophilies	30
1.4.2.2.	Variations pathologiques des granulocytes éosinophiles.....	31
1.4.2.2.1.	Les éosinophilies.....	31
1.4.2.2.2.	Les éosinopénies	31
1.4.2.3.	Variations pathologiques des granulocytes basophiles.....	32
1.4.2.4.	Variations pathologiques des monocytes.....	32
1.4.2.5.	Variations pathologiques des lymphocytes.....	32
1.4.2.5.1.	Les lymphocytoses	33
1.4.2.5.2.	Les lymphopénies	33
1.4.2.5.2.1.	Les lymphopénies par diminution de la production ou modification de la remise en circulation des lymphocytes	33
1.4.2.5.2.2.	Les lymphopénies par augmentation de la destruction.....	33
1.4.2.5.2.3.	Les lymphopénies par perte de lymphocyte	34
1.4.3.	Variations pathologiques des plaquettes.....	34
1.4.3.1.	Les thrombocytopénies	34
1.4.3.1.1.	Les thrombocytopénies par baisse de production	34
1.4.3.1.2.	Les thrombocytopénies par perte ou consommation.....	34
1.4.3.1.3.	Les thrombocytopénies par destruction	35
1.4.3.1.4.	Les thrombocytopénies par distribution anormale.....	35
1.4.3.2.	Les thrombocytoses	35
2.	DÉTERMINATION DE L'INTERVALLE DE RÉFÉRENCE CHEZ LES CHIENS DE TRAVAIL DU 132^{ème} BATAILLON CYNOPHILE DE L'ARMÉE DE TERRE	37
2.1.	Site de Suippes.....	37
2.1.1.	Présentation générale et organisation	37
2.1.2.	Sélection des chiens	38
2.1.3.	Mode de vie des chiens.....	38
2.1.4.	Les entrainements et missions.....	39
2.1.5.	La prophylaxie et la gestion des pathologies	40
2.1.6.	Les visites systématiques annuelles (VSA).....	41
2.2.	Détermination de l'intervalle de confiance	42
2.2.1.	Matériel et méthodes.....	42

2.2.1.1.	Objectif	42
2.2.1.2.	Circonstances et réalisation des hémogrammes.....	42
2.2.1.3.	Feuilles de résultats.....	42
2.2.1.4.	Retranscription des données	42
2.2.1.5.	Echantillons de l'étude.....	42
2.2.1.6.	Classification par race.....	43
2.2.1.7.	Classification par âge.....	43
2.2.1.8.	Méthodes statistiques	43
2.2.2.	Résultats.....	44
2.2.2.1.	Age de l'échantillon.....	44
2.2.2.2.	Temps de présence sur le site.....	46
2.2.2.3.	La population des leucocytes	46
2.2.2.3.1.	La numération des leucocytes	46
2.2.2.3.2.	La numération des lymphocytes	48
2.2.2.3.3.	La numération des monocytes.....	49
2.2.2.3.4.	La numération des granulocytes neutrophiles.....	51
2.2.2.3.5.	La numération des granulocytes éosinophiles	53
2.2.2.3.6.	La numération des granulocytes basophiles.....	54
2.2.2.3.7.	Conclusion sur les numérations leucocytaires	56
2.2.2.4.	La population des érythrocytes	56
2.2.2.4.1.	L'hématocrite	56
2.2.2.4.2.	La numération des érythrocytes	58
2.2.2.4.3.	Le taux d'hémoglobine	59
2.2.2.4.4.	Les réticulocytes	61
2.2.2.4.5.	Le volume globulaire moyen (VGM)	62
2.2.2.4.6.	L'indice de distribution érythrocytaire (IDR).....	64
2.2.2.4.7.	La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH)	65
2.2.2.4.8.	La teneur globulaire moyenne en hémoglobine (TCMH).....	67
2.2.2.5.	La population des plaquettes.....	68
2.2.2.5.1.	La numération plaquettaire	68
2.2.2.5.2.	Le volume plaquettaire moyen (VPM)	70
2.2.2.5.3.	Le plaquettocrite (PCT)	71

2.2.2.5.4. L'indice de distribution plaquettaire (IDP).....	72
2.2.2.6. Résumé des résultats	74
2.2.3. Discussion.....	75
2.2.3.1. Différences entre les races	75
2.2.3.2. Les intervalles de référence.....	76
2.2.3.2.1. Les intervalles de référence de la lignée érythrocytaire.....	76
2.2.3.2.2. Les intervalles de référence de la lignée leucocytaire.....	78
2.2.3.2.3. Les intervalles de référence de la lignée plaquettaire	80
CONCLUSION.....	83
BIBLIOGRAPHIE	85
Annexe 1 : Exemple de feuille de résultats donnée par le Lasercyte™.....	88
Annexe 2 : Couverture du carnet sanitaire.....	89
Annexe 3 : Données de l'étude (identification et lignée leucocytaire).....	90
Annexe 4 : Données de l'étude bis (lignée érythrocytaire et plaquettes).....	95

Index des figures

<i>Figure 1 : Schéma de l'hématopoïèse, les souris et les hommes indiquent les différences entre ces deux espèces.....</i>	12
<i>Figure 2 : Stades de l'érythropoïèse.....</i>	13
<i>Figure 3 : Des mégacaryocytes aux plaquettes</i>	15
<i>Figure 4 : Principe du Lasercyte™</i>	19
<i>Figure 5 : Résultats de l'analyse du Lasercyte™ pendant la première phase.</i>	20
<i>Figure 6 : Résultats de la deuxième phase d'analyse.....</i>	20
<i>Figure 7 : Répartition des 2 races par tranche d'âge</i>	45
<i>Figure 8 : Répartition de l'effectif total par tranche d'âge</i>	45
<i>Figure 9 : Répartition des numérations leucocytaires selon les races</i>	47
<i>Figure 10 : Répartition des numérations leucocytaires de l'ensemble de l'effectif</i>	47
<i>Figure 11 : Répartition des numérations lymphocytaires selon les races</i>	48
<i>Figure 12 : Répartition des numérations lymphocytaires de l'ensemble de l'effectif</i>	49
<i>Figure 13 : Répartition des numérations de monocytes selon les races.....</i>	50
<i>Figure 14 : Répartition des numérations de monocytes de l'ensemble de l'effectif.....</i>	50
<i>Figure 15 : Répartition des numérations des neutrophiles selon les races</i>	52
<i>Figure 16 : Répartition des numérations des neutrophiles de l'ensemble de l'effectif</i>	52
<i>Figure 17 : Répartition des numérations des éosinophiles selon les races</i>	53
<i>Figure 18 : Répartition des numérations des éosinophiles de l'ensemble de l'effectif</i>	54
<i>Figure 19 : Répartition des numérations des basophiles selon les races</i>	55
<i>Figure 20 : Répartition des numérations des basophiles de l'ensemble de l'effectif</i>	55
<i>Figure 21 : Répartition des valeurs de l'hématocrite selon les races</i>	57
<i>Figure 22 : Répartition des valeurs de l'hématocrite de l'ensemble de l'effectif.....</i>	57
<i>Figure 23 : Répartition des numérations érythrocytaires selon les races</i>	58
<i>Figure 24 : Répartition des numérations érythrocytaires de l'ensemble de l'effectif</i>	59
<i>Figure 25 : Répartition des valeurs d'HGB selon les races</i>	60
<i>Figure 26 : Répartition des valeurs d'HGB de l'ensemble de l'effectif</i>	60
<i>Figure 27 : Répartition des valeurs de réticulocytes selon les races</i>	61

<i>Figure 28 : Répartition des valeurs de réticulocytes de l'ensemble de l'effectif.....</i>	<i>62</i>
<i>Figure 29 : Répartition des valeurs de VGM selon les races</i>	<i>63</i>
<i>Figure 30 : Répartition des valeurs de VGM de l'ensemble de l'effectif</i>	<i>63</i>
<i>Figure 31 : Répartition des valeurs d'IDR selon les races</i>	<i>64</i>
<i>Figure 32 : Répartition des valeurs d'IDR de l'ensemble de l'effectif.....</i>	<i>65</i>
<i>Figure 33 : Répartition des valeurs de CCMH selon les races</i>	<i>66</i>
<i>Figure 34 : Répartition des valeurs de CCMH de l'ensemble de l'effectif.....</i>	<i>66</i>
<i>Figure 35 : Répartition des valeurs de TCMH selon les races.....</i>	<i>67</i>
<i>Figure 36 : Répartition des valeurs de TCMH de l'ensemble de l'effectif.....</i>	<i>68</i>
<i>Figure 37 : Répartition des valeurs de plaquettes selon les races</i>	<i>69</i>
<i>Figure 38 : Répartition des valeurs de plaquettes de l'ensemble de l'effectif.....</i>	<i>69</i>
<i>Figure 39 : Répartition des valeurs de VPM selon les races.....</i>	<i>70</i>
<i>Figure 40 : Répartition des valeurs de PCT selon les races</i>	<i>71</i>
<i>Figure 41 : Répartition des valeurs de PCT de l'ensemble de l'effectif.....</i>	<i>72</i>
<i>Figure 42 : Répartition des valeurs de l'IDP selon les races</i>	<i>73</i>
<i>Figure 43 : Répartition des valeurs d'IDP de l'ensemble de l'effectif</i>	<i>73</i>

Index des photos

<i>Photo 1 : Différents stades de différenciation cellulaire</i>	13
<i>Photo 2 : Différents stades des précurseurs des neutrophiles</i>	17
<i>Photo 3 : Inclusion de Hepatozoon dans des neutrophiles</i>	30
<i>Photo 4 : Insigne du 132ème bataillon cynophile de Suippes</i>	37
<i>Photo 5 : Chenil principal du site de Suippes</i>	39
<i>Photo 6 : Lieu de vie individuel de chaque chien</i>	39
<i>Photo 7 : Entraînement avec la manchette</i>	40

Index des tableaux

<i>Tableau 1 : Intervalles de référence et de confiance communs aux deux races et valeurs de référence du Lasercyte™</i>	74
<i>Tableau 2 : Intervalles de référence et de confiance non communs aux deux races et valeurs de référence du Lasercyte™</i>	74

INTRODUCTION

Depuis le milieu des années 70, les analyses hématologiques ont été simplifiées par l'arrivée sur le marché d'automates qui permettent de s'affranchir du comptage cellulaire à l'aide d'un microscope. Les vétérinaires ne prennent bien souvent plus le temps de faire un frottis sanguin et ne se fient alors qu'aux résultats donnés par l'automate, et font donc confiance aussi aux intervalles de référence donnés par ce dernier. Les hémogrammes réalisés par le 132^{ème} bataillon cynophile de l'armée de Terre correspondent à cette situation. Le vétérinaire en chef, responsable vétérinaire du site de Suippes, souhaitait compiler plusieurs années de données pour définir des intervalles de référence spécifiques de leur population de chiens. En effet, ceux fournis par l'automate sont obtenus à partir d'une population d'animaux de compagnie tout venants. L'objectif de cette étude est de définir de nouveaux intervalles qui correspondraient davantage à la population du site de Suippes. La population est homogène, les races sont peu nombreuses (essentiellement : le Berger Allemand et le Berger Belge Malinois), l'alimentation est la même, l'activité quotidienne est similaire, le milieu de vie est identique. La seule différence vient de l'élevage d'origine, et donc de la génétique, puisque les chiens sont présents sur le site depuis plusieurs mois au moment de leur première analyse sanguine. Pour cela, nous avons pu disposer de toutes les données issues du Lasercyte™ de la clinique vétérinaire de Suippes, obtenues entre août 2005 et novembre 2007. Nous avons eu l'occasion d'étudier les paramètres sanguins dans un contexte particulier, les chiens étant sportifs et vivant en chenil.

Dans ce travail, nous présenterons dans un premier temps la formation des différentes lignées de cellules sanguines, le fonctionnement des automates ainsi que les causes susceptibles d'altérer les paramètres hématologiques, puis dans un second temps nous envisagerons la description de notre étude, ainsi que les résultats obtenus et leur discussion.

1. DE LA FORMATION DES LIGNÉES SANGUINES À LEURS VARIATIONS PHYSIOLOGIQUES ET PATHOLOGIQUES

Dans un premier temps, nous allons nous intéresser à la formation de l'ensemble des cellules de la lignée sanguine, puis nous nous concentrerons ensuite sur les paramètres susceptibles d'altérer les valeurs hématologiques.

1.1. Formation et devenir des différentes lignées sanguines

La formation des différentes cellules de la lignée sanguine passe par une étape commune au sein de la moelle osseuse : l'hématopoïèse.

1.1.1. L'hématopoïèse, étape commune de la production de toutes les lignées sanguines

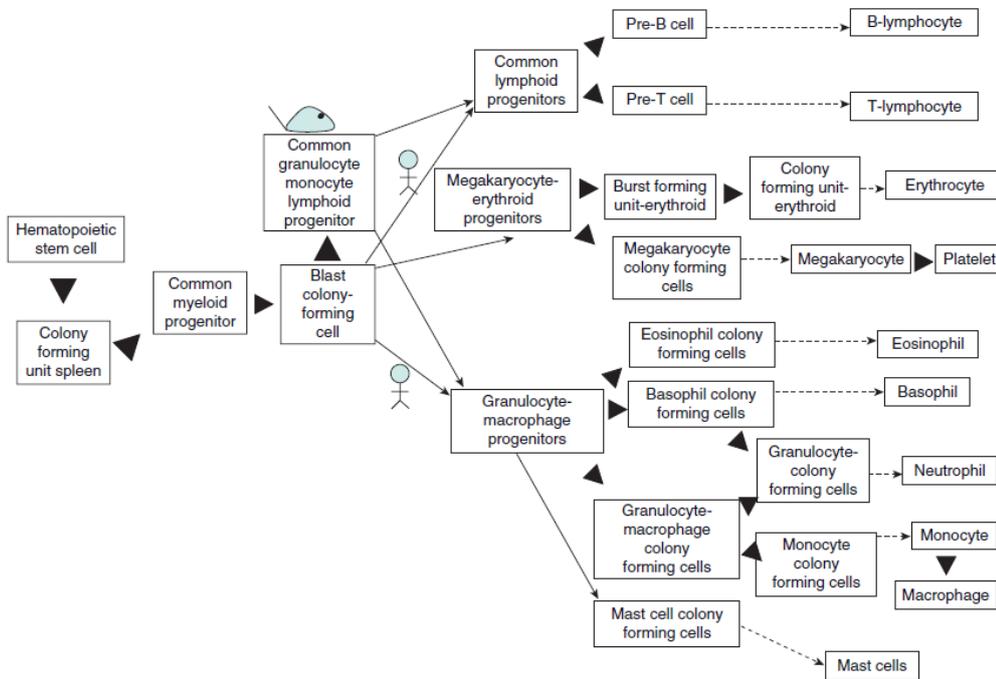
Toutes les cellules des lignées sanguines ont une cellule souche en commun nommée HSC (hematopoietic stem cell), qui en se différenciant donne la CFU-S pour Colony Forming Unit-Spleen, découverte à l'aide d'une expérience sur des souris irradiées, ce sont des cellules pluripotentes. Elle se différencie ensuite pour donner la CMP (common myeloid progenitor). Cette dernière reste commune à toutes les lignées sanguines. L'étape suivante marque la première séparation entre les lignées. Pour la lignée érythrocytaire et mégacaryocytaire, la différenciation donne la MEP (megakaryocyte/erythroid progenitor), ensuite la BFU-e (burst-forming unit-erythroid). La différenciation suivante donne naissance à la CFU-e (colony-forming unit-erythroid) (CAR [5]).

La figure 1 donne les étapes de différenciation des autres lignées de cellules sanguines. La différenciation est sous le contrôle de multiples facteurs de transcription spécifiques pour chaque lignée, et de cytokines [5].

Figure 1 : Schéma de l'hématopoïèse, les souris et les hommes indiquent les différences entre ces deux espèces.

Le chien a les mêmes étapes de différenciation que la souris.

Source CAR [5]



1.1.2. Formation et devenir des érythrocytes

La première cellule identifiable comme étant de la lignée érythrocytaire est le proérythroblaste (OLVER [27]), une cellule de grande taille (20-25µm) avec un cytoplasme très basophile (CORDONNIER et FONTAINE [7]). Elle se divise ensuite pour donner naissance à un érythroblaste basophile [27], cellule de plus petite taille (16-18 µm). La synthèse d'hémoglobine commence elle aussi à cette étape. On assiste à une condensation du noyau au cours des étapes successives et une augmentation de la concentration du cytoplasme en hémoglobine. A la génération suivante, on obtient un érythroblaste basophile II [27]. La division de cette dernière donne naissance à un érythroblaste polychromatophile [27], l'hémoglobine devient visible au microscope optique, avec un cytoplasme avec une couronne basophile, et acidophile autour du noyau lié à l'hémoglobine. Cette cellule se divise pour donner deux érythroblastes acidophiles [27], une petite cellule (9-10µm) avec un cytoplasme acidophile avec un noyau petit et très dense en chromatine [7]. Le noyau sera progressivement excentré et expulsé de la cellule via un réarrangement des microtubules et des filaments intermédiaires. Le noyau ainsi expulsé est rapidement pris en charge par les macrophages présents dans la moelle osseuse. On obtient alors un réticulocyte sans noyau avec des résidus de ribosomes, membranes de Golgi, et mitochondries. Cette cellule est légèrement plus grande que les érythrocytes matures. La photographie 1 montre sur frottis médullaire toutes ces lignées.

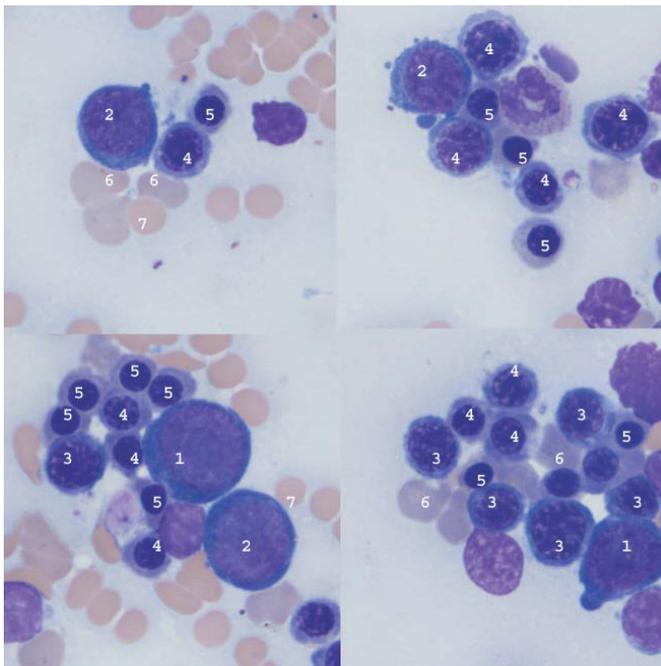


Photo 1 : Différents stades de différenciation cellulaire

Echelle x1000. Coloration May-Grünwald-Giemsa

1: proérythroblaste, 2: érythroblaste basophile, 3: érythroblaste basophile II, 4: érythroblaste polychromatophile, 5: érythroblaste acidophile, 6: réticulocyte, 7: érythrocyte

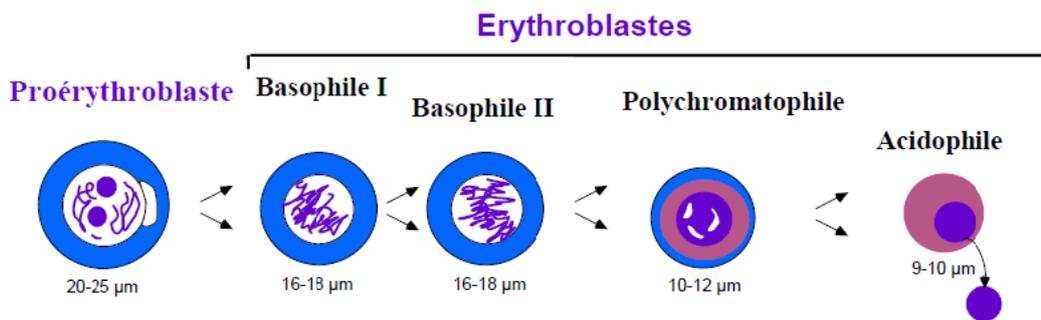
Source OLVER [27]

Le réticulocyte chez le chien et chez le chat rejoint ensuite la circulation générale [27]. Sa maturation s'y termine, il perd des organites avec réduction progressive de sa taille et obtient de l'hémoglobine (cf. figure 2). Il est plus facilement identifiable au microscope optique à l'aide d'une coloration au bleu de crésyl brillant.

Figure 2 : Stades de l'érythropoïèse.

Source CORDONNIER et FONTAINE [7]

Moelle osseuse



Dans la moelle osseuse, les érythroblastes forment des îlots avec des macrophages. Entre 10 et 30 cellules entre le stade CFU-e et réticulocytes participent à ces îlots avec un macrophage. Son rôle n'est pas complètement élucidé, il intervient dans les facteurs de régulation positifs et négatifs de l'érythropoïèse, une supplémentation en fer pour la synthèse d'hémoglobine, et la phagocytose des noyaux expulsés [27].

L'étape la plus lente dans la différenciation cellulaire est le stade BFU-e, la division prend beaucoup de temps. Chaque stade à partir du proérythroblaste dure environ 20 heures. Le

réticulocyte reste environ 3 jours dans la moelle osseuse pour sa maturation, et devient rapidement un globule rouge une fois dans la circulation sanguine (environ 1 journée) [27].

Le principal facteur de régulation est l'érythropoïétine (EPO), hormone produite par des fibroblastes du rein. Le récepteur à l'EPO est une protéine intégrée à la membrane. Elle intervient à partir de l'étape proérythroblaste, elle n'est pas nécessaire sur les stades CFU-e. Les glucocorticoïdes interviennent aussi en stimulant l'érythropoïèse, ainsi que sur la synthèse d'hémoglobine [27].

C'est l'interleukine 3 qui intervient sur les stades les plus précoces. D'autres facteurs interviennent pour maintenir au stade indifférencié les cellules souches (comme le facteur des cellules souches, la thrombopoïétine) [27].

1.1.3. Formation et devenir des thrombocytes

La MEP est la cellule en commun entre les érythrocytes et les thrombocytes. Elle ressemble au microscope à un petit lymphocyte, seules ses protéines de surface permettent de l'identifier. Deux types de colonies sont décrites contenant uniquement des mégacaryocytes : la BFU-MK (burst-forming unit-megakaryocyte) qui va donner plus d'une centaine de mégacaryocytes dans la suite de son développement et la CFU-MK (colony-forming unit-megakaryocyte) qui elle va produire entre 3 et 50 mégacaryocytes (KAUSHANSKY [16]).

Un mégacaryocyte peut donner entre 1000 et 3000 plaquettes. Le mégacaryocyte doit être mature pour produire des plaquettes. Il augmente sa taille jusqu'à 100 µm, et multiplie le nombre de ribosomes pour faciliter la synthèse. Cette croissance est permise à l'aide de plusieurs endomitoses, le noyau devient polyploïde (arrêt des mitoses en anaphase B) (PATEL *et al.* [30]). Un réseau s'organise à l'intérieur de la cellule, appelé DMS (demarcation membrane system). Des pseudopodes se forment ensuite à l'aide des microtubules, ceux-ci vont donner les proplaquettes, qui elles-mêmes se diviseront pour donner les plaquettes (cf. figure 3).

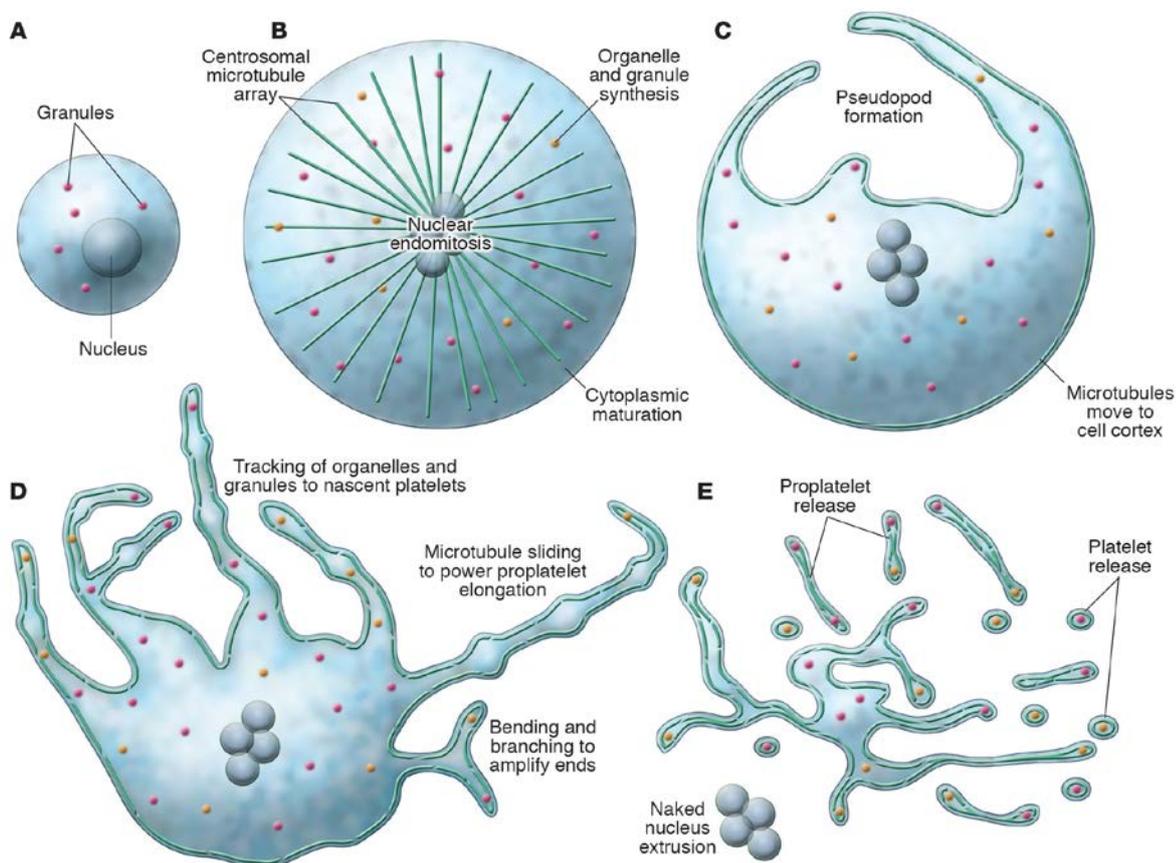
En ce qui concerne les CFU-MK, la thrombopoïétine (TPO) contrôle 75 % de leur croissance, l'interleukine-3 est le deuxième médiateur nécessaire. La TPO est synthétisée par le foie principalement, mais aussi par le rein et la moelle osseuse. Elle agit aussi sur l'hématopoïèse en stimulant le développement des HSC et la mégacaryopoïèse.

Une autre hormone intervient pour la migration des mégacaryocytes de la moelle osseuse vers le compartiment sanguin : le Stromal cell-derived factor-1 (BOUDREAUX [2]).

D'autres cytokines et facteurs de croissances interviennent, par exemple le Stem cell factor (SCF) et granulocyte-macrophage colony stimulating factor (GM - CSF) qui agissent sur les lignées primaires présentes dans la moelle osseuse [2].

Figure 3 : Des mégacaryocytes aux plaquettes

A : mégacaryocyte, B : mégacaryocyte après la maturation, C : formation des pseudopodes, les centrosomes se désassemblent, et les microtubules migrent vers la périphérie cellulaire, D : élongation des pseudopodes qui forment les proplaquettes, E : dissociation complète du cytoplasme du mégacaryocyte en plusieurs proplaquettes, les proplaquettes se dissocient à leur tour pour donner les plaquettes D'après [30]



1.1.4. Formation et devenir des granulocytes et monocytes

La granulopoïèse a lieu dans la moelle osseuse. Elle peut cependant se dérouler en extramédullaire lors d'une demande accrue de la part de l'organisme, ou lorsque la moelle est atteinte par une pathologie (RADIN et WELLMAN [33]).

Le microenvironnement de cellules précurseurs est constitué de nombreuses cellules : ostéoblastes, adipocytes, fibroblastes, et cellules endothéliales. L'interaction avec le microenvironnement régule le mouvement et le développement des cellules précurseurs qui commencent comme pour les autres lignées par l'HSC [33].

L'HSC est en interaction avec les ostéoblastes dans un site qu'on nomme la niche endostéale. Le gradient en calcium crée par les ostéoblastes permet de contrôler ses mouvements. Des chimiokines interviennent également comme la CXC-Chimiokine ligand 12 (la famille CXC possède un acide aminé entre les deux premières cystéines). De nombreuses autres interactions entre les cellules, la matrice (cadherine, intégrine, enzymes comme la c-kit tyrosine kinase...) permettent de contrôler la division et les migrations de ces lignées précurseurs.

La multiplication et la mobilisation se déroule au niveau des sinus vasculaires centraux de la moelle osseuse. Le microenvironnement de cette niche vasculaire permet la différenciation de HSC en multipotential progenitor (MPP) qui est CD34+. La cellule perd alors sa capacité à s'auto-renouveler. Ensuite les cellules s'engagent dans la différenciation suivante : soit en common lymphoid progenitor (CLP), soit common myeloid progenitor (CMP). L'étape suivante de différenciation donne naissance aux précurseurs des granulocytes et monocytes (GMP), les MEP (cf. formation des érythrocytes et thrombocytes), et les précurseurs des cellules dendritiques et macrophages (MDP). GMP se divise ensuite pour donner naissance aux précurseurs des granulocytes neutrophiles (NeuP), des éosinophiles (EoP), des basophiles et mastocytes (BMCP). Cette dernière se différencie ensuite en précurseurs basophiles (BaP) et mastocytes (MCP) [33].

Les différentes étapes de différenciation sont sous le contrôle de facteurs de transcription, l'orientation vers une lignée dépend de l'équilibre entre les différents régulateurs. Pour passer de MPP à CMP, il faut l'activation du facteur de transcription de la purine I (PU.1). Ce facteur intervient aussi dans la différenciation en GMP, en NeuP avec d'autres facteurs. EoP et BMCP sont eux sous la dépendance entre autres de GATA-1, un facteur de transcription de la famille des protéines à doigts de zinc. Le nom GATA vient de la propriété de liaison de ces molécules aux séquences GATA de l'ADN [33].

En plus des facteurs de transcription, de nombreuses molécules interviennent comme régulateur. Les plus importantes sont :

- Le Stem cell factor (SCF),
- L'Interleukine 3 (IL3),
- Le Granulocyte-macrophage colony stimulating factor (GM-CSF),
- Le Granulocyte Colony Stimulating Factor (G-CSF),
- L'Interleukine 6 (IL6).

Ces cytokines permettent de maintenir un équilibre de la production des différentes lignées granulocytaires. Leur concentration augmente en cas d'inflammation par exemple.

Le SCF intervient plutôt précocement, sur l'HSC. Il empêche l'apoptose et favorise l'entrée des cellules dans la phase de division. Il potentialise aussi l'action des autres cytokines.

L'IL3 intervient sur la plupart des précurseurs en raccourcissant la phase G0 du cycle. Elle est sécrétée par de nombreuses cellules : lymphocytes T, cellules endothéliales, les Natural killer (NK), éosinophiles, mastocytes.

Le GM-CSF permet la différenciation en granulocytes et monocytes. Il intervient également en inhibant l'apoptose des précurseurs. De nombreuses cellules sont à l'origine de sa synthèse : macrophages, lymphocytes T et B, cellules endothéliales, ostéoblastes, fibroblastes, neutrophiles et éosinophiles.

Le G-CSF intervient principalement sur la lignée des neutrophiles en favorisant leur différenciation et multiplication. Il permet de réduire le temps de maturation de cette lignée et le temps pour que les cellules soient libérées dans le flux sanguin. Il est produit par les macrophages et monocytes principalement, mais d'autres cellules peuvent le produire. Sa concentration peut vite augmenter lors d'inflammation.

L'IL6 stimule la granulopoïèse, et agit en synergie avec SCF. Elle agit seule en cas de demande accrue en neutrophiles [33].

La première cellule identifiable au microscope commune aux trois lignées est le myéloblaste. L'étape suivante est le promyélocyte qui contient plus de granules, mais un cytoplasme moins

basophile. Il devient ensuite par différenciation le myélocyte avec un noyau plus dense, avec des granulations secondaires basophiles. Il est la dernière cellule avec un pouvoir de division, les étapes suivantes n'ont plus cette faculté. Le cytoplasme est de moins en moins basophile, le noyau se densifie et se divise en plusieurs lobes selon la destinée de la cellule (cf. photo 2) [33].

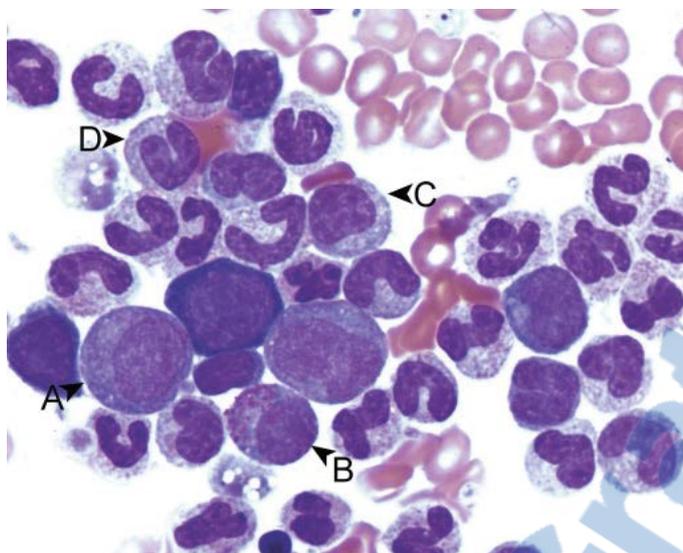


Photo 2 : Différents stades des précurseurs des neutrophiles

A : promyélocyte, B : myélocyte éosinophile, C : métamyélocyte, D : neutrophile non segmenté.

Echelle x1000.

Source [33]

Entre 10 et 30 % des cellules de la lignée des granulocytes de la moelle osseuse sont des précurseurs avec le pouvoir de se diviser, le reste est composé de cellules en cours de différenciation ou en stockage.

Le passage du myéloblaste au neutrophile segmenté prend six jours en moyenne. La migration dans le sang est contrôlée en fonction de la concentration sanguine en neutrophiles. La production peut être réduite à deux ou trois jours si nécessaire. Cette accélération est principalement sous la dépendance de G-CSF. Pour l'éosinophile, la durée de production est sensiblement la même (de deux à six jours). La synthèse d'IL5 est nécessaire pour la différenciation des éosinophiles, ce rôle est assuré principalement par les lymphocytes T-helper [33].

En ce qui concerne les mastocytes, dès le stade MCP, la maturation ne s'effectue plus dans la moelle osseuse, mais dans les tissus : peau, poumon, cœur, muqueuse digestive.

Pour les monocytes, la première cellule identifiable est le monoblaste, puis le promonocyte (PAPENFUSS [29]).

1.1.5. Formation et devenir des lymphocytes

La lymphopoïèse commence dès le stade fœtal dans le foie, puis est progressivement effectuée par la moelle osseuse (BURKHARD [4]).

La formation des lymphocytes partage celle des granulocytes jusqu'au stade MPP+. La différenciation suivante donne naissance à CLP.

1.1.5.1. Formation des lymphocytes B

La première cellule identifiable de la lignée est le lymphocyte proB, elle a une capacité limitée à se diviser. Une protéine de la chaîne lourde des immunoglobulines (récepteur présent à la

surface de la cellule) est ensuite produite, c'est le stade lymphocyte préB, la protéine de surface produite à ce niveau est une IgM. Cette IgM permet de détecter et supprimer les cellules qui déclenchent une réaction immunitaire de l'organisme. Il faut un changement de classe pour que le lymphocyte devienne mature, cette étape nécessite l'interaction avec les lymphocytes T et des antigènes. Le lymphocyte B est alors fonctionnel [4].

Le contrôle des différents stades est sous le contrôle d'interleukines, dans les premiers stades, l'IL7 est la principale interleukine. Dans les derniers stades, de nombreuses IL et autres molécules (facteur de croissance, interféron) influencent le développement des lymphocytes.

1.1.5.2. Formation des lymphocytes T

La formation des lymphocytes a lieu principalement dans le thymus. Il s'y effectue une sélection. Il existe deux types de récepteurs membranaires T : $\alpha\beta$ ou $\gamma\delta$. T $\alpha\beta$ exprime CD3, ainsi que CD4 ou CD8. Une sélection est alors effectuée, 95 % des lymphocytes du pool de naissance va être supprimé, les thymocytes suppriment tous les LT qui sont CD4- CD8- et CD4+ CD8+, seuls ceux portant un des 2 survivent. L'affinité avec le complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) est ensuite testée, si le lien est faible, la cellule entre en apoptose.

Il existe deux CMH; les cellules interagissant avec le CMH II deviennent les futurs lymphocytes CD4 et ceux avec le CMH I des lymphocytes CD8. D'autres étapes de sélection se déroulent encore ensuite.

Après toutes les étapes, les cellules survivantes quittent le thymus [4].

Le contrôle du développement des LT est sous le contrôle principalement de l'IL7. Des facteurs de transcription interviennent aussi (comme Notch1 ou GATA3).

La maturation de chaque cellule de la lignée sanguine prend en moyenne moins d'une semaine. En fonction des besoins de l'organisme, le cycle de production peut être accéléré.

Nous allons maintenant nous intéresser au fonctionnement des automates en hématologie.

1.2. Les automates en hématologie

1.2.1. Principes généraux du fonctionnement des automates

Trois types de principes sont utilisés pour les automates en hématologie (BOURGES-ABELLA *et al.* [3]) :

- La détection volumétrique,
- La détection optique,
- L'appréciation de l'épaisseur des couches cellulaires.

La détection volumétrique est la première méthode utilisée historiquement. Elle est aussi appelée le principe Coulter. Cette méthode part du principe que les cellules de la lignée sanguine sont des faibles conducteurs électriques. Les cellules sont placées dans une solution et passent dans une petite ouverture entre 2 électrodes qui fournissent un courant continu. La variation du courant donne une information sur la taille de la particule qui est passée. Dans certains appareils, un analyseur de

fréquence radio est rajouté, ce qui permet d'avoir plus d'informations sur les différentes cellules de la lignée leucocytaire (MORITZ et BECKER [24]).

La détection optique a le même principe que la méthode précédente, les cellules passent à travers un faisceau lumineux. On mesure alors la diffraction, réfraction, et dispersion de la lumière suite à la traversée de la cellule. Cela permet d'obtenir la granularité, le volume, et la surface de la cellule (cf. figure 4).

La dernière méthode s'intéresse à la couche de leucocytes et plaquettes présentes après centrifugation dans un tube à hématocrite. Un marqueur est utilisé : l'acridine orange qui se fixe à l'ADN, ARN, aux glucosamines, et aux lipoprotéines. On obtient alors un profil qui permet de distinguer les différentes cellules. Cet appareil permet de mesurer les plaquettes, les érythrocytes, les leucocytes, ainsi que l'hématocrite et l'hémoglobine [24].

1.2.2. Fonctionnement du Lasercyte™ (Laboratoire Idexx)

Cet automate se repose sur le principe de détection optique.

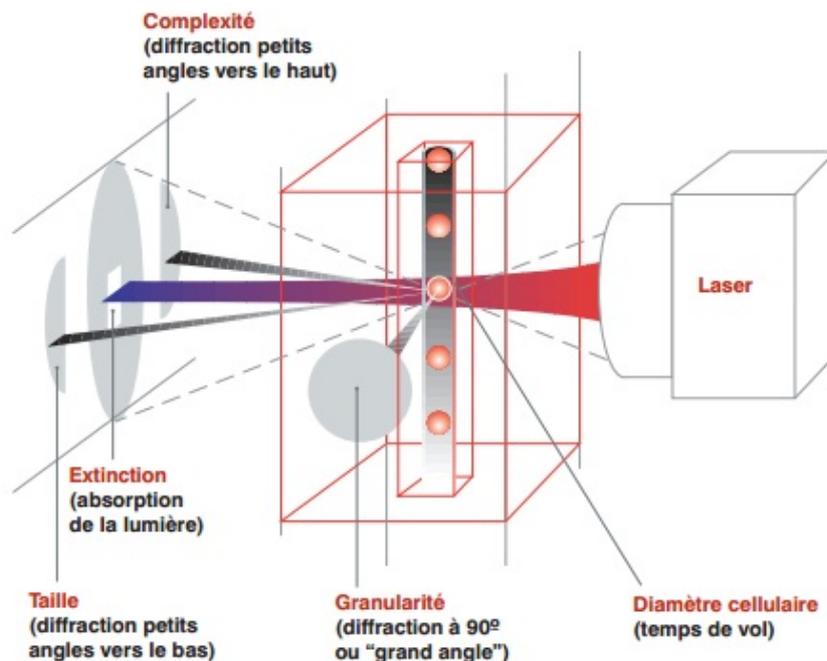


Figure 4 : Principe du Lasercyte™
D'après [9]

L'appareil possède un tube contenant du bleu de Méthylène, du Purfac-A-39-Pric, des conservateurs, des tampons ainsi que des billes en latex. Ces dernières servent de référence qualité pour chaque prélèvement. Leur nombre est connu avec précision ce qui permet de vérifier les résultats du Lasercyte™, car elles sont dénombrées aussi par la machine (DENICOLA [9]).

L'analyse de l'échantillon s'effectue en deux temps.

Dans un premier temps (cf. figure 5), elle mesure les érythrocytes, les plaquettes, les réticulocytes, le volume globulaire moyen (VGM), le volume plaquettaire moyen (VPM). C'est à cette étape que sont utilisées les billes en latex pour le contrôle. Le Purfac-A-39-Pric rend les hématies sphériques ce qui permet que la dispersion du faisceau laser ne dépende que de la taille de la cellule et non de sa position. Le bleu de méthylène colore les réticulocytes, ce qui permet de les différencier des érythrocytes (ARN marqué).



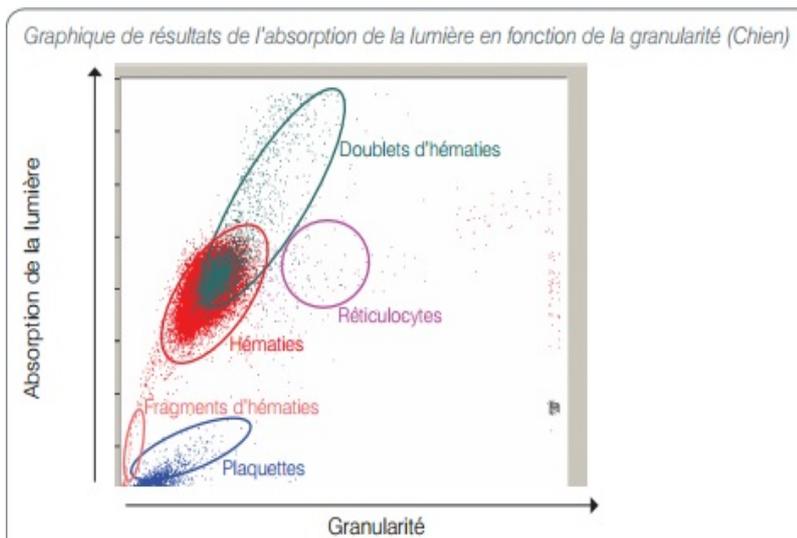


Figure 5 : Résultats de l'analyse du Lasercyte™ pendant la première phase.

La granularité peut être corrélée avec la quantité d'ARN présente (d'où la présence des réticulocytes à droite sur le graphisme). Les doublés d'hématies correspondent aux cellules qui sont passés par deux dans le faisceau, les fragments représentent les hématies rompues.

Source [9]

Dans un second temps (cf. figure 6), une solution hypotonique est rajoutée pour faire éclater les hématies. Ceci facilite la mesure de la concentration en hémoglobine. La lignée leucocytaire est aussi calculée à cette étape [9].

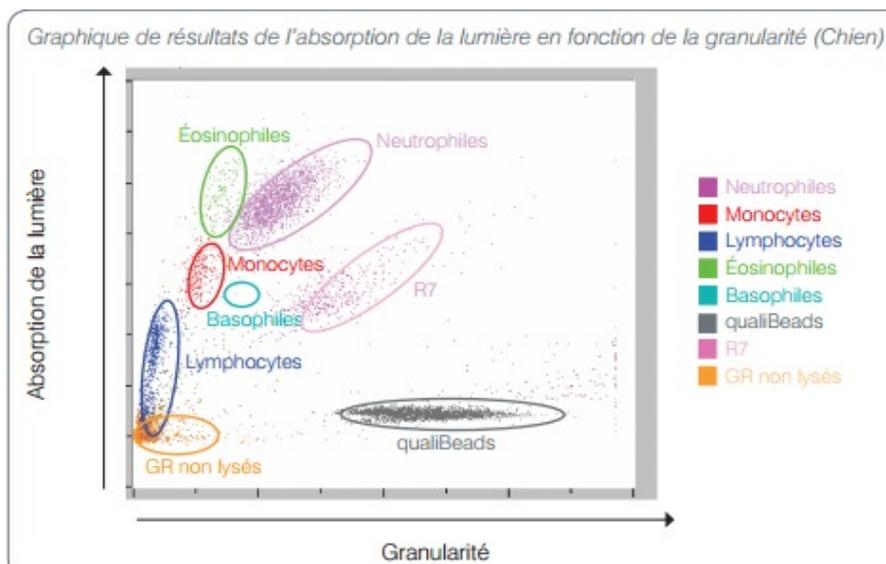


Figure 6 : Résultats de la deuxième phase d'analyse.

R7 correspond aux fragments de cellules (à cause de la lyse des érythrocytes), et qualiBeads sont les perles de latex (test de fiabilité des résultats)

Source [9]

1.2.3. Les paramètres mesurés par le Lasercyte™

En plus du comptage de chaque lignée cellulaire sanguine, le Lasercyte™ fournit d'autres valeurs [7] [9].

1.2.3.1. Les valeurs concernant la lignée érythrocytaire

Les érythrocytes (GR sur la feuille de résultats d'une analyse) sont dénombrés par le Lasercyte.

L'hématocrite (HCT) correspond à la part du volume occupé par la population des érythrocytes dans le sang. Elle s'obtient hors automate après centrifugation d'un sang non coagulé en faisant le rapport de la hauteur du culot d'érythrocytes par la hauteur totale et s'exprime en pourcentage.

Le taux d'hémoglobine (HGB) représente la masse d'hémoglobine présente par unité de volume. Elle s'obtient après la lyse des hématies avec une méthode de spectrophotométrie.

Le volume globulaire moyen (VGM) correspond au volume moyen d'un érythrocyte. Elle est calculée en faisant le rapport de l'hématocrite (exprimé en pourcentage et multiplié par 10) par la numération érythrocytaire. Cette valeur permet de définir la population érythrocytaire de normocytaire, microcytaire ou macrocytaire selon s'il est respectivement dans l'intervalle de référence, en dessous ou au dessus.

La teneur globulaire moyenne en hémoglobine (TGMH) est la quantité d'hémoglobine présente en moyenne dans un globule rouge. Elle est calculée en faisant le rapport du taux d'hémoglobine par la numération globulaire.

La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH) est la concentration moyenne de l'hémoglobine dans les globules rouges. On la calcule en effectuant le rapport du taux d'hémoglobine par l'hématocrite.

Ces deux dernières valeurs permettent de qualifier la population des globules rouges, elle est dite normochrome lorsque les deux valeurs sont dans les intervalles de références, hypochrome lorsque les deux valeurs ou l'une des deux sont en dessous des seuils.

L'indice de distribution érythrocytaire (IDR) ou red blood cell distribution width (rdw), aussi appelé index d'anisocytose. Ce coefficient correspond à la variation de volume des hématies. Chaque automate a une méthode de calcul différent de ce paramètre, il peut être estimé en regardant la répartition des hématies sur le graphisme donné par le Lasercyte™, plus la plage est étendue, plus l'IDR est élevée, et la population hétérogène en volume.

Les réticulocytes (RETIC) sont aussi dénombrées par le Lasercyte, il fournit également le **pourcentage de réticulocytes (%RETIC)** en effectuant la division du nombre de réticulocyte par la population de globules rouges.

1.2.3.2. Les valeurs concernant la lignée leucocytaire

Le Lasercyte™ est capable de différencier toutes les cellules de la lignée blanche, il peut donc ainsi dénombrer **les leucocytes (GB sur la feuille de résultats d'une analyse), les lymphocytes (LYM), les monocytes (MONO), les granulocytes neutrophiles (NEU), les granulocytes éosinophiles (EOS) et les granulocytes basophiles (BASO).**

A partir du nombre de globules blancs dans l'échantillon, il calcule la proportion de chaque lignée et les exprime ensuite en pourcentage (par exemple %MONO).

1.2.3.3. Les valeurs concernant les plaquettes

Le volume plaquettaire moyen (VPM), l'indice de distribution plaquettaire (IDP), le plaquettocrite (PCT) sont trois valeurs données par le Lasercyte pour caractériser les plaquettes en plus de la numération plaquettaire. C'est l'équivalent respectivement du VGM, IDR et HCT.

Ce sont des valeurs très peu utilisées en médecine vétérinaire à l'heure actuelle.

Pour la majorité des valeurs données par l'automate, des intervalles de référence sont fournis en même temps. Nous allons maintenant nous intéresser aux causes qui sont susceptibles de modifier les paramètres sanguins. Les causes peuvent être classées en deux catégories : celles dites physiologiques et celles pathologiques.

1.3. Variations physiologiques des différentes lignées sanguines

1.3.1. Variations physiologiques des valeurs leucocytaires

1.3.1.1. Influence de l'âge

Les concentrations les plus élevées en leucocytes se retrouvent chez le chiot, dans les premières semaines de vie. La valeur ne cesse de diminuer au cours de la vie de l'animal, quelle que soit la race (HARPER *et al.* [14]).

1.3.1.2. La leucocytose physiologique

La leucocytose physiologique est une leucocytose qui peut apparaître après une activité intense, une peur ou une excitation. Elle est associée le plus souvent à une neutrophilie, et à une lymphocytose. Les effets sont très courts, ils apparaissent en quelques minutes et disparaissent trente minutes après la stimulation. Elle est liée à la sécrétion d'adrénaline.

Elle est plus marquée chez les jeunes chiens.

En ce qui concerne la neutrophilie, c'est une pseudo-neutrophilie. Les automates mesurent les granulocytes circulants, or il existe également des granulocytes marginés. Ces derniers sont ceux accolés à l'endothélium des vaisseaux, l'adrénaline provoque la démargination augmentant ainsi les granulocytes circulants.

Pour la lymphocytose, elle est rarement observée (surtout chez les chats), elle serait liée à une mobilisation des lymphocytes depuis le canal thoracique.

Les éosinophiles et monocytes eux restent dans les valeurs usuelles ou peuvent être légèrement augmentés (CHABANNE [6]).

1.3.1.3. La formule de stress

La formule de stress est une leucocytose accompagnée d'une neutrophilie, une lymphopénie, une éosinopénie et parfois une monocytose. Le mécanisme est différent de celui de la leucocytose physiologique, elle survient après une augmentation de la sécrétion de corticoïdes, ou son administration. La leucocytose de stress peut monter jusqu'à $40 \times 10^9/L$, alors que les valeurs usuelles sont entre 5 et $17 \times 10^9/L$ [6].

Deux mécanismes sont à l'origine de cette neutrophilie :

- diminution de la migration des neutrophiles circulant vers le secteur tissulaire,
- mobilisation accrue des neutrophiles de la moelle osseuse.

La lymphopénie découle d'une modification de la circulation lymphocytaire avec une accumulation des lymphocytes dans le secteur lymphatique.

L'éosinopénie résulte elle d'une inhibition du passage des éosinophiles matures de la moelle vers le secteur sanguin, ainsi qu'une rétention des éosinophiles dans les tissus.

La monocytose a pour origine une mobilisation des monocytes marginés.

Une douleur, des lésions traumatiques ou chirurgicales peuvent déclencher cette sécrétion de corticoïdes.

Le retour à la normale s'effectue en quelques heures lors de l'injection unique de corticoïde, ou en plusieurs jours lors d'injection de forme retard. Les neutrophiles sont les premiers à revenir dans les valeurs usuelles [6] [3].

1.3.1.4. La gestation

Les leucocytes peuvent monter jusqu'à $19 \times 10^9/L$ pendant la gestation, la diminution a lieu pendant la lactation. Cette augmentation est liée au stress généré par la gestation [3].

1.3.2. Variations physiologiques des valeurs érythrocytaires

1.3.2.1. Influence de l'âge

La numération en érythrocytes ne cesse d'augmenter pendant les premiers mois de vie de l'animal, les valeurs usuelles sont atteintes entre 6 mois et un an. Les nouveau-nés eux possèdent des globules rouges immatures avec un VGM élevé, les valeurs de l'âge adulte sont atteintes dès l'âge de 4 semaines [14].

Le taux d'hémoglobine et l'hématocrite suivent la même évolution que les érythrocytes pendant les premiers mois.

1.3.2.2. Effet du stress

Une érythrocytose peut apparaître en cas de stress au moment de la prise de sang, cette dernière est due à une contraction de la rate. La rate peut contenir de 30 % à 50 % du nombre total des érythrocytes chez les espèces sportives (HSIA *et al.* [15]), cette fonction est moindre chez les espèces plus sédentaires. Cela permet d'augmenter de 12 % à 30 % la consommation d'oxygène (ROVIRA *et al.* [36]).

1.3.2.3. Effet de l'exercice

L'hématocrite après un exercice augmente de 21 % (de 48 à 58 %) ce qui permet d'apporter plus d'oxygène aux organes [36]. Ceci est valable pour les exercices qui dépendent d'un métabolisme anaérobie, donc plutôt les exercices sur le long terme, ce qui est confirmé par une valeur de lactates dans les normes usuelles. Cette augmentation d'hématocrite est liée à une plus grande mobilisation des érythrocytes depuis la rate, le VGM restant inchangé.

Cette contraction de la rate est sous la dépendance des amines sympathomimétiques (adrénaline, noradrénaline, phényléphrine). La demande accrue en oxygène des tissus déclenche la sécrétion (SATO *et al.* [39]).

Elle permet également de compenser tout phénomène pathologique qui entrainerait une diminution d'apport en oxygène.

1.3.2.4. Déficit en oxygène

Le manque d'oxygène peut être relatif comme lors d'un exercice, le métabolisme demandant un apport accru en oxygène ou réel par exemple en altitude.

En cas de déficit réel, l'hématocrite et la concentration en hémoglobine augmentent, on parle souvent de polyglobulie induite. Elle augmente la viscosité du sang, ce qui entraîne une augmentation des résistances vasculaires périphériques, et donc une diminution du volume d'oxygène délivré. C'est un exemple de mauvaise adaptation à l'environnement (STORZ *et al.* [42]). Chez l'Homme, cela est responsable du mal chronique des montagnes.

Cet effet n'est observé que lorsque l'augmentation n'est pas transitoire. Lors d'un exercice, l'apport de cellules par la rate est bénéfique malgré l'augmentation des résistances vasculaires provoquées.

1.3.3. Variations physiologiques des valeurs plaquettaires

1.3.3.1. Pseudothrombocytose

Il est possible d'observer une thrombocytose suite à une erreur de lecture de la part de l'automate. Cela dépend de l'automate utilisé. Il peut identifier comme plaquettes des petits morceaux d'érythrocytes, surtout s'il y a une hémolyse, des fragments de leucocytes, ou d'autres fragments cellulaires (RUSSEL [37]).

Il est alors important de vérifier à l'aide d'un frottis la véracité des données fournies par l'automate.

1.3.3.2. Thrombocytose physiologique

Tout comme pour les autres lignées sanguines, une partie des thrombocytes est stockée par la rate, on estime qu'environ un tiers des plaquettes y sont stockées. Ce mécanisme est sous le contrôle de l'épinéphrine. Une thrombocytose peut donc avoir lieu lors d'un stress ou pendant un exercice [37].

1.3.3.3. Induites par des médicaments

Deux médicaments ont été identifiés comme entraînant une thrombocytose : la vincristine et l'épinéphrine. Le mécanisme pour l'épinéphrine est la même que pour la thrombocytose physiologique. La vincristine améliore la thrombopoïèse [37].

1.3.3.4. Thrombocytopénie

La majorité sont des pseudothrombocytopénies puisqu'elles ne sont pas réellement présentes [37].

Elles ont plusieurs origines :

- débit faible lors de la prise de sang, ou plusieurs essais : l'activation plaquettaire a déjà lieu pendant la prise de sang, minimisant ainsi le comptage des plaquettes ensuite par l'automate, puisque des amas plaquettaires ont eu le temps de se former,
- Utilisation d'anticoagulant surtout l'EDTA : cela a été mis en évidence chez l'Homme, et chez le chien. Il semble en effet qu'une prise de sang réalisée dans les bonnes conditions suffise pour avoir le bon résultat chez un chien. (WILLS et WARDROP [46]).

Des vraies thrombocytopénies peuvent être observées ; deux races ont été identifiées comme pouvant avoir des valeurs en dessous des normes de référence : le Cavalier King Charles et les lévriers.

1.4. Variations pathologiques des lignées sanguines

1.4.1. Variations pathologiques de la lignée érythrocytaire

1.4.1.1. Les anémies

1.4.1.1.1. Classification des anémies

Pour définir une anémie, l'hématocrite (HCT), le nombre de globules rouges (GR) ou le taux d'hémoglobine (HGB) peuvent être utilisés. Les autres paramètres de la lignée rouge servent à caractériser l'anémie, et même parfois à trouver la cause (TVEDTEN [44]).

La gravité d'une anémie peut s'évaluer en fonction de la valeur de l'HCT. Entre 30 et 39 %, l'anémie est légère, alors qu'entre 13 et 19 % elle est sévère.

Ensuite l'anémie est divisée en deux grandes catégories, celles dites régénératives et les aré régénératives. Si la numération des réticulocytes est inférieure à $60 \times 10^3/\mu\text{L}$, on parle d'anémie aré régénérative, à $150 \times 10^3/\mu\text{L}$ on parle d'anémie hyporégénérative, à $300 \times 10^3/\mu\text{L}$ la régénération est qualifiée de modérée, et forte pour toutes les valeurs supérieures à $500 \times 10^3/\mu\text{L}$.

Il faut aussi adapter son diagnostic à la sévérité de l'anémie observée, et à sa durée d'installation [44].

Cette distinction permet de déterminer l'origine de l'anémie. En cas d'anémie régénérative, la cause est une perte d'érythrocytes par l'organisme ou une lyse des érythrocytes. En ce qui concerne les anémies non-régénératives l'origine vient de l'hématopoïèse, donc de la moelle osseuse.

La réponse d'un organisme à une anémie n'est pas immédiate, le pic de réticulocytes est observé en moyenne après 4 à 8 jours, il est donc important de le considérer au moment de caractériser l'anémie. Si l'anémie dure depuis moins de 4 jours, on ne peut pas conclure sur le caractère aré régénératif avec la valeur de réticulocytes [44].

Comme il a été vu précédemment (cf. 1.2.3.1), on classe ensuite les anémies en fonction du VGM, du TCMH et du CCMH.

Une numération formule complète est essentielle pour définir une anémie, l'hématocrite seul ne suffit pas.

1.4.1.1.2. Les anémies régénératives

1.4.1.1.2.1. Les anémies par perte

Les causes d'hémorragies sont variées. On y trouve tous les traumatismes comme les accidents de la voie publique, une plaie profonde, les brûlures et tout acte chirurgical. Des tumeurs intestinales, des ulcères du tractus digestif peuvent provoquer également des pertes importantes de sang.

Quand une infestation parasitaire est sévère, elle peut aboutir à une perte de sang, comme lors de coccidiose, d'une infestation par des puces ou des ankylostomes.

Tout trouble de la coagulation peut entraîner rapidement une hémorragie à la moindre perturbation (un choc même non violent par exemple), un trouble plaquettaire a le même effet. Une coagulation intra-vasculaire disséminée (CIVD) aboutit à une hémorragie une fois que tous les facteurs de la coagulation ont été consommés [44].

Quelques maladies héréditaires entraînent des troubles de la coagulation, comme la maladie de Von-Willebrand.

1.4.1.1.2.2. Les anémies hémolytiques

Plusieurs causes sont à l'origine d'anémies hémolytiques :

- auto-immunes,
- à corps de Heinz (hémoglobine ayant subi une oxydation),
- toxicologiques,
- parasitaires,
- bactériennes,
- héréditaires.

Les causes d'anémie auto-immune hémolytique (AHAI) sont nombreuses. Parmi les AHAI secondaires, on peut citer les tumeurs comme les lymphomes, les hémangiosarcomes ; mais aussi des infestations par des parasites ou des infections bactériennes, par exemple la leishmaniose, la babésiose, la rickettsiose, l'ehrlichiose.

Des anémies avec des corps de Heinz sont observées dans certaines intoxications, par les oignons, le cuivre, ou le bleu de méthylène [44].

Une intoxication au zinc peut aussi provoquer une anémie.

Les principaux parasites responsables d'anémie sont *Anaplasma*, *Babesia*, *Haemobartonella*, mais on peut aussi trouver d'autres parasites comme *Eperythrozoon*, *Theileria*, *Trypanosoma*, *Sarcocystis*, *Cytauzoon*.

Pour les bactéries, les plus fréquemment observées sont *Leptospira* et *Clostridium*.

Les anémies héréditaires peuvent être par exemple la déficience en une enzyme spécifique de la lignée sanguine. Il est connu aussi un déficit en pyruvate kinase, et en glucose-6-phosphate déshydrogénase [44].

1.4.1.1.3. Les anémies arégénératives

1.4.1.1.3.1. Par modification tissulaire de la moelle

Une infiltration cellulaire par des cellules tumorales de la moelle osseuse est possible, on parle de myéloptisie. On peut citer par exemple le myélome multiple, la myélofibrose, ou la leucémie (envahissement par des cellules hématopoïétiques tumorales) [44].

1.4.1.1.3.2. Hypoplasie et aplasie médullaire

Plusieurs causes sont identifiées comme provoquant une hypoplasie de la moelle :

- une médiation immune centrale,
- un toxique : plomb,
- médicamenteuse (par exemple traitement hormonal aux œstrogènes), chimiothérapie,

- une carence en fer, en vitamine B12,
- une myélodysplasie soit primaire (déficit en enzyme), soit secondaire (toxine, médicamenteuse),
- un déficit en EPO, le plus souvent observé lors d'insuffisance rénale chronique,
- Pure Red Cell Aplasia : diagnostic par exclusion, l'origine est inconnue.

La myélodysplasie est caractérisée par une cytopénie et des changements de structures d'une ou plusieurs cellules de la lignée sanguine. Une modification de la croissance, de la différenciation, et une augmentation de l'apoptose des cellules hématopoïétiques sont à l'origine des modifications observées.

L'hémoglobine contient un hème avec du fer. La carence en ce dernier explique le déficit de synthèse. Cette carence peut être d'origine nutritionnelle (très rare). Le plus souvent un défaut d'absorption (par exemple lors d'inflammation chronique du tractus digestif) ou un excès de consommation (saignements chroniques) en est à l'origine.

La carence en vitamine B12 entraîne une anémie. En effet cette dernière est primordiale dans la synthèse d'ADN par l'organisme, sa carence entraîne une diminution de la production par la moelle osseuse [44].

1.4.1.2. Les érythrocytoses

1.4.1.2.1. Les érythrocytoses relatives

Les érythrocytoses relatives sont les plus fréquemment rencontrées en médecine. Le nombre total d'érythrocytes reste inchangé, mais on observe une augmentation de l'hématocrite. Cela est dû à une perte de fluide par l'organisme, la proportion de plasma est donc moins importante, et la phase cellulaire apparaît plus importante. Toutes les causes de déshydratation peuvent aboutir à cette érythrocytose : diarrhée, vomissements, polyurie sans augmentation de la prise de boisson.

La contraction de la rate en cas de stress ou d'excitation peut aboutir à ce même résultat (cf. 1.3.2.3.) (RANDOLPH *et al.* [34]).

1.4.1.2.2. Les érythrocytoses vraies

Elles sont définies par une augmentation du nombre d'érythrocytes. Elles peuvent être primaires ou secondaires.

L'érythrocytose primaire (ou Polycythémia Vera chez l'Homme) est liée à une augmentation des précurseurs de la lignée rouge. L'origine chez le chien de la prolifération des précurseurs n'est pas connue. Elle touche plutôt les chiens autour de 6-7 ans, et plus souvent les femelles.

L'érythrocytose secondaire est liée à une surproduction de l'EPO. Elle peut être physiologique lors d'hypoxie (cf. 1.3.2.4.) ou pathologique.

L'hypoxie peut être observée lors d'un déficit cardiaque, par exemple lors de maladie congénitale comme la tétralogie de Fallot, un trouble respiratoire (dyspnée chronique par exemple qui peut être observée chez les races brachycéphales) ou tout défaut de transport par l'hémoglobine de l'oxygène. L'augmentation de la production de l'EPO peut être provoquée par une tumeur rénale qui touche les cellules responsables de sa sécrétion. Une hypoxie localisée au rein provoque également une augmentation de synthèse d'EPO.

Des endocrinopathies peuvent aussi provoquer une érythrocytose, par exemple lors d'une augmentation du cortisol ou d'androgènes. Le plus souvent l'érythrocytose est légère et on l'observe par un contrôle de routine pour un suivi d'une endocrinopathie [34].

1.4.2. Variations pathologiques des lignées leucocytaires

1.4.2.1. Variations pathologiques des granulocytes neutrophiles

1.4.2.1.1. Les neutropénies

La neutropénie est la leucopénie la plus fréquemment observée. La valeur d'alerte est différente selon l'automate utilisée, la moyenne se situe autour de $3,0-4,0 \times 10^9$ cellules/L (LEDIEU [17]). Elles sont moins fréquentes que les neutrophilies chez les chiens.

Trois mécanismes sont à l'origine de ces neutropénies :

- diminution de la production par la moelle osseuse,
- augmentation de la margination des cellules dans le réseau vasculaire,
- consommation massive par les tissus dépassant la production de la moelle.

Pour chaque mécanisme, les causes peuvent être multiples.

1.4.2.1.1.1. Les neutropénies par diminution de la production

Elles peuvent être observées après un traitement par des rayons ionisants, par certaines molécules de chimiothérapie. Ces traitements ont pour but de traiter les tumeurs, et donc viser les cellules à haut pouvoir de division cellulaire comme la moelle osseuse. Avant chaque séance, il est donc recommandé d'effectuer une numération formule et sanguine. Si la séance précédente a trop diminué les paramètres sanguins, la séance est repoussée. La neutropénie est observée après plusieurs jours [17].

Les œstrogènes peuvent diminuer la production médullaire, la mise en place de traitement hormonale nécessite une surveillance, par exemple lors d'incontinence urinaire chez les chiennes stérilisées âgées.

D'autres molécules sont aussi responsables de neutropénie. On peut citer deux antibiotiques : l'association triméthoprime-sulfadiazine et les céphalosporines (SCHULTZE [40]).

Certaines infections agissent sur la moelle osseuse, la plus souvent rencontrée est la parvovirose, le virus est toxique pour les cellules souches. Dans 30 % des cas d'ehrlichiose chronique, on peut observer une diminution de production des neutrophiles.

Tout comme pour les érythrocytes, une carence en vitamine B12, ou un défaut d'absorption rencontrée chez quelques Schnauzer géant diminue la production de la moelle. De même, tout remplacement de la moelle osseuse (myélophthisie) provoque la diminution de production de toutes les cellules.

Des maladies auto-immunes sont également responsables de neutropénie, par exemple une maladie autosomique récessive du gène AP3 (codant pour une protéine de transport) a été retrouvée chez des lignées de colley gris modifiant l'activité d'une enzyme (une élastase) nécessaire à la production des neutrophiles [17].

1.4.2.1.1.2. Les neutropénies par augmentation de la margination

Deux causes sont à l'origine d'une augmentation de la margination : le choc anaphylactique et les endotoxines. Elle est rarement observée lors d'une consultation de par son aspect rapide, précoce et transitoire [17].

1.4.2.1.1.3. Les neutropénies par consommation par les tissus

La cause principale est souvent infectieuse : des bactéries (par exemple *Ehrlichia*), des virus (parvovirose, le virus de la maladie de Carré), des parasites (*Babesia*). Des infections purulentes aiguës des poumons, du tractus digestif, de l'utérus peuvent provoquer une neutropénie modérée [17].

1.4.2.1.2. Les neutrophilies

La valeur d'alerte est différente selon l'automate utilisé, usuellement une neutrophilie est définie quand la valeur dépasse $12,0 \times 10^9$ cellules/L [17].

Parmi les causes de modifications les plus fréquentes autre que physiologique (ou cortico-induite), on observe les inflammations.

La formule de stress décrite dans la partie sur les variations physiologiques peut aussi être provoquée par une douleur ou des lésions traumatiques.

1.4.2.1.2.1. Les neutrophilies d'origine inflammatoire

Il existe quatre types d'inflammation :

- **Suragüe** : on observe une **neutropénie transitoire** par réduction de la durée de vie des neutrophiles, une margination et une migration vers les tissus. Ces effets s'observent 1 à 3 heures après (par exemple lors d'un choc endotoxinique). Elle ne persiste qu'entre 2 et 3 heures. Si l'animal survit il passe ensuite à un processus inflammatoire aigu. En parallèle, une **lymphopénie et éosinopénie** peuvent être présentes liés au stress provoqué par l'état de choc.
- **Aigue** : on observe une **neutrophilie** entre 6 et 8 heures après le stimulus initial, la moelle osseuse les relargue dans la circulation en plus grande quantité que les tissus les consomment. On observe en parallèle une **éosinopénie et lymphopénie** liées à la libération de corticoïdes endogène.
- **Subaiguë** : on observe la formation d'un granulome sur le site de l'inflammation entre 24 et 48h après le stimulus initial. La neutrophilie est moins importante que pendant la phase aigue.
- **Chronique** : elle apparait après plusieurs jours ou semaines, la prise de sang révèle une leucocytose avec une **neutrophilie modérée**, on observe en parallèle une modification de structure de la moelle osseuse qui s'adapte à la demande accrue en leucocytes des tissus. La **monocytose** est l'anomalie la plus souvent associée [17] [40].

Les causes d'inflammations sont très nombreuses, on y retrouve de nombreuses infections, le plus souvent ce sont les lésions purulentes locales qui entraînent les plus fortes neutrophilies plutôt qu'une atteinte généralisée comme une septicémie.

1.4.2.1.2.2. Les autres causes de neutrophilies

- Neutrophilie et tumeurs

Les tumeurs peuvent provoquer des neutrophilies, la nécrose ou la surinfection de la lésion provoquent une inflammation. Mais il existe aussi un syndrome paranéoplasique, la tumeur pouvant sécréter de la G-CSF (granulocyte-colony stimulating factor) ou une molécule équivalente qui favorise la production de granulocytes par la moelle osseuse. Cela a été retrouvé dans des cas de polypes rectaux, carcinomes rénaux, adénocarcinomes pulmonaires et de fibrosarcomes [10].

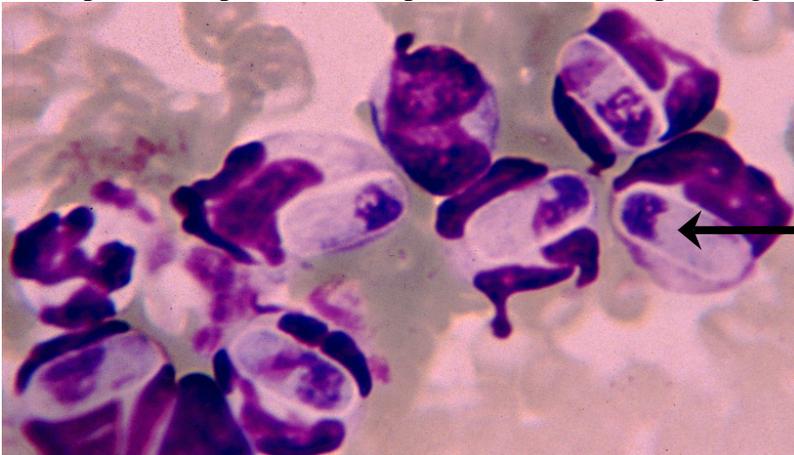
Il existe une leucémie qui touche un précurseur des granulocytes neutrophiles, la leucémie myéloïde chronique neutrophilique. La neutrophilie est alors très marquée, et on observe de nombreuses cellules immatures (myélocytes, promyélocytes). Selon le degré d'envahissement de la moelle, une thrombopénie et une anémie arégénérative peuvent être associées. L'infiltration myéloïde peut atteindre d'autres organes, on observe alors une hépatomégalie et une splénomégalie [17].

- Neutrophilie lors d'hémolyse ou d'hémorragie

L'effet du stress et la sécrétion de corticoïdes aboutissent à cette neutrophilie. On l'observe souvent lors d'hémolyse d'origine auto-immune. En ce qui concerne l'hémorragie, la neutrophilie est transitoire et observée quelques heures après [17].

- Neutrophilie et hépatozoonose

L'hépatozoonose est rare en France, et surtout observée au Sud-est de la France (PORTRON [31]). La neutrophilie peut être très sévère ($>100\ 000$ cellules/ μL). On retrouve le parasite à l'intérieur des neutrophiles (cf. photo 3). Elle peut être transmise par l'ingestion de tiques.



*Photo 3 : Inclusion de
Hepatozoon dans des
neutrophiles*
Source [31]

- Neutrophilie et maladie auto-immune

Dans certaines maladies auto-immunes, une neutrophilie peut être observée : Lupus, polymyosite, arthrite rhumatoïde par exemple.

- Les neutrophilies congénitales

Elles sont rares et souvent diagnostiquées après exclusion de toutes les autres causes de neutrophilie.

Le déficit en intégrine $\beta 2$ empêche les neutrophiles d'adhérer à l'endothélium vasculaire, elle a été observée chez des Setter irlandais [17].

L'hématopoïèse cyclique est caractérisée par une fluctuation cyclique de toutes les cellules de la lignée sanguine, elle a été observée chez les Colley gris [17].

- Réaction « leucémoïde »

L'origine de son nom vient du fait que l'analyse donne les mêmes résultats qu'une leucémie. A l'hémogramme, on observe une leucocytose neutrophilique (>100 000 cellules / μ L de sang). La différenciation avec une leucémie peut se faire à l'examen cytologique puisque dans les leucémies les cellules peuvent présenter des anomalies cytologiques. En l'absence d'anomalie, il sera nécessaire de réaliser un examen de la moelle osseuse.

Les causes de cette réaction sont assez nombreuses : des lésions suppurées chroniques peuvent provoquer cette neutrophilie sévère (pyomètre, abcès, pyothorax, pyodermite), l'hépatozoonose, des causes tumorales (surtout par processus paranéoplasiques), les maladies auto-immunes et les maladies congénitales (exemple : le déficit en facteur d'adhérence aux leucocytes) [40].

1.4.2.2. Variations pathologiques des granulocytes éosinophiles

1.4.2.2.1. Les éosinophilies

La valeur de référence dépend de l'automate utilisée, la valeur de référence citée est souvent 1300 cellules/ μ L (LEDIEU [18]).

La cause la plus fréquente chez le chien est l'infestation parasitaire. La variation est plus souvent observée avec un endoparasite qu'un ectoparasite. En effet les parasites avec un cycle qui comprend une migration tissulaire ou une phase de contact prolongée avec les tissus déclenchent une réponse plus importante.

La seconde cause d'éosinophilie est la réaction d'hypersensibilité. On y trouve les réactions inflammatoires à expression cutanée (prurigineuse le plus souvent), oculaire, respiratoire, digestive. On peut citer par exemple les granulomes oraux, les granulomes éosinophiliques digestifs.

Quelques infections fongiques provoquent des éosinophilies, comme l'aspergillose.

Des tumeurs peuvent aussi modifier la numération éosinophilique, ce sont des syndromes paranéoplasiques comme lors de fibrosarcomes, carcinomes mammaires ou mastocytoses. Une leucémie myéloïde peut aussi affecter la lignée des éosinophiles.

Il est parfois possible d'observer des éosinophilies très marquées : les leucémies éosinophiliques et les syndromes hyperéosinophiliques. La distinction entre ces deux affections est difficile, on peut trouver des myélocytes dans le cas de leucémie, et plutôt des cellules matures dans le cas du syndrome hyperéosinophilique. Cela reste des affections rares chez les carnivores domestiques.

Il est aussi possible de provoquer une éosinophilie par l'administration de médicaments, cela a été observé avec la tétracycline et l'injection d'interleukine 2 recombinante [18].

1.4.2.2.2. Les éosinopénies

Souvent les valeurs de références basses sont proches de 0 cellule, il est donc difficile de définir une valeur pour parler d'éosinopénie. Une absence d'éosinophiles sur un frottis peut déjà orienter mais sans certitude.

Comme vu dans le 1.3.1, les corticoïdes peuvent provoquer une éosinopénie, dans le cas d'un stress qu'il soit physique ou émotionnel, une inflammation qui provoque un décharge de corticoïdes ou un syndrome de Cushing ont les mêmes effets. L'effet d'une injection de corticoïdes apparait entre 1 et 6 heures, et le retour de la normal dans les 12-24 heures [18].

1.4.2.3. Variations pathologiques des granulocytes basophiles

Actuellement la valeur de référence basse est souvent de 0 cellule, il est donc très difficile de parler de « basopénie » chez les carnivores domestiques, cette dernière n'est pas documentée en médecine vétérinaire [40].

On parle de basophilie lorsqu'on observe une augmentation significative et persistante de leur nombre. Selon les auteurs, la valeur de référence pour définir une basophilie est de 100 ou 200 cellules/ μ L (LEDIEU [19]).

La basophilie est le plus souvent associée à une éosinophilie, on retrouve ainsi certaines causes déjà vues dans les cas d'éosinophilies.

La cause la plus fréquente de basophilie chez le chien est l'infection par le parasite *Dirofilaria immitis*, d'autres parasites peuvent provoquer cette modification.

On retrouve comme pour l'éosinophilie les réactions d'hypersensibilité, les tumeurs et syndrome paranéoplasiques. La leucémie basophile est très rare [19].

En ce qui concerne les médicaments, des basophilies ont été observées avec de l'héparine et la pénicilline [40].

1.4.2.4. Variations pathologiques des monocytes

Tout comme pour les basophiles, la valeur de référence basse est proche de 0 cellule, la monopénie est donc non documentée en médecine vétérinaire (LEDIEU [20]).

En revanche on parle de monocytose lorsque la valeur dépasse 1400 cellules/ μ L [40]. Elle est souvent associée à une neutrophilie. Elle indique soit une inflammation, soit une demande accrue en macrophages, soit une nécrose tissulaire.

Parmi les principales causes de lésions inflammatoires avec une monocytose, on peut citer les septicémies, les endocardites, les anémies hémolytiques, les suppurations, les inflammations granulomateuses.

La monocytose peut être associée à des tumeurs également : polype rectal, histiocytose maligne, lymphome. Il existe également une leucémie myélomonocytaire.

Les hémorragies et les maladies auto-immunes modifient aussi également le taux des monocytes [20].

1.4.2.5. Variations pathologiques des lymphocytes

Parmi toutes les cellules de la lignée leucocytaire, les lymphocytes représentent la deuxième population en importance. Il est impossible de distinguer par l'automate ou au microscope les populations T et B. Les lymphocytes T sont majoritaires dans le sang, leur durée de vie est supérieure à celle des LB elle peut varier de quelques mois à des années contrairement aux LB (quelques jours à semaines) [40].

1.4.2.5.1. Les lymphocytoses

On parle généralement de lymphocytose quand le taux dépasse 2900 cellules/ μ L [40], cette valeur est très variable d'un auteur à un autre (ou d'un automate à un autre), certains définissent le seuil à 4800 cellule/ μ L (LEDIEU [21]).

Toute maladie qui provoque une persistance de la stimulation antigénique provoque une lymphocytose : aspergillose, babésiose, brucellose, leishmaniose, ehrlichiose chronique par exemple. La plupart des maladies chroniques ou avec une réaction inflammatoire peuvent faire augmenter le taux de lymphocytes circulants. Par extension, une vaccination a exactement les mêmes effets, c'est d'ailleurs l'effet recherché par cette dernière.

La deuxième cause est tumorale, on peut citer les leucémies lymphoïdes, les lymphomes et les thymomes. On peut alors trouver des valeurs très élevées surtout dans le cas des leucémies lymphoïdes (>100 000 cellules/ μ L), avec des cellules plus petites que la moyenne ou immatures, une infiltration des organes hématolymphopoiétiques est aussi possible.

La dernière cause est sous la dépendance des corticoïdes. En effet dans moins de 20 % des cas d'hypocorticisme ou maladie d'Addison une lymphocytose est associée. Il faut donc penser en consultation que si un chien très stressé à une numération lymphocytaire normale, cela peut cacher un trouble hormonal [21].

1.4.2.5.2. Les lymphopénies

On parle de lymphopénies lorsque la numération est inférieure à 400 cellules/ μ L.

Trois causes principales sont identifiées [21] :

- une diminution de la production, ou une modification de la remise en circulation des lymphocytes,
- une augmentation de la destruction,
- une perte de lymphocytes.

Il existe également des déficits immunitaires congénitaux, notamment retrouvé chez le basset hound et le Jack Russel.

1.4.2.5.2.1. Les lymphopénies par diminution de la production ou modification de la remise en circulation des lymphocytes

En cas d'infection, les lymphocytes peuvent être recrutés par les nœuds lymphatiques pour stimuler la production antigénique et être distribués ensuite aux tissus qui en ont besoin. Lorsque les nœuds lymphatiques sont très inflammés, la circulation lymphatique peut être bloquée, la recirculation des lymphocytes est alors plus difficile, et la lymphopénie est aggravée.

D'autres modifications des nœuds lymphatiques peuvent avoir les mêmes effets, par exemple lors d'un lymphome multicentrique [21].

1.4.2.5.2.2. Les lymphopénies par augmentation de la destruction

Généralement les diminutions sont modérées par rapport aux autres causes.

Comme vu précédemment, les corticoïdes influent sur la valeur des lymphocytes. Par conséquent, la corticothérapie fait diminuer la numération lymphocytaire, la maladie de Cushing elle aussi, ainsi que le stress autre que celui lié à la consultation : douleur, état de choc, température du corps anormale, inflammation suraiguë à aiguë.

Quelques virus provoquent des destructions des lymphocytes ou une atrophie de la moelle, on peut citer la maladie de Carré et la parvovirose canine.

Les molécules de chimiothérapie peuvent aussi favoriser la destruction de lymphocytes [21].

1.4.2.5.2.3. Les lymphopénies par perte de lymphocyte

Une perte de lymphocyte dans la lumière du tube digestif est possible. Les entérites ulcéraives, les entérites granulomateuses, la lymphangiectasie, l'entéropathie par perte de protéine peuvent être à l'origine d'une perte de lymphocyte.

Les épanchements de lymphocytes (chylothorax, chylopéritoine) provoquent des lymphopénies, d'autant plus amplifiées par des drainages répétés par le clinicien. Il faut donc réaliser une aspiration seulement si elle est nécessaire pour l'animal [21].

1.4.3. Variations pathologiques des plaquettes

1.4.3.1. Les thrombocytopénies

La thrombocytopénie est la variation plaquettaire la plus souvent rencontrée. Plusieurs causes peuvent aboutir à une diminution du nombre de plaquettes : une production en baisse ou défectueuse, une augmentation de la consommation ou de la perte, une destruction, ou une distribution anormale (RUSSEL [37]).

1.4.3.1.1. Les thrombocytopénies par baisse de production

Le plus souvent plusieurs lignées sont touchées en même temps, mais il est possible que cela ne touche que le stade mégacaryocytes.

Il a été reporté des cas d'hypoplasie ou même d'aplasie d'origine auto-immune touchant spécifiquement les mégacaryocytes.

Toutes les maladies touchant la moelle osseuse peuvent aboutir à une diminution de la production. Comme pour les autres lignées on retrouve les hypoplasies médicaments-induites (par exemple les molécules de chimiothérapie), les toxines provoquant des destructions cellulaires, les infections par certains virus (parvovirose) et les myélophosies (myélofibrose, tumeur primaire ou métastatique) [37].

1.4.3.1.2. Les thrombocytopénies par perte ou consommation

Les thrombocytopénies peuvent apparaître très rapidement, c'est le cas lors d'un traumatisme ou d'une hémorragie. Dans ce genre de cas, elle est transitoire, plutôt modérée et réversible souvent sans traitement spécifique.

En revanche les thrombocytopénies peuvent être très marquées et nécessiter un traitement. La plus commune est la coagulation intra-vasculaire disséminée (CIVD). Il existe aussi le syndrome urémique et hémolytique (HUS), et le purpura thrombocytopénique thrombotique (TTP), ces deux derniers étant plus fréquents en médecine humaine.

La CIVD est une complication de plusieurs maladies souvent d'origine infectieuse, elle peut être suraigüe, aiguë, ou chronique. Elle se caractérise par des hémorragies et des microthromboses.

Dans le cas des infections à bactérie Gram -, le lipopolysaccharide active la coagulation et inhibe les mécanismes de contrôles, d'où un excès de consommation des plaquettes [37].

1.4.3.1.3. Les thrombocytopénies par destruction

On peut les classer en trois catégories : les thrombocytopénies d'origine auto-immune, les thrombocytopénies d'origine non auto-immunes et les causes variées.

Les thrombocytopénies auto-immunes sont liées à la présence d'anticorps qui se fixent sur les plaquettes, et sont ensuite phagocytés par les macrophages dans la rate, le foie et la moelle osseuse. Elles peuvent être primaires, dans ce cas le diagnostic se fait par exclusion et la cause est inconnue, ou secondaires à une infection, tumeur, médicament ou une maladie immunitaire néonatale.

Des agrégations, des phagocytoses peuvent avoir lieu sans processus auto-immun. Ces derniers se retrouvent dans des infections bactériennes ou virales aiguës, ou lors de morsures de serpents. Dans le cas des infections à Gram -, l'endotoxine stimule les monocytes qui sécrètent des thrombines, un agent qui provoque l'agrégation, puis la fixation aux monocytes pour la phagocytose. Pour les Gram+, la toxine agit directement sur les plaquettes.

En ce qui concerne les infections virales, les mécanismes sont très variables d'un virus à l'autre, certains modifient par exemple la structure membranaire des plaquettes comme le virus de Newcastle chez les Oiseaux.

Chez l'Homme certaines atteintes qui perturbent le flux sanguin causent des dommages à l'endothélium des vaisseaux, qui entraînent une activation plaquettaire qui s'étend anormalement, provoquant l'activation du système des phagocytes mononucléés. Les infections touchant l'endothélium des vaisseaux entraînent les mêmes conséquences [37].

1.4.3.1.4. Les thrombocytopénies par distribution anormale

Trente à quarante pourcents des plaquettes sont stockées dans la rate. Le foie et la moelle osseuse peuvent être aussi des sites de stockage. Chez l'Homme, des cas d'hypersplénisme ont été rapportés, jusqu'à 90 % des plaquettes peuvent se retrouver dans la rate, cependant, toutes les splénomégalies ne font pas des hypersplénisme. L'hypersplénisme est une augmentation de l'activité de la rate, aboutissant souvent par la séquestration en quantité anormale d'une ou de plusieurs cellules de la lignée sanguine. Chez le chien, des cas ont été suspectés mais non prouvés [37].

1.4.3.2. Les thrombocytoses

Elles sont beaucoup moins fréquentes que les thrombocytopénies. Deux médicaments peuvent la provoquer, la vincristine et l'épinéphrine (cf. 1.3.3.3).

La plupart des thrombocytoses sont dues à l'activation des cytokines qui stimulent la thrombopoïèse, secondaire à une inflammation ou une tumeur. Parmi les cytokines, la plus souvent retrouvée est l'interleukine-6 qui stimule la production de TPO par les hépatocytes.

On peut aussi noter que le déficit en fer est associé à une thrombocytose, mais le mécanisme est méconnu.

Toutes les tumeurs touchant la lignée des mégacaryocytes provoquent également une thrombocytose comme par exemple la leucémie mégacaryocytaire.

Chez l'Homme, il est décrit une maladie qui provoque une hyperplasie de la lignée mégacaryocytaire dans la moelle et une thrombocytose avec des lignées rouges et blanches dans les

valeurs usuelles : la thrombocythémie essentielle. Elle a également été décrite chez l'animal, le diagnostic se fait par exclusion de toutes les autres causes de thrombocytoses.

Des cas de thrombocytoses héréditaires ont été décrits avec des mutations sur des gènes impliqués dans la thrombopoïèse (par exemple TPO) [37].

Les causes susceptibles d'altérer les paramètres hématologiques sont nombreuses. L'examen clinique est donc indispensable avant de réaliser une numération formule et sanguine pour pouvoir interpréter des modifications de l'hémogramme. Il faut aussi prendre en compte la durée d'installation d'une pathologie avant toute interprétation, la moelle osseuse ne produisant pas instantanément les cellules de la lignée sanguine. L'environnement peut aussi modifier le comptage cellulaire.

2. DÉTERMINATION DE L'INTERVALLE DE RÉFÉRENCE CHEZ LES CHIENS DE TRAVAIL DU 132^{ème} BATAILLON CYNOPHILE DE L'ARMÉE DE TERRE

Le 132^{ème} Bataillon Cynophile de l'Armée de Terre (BCAT) est implanté à Suippes dans la Marne. Son rôle est un appui cynotechnique des unités d'infanterie. Il est subordonné directement au commandement des forces terrestres. Il achète environ 250 chiens par an destinés aux trois armées principalement.

2.1. Site de Suippes

2.1.1. Présentation générale et organisation

Le site de Suippes se trouve dans la Marne, et dépend de l'antenne vétérinaire de Châlons se situant à quelques kilomètres. Le 132^{ème} bataillon est un bataillon cynophile de l'armée de terre (cf. photo 4 pour l'insigne). Environ 500 chiens sont présents sur le site.

Une clinique est présente sur le site, elle appartient au service de santé des armées. Un vétérinaire en chef avec le grade de lieutenant colonel supervise la clinique de Châlons et celle de Suippes. Il gère surtout l'aspect administratif au sein de la clinique du 132^{ème} bataillon. Quatre vétérinaires sont présents sur site ; deux vétérinaires en chef, un vétérinaire principal et un vétérinaire. Un civil assure le secrétariat.

Le personnel technique se compose d'un sous-officier et de quatre militaires de rang (personnels de l'Armée de terre).



Photo 4 : Insigne du 132^{ème} bataillon cynophile de Suippes

La devise « un contre huit » vient de l'époque napoléonienne en l'honneur de sa résistance pendant la bataille de Rosnay L'Hôpital en février 1814

2.1.2. Sélection des chiens

Tous les chiens achetés avant 2013 étaient des mâles. A quelques rares exceptions près (essai, demande particulière), les deux principales races sont le Berger Belge Malinois (BBM) et le Berger Allemand (BA).

Les chiens ont pour origine quatre pays différents : la France, l'Allemagne, la Belgique et le Pays-Bas. La position du bataillon au Nord-est de la France a été choisie pour permettre un accès rapide à ces quatre pays. Les élevages d'origine sont multiples mais l'organisation et la sélection sont bien codifiées.

Des coordinateurs (ou rabatteurs) repèrent les chiens dans les différents élevages, et contactent l'armée. Un officier acheteur est présent dans chaque bataillon, il fait les premiers tests. Il possède une grille d'évaluation des critères pour acheter ou non un chien.

Les critères majeurs sont :

- le côté joueur de l'animal,
- le mordant, il faut une certaine force quand le chien mord, et qui ne lâche pas sa prise facilement,
- la sociabilité avec l'homme et les autres chiens,
- test au coup de feu, l'animal ne doit pas prendre peur.

Si l'animal répond aux critères de l'examineur, il est alors acheté et ramené au bataillon. Les chiens sont achetés autour de 800€ en moyenne.

Un examen clinique complet est réalisé, et il est particulièrement recherché des vices rédhibitoires. En considération de la race et de la future activité, un dépistage de la dysplasie est réalisé automatiquement. Le dépistage est réalisé par le vétérinaire de la clinique dans les conditions de dépistage officiel sauf que la relecture est effectuée au sein de la clinique, mais le système de notation est équivalent. Un chien est exclu s'il est gradué C (avec un ortolani positif).

Tous les chiens sélectionnés ont au minimum 1 an, même si de préférence ils préfèrent que la croissance soit finie au moment de l'achat. Un chien est engagé pour 5 ans de service minimum, et est réformé autour de l'âge 8 ans en moyenne, mais un bon chien peut rester au-delà des 8 ans, certains sont encore présents à l'âge de 12 ans.

2.1.3. Mode de vie des chiens

Une fois un chien acheté, il est placé en transit, c'est-à-dire en quarantaine. Il s'y trouve aussi des chiens qui reviennent d'une mission à l'étranger. Ils y restent 21 jours, le temps de séroconversion pour Ehrlichia. Un Snap-test 4DX est réalisé à la fin de cette période : dépistage de la dirofilariose, l'ehrlichiose, la maladie de Lyme et l'anaplasmose.

Cette période sert aussi de débouillage sur les chiens nouvellement achetés. On les prépare aux exercices mordants, à la sociabilisation.

Les chiens se retrouvent ensuite dans un grand chenil (cf. photo 5 et 6). Après environ 6 mois de présence sur le site, le chien est attribué en adéquation avec le caractère du militaire responsable de l'animal. Les militaires s'engagent pour 5 ans avec l'animal au minimum. Ils s'occupent alors des sorties, des entraînements, de nourrir et nettoyer le chenil de son animal.



*Photo 5 : Chenil principal
du site de Suippes*

*Photo 6 : Lieu de vie
individuel de chaque chien*



L'alimentation pour tous les chiens est fournie par la société Royal Canin, et consiste en une formule spécifique pour les chiens de l'armée, de composition proche de celle utilisée pour les chiens de travail. Les rations sont voisines de 800g par jour en deux repas. La personne responsable du chien peut adapter la quantité à l'évolution du poids de l'animal.

2.1.4. Les entraînements et missions

Les chiens sont divisés en deux catégories :

- chiens dressés pour retrouver des humains,
- chiens dressés pour retrouver des explosifs.

Mais tous les chiens sont dressés aux mordants. Le travail avec les chiens représente 80 % de l'activité des militaires présents sur le site.

Des zones d'entraînements sont présentes sur le site, en plein air ou dans les bois. Une personne équipée d'une manchette se cache plus ou moins loin dans la zone selon la capacité du chien. Le

chien qui doit travailler est alors lâché, et il est dressé à marquer l'arrêt devant la cachette et aboyer pour signaler sa présence. La manchette sert de récompenses pour le chien, pour qu'il associe l'activité à un jeu avec une récompense (cf. photo 7).



*Photo 7 : Entraînement
avec la manchette*

Les chiens sont dressés à attaquer si la personne fuit, et progressivement les cachettes sont plus éloignées, et peuvent même se situer en hauteur. Tous les exercices se font progressivement. Il faut en moyenne entre 6 mois et 1 an pour qu'un chien acquière toutes les capacités demandées.

Un chien peut être appelé à partir en mission à l'étranger ou dans une autre caserne. Cela se fait automatiquement avec la mutation de la personne responsable. Le choix se fait via des entraînements avant la mission pour voir si le chien et son maître sont prêts. Une fois l'animal sélectionné, le rappel de rage est fait ainsi que tous les autres soins pour éviter qu'il soit nécessaire de les refaire pendant la mission. En fonction du pays de destination des tests complémentaires sont réalisés selon la législation du pays. Une mission ne peut pas durer plus de 6 mois pour un chien.

Une fois de retour en France, il repasse par la quarantaine, et ne peut pas faire l'objet d'une visite pour un rappel (les précautions sont prises avant le voyage pour éviter cette situation).

Si le chien est affecté à une autre caserne, son élevage, son alimentation et son entraînement restent inchangés.

2.1.5. La prophylaxie et la gestion des pathologies

Tous les chiens sont vaccinés contre la maladie de Carré, la toux de chenil, l'hépatite de Rubarth, la parvovirose (vaccin CHPPI) et la rage tous les ans. La vaccination contre la leptospirose est refaite tous les six mois, même si un vaccin annuel est indiqué par l'AMM car des leptospires se sont déclarées dans les chenils malgré la vaccination annuelle. A chaque rappel de la vaccination contre la leptospirose, le chien est aussi traité contre les parasites, en vermifugation le traitement est composé de praziquantel, de pyrantel et de fébantel : Drontal™. Des bains ou des pipettes au fipronil : Frontline™ sont utilisés pour traiter les parasites externes. Depuis quelques mois un test est effectué avec des colliers anti-tiques (Scalibor™).

Le pôle santé n'a pas accès au chenil. Ils ne s'occupent que des animaux malades. Les militaires attribués apportent leur animal en cas de problème. La plupart des pathologies concerne les diarrhées et les plaies diverses liées aux courettes (plaie au niveau de la queue par exemple).

Quelques troubles locomoteurs sont rapportés aussi, ainsi que des crocs cassés (remplacés par des implants métalliques bien tolérés). Aucun budget soin n'est alloué à chaque animal, l'animal est donc emmené au moindre problème à la clinique.

La clinique est relativement bien équipée : radiographie, numération formule sanguine, bilan biochimique, gaz du sang, ionogramme. Les vétérinaires sont formés à faire des chirurgies, même de l'orthopédie. Des détartrages sont aussi réalisés régulièrement pour que l'animal garde toutes ses capacités pour les exercices au mordant. Tous les chiens sont suivis à l'aide d'un carnet sanitaire spécifique de l'armée.

2.1.6. Les visites systématiques annuelles (VSA)

Tous les dix ou onze mois, les chiens sont systématiquement vus en consultation. C'est aussi l'occasion de faire le rappel des vaccins à cette date. La visite n'a pas lieu tous les ans par souci logistique, ils se laissent un délai d'un ou deux mois car il n'est pas évident d'organiser le planning pour 500 chiens.

Cette visite comprend un examen clinique complet, ainsi qu'une manipulation de toutes les articulations. Un toucher rectal est effectué chez les chiens de plus de 6 ans, et un ECG s'ils ont plus de 8 ans.

Des examens complémentaires sont réalisés en routine : un prélèvement urinaire pour faire une bandelette urinaire et une densité, et une numération formule et sanguine.

La prise de sang est réalisée avec un tube avec EDTA, à l'aide d'un Vacutainer et d'une aiguille de 0,7mm de diamètre (aiguille de couleur noire). Elle s'effectue au niveau de la veine céphalique des antérieurs, ou de la veine saphène si le chien est un peu agité. Seuls les vétérinaires font les prises de sang.

L'automate utilisé pour réaliser la NFS est un Lasercyte™ de chez Idexx, la mise à jour et l'étalonnage s'effectue automatiquement, et elle est calibrée pour le chien.

Le chien est identifié par son tatouage et son nom, et sur la feuille de résultats il est précisé si la prise de sang a eu lieu lors d'une VSA (cf. [annexe 1](#)). Les feuilles de résultat sont toutes imprimées et archivées.

Si un chien est prévu pour une mission, la VSA est décalée dans le but qu'il soit toujours vacciné contre la rage pendant la mission, une mission ne dure pas plus de 6 mois, il ne risque pas de rater un rappel si une visite est effectuée avant le départ. De ce fait les VSA n'ont pas lieu sur les chiens en transit.

Les VSA ne concernent que des chiens sains cliniquement parlant. La visite est décalée si la personne remarque un trouble chez son animal. Les soins étant gratuits, les chiens sont parfaitement suivis et médicalisés.

2.2. Détermination de l'intervalle de confiance

2.2.1. Matériel et méthodes

2.2.1.1. Objectif

Le but était de déterminer de nouveaux intervalles de confiance sur une population standardisée. Les vétérinaires du centre ne se fient actuellement qu'aux valeurs de référence données par le Lasercyte™, mais celles-ci sont déterminées à partir de chiens de races très variées. Les races sont limitées, tous les chiens ont une activité physique supérieure à la moyenne des chiens de compagnie français, et ils sont tous élevés de la même façon (même environnement, logement, traitement).

2.2.1.2. Circonstances et réalisation des hémogrammes

Les hémogrammes ont été réalisés dans les conditions décrites dans la partie précédente entre août 2005 et novembre 2007 lors de visite systématique annuelle. Toutes les analyses ont été effectuées par le même automate d'hématologie : le Lasercyte™ de chez Idexx. L'automate n'a pas été changé au cours de l'étude, l'étalonnage est automatique. Un contrôle technique est effectué par le laboratoire tous les ans. Seulement quatre vétérinaires consultent, et les prises de sang sont réalisées dans les mêmes conditions pour chaque animal, avec le même matériel.

2.2.1.3. Feuilles de résultats

Avant chaque analyse, le nom de l'animal ainsi que le numéro de son tatouage sont enregistrées.

Les données délivrées sont ensuite archivées dans un classeur présent juste à côté du Lasercyte™.

2.2.1.4. Retranscription des données

A partir de chaque feuille d'analyse, les données sont retranscrites dans un tableur informatique (Microsoft Excel 2003®). Chaque ligne représente un animal, et chaque colonne la valeur donnée par le Lasercyte (cf. [annexes 3 et 4](#)).

En plus des données du Lasercyte™, la date de naissance, la date d'achat, et la date de la prise de sang sont rentrées, ce qui permet de déterminer l'âge ainsi que la durée de présence sur le site de l'animal au moment de l'analyse.

Le numéro de l'analyse, le numéro de tatouage ainsi que la race de l'animal sont aussi présents.

2.2.1.5. Echantillons de l'étude

L'étude porte sur 267 hémogrammes réalisés au cours de visites systématiques annuelles entre août 2005 et novembre 2007.

Seuls 249 dossiers ont été retrouvés dans les archives. Les autres chiens ont donc été exclus de l'analyse. Le dossier de chaque animal est très complet. Ils sont suivis via un carnet sanitaire (un équivalent militaire du carnet de santé (cf. [annexe 2](#))), tous les événements y sont recensés, que ce soient les visites annuelles, ou les visites pour un problème de santé. C'est sur ce carnet que sont indiquées la date de naissance, la race ainsi que la date d'achat de l'animal.

2.2.1.6. Classification par race

Les chiens restants sont tous des mâles, avec 184 Bergers Belges Malinois, 63 Bergers Allemands, 1 Berger Belge Tervuren et 1 Bouvier Bernois.

Pour standardiser la population, les deux races « exotiques » ne sont pas prises en compte dans l'étude, de plus ces 2 races étaient présentes pour des tests pour éventuellement élargir la diversité des races utilisées.

2.2.1.7. Classification par âge

D'après GRANDJEAN [12], les animaux de grande race (bergers allemands et malinois) finissent leur croissance entre 14 et 20 mois.

La fin de la croissance est estimée par le poids de l'animal à l'âge adulte. Les chiens de grandes races regroupent les chiens pesant entre 25 et 45kg une fois adulte. En ce qui concerne les bergers allemands mâles le standard de la race indique un poids à l'âge adulte entre 30 et 40kg, et le malinois entre 28 et 35kg. Ils sont plutôt au milieu de l'intervalle, donc la fin de la croissance de ces deux races peut être estimée entre 16 et 17 mois.

En revanche il est difficile d'évaluer l'âge à partir duquel un chien est considéré comme âgé. Selon les auteurs la définition n'est pas la même. Certains considèrent qu'un chien devient âgé lorsqu'il atteint le derniers tiers de son espérance de vie (MULLER et CHATEAU-ESCOFFIER [25]) d'autres font le classement en fonction de la taille et du poids (GOLDSTON [13]). Ce dernier a trouvé qu'en moyenne les grandes races sont âgées autour de 9ans, on retiendra donc cette valeur comme référence.

2.2.1.8. Méthodes statistiques

Plusieurs méthodes sont possibles pour déterminer un intervalle de référence à partir d'un échantillon.

La méthode recommandée par l'IFCC (International Federation of Clinical Chemistry) est l'intervalle interpercentile, cette fédération est constituée d'un panel d'expert sur les intervalles de référence (SOLBERG [41]).

Pour déterminer cet intervalle, deux méthodes sont utilisables : la méthode paramétrique ou la méthode non paramétrique.

La **méthode paramétrique** présuppose une certaine normalité de la distribution, une courbe Gaussienne, ou d'avoir la possibilité à l'aide d'une fonction mathématique de transformer la distribution en une courbe d'allure Gaussienne.

Généralement, il est considéré qu'au-delà d'un effectif de 30, les paramètres biologiques suivent une répartition gaussienne. Cela reste une approximation qui peut se révéler fautive selon le paramètre considéré. Il est possible de démontrer qu'un effectif suit une loi Normale, ou au moins le montrer visuellement en faisant un histogramme de répartition de l'effectif.

La **méthode non paramétrique** n'émet aucune hypothèse sur la répartition de la population.

Nous utiliserons cette deuxième méthode.

Elle se décompose en plusieurs étapes :

- Classer par ordre croissant toutes les valeurs.
- Numéroter chaque rang, si l'échantillon contient deux valeurs identiques, une portera le rang n, et l'autre le rang n+1.

- Déterminer le rang des percentiles, dans le cas d'une marge d'erreur de 5 %, on cherche donc le 2,5 et le 97,5 percentiles. Pour cela on prend l'effectif total plus 1 et on le multiplie par 2,5 et 97,5 pour trouver le numéro du rang que l'on souhaite. On obtient donc les deux rangs qui représentent le 2,5 et le 97,5 percentiles, ou alors les rangs proches de la vraie valeur.
- Chercher la valeur correspondant à ces deux rangs. Si le rang obtenu n'est pas un nombre entier, on peut faire une extrapolation en considérant que la variable est linéaire entre les deux rangs.
- Déterminer l'intervalle de confiance de chaque percentile en utilisant une distribution binomiale. Il existe pour cela des tables qui en fonction de l'effectif que l'on a nous donne les rangs qu'il faut isoler pour avoir l'intervalle.

Par exemple, pour un effectif de 150 animaux, le 2,5 et le 97,5 percentiles sont respectivement le rang 3,8 et le rang 147,2. L'intervalle de confiance pour le 2,5 percentile est le rang 1 et le rang 8.

Pour comparer deux échantillons, deux méthodes sont possibles : comparer les moyennes ou comparer les médianes.

La première méthode utilise le test de Student, cependant certaines conditions sont nécessaires à son application :

- les effectifs des deux populations doivent être supérieurs à 30 ; ou elles doivent avoir une répartition normale (ce qui est difficile à vérifier sur des échantillons inférieur à 30),
- les deux variances doivent être voisines (rapport inférieur à 3).

Dans les autres cas, on préfère comparer les médianes avec le test de Wilcoxon.

Par conséquent, nous utiliserons le test de Student pour comparer les deux races dans notre analyse (en pratique le test de Wilcoxon donne souvent des valeurs proches de celle de Student). Le risque α sera fixé par défaut à 5 %, et le test sera effectué grâce à la fonction TEST.STUDENT du tableur Excel™ 2003, si la valeur obtenue est inférieure à 5 %, cela signifie que la différence observée entre les moyennes des deux échantillons n'est pas due au hasard au risque d'erreur de 5 %, dans le cas contraire, cela signifie que la différence peut être due au hasard au risque d'erreur β (inconnu).

Dans le premier cas, on étudiera alors l'intervalle de référence pour chaque population, dans le deuxième, on l'étudiera sur l'ensemble de l'effectif.

2.2.2. Résultats

2.2.2.1. Age de l'échantillon

L'âge moyen de l'ensemble de l'échantillon est de 4 ans et 4 mois. Pour les Bergers allemands, l'âge moyen est de 4 ans et 9 mois et de 4 ans et 3 mois pour les Bergers belge malinois. La répartition par race est représentée dans les figures 7 et 8.

Figure 7 : Répartition des 2 races par tranche d'âge

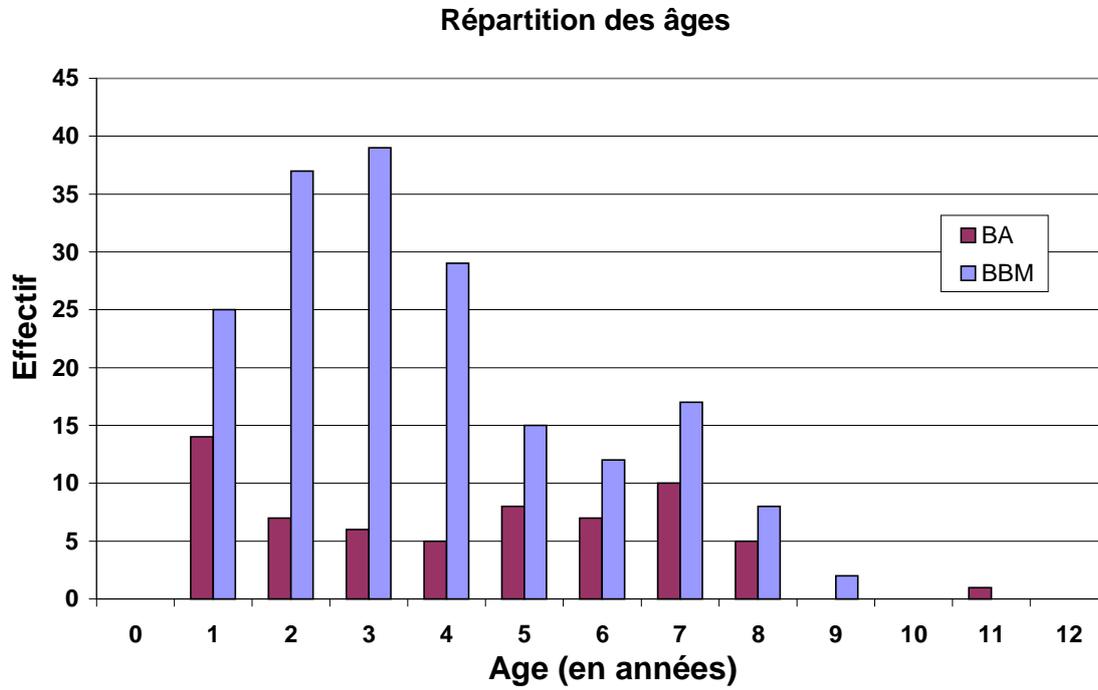
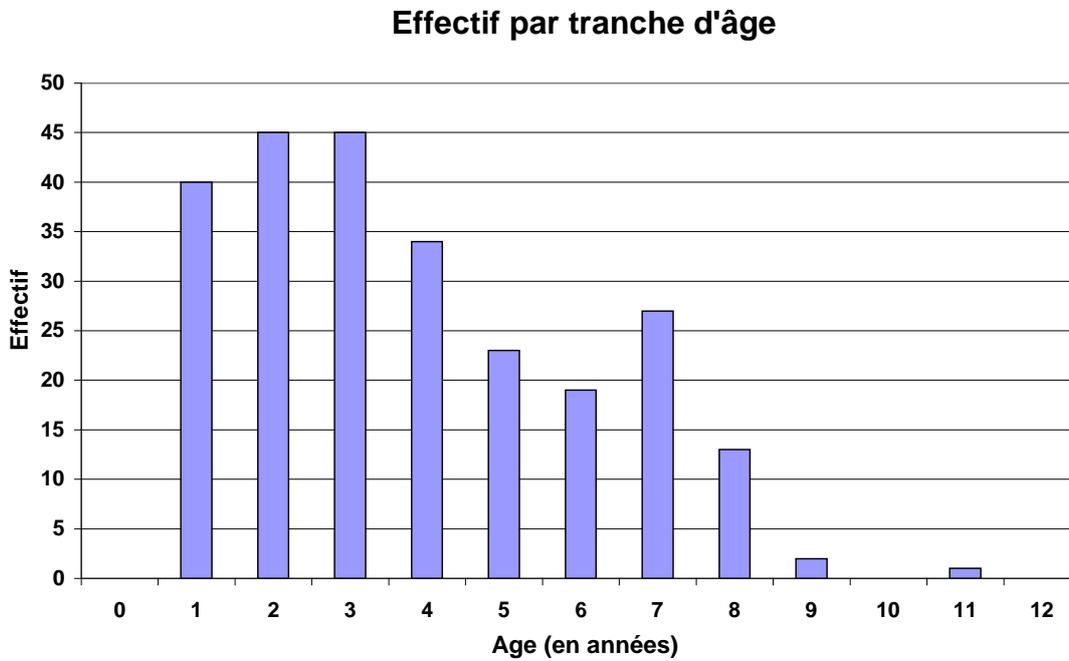


Figure 8 : Répartition de l'effectif total par tranche d'âge



Pour comparer les deux effectifs, on utilise le test de Student, le résultat est supérieur à 0,05, on peut donc dire que la différence observée entre les deux échantillons est due au hasard au risque d'erreur 5 %.

La majorité de l'effectif est adulte en regard de notre définition. Seulement 3 chiens sont en dessous de 16 mois, ce sont tous des bergers allemands. Ils ont en réalité 15 mois passés au moment de la prise de sang. A la vue de la méthode de sélection des chiens par l'armée, de la valeur proche des 16 mois, on peut considérer que tous les chiens de l'étude sont adultes.

On constate que 3 chiens dépassent le stade de l'âge adulte et sont considérés comme âgés : 2 bergers malinois de 9 ans et un seul berger allemand de 11 ans.

2.2.2.2. Temps de présence sur le site

La moyenne entre la date d'achat de l'animal et sa première visite est de 950 jours pour les BBM et 1230 jours pour les BA. Le minimum est de 4,5 mois chez les BA et 5 mois chez les BBM. Les modifications de l'hémogramme ne peuvent être attribuées à l'ancien environnement de l'animal.

La différence observée entre les deux populations peut être liée à un changement dans l'élevage. Au début des années 2000, les malinois représentaient 80 % de la population canine du centre, le malinois était choisi par l'armée car il était soit disant plus facile à dresser et qu'il ne s'attachait pas spécialement à une personne, permettant une plus grande flexibilité. Cette proportion a évolué pour atteindre 50 % de malinois et 50 % de bergers allemands aujourd'hui.

Sur toutes les figures suivantes, les valeurs de référence du Lasercyte™ seront représentées par deux droites verticales.

2.2.2.3. La population des leucocytes

2.2.2.3.1. La numération des leucocytes

Les deux effectifs ont une allure de loi normale similaire (cf. figure 9), on peut donc comparer les deux effectifs avec le test de Student, la valeur est inférieure à 0,05, proche de 0,01. Au risque d'erreur de 5 %, l'écart observé entre les deux populations ne peut être attribué au hasard. Si on prend un risque d'erreur de 1 %, on manque alors de puissance statistique pour conclure sur l'écart entre les deux échantillons, ce qui est d'ailleurs confirmé par l'allure visuelle des deux histogrammes.

On va donc étudier sur l'ensemble de l'effectif pour éviter de perdre en précision, le risque d'erreur est de 1 %.

L'intervalle de référence obtenu est **[4,15-16,78] pour les leucocytes**, l'intervalle de confiance de la borne inférieure est de [3,31-4,46] et celui de la borne supérieure [15,25-21,45].

On remarque que la répartition de l'effectif est plus proche des valeurs basses que des valeurs hautes, si on considère les valeurs supérieures comme aberrante (celles supérieures à $19 \times 10^9/L$). L'intervalle de confiance devient **[4,15-15,4] pour les GB** avec un intervalle de confiance de la borne supérieure [14,36-16,79], celui de la borne inférieure ne changeant pas.

Figure 9 : Répartition des numérations leucocytaires selon les races

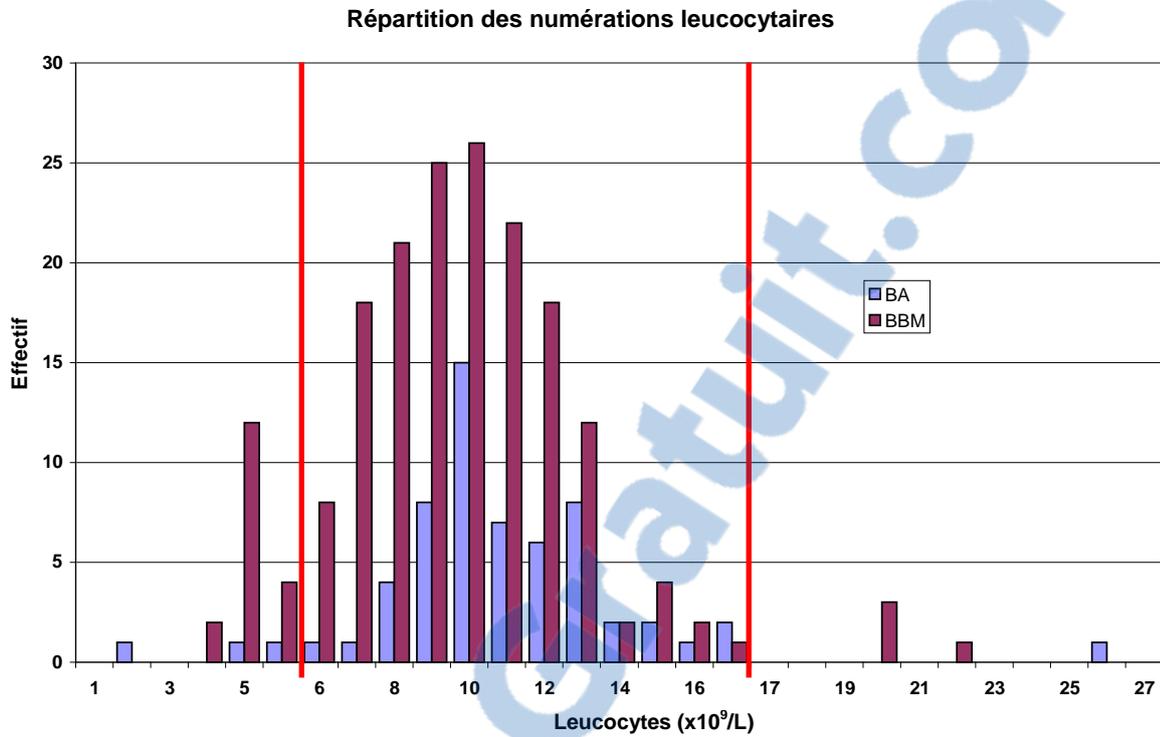
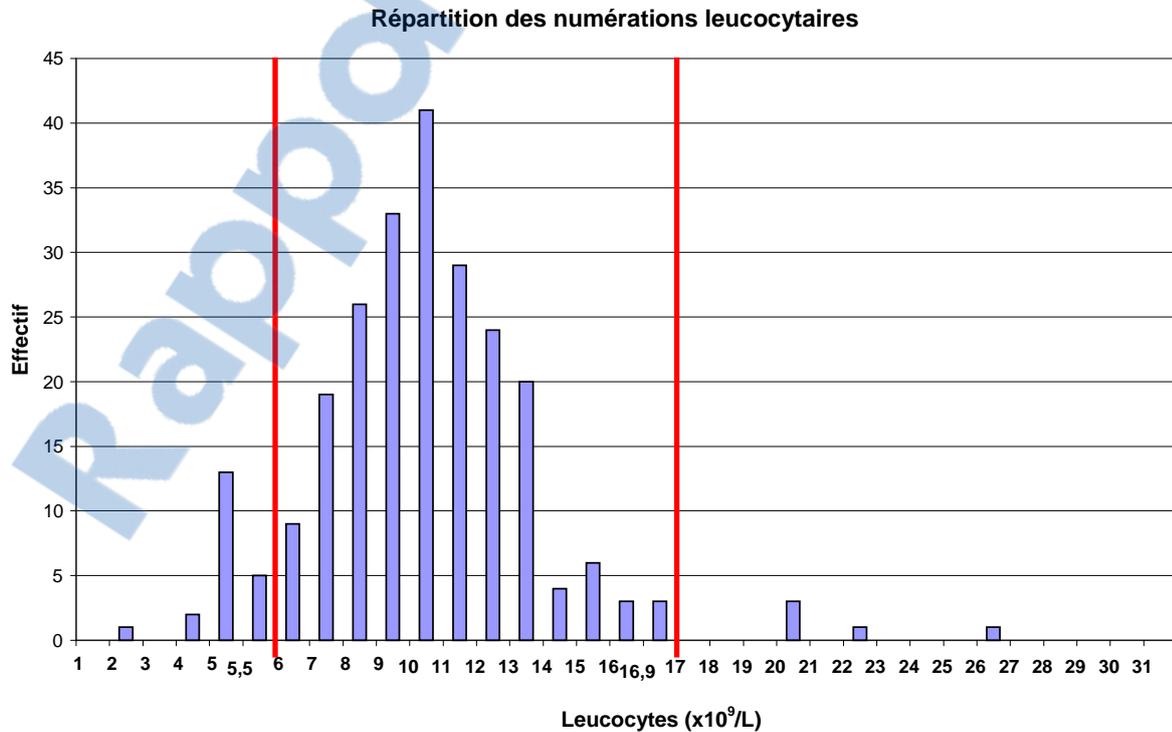


Figure 10 : Répartition des numérations leucocytaires de l'ensemble de l'effectif



On remarque que la répartition de l'ensemble de l'effectif (cf. figure 10) est décalée vers la gauche par rapport aux valeurs de référence [5,5-16,9], ce qui est confirmé par le résultat trouvé par l'analyse. La borne inférieure est plus faible dans notre effectif que pour les références, de plus de 1×10^9 cellules par litre, de même pour la borne supérieure, même si l'intervalle de confiance est très proche de la valeur de référence (de 0,1), un échantillon de plus grande taille permettrait peut être d'obtenir une valeur de la borne haute plus éloignée de la valeur de référence qui serait plus en adéquation avec l'allure de la répartition des valeurs.

2.2.2.3.2. La numération des lymphocytes

La valeur issue du test statistique est proche de 50 %, cela signifie que les deux effectifs sont comparables, on peut donc étudier l'ensemble de la population, ce qui est confirmé visuellement (cf. figure 11), les valeurs pour les deux races sont regroupées autour des mêmes valeurs.

On obtient alors l'intervalle de référence pour les **lymphocytes** qui est **[0,79-3,28]** avec pour la borne inférieure un intervalle de confiance [0,61-0,92] et pour la borne supérieure [2,86-3,66].

Figure 11 : Répartition des numérations lymphocytaires selon les races

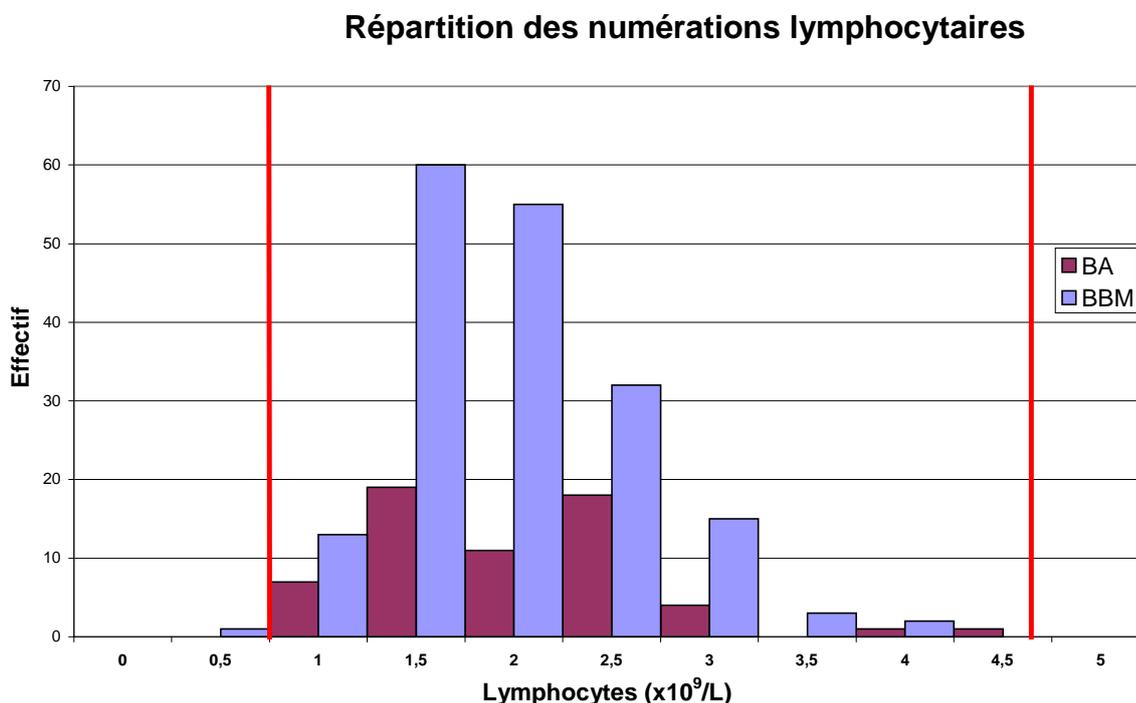
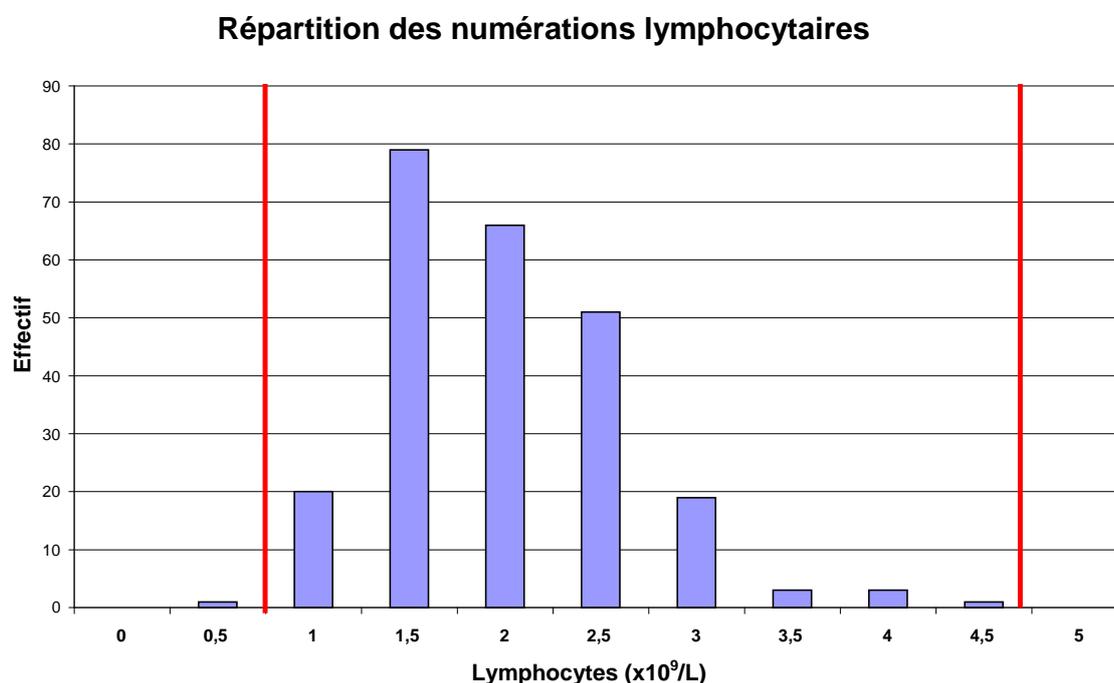


Figure 12 : Répartition des numérations lymphocytaires de l'ensemble de l'effectif



Le résultat confirme l'aspect visuel de répartition (cf. figure 12), la quasi-totalité de l'effectif se situe entre les valeurs de référence, et la répartition est globalement plus proche de la valeur inférieure. Pour la borne supérieure, on trouve une valeur inférieure de $1,3 \times 10^9$ cellules par litre par rapport à la référence, et pour la borne inférieure, on trouve une valeur légèrement supérieure.

2.2.2.3.3. La numération des monocytes

Le test statistique pour comparer les deux effectifs donne une valeur très faible, cela signifie que l'écart entre les deux populations est très important statistiquement. Il n'est donc pas possible d'étudier la population dans son ensemble, même si visuellement la répartition des valeurs semblait proche (cf. figure 13).

Figure 13 : Répartition des numérations de monocytes selon les races

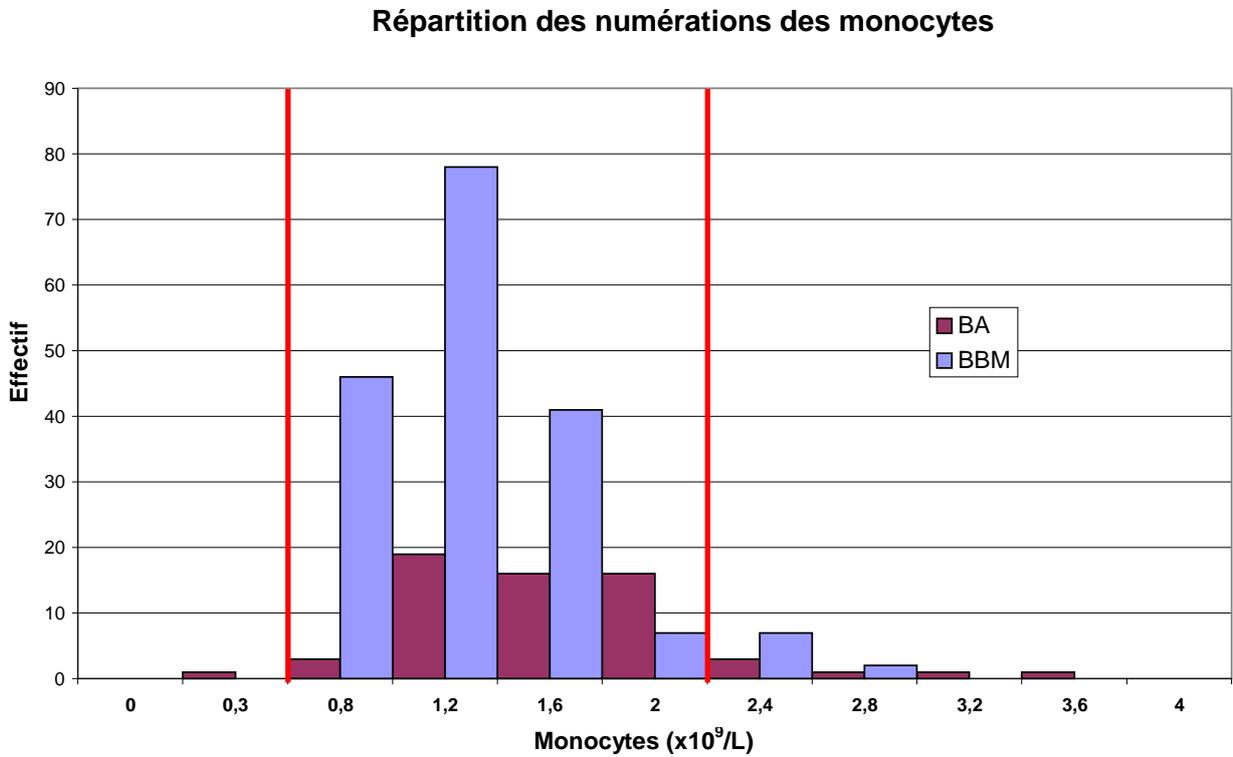
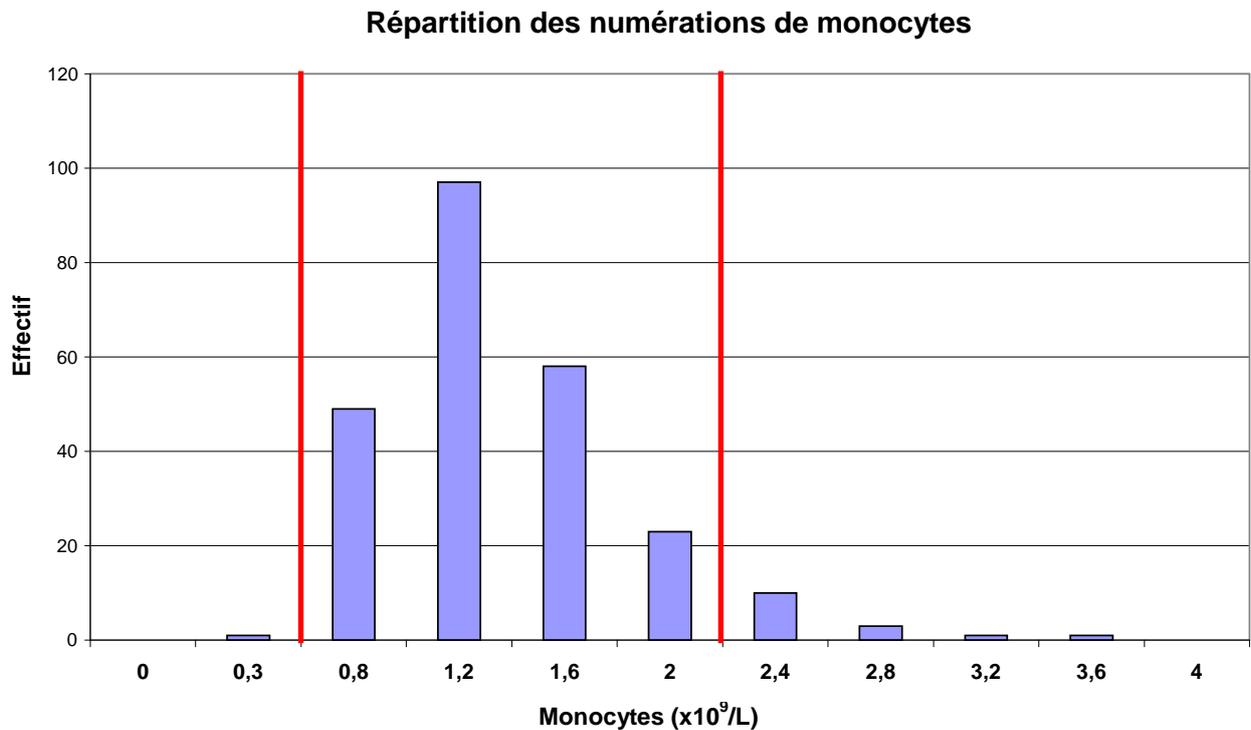


Figure 14 : Répartition des numérations de monocytes de l'ensemble de l'effectif



L'intervalle de référence obtenu est **[0,48-2,35] pour les monocytes**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [0,32-0,56] et pour la borne supérieure [2,1-3,09] si on considère l'ensemble de la population et que l'on ignore la différence entre les deux populations. La courbe de répartition de l'ensemble de l'effectif est représentée à la figure 14 pour apprécier visuellement la répartition par rapport aux seuils de référence.

Pour les BBM, l'intervalle de référence obtenu est **[0,53-2,22] pour les monocytes**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [0,32-0,55] et pour la borne supérieure [2,02-2,73], et pour les BA, l'échantillon est trop petit pour obtenir des intervalles de confiance de chaque borne, on obtient néanmoins un intervalle de référence **[0,39-3,14]**.

Avec l'intervalle de confiance de chaque borne, on retrouve globalement les valeurs de référence du Lasercyte™, on constate cependant quelques valeurs au dessus du seuil de référence, mais la répartition de l'ensemble des valeurs est bien encadrée par les deux droites rouges (cf. figure 13 et 14).

2.2.2.3.4. La numération des granulocytes neutrophiles

Le test statistique donne un résultat autour de 10 %, les deux effectifs peuvent donc être considérés comme semblables. Les deux courbes ont la même allure, avec juste un léger décalage entre elles au niveau de la valeur la plus prise (cf. figure 15).

L'intervalle de référence obtenu est **[1,29-12] pour les neutrophiles**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [0,87-1,88] et pour la borne supérieure [10,65-15,31].

Pour les GB, quatre valeurs aberrantes étaient présentes, on effectue à nouveau cette manipulation, en retirant les données concernant les quatre animaux avec des valeurs de GB aberrantes, on constate alors que c'est aussi les quatre données les plus élevées dans la liste des neutrophiles.

Sans ces 4 valeurs, l'intervalle de confiance devient **[1,25-10,77] pour les neutrophiles** avec un intervalle de confiance de la borne supérieure [9,41-12], celui de la borne inférieure ne changeant pas.

Les résultats trouvés confirment l'allure visuelle (cf. figure 16), la courbe étant globalement décalée vers la gauche par rapport aux valeurs de référence, on trouve une borne inférieure plus basse que celle du Lasercyte™ et une borne supérieure douteuse puisque la valeur haute de l'intervalle de confiance donne la valeur exacte de référence, un échantillon plus grand permettrait de confirmer l'allure visuelle avec une confiance totale.

Figure 15 : Répartition des numérations des neutrophiles selon les races

Répartition des numérations des neutrophiles

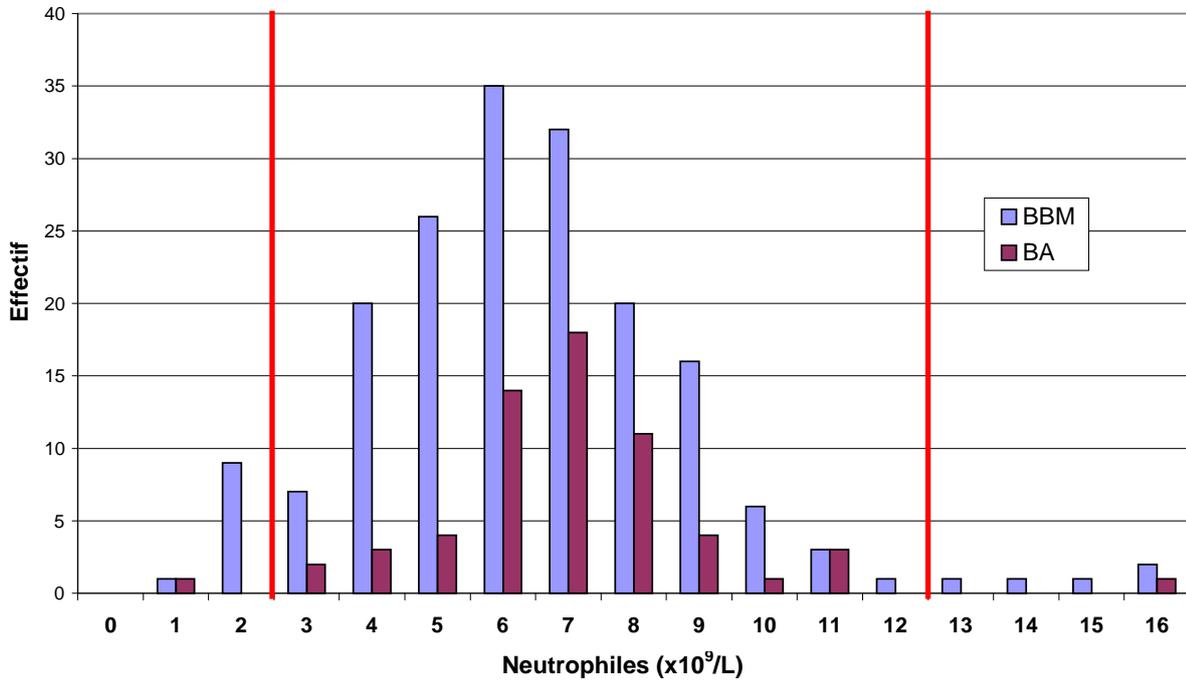
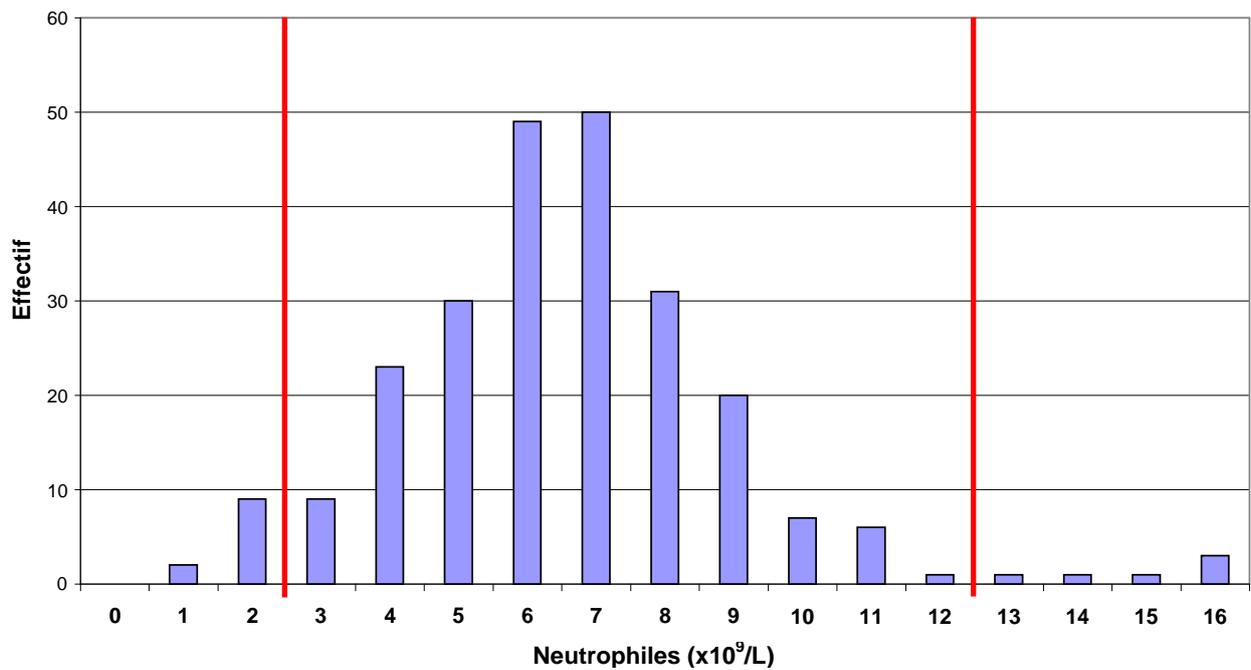


Figure 16 : Répartition des numérations des neutrophiles de l'ensemble de l'effectif

Répartition des numérations des neutrophiles



2.2.2.3.5. La numération des granulocytes éosinophiles

Le test statistique de comparaison des deux effectifs donne une valeur très faible (inférieure à 0,01 %), on ne peut donc pas étudier les deux races ensemble. Ceci est confirmé par une répartition assez différente des valeurs entre les deux races (cf. figure 17).

L'intervalle de référence obtenu est **[0,05-1,33] pour les éosinophiles**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [0,04-0,09] et pour la borne supérieure [1,08-1,75] si on ignore la différence statistique entre les deux populations. La répartition pour l'ensemble de l'effectif est quand même représentée pour situer globalement la courbe par rapport aux valeurs de référence (cf. figure 18).

Pour les BBM, l'intervalle de référence obtenu est **[0,05-1,17] pour les éosinophiles**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [0,03-0,06] et pour la borne supérieure [0,97-1,75], et pour les BA, l'échantillon est trop petit pour obtenir des intervalles de confiance de chaque borne, on obtient néanmoins un intervalle de référence **[0,13-1,8]**.

Visuellement, les deux races sont regroupées vers les valeurs basses, très peu de chiens sont présents près de la borne supérieure, cela est confirmée par nos intervalles de référence pour les BBM, même si on manque de précision pour la borne supérieure (l'intervalle de confiance étant supérieur à la valeur de référence).

Figure 17 : Répartition des numérations des éosinophiles selon les races

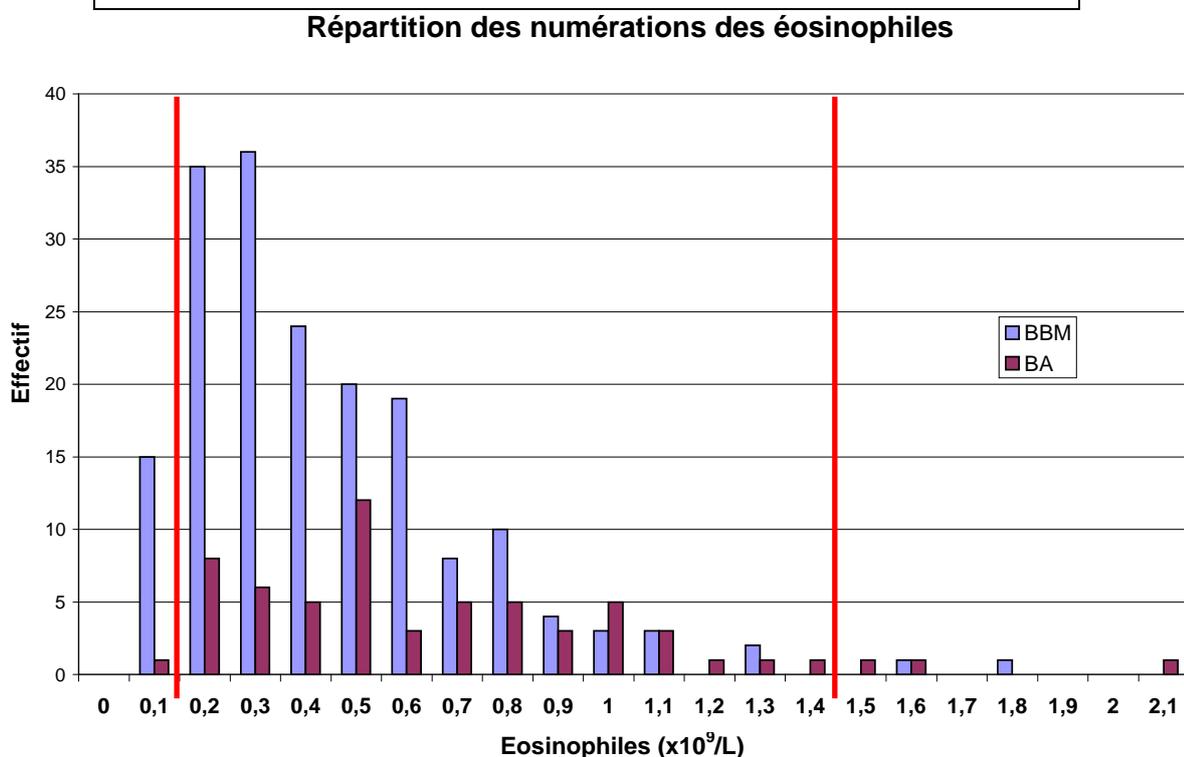
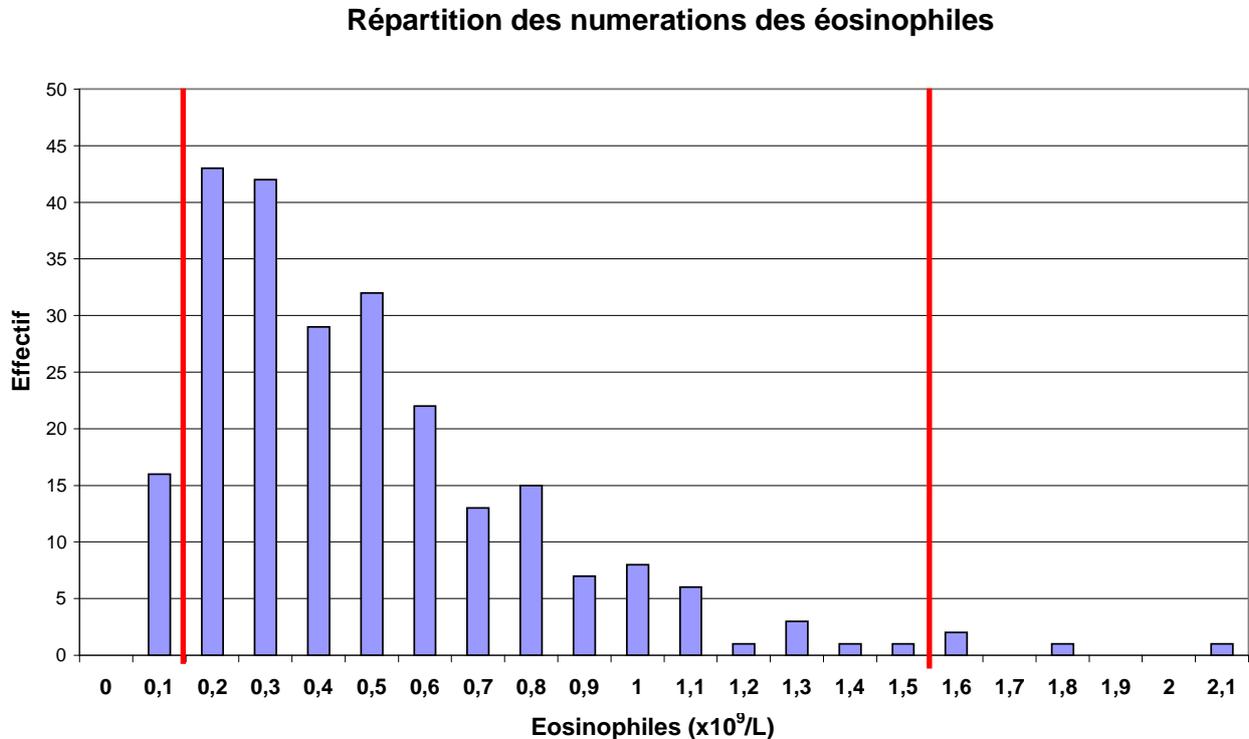


Figure 18 : Répartition des numérations des éosinophiles de l'ensemble de l'effectif



2.2.2.3.6. La numération des granulocytes basophiles

Le test statistique donne une valeur très petite (inférieure à 0,01 %), les deux échantillons doivent donc être étudiés séparément. La répartition des deux races est représentée dans la figure 19.

L'intervalle de référence obtenu est **[0-0,06] pour les basophiles**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [0-0,1] et pour la borne supérieure [0,06-0,07] si on ignore la différence statistique entre les deux populations (cf. figure 20 pour la répartition).

Pour les BBM, l'intervalle de référence obtenu est **[0-0,07] pour les éosinophiles**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [0-0,01] et pour la borne supérieure [0,06-0,07], et pour les BA, l'échantillon est trop petit pour obtenir des intervalles de confiance de chaque borne, on obtient néanmoins un intervalle de référence **[0-0,05]**.

Le résultat confirme avec certitude l'allure visuelle des deux figures, les deux races sont globalement plus proches des valeurs basses, aucun chien ne dépasse la valeur de référence, et très peu s'en approche.

Figure 19 : Répartition des numérations des basophiles selon les races

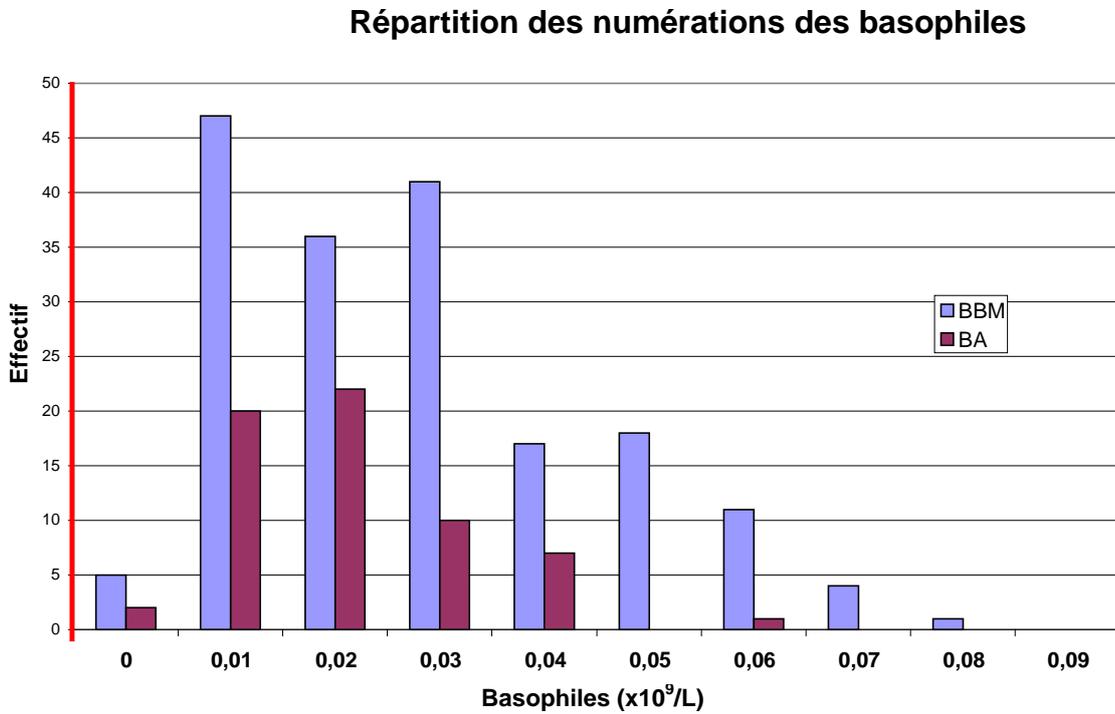
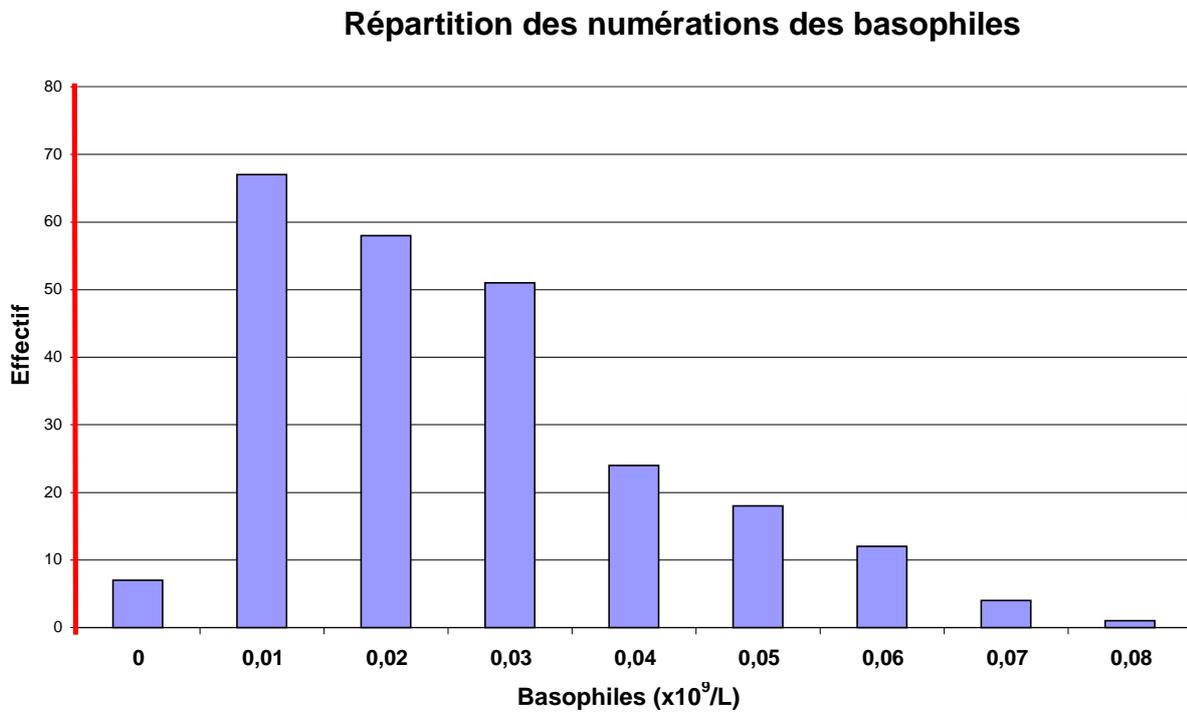


Figure 20 : Répartition des numérations des basophiles de l'ensemble de l'effectif



2.2.2.3.7. Conclusion sur les numérations leucocytaires

On a constaté précédemment que le test statistique de comparaison des deux races pour les valeurs de GB donnait un résultat proche de 1 %. On a ensuite constaté que parmi les populations de leucocytes, seuls les éosinophiles, les basophiles et les monocytes montraient une différence statistique entre les deux races.

Par conséquent, une nouvelle donnée artificielle à partir de la population de leucocytes amputée de ces trois dernières populations a été créée dans le but de voir si la différence entre les deux races n'était due qu'à ces trois populations.

Le résultat du test statistique est alors de 12 %. L'écart observé entre les deux races pour les GB est donc liée à la différence entre les deux races sur les populations de monocytes, éosinophiles et basophiles.

2.2.2.4. La population des érythrocytes

2.2.2.4.1. L'hématocrite

Le test statistique de comparaison des deux effectifs donne une valeur de 81 %, cela signifie qu'on peut dire que les deux échantillons sont très semblables. On peut donc étudier les valeurs de l'hématocrite sur l'ensemble de la population, cela est d'ailleurs confirmé par l'allure visuelle (cf. figure 21).

L'intervalle de référence obtenu est **[38-57,2] pour les hématocrites**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [32,8-39,1] et pour la borne supérieure [56,1-59,9].

On constate globalement un décalage des valeurs sur la droite (cf. figure 22) par rapport aux valeurs seuils, le résultat le confirme avec certitude pour la borne supérieure, et pour la borne inférieure, le résultat est douteux (dû à la présence de quelques valeurs en dessous du seuil).

Figure 21 : Répartition des valeurs de l'hématocrite selon les races

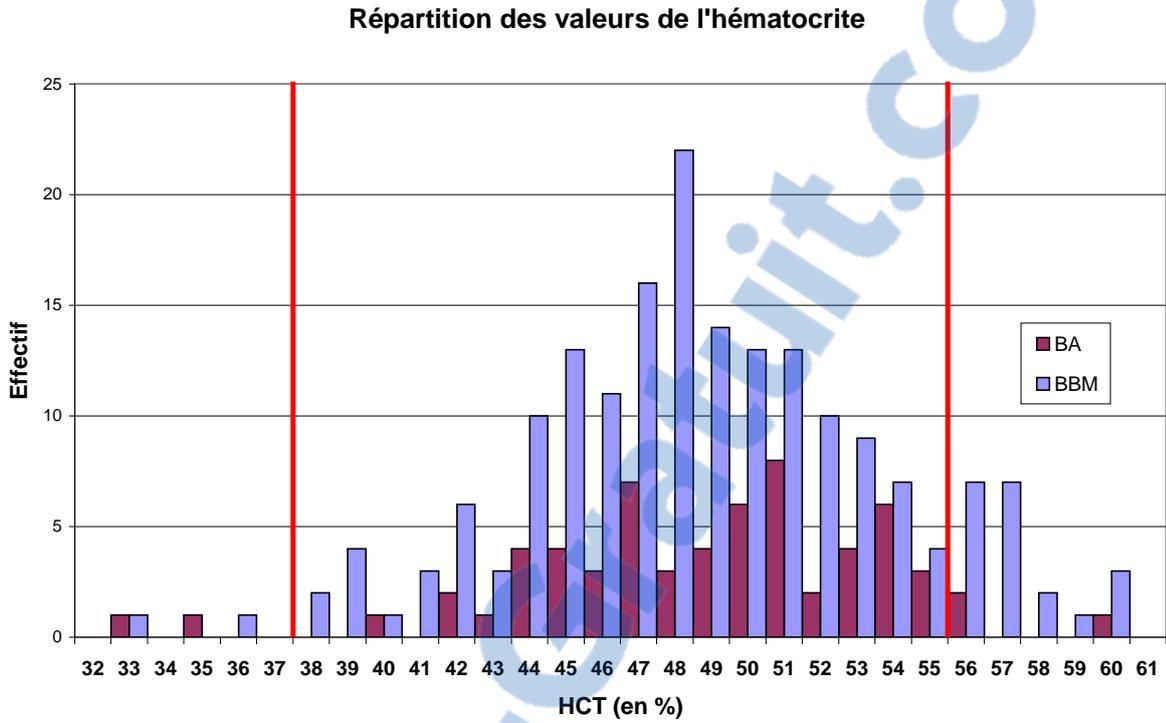
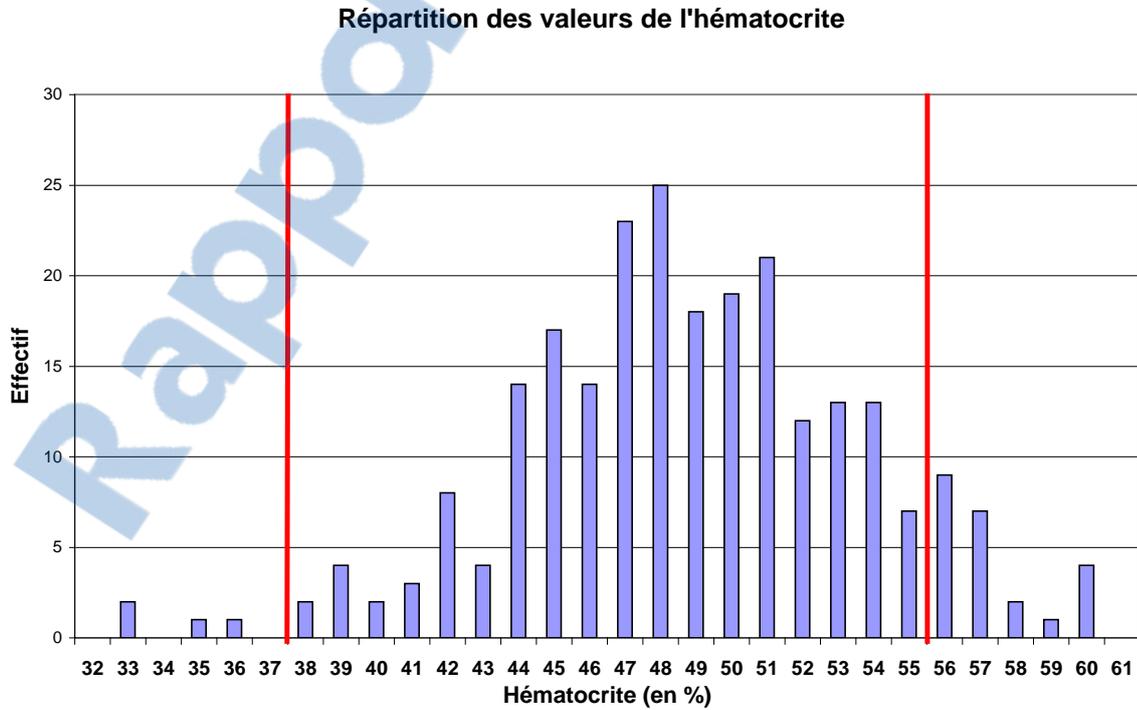


Figure 22 : Répartition des valeurs de l'hématocrite de l'ensemble de l'effectif



2.2.2.4.2. La numération des érythrocytes

Le test statistique de comparaison des deux effectifs donne une valeur de 51 %, cela signifie qu'on peut dire que les deux échantillons sont très semblables, on peut donc étudier les valeurs de GR sur l'ensemble de la population. L'allure visuelle confirme le test (cf. figure 23).

L'intervalle de référence obtenu est **[5,56-8,43] pour les GR**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [4,99-5,67] et pour la borne supérieure [8,31-8,74].

Visuellement (cf. figure 24), la courbe est bien centrée entre les valeurs de référence du Lasercyte™, notre analyse confirme cette observation, puisqu'on trouve les mêmes valeurs avec une très bonne précision (intervalle de confiance de taille très réduite).

Figure 23 : Répartition des numérations érythrocytaires selon les races

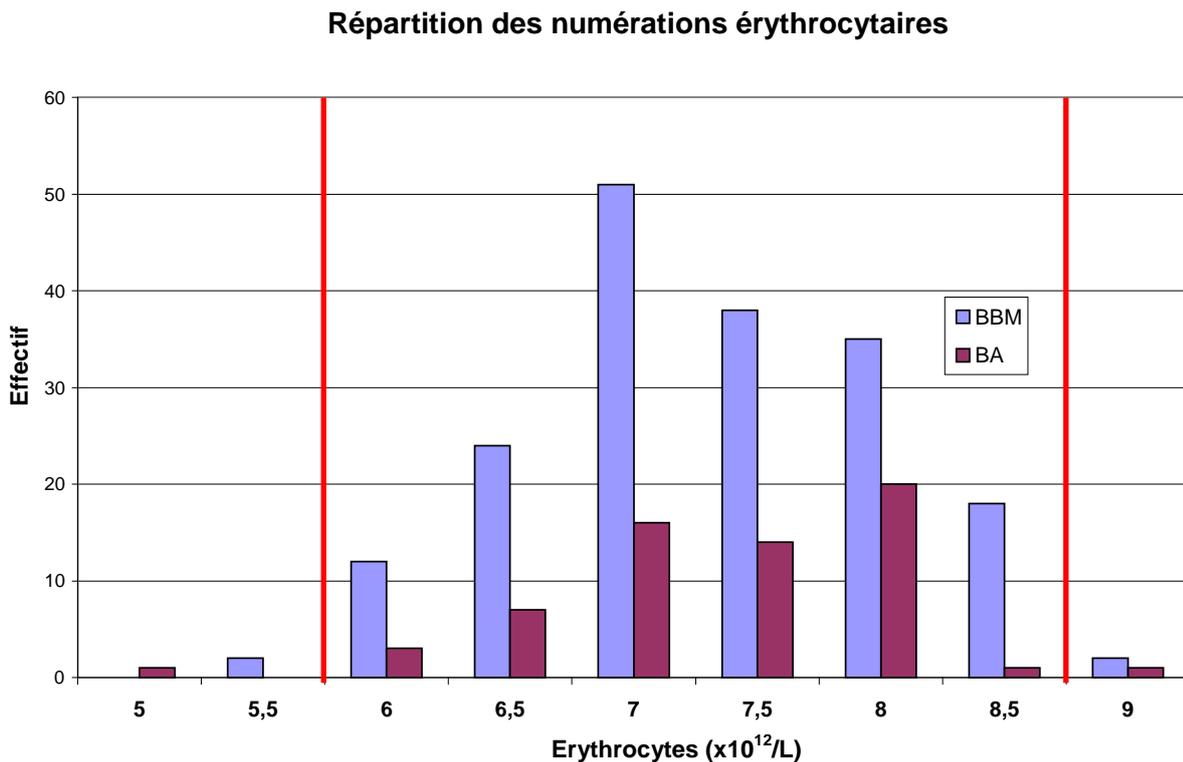
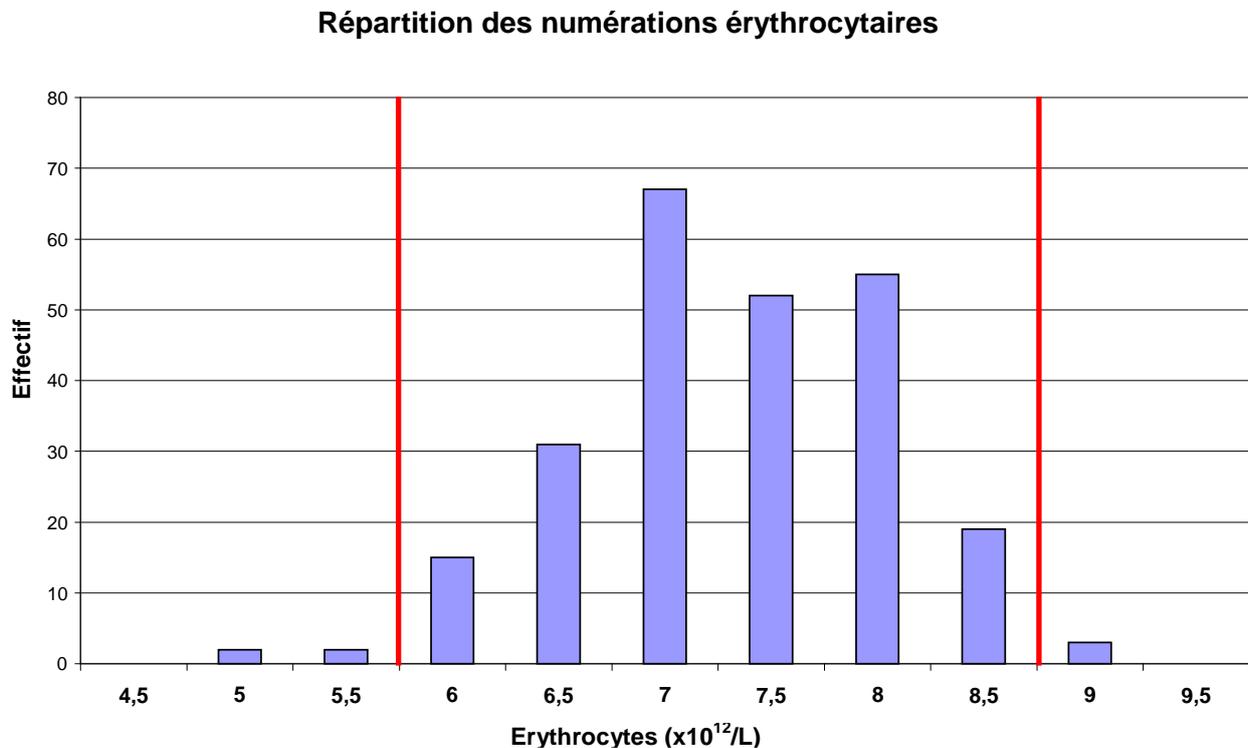


Figure 24 : Répartition des numérations érythrocytaires de l'ensemble de l'effectif



2.2.2.4.3. Le taux d'hémoglobine

Le test statistique de comparaison des deux effectifs donne une valeur de 61 %, cela signifie qu'on peut dire que les deux échantillons sont très semblables, on peut donc étudier les valeurs de HGB sur l'ensemble de la population. Les deux échantillons ont une très belle répartition normale (cf. figure 25) avec le pic à la même valeur, d'où un résultat très élevé du test.

L'intervalle de référence obtenu est **[13,3-20] pour l'hémoglobine**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [12,2-13,8] et pour la borne supérieure [19,6-20,9].

Visuellement (cf. figure 26), on observait déjà un décalage vers la droite de la répartition suivant quasi-parfaitement une loi normale, notre analyse confirme que la borne supérieure pour notre effectif est plus élevée que celle du Lasercyte™ avec une très grande certitude puisque même la valeur de l'intervalle de confiance est éloignée. On constate la même chose avec la borne inférieure, même si on manque de précision, en raison de la présence de quelques valeurs en dessous du seuil.

Figure 25 : Répartition des valeurs d'HGB selon les races

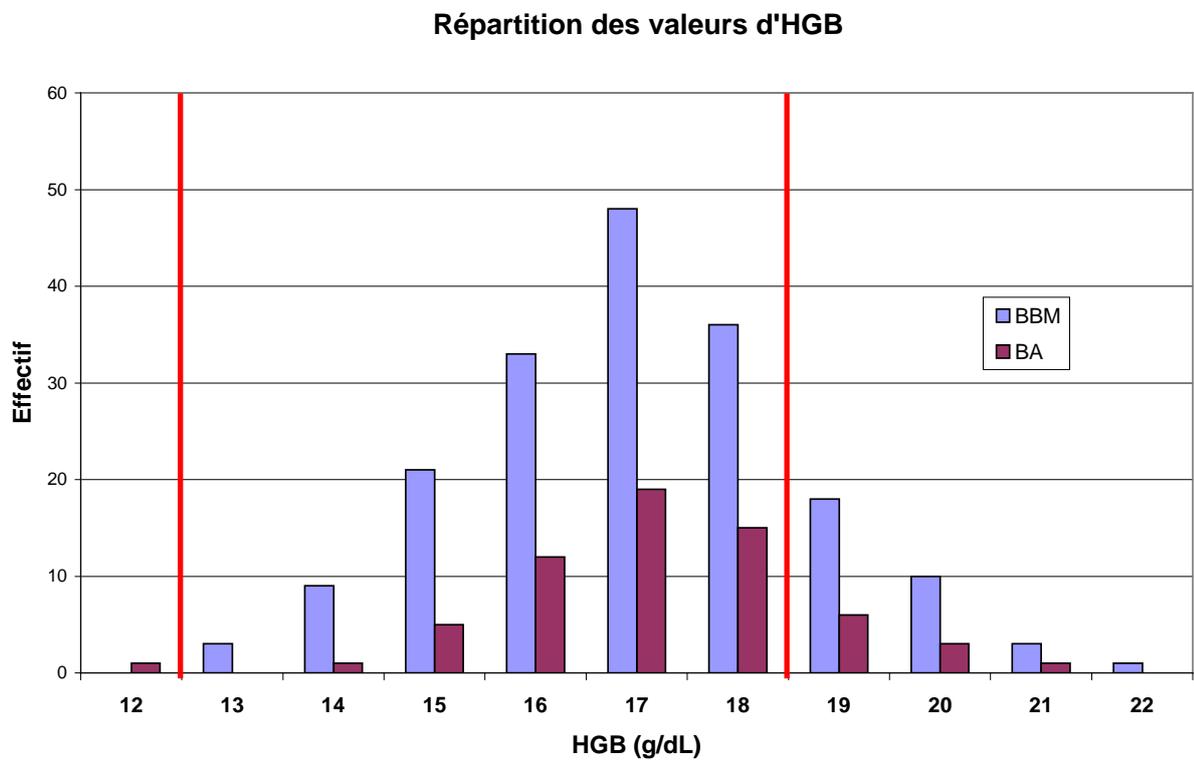
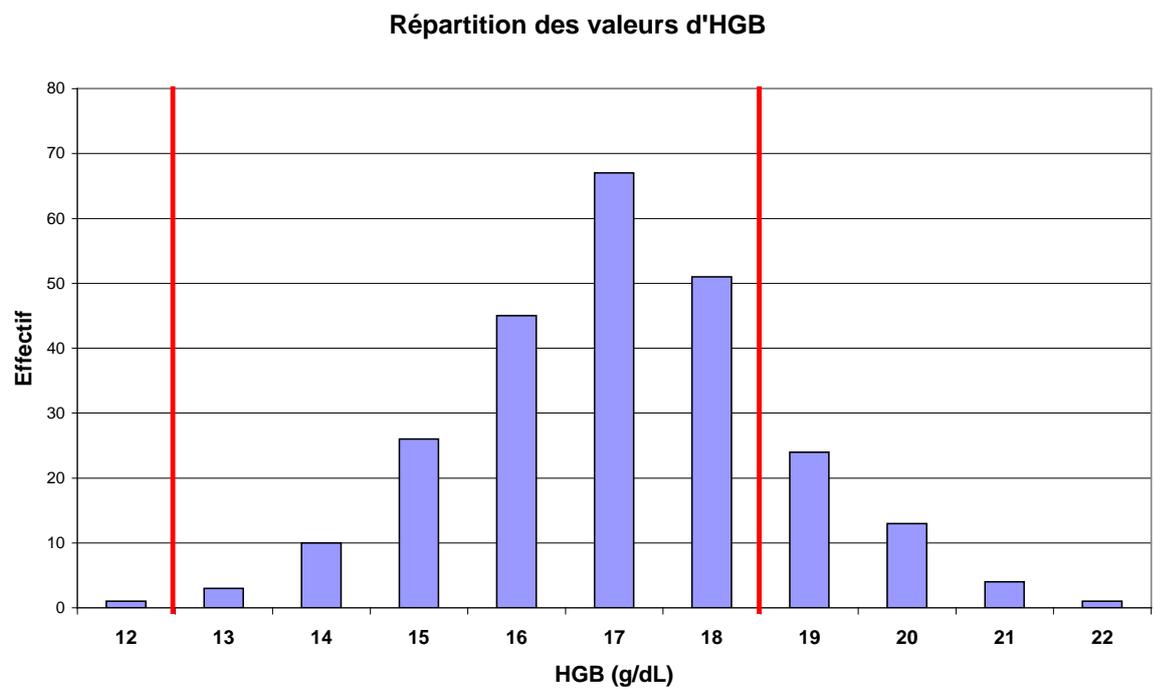


Figure 26 : Répartition des valeurs d'HGB de l'ensemble de l'effectif



2.2.2.4.4. Les réticulocytes

Le test statistique de comparaison des deux effectifs donne une valeur de 48 %, cela signifie qu'on peut dire que les deux échantillons sont très semblables, on peut donc étudier les valeurs de réticulocytes sur l'ensemble de la population. Visuellement, on constate aussi une répartition autour des mêmes valeurs (cf. figure 27).

L'intervalle de référence obtenu est **[15,5-64,8] pour les réticulocytes**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [14,4-16,4] et pour la borne supérieure [59,9-71,5].

Le Lasercyte™ ne donnait pas de valeurs de référence au moment des analyses. Aujourd'hui, le constructeur fournit comme valeur de référence [10-110]. On trouve donc des valeurs très inférieures à la borne supérieure, cela est d'ailleurs visible sur la figure 28, aucune valeur ne dépasse 85.

Figure 27 : Répartition des valeurs de réticulocytes selon les races

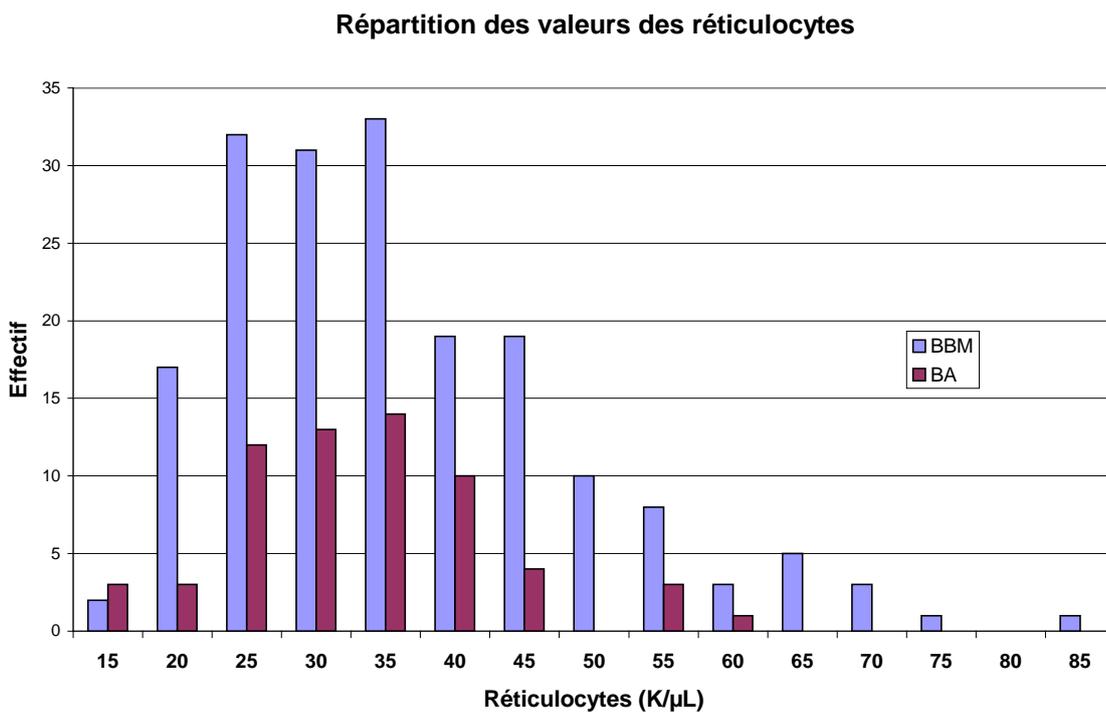
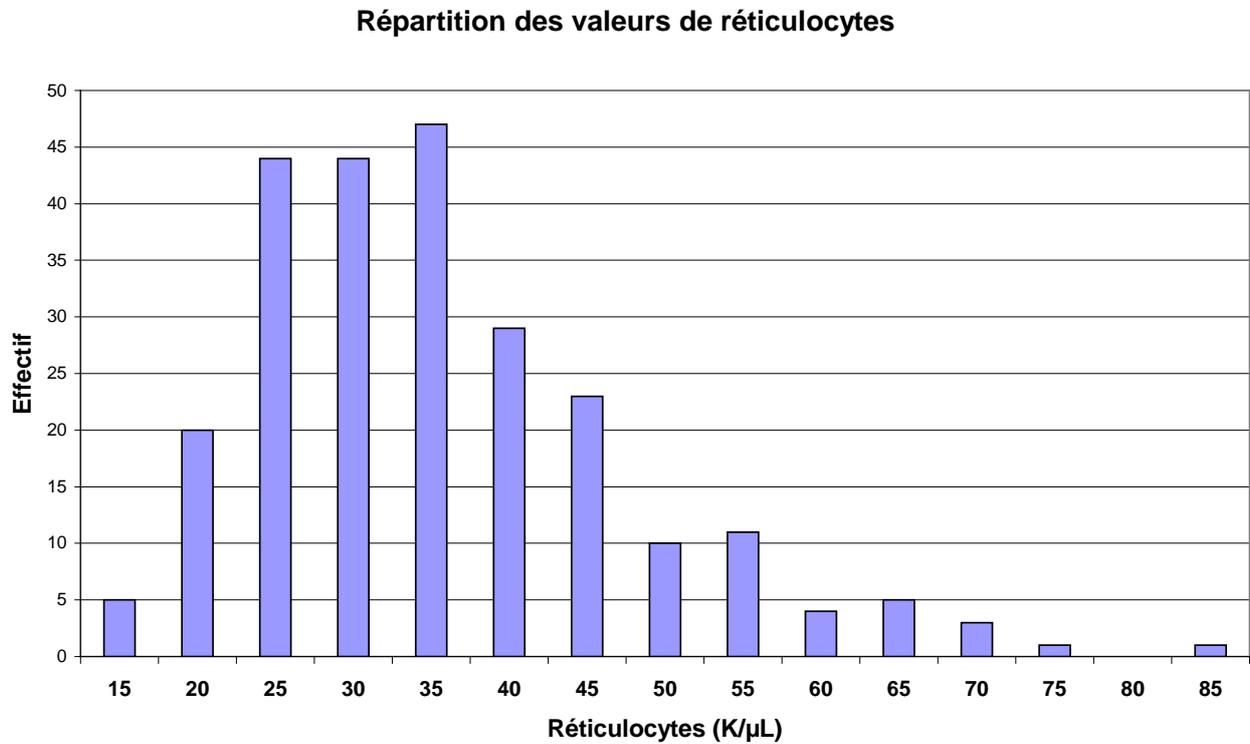


Figure 28 : Répartition des valeurs de réticulocytes de l'ensemble de l'effectif



2.2.2.4.5. Le volume globulaire moyen (VGM)

Le test statistique de comparaison des deux effectifs donne une valeur de 12 %, cela signifie qu'on peut dire que les deux échantillons sont semblables, on peut donc étudier les valeurs de VGM sur l'ensemble de la population. Cela confirme l'aspect visuel (cf. figure 29).

L'intervalle de référence obtenu est **[64,5-72,6] pour le VGM**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [63,7-64,7] et pour la borne supérieure [72,2-73,6].

Figure 29 : Répartition des valeurs de VGM selon les races

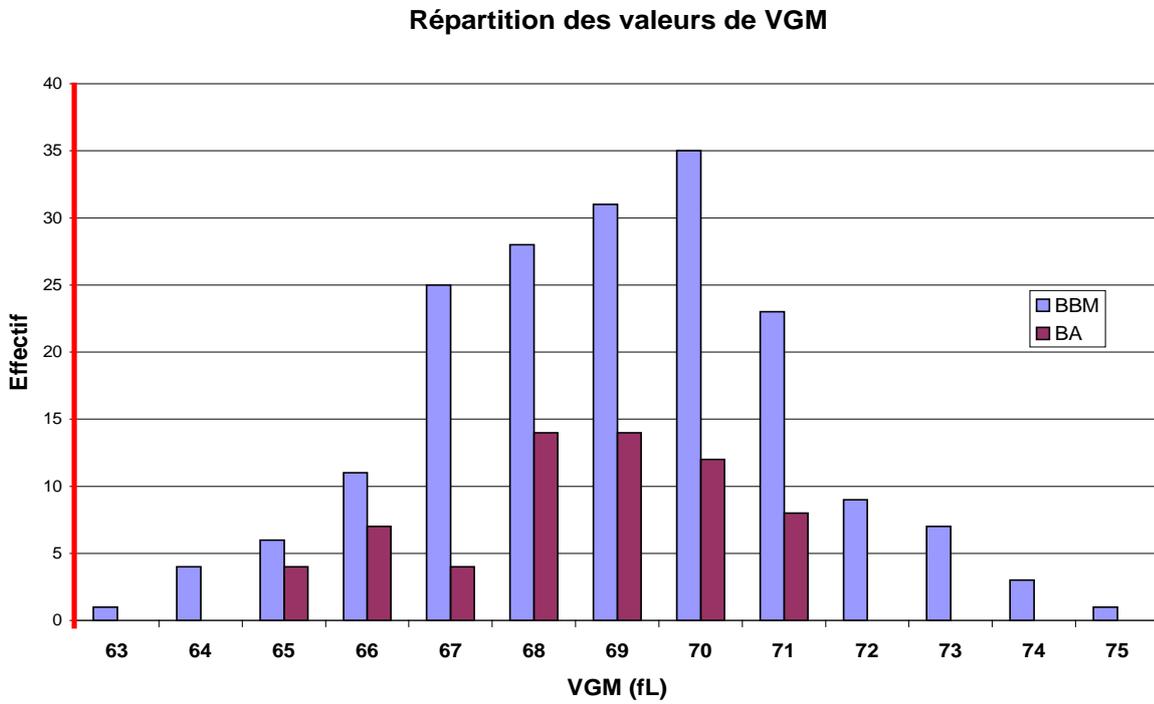
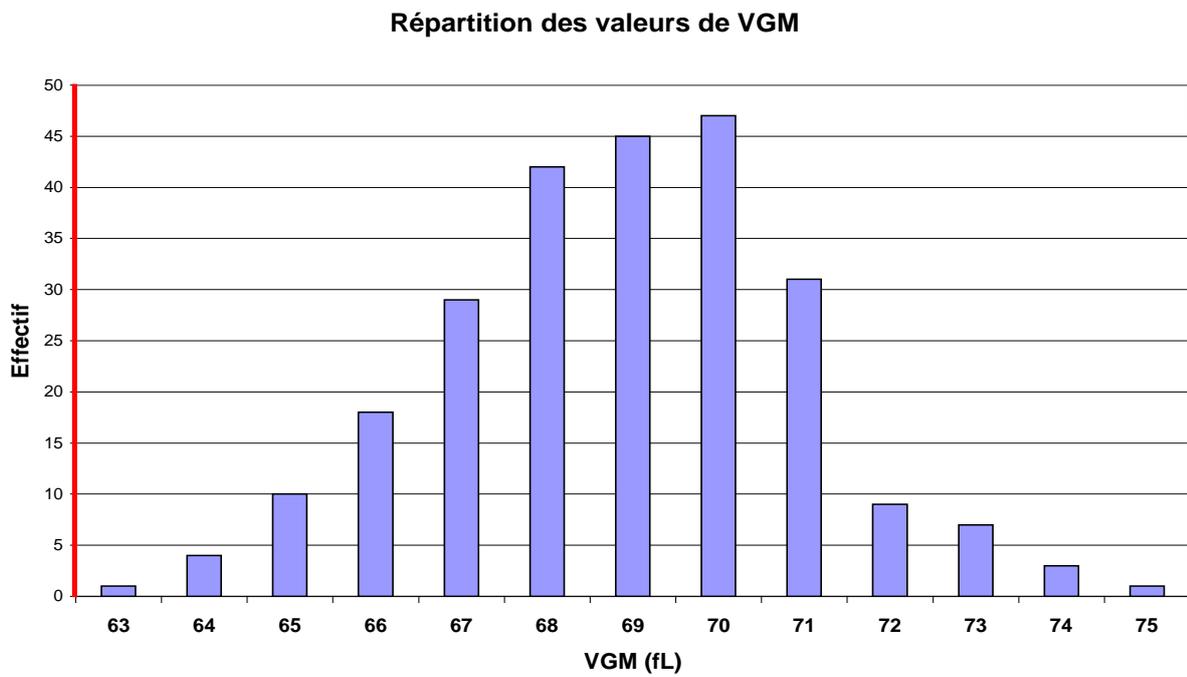


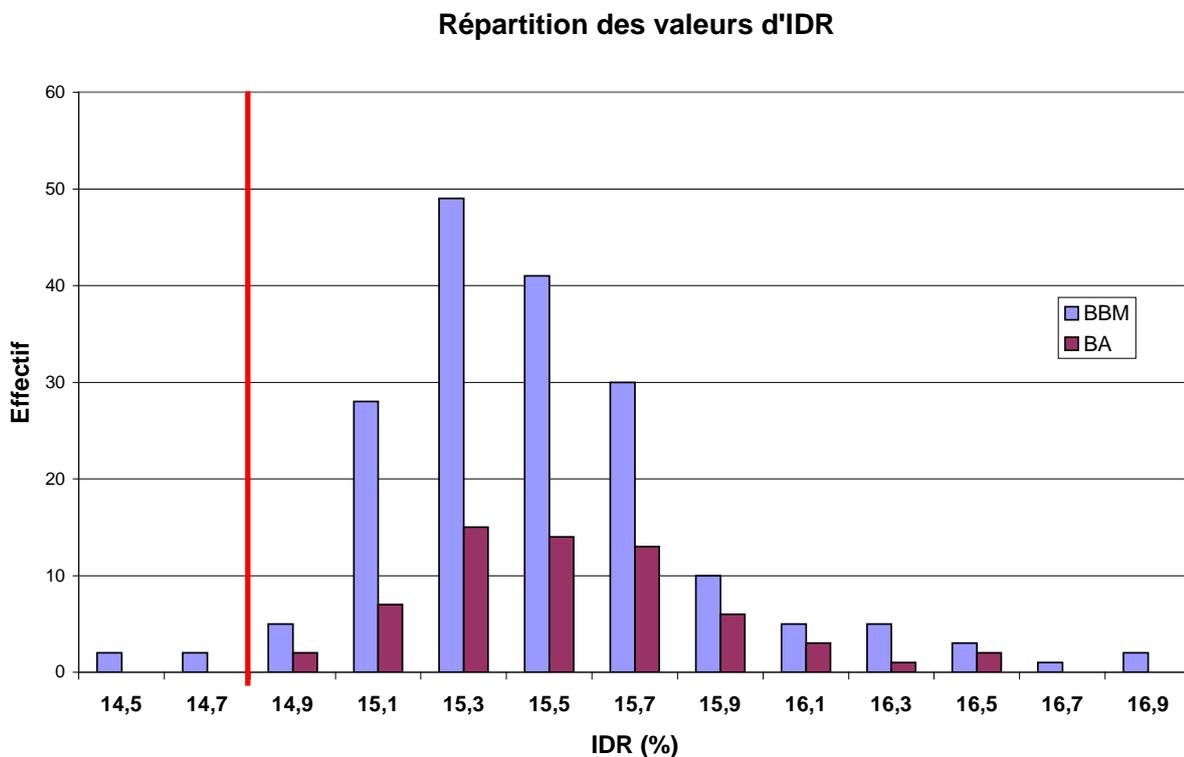
Figure 30 : Répartition des valeurs de VGM de l'ensemble de l'effectif



L'ensemble des chiens se situe entre les valeurs de référence (cf. figure 30). Le graphique ne permet pas de représenter les valeurs de références à l'échelle, elles sont en réalité plus éloignées qu'elles ne le sont sur le graphique. On s'attend donc à un intervalle de référence avec une amplitude plus petite que celle du Lasercyte™.

2.2.2.4.6. L'indice de distribution érythrocytaire (IDR)

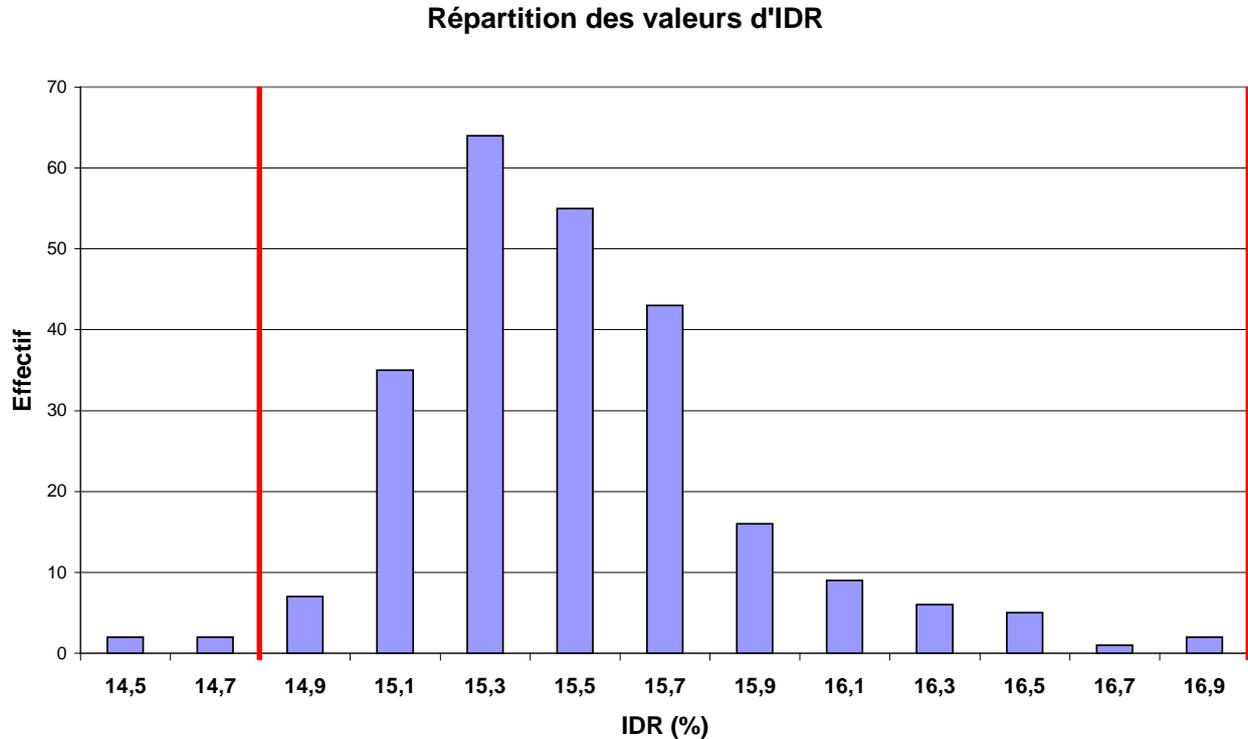
Figure 31 : Répartition des valeurs d'IDR selon les races



Le test statistique de comparaison des deux effectifs donne une valeur de 49 %, cela signifie qu'on peut dire que les deux échantillons sont semblables, on peut donc étudier les valeurs de l'IDR sur l'ensemble de la population, on constate d'ailleurs que visuellement, les deux courbes ont une allure semblable et un pic autour de la même valeur (cf. figure 31).

L'intervalle de référence obtenu est **[14,8-16,3] pour l'IDR**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [14,5-14,8] et pour la borne supérieure [16,2-16,7]. On constate graphiquement un regroupement des valeurs vers les normes basses (cf. figure 32), cela est confirmé par notre résultat, la borne supérieure avec certitude, la borne inférieure reste inchangée.

Figure 32 : Répartition des valeurs d'IDR de l'ensemble de l'effectif



2.2.2.4.7. La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH)

Le test statistique de comparaison des deux effectifs donne une valeur de 78 %, cela signifie qu'on peut dire que les deux échantillons sont très semblables, on peut donc étudier les valeurs de CCMH sur l'ensemble de la population. Visuellement la répartition des deux races semble d'ailleurs semblable (cf. figure 33).

L'intervalle de référence obtenu est **[30,9-37,8] pour le CCMH**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [30-31,5] et pour la borne supérieure [37,7-38,7]. Visuellement, les valeurs semblent bien centrées autour des valeurs de référence avec un peu plus de valeur au dessus des références (cf. figure 34), ce qui est confirmé par nos résultats.

Figure 33 : Répartition des valeurs de CCMH selon les races

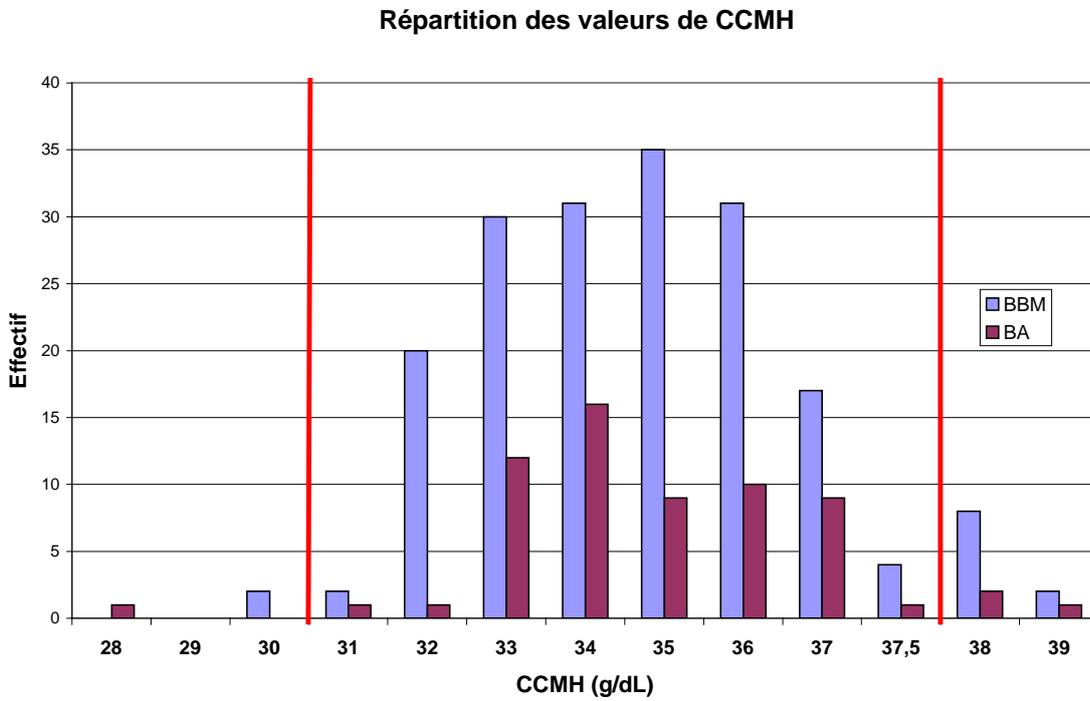
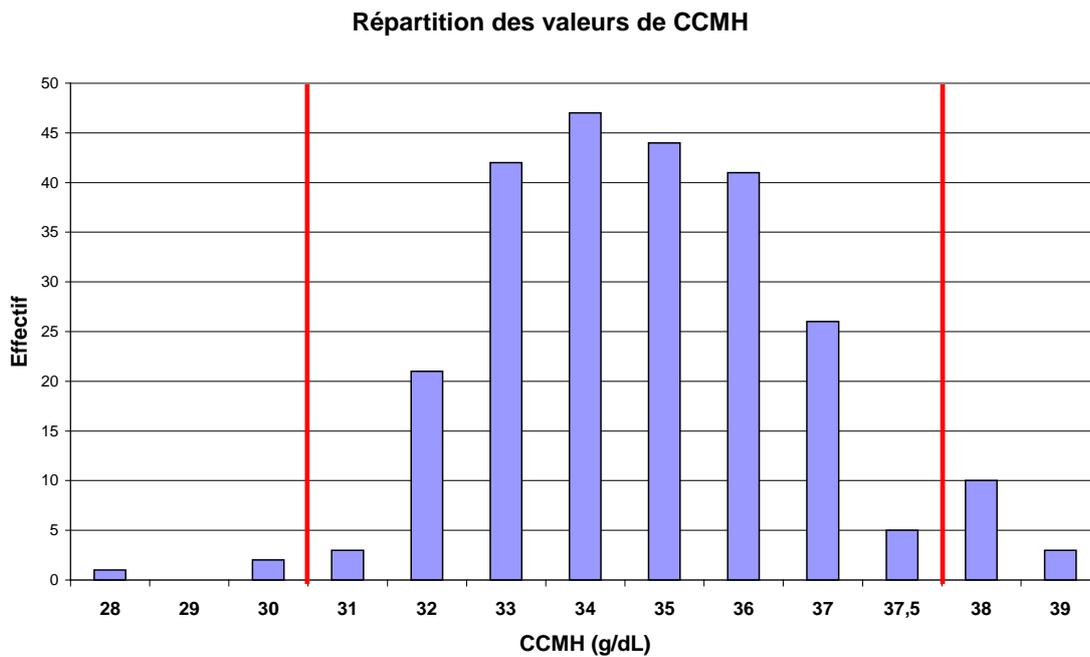
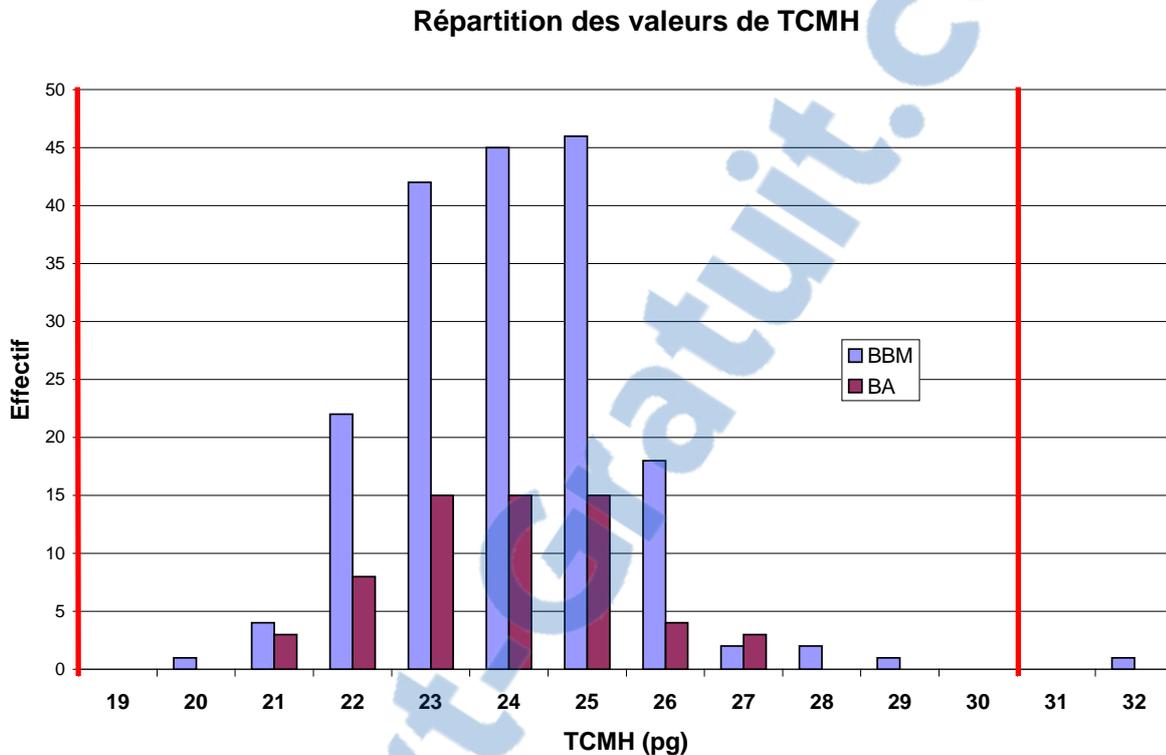


Figure 34 : Répartition des valeurs de CCMH de l'ensemble de l'effectif



2.2.2.4.8. La teneur globulaire moyenne en hémoglobine (TCMH)

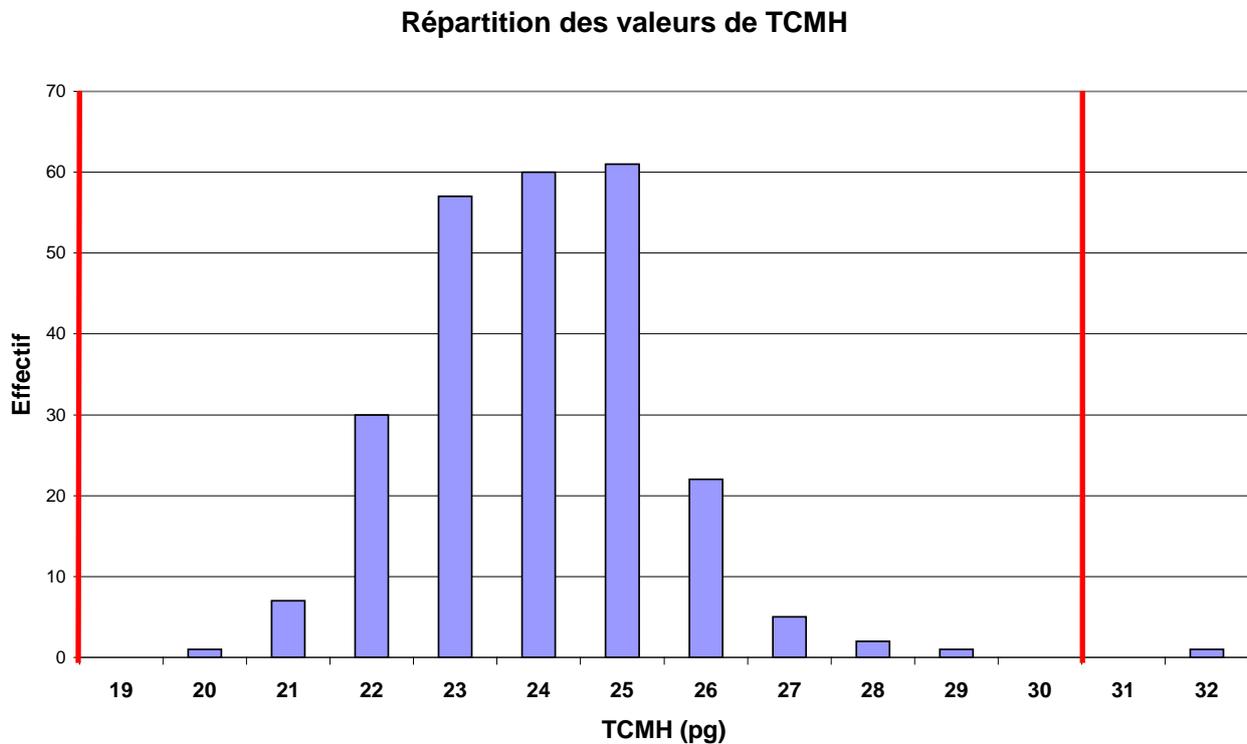
Figure 35 : Répartition des valeurs de TCMH selon les races



Le test statistique de comparaison des deux effectifs donne une valeur de 46 %, cela signifie qu'on peut dire que les deux échantillons sont très semblables, on peut donc étudier les valeurs de TCMH sur l'ensemble de la population. Cela confirme l'allure visuelle des deux courbes (cf. figure 35).

L'intervalle de référence obtenu est **[20,8-26,8] pour le TCMH**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [20,19-21,23] et pour la borne supérieure [25,85-28,24]. Visuellement, on observe que l'ensemble de l'effectif est dans l'intervalle de référence du Lasercyte™ sauf pour une valeur (cf. figure 36), mais aussi que l'intervalle semble plus resserré. Notre analyse confirme cette observation, on peut dire avec certitude qu'on a réduit l'intervalle de référence.

Figure 36 : Répartition des valeurs de TCMH de l'ensemble de l'effectif



2.2.2.5. La population des plaquettes

2.2.2.5.1. La numération plaquettaire

Le test statistique de comparaison des deux effectifs donne une valeur de 4 %, on est donc en dessous du seuil de 5 %, mais en observant la figure 37, on constate qu'une valeur semble extrême. En enlevant cette valeur, le résultat du test est de 5 %, si on enlève la valeur proche de 600, on obtient alors un résultat de 6 %. Par conséquent, on considère les deux effectifs comme équivalents, l'écart observé en premier lieu était lié à la présence de valeurs extrêmes dans une race.

L'intervalle de référence obtenu est **[131-518] pour les plaquettes**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [45-150] et pour la borne supérieure [473-555]. Visuellement, on constate que l'effectif est globalement centré autour des valeurs du Lasercyte™ avec quelques valeurs en dehors surtout pour la borne inférieure (cf. figure 38), ce qui explique le résultat statistique obtenu, la borne inférieure est légèrement décalée par rapport à celle du Lasercyte™, et la borne supérieure n'est pas modifiée.

Figure 37 : Répartition des valeurs de plaquettes selon les races

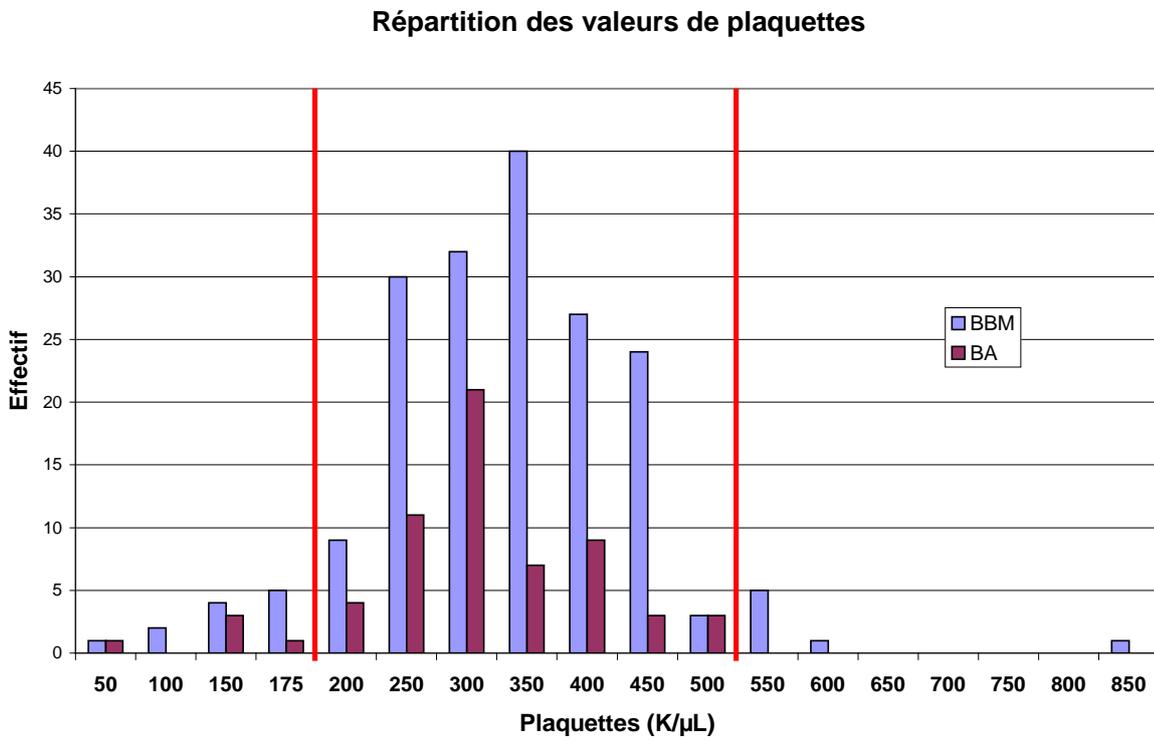
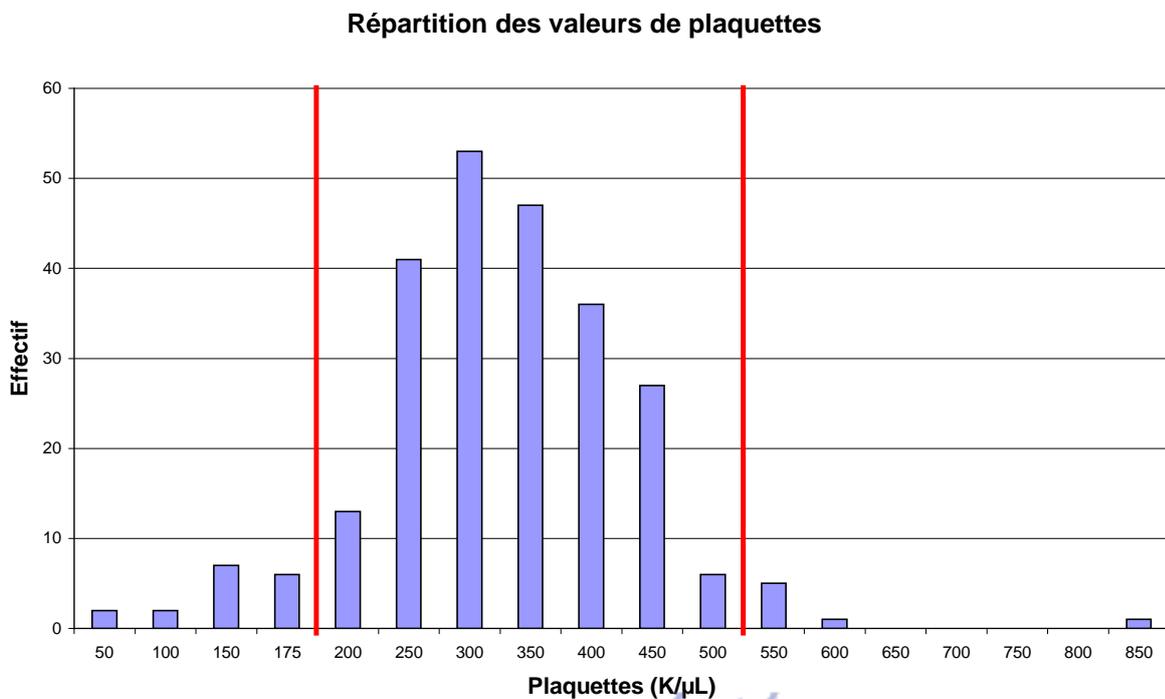
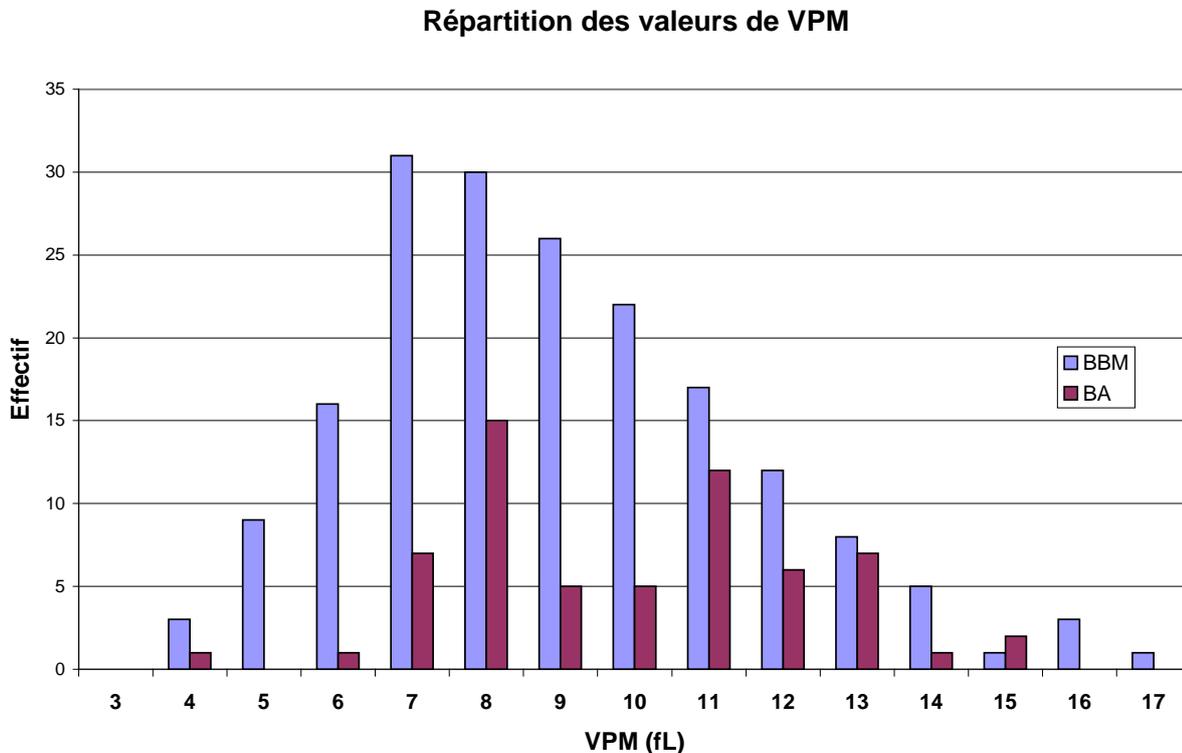


Figure 38 : Répartition des valeurs de plaquettes de l'ensemble de l'effectif



2.2.2.5.2. Le volume plaquettaire moyen (VPM)

Figure 39 : Répartition des valeurs de VPM selon les races



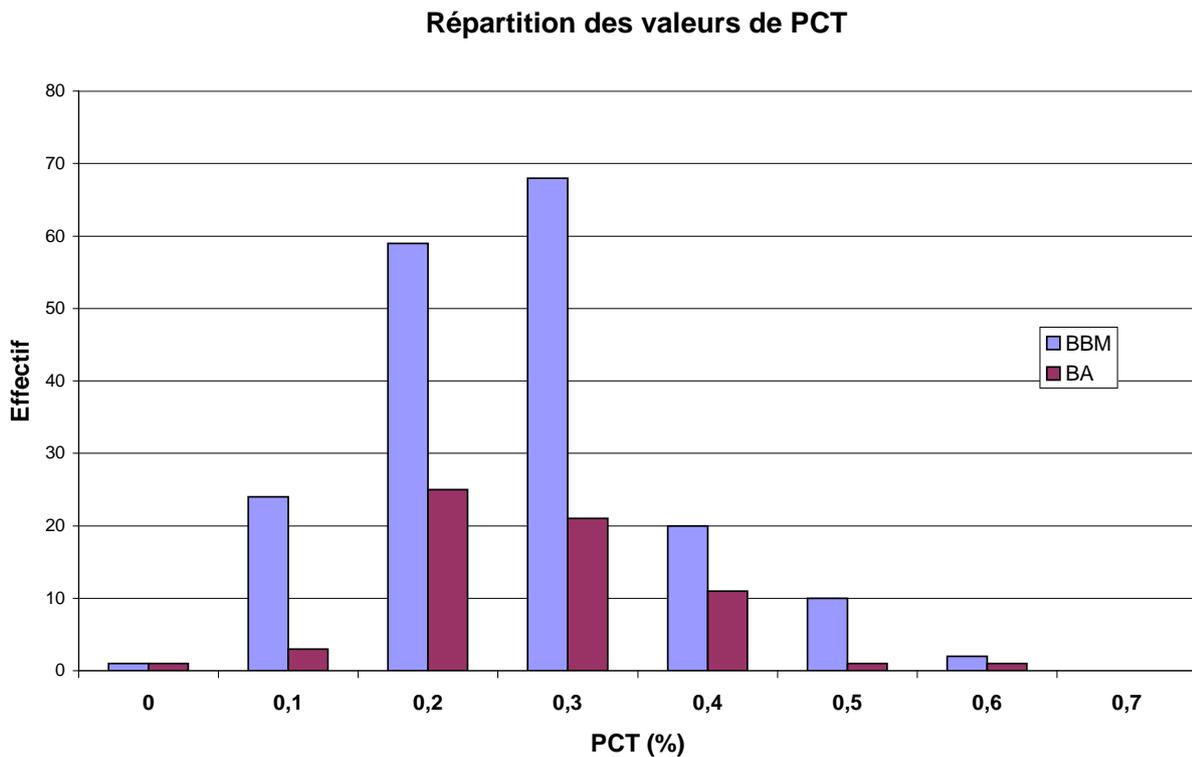
Le test statistique de comparaison des deux effectifs donne une valeur de 0,3 %, les différences entre les deux statistiques ne sont pas dues au hasard, il faut donc étudier les deux populations séparément. Cela est d'ailleurs confirmé par les graphiques des deux races (cf. figure 39).

L'intervalle de référence obtenu pour les BBM est **[4,04-14,46] pour le VPM**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [3,06-4,55] et pour la borne supérieure [13,02-16,94]. En ce qui concerne les BA, l'intervalle de référence obtenu est [5,68-14,53].

Le Lasercyte™ ne donne pas de valeurs de référence pour le VPM, malgré tout la répartition des BBM apparaît comme gaussienne, et l'intervalle de confiance trouvé n'est pas très large, il est donc possible de proposer avec cohérence des valeurs seuils.

2.2.2.5.3. Le plaquettocrite (PCT)

Figure 40 : Répartition des valeurs de PCT selon les races

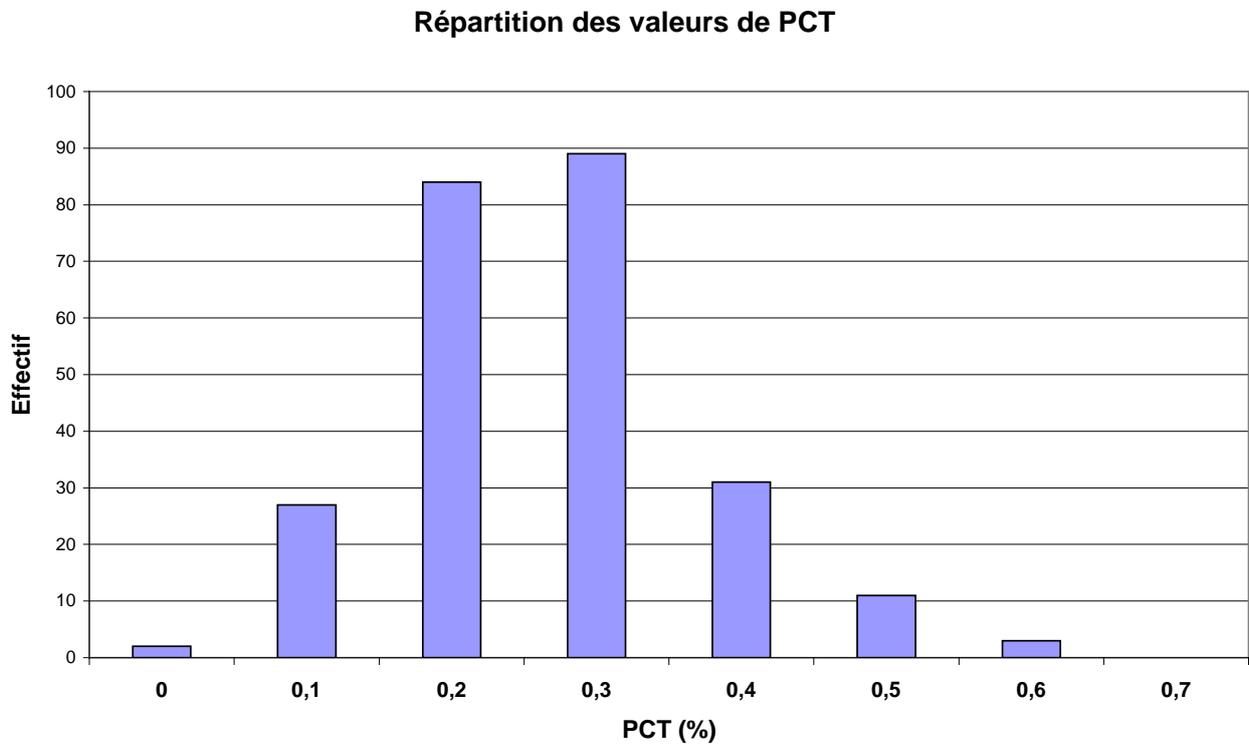


Le test statistique de comparaison des deux effectifs donne une valeur de 69 %, cela signifie qu'on peut dire que les deux échantillons sont très semblables, on peut donc étudier les valeurs de plaquettocrite sur l'ensemble de la population. Graphiquement, on constate aussi que la répartition entre les deux races semble proche (cf. figure 40).

L'intervalle de référence obtenu est **[0,1-0,5] pour le plaquettocrite**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [0-0,1] et pour la borne supérieure [0,5-0,6].

Tout comme le VPM, le Lasercyte™ ne donne pas de valeurs seuils, on constate cependant que la répartition de l'effectif semble suivre une loi normale (cf. figure 41) et qu'on peut définir des valeurs de référence facilement avec des intervalles de confiance de taille réduite.

Figure 41 : Répartition des valeurs de PCT de l'ensemble de l'effectif



2.2.2.5.4. L'indice de distribution plaquettaire (IDP)

Le test statistique de comparaison des deux effectifs donne une valeur de 72 %, cela signifie qu'on peut dire que les deux échantillons sont très semblables, on peut donc étudier les valeurs de l'IDP sur l'ensemble de la population. Graphiquement, les valeurs semblent regroupées autour des mêmes valeurs pour les deux races (cf. figure 42).

L'intervalle de référence obtenu est **[20,3-28,1] pour l'IDP**, l'intervalle de confiance pour la borne inférieure est [19,6-20,7] et pour la borne supérieure [27,1-30,8]. De même que pour les autres données concernant les plaquettes, le Lasercyte™ ne fournit pas de valeurs de référence, même si la répartition globale semble gaussienne (cf. figure 43).

Figure 42 : Répartition des valeurs de l'IDP selon les races

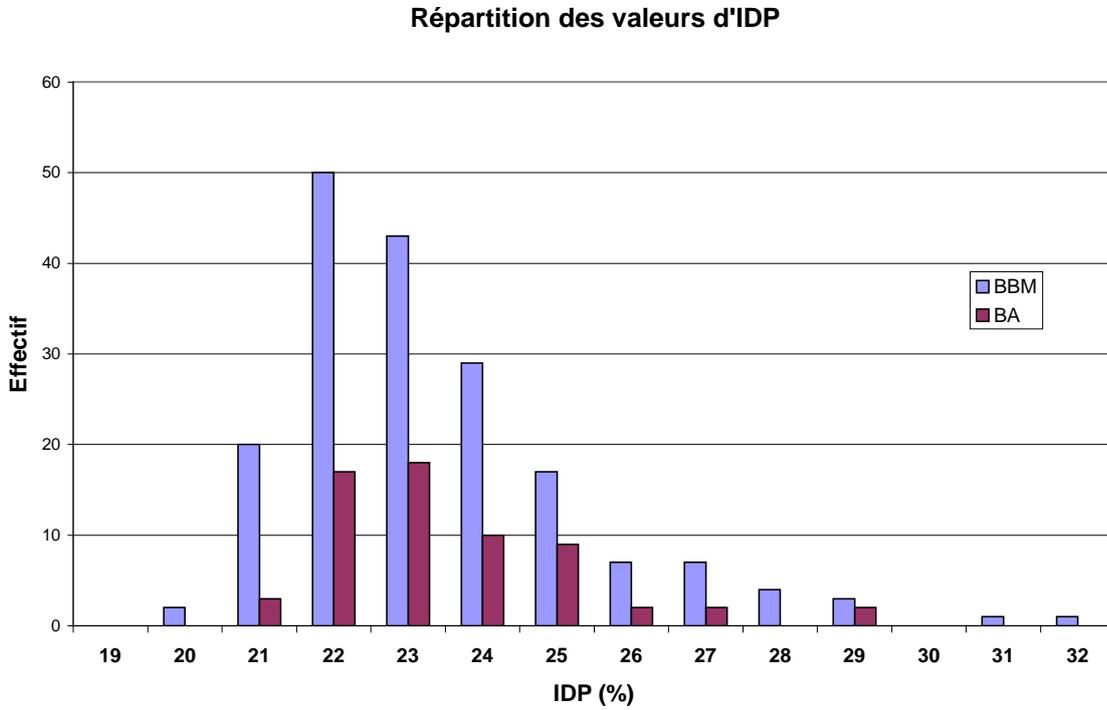
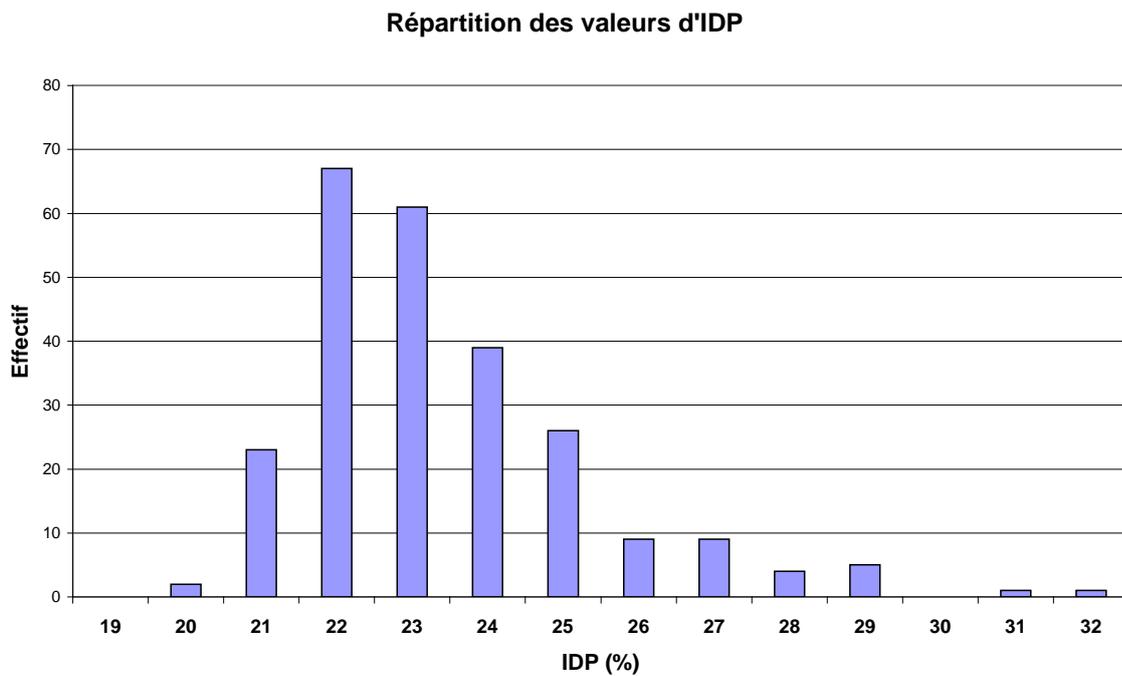


Figure 43 : Répartition des valeurs d'IDP de l'ensemble de l'effectif



2.2.2.6. Résumé des résultats

Statistiquement, on observe des différences significatives entre les deux races seulement sur quatre données : les numérations des monocytes, des éosinophiles, des basophiles, et le VPM. On observe également une différence statistique sur les leucocytes, mais cette dernière disparaît si on exclut les trois lignées précédemment citées (cf. tableaux 1 et 2).

Tableau 1 : Intervalles de référence et de confiance communs aux deux races et valeurs de référence du Lasercyte™

	Lasercyte™		Effectif total			
	Limite inférieure	Limite supérieure	Limite inférieure	Intervalle de confiance	Limite supérieure	Intervalle de confiance
GB (10 ⁹ /L)	5,5	16,9	4,15	[3,31-4,46]	15,4	[14,36-16,79]
LYM (10 ⁹ /L)	0,5	4,9	0,79	[0,61-0,92]	3,28	[2,86-3,66]
MONO (10 ⁹ /L)	0,3	2				
NEU (10 ⁹ /L)	2	12	1,25	[0,87-1,88]	10,77	<i>[9,41-12]</i>
EOS (10 ⁹ /L)	0,1	1,49				
BASO (10 ⁹ /L)	0	0,1				
HCT (%)	37	55	38	[32,8-39,1]	57,2	[56,1-59,9]
GR (10 ¹² /L)	5,5	8,5	5,56	[4,99-5,67]	8,43	[8,31-8,74]
HGB (g/dL)	12	18	13,3	[12,2-13,8]	20	[19,6-20,9]
RETIC (K/μL)	10	110	15,5	[14,4-16,4]	64,8	[59,9-71,5]
VGM (fL)	60	77	64,5	[63,7-64,7]	72,6	[72,2-73,6]
IDR (%)	14,7	17,9	14,8	[14,5-14,8]	16,3	[16,2-16,7]
CCMH (g/dL)	30	37,5	30,9	<i>[30-31,5]</i>	37,8	[37,7-38,7]
TCMH (pg)	18,5	30	20,8	[20,19-21,23]	26,8	[25,85-28,24]
PLT (K/μL)	175	500	131	[45-150]	518	[473-555]
VPM (fL)						
PCT (%)			0,1	[0-0,1]	0,5	[0,5-0,6]
IDP (%)			20,3	[19,6-20,7]	28,1	[27,1-30,8]

Tableau 2 : Intervalles de référence et de confiance non communs aux deux races et valeurs de référence du Lasercyte™

	Lasercyte™		BBM				BA	
	Limite inférieure	Limite supérieure	Limite inférieure	Intervalle de confiance	Limite supérieure	Intervalle de confiance	Limite inférieure	Limite supérieure
MONO (10 ⁹ /L)	0,3	2	0,53	[0,32-0,55]	2,22	[2,02-2,73]	0,39	3,14
EOS (10 ⁹ /L)	0,1	1,49	0,05	[0,03-0,06]	1,17	[0,97-1,75]	0,13	1,8
BASO (10 ⁹ /L)	0	0,1	0	[0-0,01]	0,07	[0,06-0,07]	0	0,05
VPM (fL)			4,04	[3,06-4,55]	14,46	[13,02-16,94]	5,68	14,53

Lorsque les chiffres sont en gras, cela signifie que la valeur obtenue est inférieure à la valeur de référence du Lasercyte™ avec certitude, donc que l'intervalle de confiance qu'on a obtenu ne contient pas cette dernière. En italique et en gras, la valeur obtenue est supérieure à l'intervalle de référence. En italique, ce sont les données douteuses, c'est-à-dire que notre intervalle de confiance s'arrête pile à la valeur de référence. Le reste représente les données pour lesquelles on a trouvé la même valeur que le Lasercyte™.

Par conséquent, lorsque les deux valeurs sont en gras, cela veut dire que globalement la courbe est décalée vers la gauche par rapport aux valeurs de référence, si les deux valeurs sont en italique et en gras, c'est l'inverse. Si on a resserré l'intervalle (donc réduit la dispersion), la borne inférieure est en italique et en gras et la supérieure en gras (par exemple les lymphocytes).

2.2.3. Discussion

Notre étude portait donc sur deux races de chien de travail, que des mâles et tous considérés comme adulte.

2.2.3.1. Différences entre les races

Des différences significatives entre les deux races ont été observées sur quelques données de l'héogramme. Chez les bouviers bernois, une étude a montré une différence significative avec les standards pour la population des éosinophiles et pour le CCMH (NIELSEN *et al.* [26]).

D'autres études ont montré que certaines races avaient des valeurs plus élevées d'hématocrite, comme le Berger allemand, le Boxer, le Beagle (TVEDTEN [43]).

Mais cette différence est attribuée au stress plus marqué de certaines races, surtout au moment des prises de sang, provoquant alors une contraction de la rate et la différence observée.

Une étude sur des héogrammes (hématocrite, hémoglobine, numération glomérulaire, numération leucocytaire) de plus de 400 labradors et beagles n'a pas montré de réelles différences entre les deux races sur toutes les tranches d'âges étudiées, pour les chiens entre 1 et 8 ans.

Certaines tranches d'âges présentent significativement des valeurs différentes, mais d'autres non, et ces tranches ne sont pas communes d'un paramètre à l'autre (HARPER *et al.* [14]).

Dans tous les cas, et dans notre étude aussi, même avec différence, les valeurs restent dans les normes. Une exception à cette règle existe chez les chiots.

On peut donc se demander si les différences observées dans notre étude sont réelles entre les deux races, le stress, au moment de la prise de sang, pouvant par exemple modifier nos données.

Surtout que le personnel militaire confesse une différence comportementale entre les deux races et il peut influencer l'éducation, et ainsi le comportement pendant la consultation.

On m'a, par exemple, décrit plusieurs fois le berger allemand comme plus dépendant à son maître et plus facilement stressé lors d'un changement dans son environnement.

La deuxième hypothèse qu'on peut émettre quand à cette différence est la précision des mesures.

Toutes nos données sont issues d'un automate : le Lasercyte™, et il existe un écart entre les valeurs réelles et celles données par l'automate.

Quelques études se sont intéressées à la précision des automates d'hématologie, dont le Lasercyte™.

WENGER-RIGGENBAC *et al.* [45] ont étudié la précision de ce dernier pour des chiens avec des valeurs dans les normes usuelles, mais aussi en dehors de ces valeurs pour voir si le Lasercyte™ repère les anomalies.

La précision est mesurée par rapport à une méthode de référence.

Lorsque la variation est inférieure à 3 %, on considère la précision comme bonne, inférieure à 5 %, elle est acceptable, au dessus, on dit que la mesure est imprécise.

Pour des chiens avec une numération leucocytaire dans les normes, la valeur des monocytes est acceptable (4,9 %), mais celle des basophiles, éosinophiles et lymphocytes imprécises (respectivement 32 %, 18,5 % et 7 %).

La lignée leucocytaire n'est pas la seule touchée par cette imprécision.

Les réticulocytes ont une imprécision de 42,7 %, le volume plaquettaire moyen a une valeur acceptable (4,9 %) et le plaquetto-crite imprécise (7,3 %).

On retrouve sensiblement les mêmes valeurs sur des chiens avec une numération basse, même si, dans cette situation, les imprécisions sur la lignée blanche sont plus importantes.

D'autres études (PAPASOULIOTIS *et al.* [28]) donnent des résultats encore plus imprécis sur l'ensemble des données de la lignée blanche.

Parmi les données différentes entre nos deux races, deux sont issues de valeur imprécises, et deux de valeur à la limite de l'acceptable (4,9 % pour 5 %).

On peut ainsi se demander si les différences observées entre les deux races ne sont pas liées à l'imprécision de l'automate sur ces données, surtout qu'on constate que plus la numération leucocytaire diminue plus l'imprécision augmente.

Or, dans notre échantillon, on obtient globalement une numération leucocytaire plus basse que les valeurs de référence. L'imprécision est donc augmentée.

D'autres études ont montré l'imprécision des valeurs de basophiles par la plupart des automates (LILLIEHOOK et TVEDTEN [22]).

En ce qui concerne le volume plaquettaire moyen, c'est une valeur calculée à partir du rapport du plaquetto-crite et de la numération plaquettaire.

Si on refait le calcul à partir de ces valeurs, on n'obtient pas le résultat donné par l'automate.

En réalité, le Lasercyte™ connaît deux chiffres après la virgule pour le plaquetto-crite, mais n'en donne qu'un. Avec un chiffre après la virgule, la valeur est déjà imprécise dans les études.

Ceci peut expliquer une grande variabilité des valeurs observées, et donc la différence observée entre les deux races.

Les deux races étant proches (même format, famille de chiens de berger) et les différences concernant des données décrites comme avec une précision médiocre ou acceptable, il est très difficile de connaître la part de chaque élément dans les différences observées.

Il aurait fallu des données interprétées par au moins un autre automate et un frottis pour pouvoir affirmer avec certitude que la différence est réelle et non liée à l'utilisation d'un automate.

2.2.3.2. Les intervalles de référence

On observe tous les cas de figures dans notre étude ; des intervalles de référence qui correspondent aux valeurs du Lasercyte™, des courbes décalées vers la gauche ou la droite par rapport aux références, et des intervalles réduits.

2.2.3.2.1. Les intervalles de référence de la lignée érythrocytaire

La lignée érythrocytaire est la lignée avec le plus de variations chez les chiens de sports. Pour la numération des érythrocytes, on retrouve les valeurs usuelles.

Plusieurs études sur des chiens de sports ont montré des tendances à des anémies (DZHELEBOV *et al.* [11], QUERENGAESSER *et al.* [32]), même plusieurs jours après l'arrêt de l'activité. Mais ce résultat est très variable, il semble plus lié au moment de la prise de sang par rapport à l'exercice et l'intensité de ce dernier (DAVIS *et al.* [8]).

On constate dans notre population, en parallèle, une nette augmentation du taux d'hémoglobine avec une augmentation plus modérée de l'hématocrite.

Sur ces deux derniers paramètres, les études diffèrent sans consensus, les mêmes raisonnements que pour les anémies sont utilisés pour expliquer cet écart.

Dans notre population, l'endurance est demandée ainsi qu'une activité régulière et constante, contrairement à des chiens avec une activité saisonnière et intense.

Une étude plus récente de LOVE *et al.* [23] a montré que les chiens de traîneaux avaient plus de chance de finir une course d'endurance s'ils avaient des valeurs hautes d'hémoglobine et d'érythrocytes, et cette correspondance reste valable sur l'ensemble de l'intervalle de référence.

Toutes ces variations peuvent s'expliquer sur le long terme.

On observe une adaptation physiologique de l'érythropoïèse, puisque le rein sécrète plus d'EPO lors de situation d'hypoxie, ce qui arrive à chaque exercice [32].

Il faut bien faire la différence entre les chiens entraînés et les chiens qui viennent de faire un exercice.

Les augmentations des paramètres sanguins observés dans ce dernier cas sont souvent associées à la déshydratation post-exercice, donc une diminution du volume de plasma, et, par conséquent, une hausse de la concentration en hémoglobine et érythrocytes, sans modification de leur nombre.

Alors que chez les chiens entraînés, en dehors de tout exercice, on observe ces augmentations, qui sont réelles.

En ce qui concerne les paramètres décrivant les érythrocytes, on observe pour le VGM et le CCMH un intervalle recentré par rapport à celui d'Idexx, qu'on peut attribuer à la standardisation de notre population.

Pour le CCMH, on constate un très discret décalage de la courbe vers la droite, mais l'intervalle de confiance ne diffère que de 0,2 g/dL par rapport à la valeur de référence.

Il est donc très difficile de conclure sur cette différence statistique qui scientifiquement n'a pas ou très peu de signification.

Malgré l'augmentation de l'hématocrite et de l'hémoglobine, on remarque que les paramètres calculés à partir de ces mesures (VGM, CCMH, TCMH) sont dans les valeurs de référence, ou très discrètement augmentés.

La composition, la taille moyenne des érythrocytes ne sont pas modifiées. Un hématocrite élevé est associé à un taux d'hémoglobine et une numération globulaire élevés (le coefficient de corrélation de la courbe représentant l'hématocrite en fonction des globules rouges est de 91 %, avec l'hémoglobine, l'association est moins forte et tombe autour des 70 %).

Ceci confirmerait la thèse énonçant que la composition actuelle du sang est optimale.

Toute augmentation entraîne une augmentation de viscosité du sang, et donc un moins bon apport d'oxygène à cause d'une augmentation des résistances (STORZ *et al.* [42]).

On constate de même que la borne supérieure de l'IDR a été modifiée pour une valeur plus basse. Cela signifie que la variation de taille des globules rouges est moindre que dans une population classique, ce qui est en lien avec des paramètres sanguins adaptés pour l'activité sportive.

En ce qui concerne les réticulocytes, on constate qu'on réduit la borne supérieure d'une assez grande valeur.

On peut interpréter cela par un faible nombre d'animaux avec un hémocrite dans les valeurs basses (signe d'anémie) dans notre population, donc un renouvellement cellulaire dans les valeurs usuelles basses.

Cela confirme, contrairement à certaines études sur les chiens sportifs, que notre effectif ne souffre pas d'anémie, et aussi que notre effectif ne souffre pas de déshydratation puisque les valeurs des érythrocytes sont dans les normes usuelles.

En conclusion, au sein de notre population, on observe une augmentation de l'hémoglobine et de l'hématocrite mais sans modification des caractéristiques d'un globule rouge (VGM, CCMH et TCMH dans les normes).

Cette augmentation n'est pas liée à une déshydratation, puisque les érythrocytes sont dans les valeurs usuelles et qu'aucun signe d'anémie n'est rapporté.

Cela coïncide avec la thèse énonçant que la composition usuelle du sang est adaptée à une activité sportive, et que des variations importantes de l'hématocrite diminuent l'endurance à un exercice.

2.2.3.2.2. Les intervalles de référence de la lignée leucocytaire

On constate que notre intervalle de la numération leucocytaire est décalé vers les valeurs basses par rapport aux valeurs usuelles.

Deux données sont à prendre à compte pour interpréter cette modification : la vie en communauté de ces chiens dans des chenils à l'extérieur, et le côté sportif.

En effet, il a été montré dans de nombreuses études que les chiens vivant en extérieur, en groupe et/ou en chenil avaient souvent des leucocytoses, liés au plus grand risque de transmission d'infections et de parasites (TVEDTEN [43]).

Chez les chiens sportifs, certaines études ont montré des leucocytoses [11], alors que d'autres n'ont pas montré de différence significative avec les valeurs usuelles (RAUTENBACH *et al.* [35]).

On n'observe pas de leucocytose sur l'ensemble de notre population, la limite supérieure et son intervalle de confiance se situe en dessous des valeurs de référence du Lasercyte™.

En revanche, une légère leucopénie est observée sur l'ensemble de la population.

Pour les lymphocytes, on trouve un intervalle plus réduit par rapport aux valeurs usuelles.

On a donc moins de dispersion par rapport à la moyenne, cela est aussi retrouvé dans l'étude sur les chiens d'une école de police d'Afrique du Sud [35].

Le manque de diversités (même espèce, même race, même mode de vie etc.), contrairement aux études tout venant, peut expliquer qu'il y ait moins de dispersion.

Pour les monocytes, on n'a pu réaliser notre étude avec un intervalle de confiance que sur la population des BBM. On a un léger décalage des valeurs vers la droite par rapport aux références,

mais la différence est très discrète (les intervalles de confiance sont très proches des valeurs usuelles).

On ne peut donc pas parler d'une franche augmentation de la numération moyenne des monocytes au sein de notre échantillon.

Ce résultat de différence significative sans réelle signification scientifique est aussi retrouvé dans l'étude sur les chiens d'Afrique du Sud et les Husky d'Alaska (SASSNAU [38]).

L'intervalle de référence est décalé vers la gauche pour les neutrophiles, ce qui est contraire à la neutrophilie souvent constatée chez les chiens de chenil et les chiens sportifs.

On remarque que notre limite supérieure est douteuse puisque l'intervalle de confiance se referme sur la valeur de référence du Lasercyte™.

Cette lignée est responsable également de l'écart d'intervalle de référence observé sur la lignée leucocytaire.

Les quelques valeurs assez faibles de neutrophiles (qu'on retrouve dans la numération des leucocytes) n'ont à priori pas d'explications, les animaux étant cliniquement sains au moment des prises de sang, et plutôt stressés (donc à tendance à la neutrophilie).

En ce qui concerne les éosinophiles, on constate un décalage de la courbe vers la gauche très nettement, même si la limite supérieure ne le reflète pas.

Des éosinophilies sont souvent observées sur des chiens vivant en chenil puisque les infestations parasitaires sont plus nombreuses.

On peut supposer que cette différence observée est due à une meilleure observance des traitements antiparasitaires, contrairement à la population générale.

Pour les basophiles, on obtient la même allure de la répartition que les éosinophiles par rapport aux valeurs de référence.

La basopénie étant très peu documentée car très difficilement mise en évidence, on peut supposer que cette différence est plus liée à la relative homogénéité de notre population par rapport à la population globale (sans toutefois oublier que le Lasercyte™ est imprécis sur cette donnée du fait du faible nombre de basophiles dans le sang).

Sur la lignée blanche, on trouve, contrairement aux études sur les chiens de chenil et sportif, une numération des neutrophiles globalement plus faible que dans la population générale. Le Lasercyte™ est assez précis sur cette valeur (98 % selon WENGER-RIGGENBAC *et al.* [45]). Le stress chronique des chiens est une hypothèse pouvant expliquer cette différence.

On trouve une discrète augmentation des monocytes sans signification clinique, retrouvée aussi dans les autres études, ainsi qu'un intervalle plus réduit des lymphocytes sûrement lié à l'homogénéité de notre population.

On n'observe pas de valeurs élevées d'éosinophiles, les traitements antiparasitaires sont globalement efficaces et bien observés, mais il ne faut pas oublier que le Lasercyte™ est assez imprécis sur cette valeur.

2.2.3.2.3. Les intervalles de référence de la lignée plaquettaire

Notre étude n'a montré aucune différence avec les valeurs de référence habituelle pour la numération plaquettaire.

On constate une légère dispersion des valeurs, on ne retrouve pas 95 % de l'effectif entre les deux bornes.

Plusieurs explications peuvent être avancées.

L'hypothèse principale restant une erreur de lecture liée aux conditions de la prise de sang.

Si le sang a commencé à former des clous plaquettaires, si la prise de sang ne s'est pas faite rapidement ou en plusieurs fois, on sous-estime alors la vraie valeur, ce qui pourrait expliquer les quelques chiens en dessous de la limite inférieure.

Dans l'idéal il aurait fallu avoir un **frottis de confirmation** après chaque mesure effectuée par l'automate.

Plusieurs études ont montré une augmentation significative par rapport aux normes des plaquettes chez les chiens sportifs ([38], [8]) ce qui pourrait expliquer les quelques valeurs au dessus de la limite supérieure, sachant que les chiens du site de Suippes ne sont pas soumis à une activité aussi intense que les chiens de ces études.

Un des hypothèses pour ces thrombocytoses observées est le stress au moment de la prise de sang. Cependant ce résultat n'est pas retrouvé sur les autres lignées sanguines modifiées par le stress.

Pour les valeurs décrivant les plaquettes, il n'y a pas encore, à l'heure actuelle, de consensus sur les valeurs de références. Le Lasercyte™ n'en donne d'ailleurs pas, même dans ces dernières mises à jour.

On constate que la répartition dans notre étude a des allures de loi normale pour ces trois paramètres et qu'on peut déterminer des valeurs de référence même si, on a très peu d'information sur la pertinence et la précision des valeurs données par les automates.

Ces paramètres sont pris en considération, le plus souvent, dans des études de pathologie susceptibles de modifier la lignée plaquettaires.

Une étude colombienne de BOSSA-MIRANDA *et al.* [1] a donné des valeurs de référence suite à une étude rétrospective sur des chiens sains présentés à une clinique vétérinaire.

Les intervalles de référence du PCT, VPM et IDP sont respectivement [0,1-0,6], [7,23-13,64], [33,04-42,57].

On trouve le même résultat pour le plaquettocrite que dans cette étude.

Notre borne inférieure pour le VPM est plus basse, mais la borne supérieure est dans les mêmes valeurs.

En revanche, nos valeurs pour l'IDP sont beaucoup plus faibles que dans cette étude puisque nos deux intervalles ne se chevauchent pas.

Une telle différence n'est pas facilement explicable surtout que pour les autres valeurs, les résultats sont sensiblement les mêmes.

Deux hypothèses peuvent être proposées : des automates différents, et une plus grande diversité de race et de taille.

Sans plus d'informations et de recul sur ces analyses, il est difficile de trancher.

La lignée des plaquettes montre les limites des automates en hématologie. La numération plaquettaire peut sous estimer la valeur réelle si des amas plaquettaires ont eu le temps de se former. Le frottis est donc essentiel pour étudier la lignée plaquettaire. Les valeurs décrivant la population

des plaquettes fournies par les automates (VPM, IDP et PCT) sont peu utilisées et renseignées dans les études. Les vétérinaires préfèrent l'observation des plaquettes au microscope pour l'étude des maladies touchant la lignée plaquettaire. Le frottis apporte plus d'informations sur l'hétérogénéité des tailles et des formes des plaquettes.

CONCLUSION

L'objectif de notre étude était d'obtenir des intervalles de référence pour les données de l'hémogramme dans une population homogène, c'est-à-dire présentant des activités équivalentes, des races assez proches (deux races types bergers), la même alimentation, le même milieu de vie depuis plusieurs mois, les mêmes traitements et la même tranche d'âge (tous considérés comme adulte). La seule différence résidant dans les élevages d'origine des chiens et donc leur première année de vie.

Les chiens vivent en chenil à l'extérieur et ont un entraînement sportif quotidien. On n'observe des différences entre les deux races (Berger Allemand et Berger Belge Malinois) que sur quatre données : la numération des monocytes, la numération des éosinophiles, la numération des basophiles et le volume plaquettaire moyen, mais ce sont des paramètres où le Lasercyte™ ne se révèle pas assez précis à cause de leur faible population dans le compartiment sanguin.

Il est donc difficile de savoir sans frottis si la différence observée est réelle ou non.

Notre population met en évidence une valeur plus élevée de l'hémoglobine et de l'hématocrite sans variation des autres paramètres de la lignée rouge, sans être modifiée de façon importante. Ceci est en accord avec la théorie prétendant que si l'hématocrite augmente de trop (supérieur à 60 %), la viscosité sanguine augmente, entraînant une augmentation des résistances vasculaires et une moindre délivrance de l'oxygène aux tissus, on parle de mauvaise adaptation à des situations d'hypoxie (comme l'altitude). On constate également un bon entraînement des chiens. On n'observe aucune anémie, ni de signe de déshydratation, ni de signe de stress à la prise de sang.

En effet, la lignée blanche confirme ce résultat. On remarque une légère tendance à la neutropénie, une légère augmentation des monocytes sans explication particulière. Le stress chronique est une hypothèse envisageable. Par contre, contrairement à beaucoup de chiens de chenil, les éosinophiles sont en quantité moindre que l'intervalle de référence, montrant une bonne maîtrise de la pression parasitaire.

Sans frottis de confirmation, les mesures du Lasercyte™ ne sont pas précises pour ces deux dernières populations. Il en est de même pour ce qui concerne la lignée plaquettaire, même si on retrouve les valeurs usuelles, et qu'on peut définir des intervalles de référence pour le volume plaquettaire moyen, le plaquettocrite et l'indice de distribution plaquettaire qui actuellement n'en ont pas. Le frottis reste indispensable pour l'étude des plaquettes.

BIBLIOGRAPHIE

1. **A. BOSSA-MIRANDA, V. VALENCIA-CELIS, B.A. CARJAVAL-GIRALDO, L.A. RIOS-OSORIO** (2012) Automated hemogram values for healthy dogs aged 1 to 6 years attended at the Veterinary Hospital - Universidad de Antioquia (Colombia), 2002-2009 *Rev Colom. Cienc. Pecua.*, **25**(3), 409-416.
2. **M.K. BOUDREAUX** (2010) Thrombopoiesis *in*: D.J. WEISS, K.J. WARDROP Schalm's Veterinary Hematology 6th Ed., Blackwell Publishing Ltd, Chapter 9: 56-60.
3. **N. BOURGES-ABELLA, A. DIQUELOU, C. TRUMEL** (2004) Les leucocytes : valeurs usuelles et variations physiologiques chez le chien et le chat. *Le nouveau praticien vétérinaire n°16*, 9-12.
4. **M.J. BURKHARD** (2010) Lymphopoiesis *in*: D.J. WEISS, K.J. WARDROP Schalm's Veterinary Hematology 6th Ed., Blackwell Publishing Ltd, Chapter 10: 61-64.
5. **B.D. CAR** (2010) The Hematopoietic system *in*: D.J. WEISS, K.J. WARDROP Schalm's Veterinary Hematology 6th Ed., Blackwell Publishing Ltd, Chapter 5: 27-35.
6. **L. CHABANNE** (2004) Explorer et interpréter la formule leucocytaire chez le chien et le chat. *Le nouveau praticien vétérinaire n°16*, 13-17.
7. **N. CORDIONNER, J.J. FONTAINE** (2005) *Hématologie*. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité Pédagogique d'Histologie, et Anatomie Pathologique, 73 p.
8. **M.S. DAVIS, W.C. DAVIS, W.Y. ENSIGN, K.W. HINCHCLIFF, T.C. HOLBROOK, K.K. WILLIAMSON** (2008) Effects of training and strenuous exercise on hematologic values and peripheral blood leukocyte subsets in racing sled dogs. *JAVMA*, **232**(6), 873-878
9. **D.B. DENICOLA** (2008) Idexx LaserCyte™ Hematology Analyzer Case Study Book and Technical Guide, Polycopié. Idexx Laboratories, 38 p.
10. **B. DENIS** (2006) Variations physiologiques et pathologiques des lignées leucocytaires chez les carnivores domestiques- étude rétrospective sur l'année 2002. Thèse Méd. Vét., Alfort.
11. **P.V. DZHELEBOV, D. I. GUNDASHEVA, M. J. ANDONOVA, R. M. MIHAYLOV, E.P. SLAVOV** (2009) Effects of experimental prolonged strenuous exercise on haematological parameters in dogs, *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, **12**(2), 112-118.
12. **D. GRANDJEAN, J.P. VAISSAIRE** (2007) Les étapes de la vie du chien. *In*: L'encyclopédie du chien Royal Canin. Ed. Aniwa, 5211-551.
13. **RT. GOLDSTON** (1995), Introduction and Overview of Geriatrics. *In*: J.D. HOSKINS, RT. GOLDSTON Geriatrics and Gerontology of the dog and the cat. Ed. Philadelphia, WB Saunders, 1-8.
14. **EJ. HARPER, RM. HACKETT, J. WILKINSON, PR. HEATON** (2003) Age-related variations in hematologic and plasma biochemical test results in Beagles and Labrador Retrievers. *J Am Vet Med Assoc.*, **223**(10):1436-1442.
15. **C.C.W. HSIA, R.L. JOHNSON, D.M. DANE, E.Y. WU, A.S. ESTRERA, H.E. WAGNER, P.D. WAGNER** (2007) The canine spleen in oxygen transport: gas exchange and hemodynamic responses to splenectomy, *J. Appl. Physiol.*, **103**: 1496-1505
16. **K. KAUSHANSKY** (2008) Historical review: megakaryopoiesis and thrombopoiesis. *Blood*; **111**(3): 981 - 986.

17. **D. LEDIEU** (2004) Les granulocytes neutrophiles et leurs variations chez le chien et le chat. *Le nouveau praticien vétérinaire*, n°16, 21-26.
18. **D. LEDIEU** (2004) Les granulocytes éosinophiles et leurs variations chez le chien et le chat. *Le nouveau praticien vétérinaire*, n°16, 27-28.
19. **D. LEDIEU** (2004) Les granulocytes basophiles et les mastocytes et leurs variations chez le chien et le chat. *Le nouveau praticien vétérinaire*, n°16, 29-30.
20. **D. LEDIEU** (2004) Les monocytes et leurs variations chez le chien et chez le chat. *Le nouveau praticien vétérinaire*, n° 16, 31-32.
21. **D. LEDIEU** (2004) Les lymphocytes et leurs variations chez le chien et chez le chat. *Le nouveau praticien vétérinaire*, n° 16 ,33-35.
22. **I. LILLIEHOOK, H.W. TVEDTEN** (2011) Errors in basophil enumeration with 3 veterinary hematology systems and observations on occurrence of basophils in dogs. *Vet. Clin. Pathol.*; **40**(4), 450–458.
23. **S.B. LOVE, M.S. DAVIS, C. GOAD, K. MURPHY, D.B. AICHELE, T.W. FOSSUM** (2010) Predictive haematological and serum biomarkers for canine endurance exercise. *Comparative Exercise Physiology*, **7**(03), 109 – 115.
24. **A. MORITZ, M. BECKER** (2010) Automated hematology systems *in*: D.J. WEISS, K.J. WARDROP Schalm's Veterinary Hematology 6th Ed., Blackwell Publishing Ltd, Chapter 135: 1054-1066.
25. **C. MULLER, L. CHATEAU-ESCOFFIER** (2002). Définition et évaluation du vieillissement du chien et du chat âgés. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire*, **10**, 9-13.
26. **L. NIELSEN, M. KJELGAARD-HANSEN, A.L. JENSEN, A.T. KRISTENSEN** (2009) Breed-specific variation of hematologic and biochemical analytes in healthy adult Bernese Mountain dogs, *Veterinary Clinical Pathology*, **39**(1), 20–28.
27. **C.S. OLVER** (2010) Erythropoiesis *in*: D.J. WEISS, K.J. WARDROP Schalm's Veterinary Hematology 6th Ed., Blackwell Publishing Ltd, Chapter 6: 36-42.
28. **K. PAPASOULIOTIS, S. CUE, M. PINCHES, M. DUMONT, K. BURLEY** (2006) Comparison of white blood cell differential percentages determined by the in-house LaserCyte hematology analyzer and a manual method. *Vet. Clin. Pathol.*; **35**(3):295-302.
29. **T.L. PAPENFUSS** (2010) Monocytes and dendritic cell production and distribution *in*: D.J. WEISS, K.J. WARDROP Schalm's Veterinary Hematology 6th Ed., Blackwell Publishing Ltd, Chapter 8: 50-55.
30. **S.R. PATEL, J. H. HARTWIG, J.E. ITALIANO** (2005) The biogenesis of platelets from megakaryocyte proplatelets, *J Clin Invest.* : **115**(12): 3348–3354.
31. **V. PORTRON** (2002) L'hépatozoonose canine : synthèse des données bibliographiques. Thèse Méd. Vét., Toulouse.
32. **A. QUERENGAESSER, C. IBEN, J. LE1BETSEDER** (1994) Blood changes during training and racing in sled dogs. *J. Nutr.* ; **124**(12 Suppl): 2760-2764.
33. **M.J. RADIN, M.L. WELLMAN** (2010) Granulopoiesis *in*: D.J. WEISS, K.J. WARDROP Schalm's Veterinary Hematology 6th Ed., Blackwell Publishing Ltd, Chapter 7: 43-49.
34. **J.F. RANDOLPH, M.E. PETERSON, T. STOKOL** (2010) Erythrocytosis and polycythemia *in*: D.J. WEISS, K.J. WARDROP Schalm's Veterinary Hematology 6th Ed., Blackwell Publishing Ltd, Chapter 25: 162-166.
35. **G.H. RAUTENBACH, CHERYL BOOTH and E.W. HOHN** (1987) Comparison of health parameters in two different canine populations. Part I: Haematological data *Journal of the South African Veterinary Association*, **58**(4), 179-182.

36. **S. ROVIRA, A. MUNOZ, M. BENITO** (2007) Fluid and electrolyte shifts during and after Agility competitions in dogs, *J. Vet. Med. Sci.*; **69**(1): 31-35.
37. **K.E. RUSSELL** (2010) Platelet kinetics and laboratory evaluation of thrombocytopenia *in*: D.J. WEISS, K.J. WARDROP Schalm's Veterinary Hematology 6th Ed., Blackwell Publishing Ltd, Chapter 77: 576-585.
38. **R. SASSNAU** (2007) Changes in hematological parameters depending on the training status in Siberian Huskys. *Tierärztl. Prax.* ; **35** (K): 375-380.
39. **N. SATO, Y.T. SHEN, K. KIUCHI, R.P. SHANNON, S.F. VATNER** (1995), Splenic contraction-induced increases in arterial O₂ reduce requirement for CBF in conscious dogs *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, **269**, 491-503.
40. **A.E. SCHULTZE** (2010) Interpretation of canine leucocyte responses *in*: D.J. WEISS, K.J. WARDROP Schalm's Veterinary Hematology 6th Ed., Blackwell Publishing Ltd, Chapter 48: 321-334.
41. **H.E. SOLBERG** (2009), Establishment and use of reference values, *In*: C.A. BURTS, E.R. ASHWOOD, D.E. BRUNS, Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics. Philadelphia Elsevier Inc., 336 – 356.
42. **J.F. STORZ, G.R. SCOTT, Z.A. CHEVIRON** (2010), Phenotypic plasticity and genetic adaptation to high-altitude hypoxia in vertebrates, *The Journal of Experimental Biology*, **213**, 4125-4136.
43. **H.W. TVEDTEN** (1981) Hematology of the normal dog and cat. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, **11**(2): 209-217.
44. **H.W. TVEDTEN** (2010) Laboratory and clinical diagnosis of anemia *in*: D.J. WEISS, K.J. WARDROP Schalm's Veterinary Hematology 6th Ed., Blackwell Publishing Ltd, Chapter 24: 152-161.
45. **B. WENGER-RIGGENBAC, M. HASSIG, R. HOFMANN-LEHMANN, H. LUTZ** (2006) Evaluation of the LaserCyte: an in-house hematology analyzer for dogs and cats, *Comp. Clin. Pathol.*, **15**(2), 117-129.
46. **T.B. WILLS, K.J. WARDROP** (2008), Pseudothrombocytopenia secondary to the effects of EDTA in a dog. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*; **44**(2):95-97.

Annexe 1 : Exemple de feuille de résultats donnée par le Lasercyte™

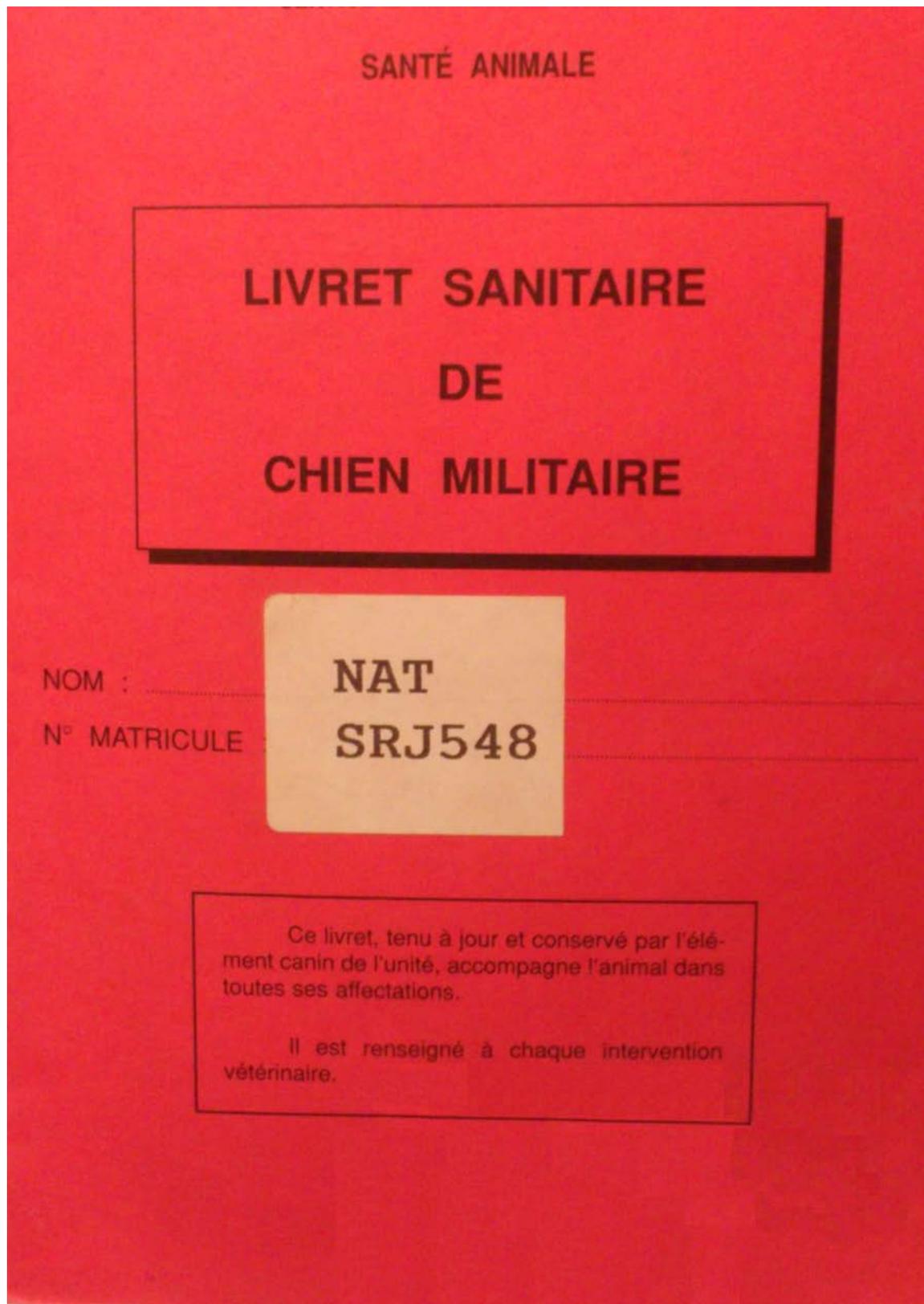
Service Veterinaire
132e BCAT Ferme de Piemont
51601 SUIPPES Cedex

Patient: SERAU
Espèce: Chien adulte
Client: 060731 2DHS856

Hématologie
7/31/2006 12:11:47 PM

		Lasercyte™		
GB	= 9.08 x10 ⁹ /L	(5.50 - 16.90)		
LYM	= 1.63 x10 ⁹ /L	(0.50 - 4.90)		
MONO	= 1.37 x10 ⁹ /L	(0.30 - 2.00)		
NEU	= 5.33 x10 ⁹ /L	(2.00 - 12.00)		
EOS	= 0.73 x10 ⁹ /L	(0.10 - 1.49)		
BASO	= 0.03 x10 ⁹ /L	(0.00 - 0.10)		
%LYM	= 18.0 %			
%MONO	= 15.1 %			
%NEU	= 58.7 %			
%EOS	= 8.0 %			
%BASO	= 0.3 %			
HCT	= 51.9 %	(37.0 - 55.0)		
GR	= 7.56 x10 ¹² /L	(5.50 - 8.50)		
HGB	= 16.0 g/dL	(12.0 - 18.0)		
RETIC	= 25.7 K/μL			
%RETIC	= 0.3 %			
VGM	= 68.7 fL	(60.0 - 77.0)		
IDR	= 15.0 %	(14.7 - 17.9)		
CCMH	= 30.8 g/dL	(30.0 - 37.5)		
TCMH	= 21.13 pg	(18.50 - 30.00)		
PLT	= 229. K/μL	(175. - 500.)		
VPM	= 9.09 fL			
PCT	= 0.2 %			
IDP	= 24.2 %			

Annexe 2 : Couverture du carnet sanitaire



Annexe 3 : Données de l'étude (identification et lignée leucocytaire)

Nom	Date naissance	Race	Age (jours)	Date arrivée dans la structure	Identification	Durée (jours)	Date analyse	GB (10 ⁹ /L)	LYM (10 ⁹ /L)	MONO (10 ⁹ /L)	NEU (10 ⁹ /L)	EOS (10 ⁹ /L)	BASO (10 ⁹ /L)
Aldo	25/09/2003	BBM	896	31/05/2005	BHHLRG	291	21/03/2006	11.83	2.52	1.6	7.37	0.27	0.06
Anty	19/01/2004	BBM	889	11/02/2005	2CDV0077	517	18/07/2006	7.94	3.6	1.2	3.04	0.25	0.05
Apaches	18/10/2003	BBM	880	03/11/2004	2DHS707	505	28/03/2006	12.21	2.17	1.14	8.6	0.24	0.07
Anso	01/05/2000	BA	2055	13/11/2001	YVS629	1503	16/01/2006	12.93	2.7	2.1	7.36	0.76	0.02
Arzan	08/05/2004	BBM	604	29/06/2005	2DHS782	193	12/01/2006	8.9	2.04	0.91	5.67	0.24	0.05
Azer	01/01/2003	BBM	1246	16/03/2006	2BSB287	811	17/06/2006	4.17	1.88	0.76	1.25	0.25	0.04
Bafi	01/09/1994	BA	4056	05/09/1995	SRJ149	3692	07/12/2005	9.04	1.15	1.7	5.78	0.37	0.04
Barci	15/10/2003	BA	885	27/09/2004	BR0436	543	30/03/2006	9.42	2.38	1.01	5.32	0.71	0.02
Barder	07/06/2002	BBM	1327	15/06/2004	2DHS663	599	14/02/2006	6.79	1.75	0.96	3.87	0.22	0
Bart	15/07/2000	BBM	1895	23/05/2001	YVS563	1587	20/10/2005	8.14	1.36	0.61	6	0.16	0.01
Baxor	15/09/2003	BBM	1201	12/04/2005	2DHS877	634	16/01/2007	7.01	1.25	0.77	4.68	0.29	0.03
Beeny	10/02/2003	BBM	1300	04/04/2006	511NW	166	20/09/2006	9.04	1.84	1.12	5.59	0.46	0.02
Blaki	15/09/2003	BA	1216	05/10/2004	2DHS686	836	31/01/2007	11.45	1.28	1.7	7.83	0.62	0.02
Boko	01/04/2003	BBM	1414	15/06/2004	2DHS662	980	05/03/2007	10.96	1.21	1.42	8.13	0.19	0.01
Bont	21/02/2004	BBM	762	05/09/2005	2DHS816	208	03/04/2006	10.8	1.37	1.37	7.77	0.28	0.01
Bonzo	01/04/2001	BBM	1609	14/04/2004	2DHS634	516	20/09/2005	10.15	1.46	1.34	6.89	0.44	0.01
Bosco	08/02/2004	BBM	927	07/02/2006	2DHS879	208	05/09/2006	4.28	1	1.25	1.86	0.13	0.04
Bosso	12/05/2004	BBM	988	30/08/2005	2DHS833	530	20/02/2007	11.15	1.58	1.04	7.79	0.73	0.01
Bram Chalons	01/10/2003	BBM	690	14/09/2004	2DHS679	347	31/08/2005	6.44	1.34	0.88	4.35	0.12	0.06
Brox	06/03/2002	BBM	1675	27/09/2004	391NW	754	31/10/2006	7.96	1.27	0.62	5.8	0.25	0.01
Byl	14/02/2005	BBM	636	23/05/2006	2EZM712	177	20/11/2006	10.42	1.91	1.38	6.35	0.77	0.01
Cass	01/05/2002	BBM	1634	07/06/2005	2DHS822	518	15/11/2006	6.09	0.99	0.61	4.1	0.37	0.03
Caster Chalons	11/08/2003	BBM	740	14/09/2004	2DHS675	347	31/08/2005	5	1.59	0.97	2.37	0.05	0.05
Caster	01/04/1999	BBM	2629	11/04/2001	YVS533	1899	20/07/2006	5.22	2.08	1.79	1.19	0.14	0.03
Ceito	08/07/2004	BA	974	06/09/2005	KO0944	556	22/03/2007	11.26	2.06	1.79	6.98	0.41	0.01
Ceito	01/04/2004	BA	1071	06/09/2005	2DHS849	556	22/03/2007	12.69	2.02	1.95	7.87	0.85	0.01
Chaco	18/08/2002	BA	1602	15/06/2004	2DHS660	945	30/01/2007	7.34	1.68	0.9	4.55	0.19	0.01
Chini	09/04/2005	BBM	508	29/03/2006	2DHS690	158	07/09/2006	9.32	1.54	1.31	6.14	0.27	0.05
Chyco	14/03/2003	BBM	1307	05/10/2004	2CWS109	746	31/10/2006	8.6	1.53	0.99	5.83	0.25	0.01
Chyco	inconnu	inconnu	inconnu	inconnu	2CWS109	196	18/04/2006	11.26	1.8	1.12	7.83	0.51	0.01
Ciklus Chalons	22/11/2003	BBM	639	15/02/2005	2DHS722	196	31/08/2005	7.38	1.11	0.73	5.35	0.14	0.06
Cobby	20/11/1998	BBM	2663	27/11/2000	XJZ828	1936	13/04/2006	6.82	1.49	0.73	4.36	0.24	0.01
Cobi	03/10/2003	BBM	1005	24/01/2006	BHHS7M	174	18/07/2006						
Cyrus	22/10/2001	BBM	1720	25/03/2005	2BJK612	487	02/08/2006	11.11	1.2	0.92	8.28	0.7	0.02
Daify	01/10/2004	BA	523	06/09/2005	DT0387	188	14/03/2006	25.11	4.08	3.09	15.81	2.1	0.04
Darko	15/01/1999	BBM	2933	08/09/1999	XSU154	2700	08/03/2007	11.72	2.05	1.34	7.82	0.49	0.03
Denn	01/10/2002	BBM	1214	14/10/2003	2BSB221	841	15/02/2006	5.65	0.94	0.45	4.01	0.25	0.01
Diabie	20/04/2003	BOUVIER	938	03/05/2005	2DHS801	205	28/11/2006	11.05	2.04	1.45	6.77	0.77	0.03
Djess	15/05/2003	BBM	957	15/06/2004	2DHS659	567	12/01/2006	8.06	1.42	1.2	4.65	0.78	0.01
Doker	01/03/2001	BBM	1755	10/03/2003	2BSB157	1026	16/01/2006	13.27	2.3	1.44	8.84	0.68	0.01
Dolf	15/10/2004	BBM	661	23/02/2006	2DHS872	173	16/08/2006	7.04	1.72	0.57	4.52	0.22	0.02
Dorff	01/07/2004	BBM	800	24/03/2005	2DHS767	537	21/09/2006	8.85	2.02	1.61	4.4	0.8	0.02
Druck	08/06/2000	BBM	1874	09/05/2001	ZSY282	1543	22/08/2005	10.98	1.19	1.01	8.28	0.48	0.03
Duque	24/10/2004	BA	536	07/11/2005	FK5466	163	20/04/2006	9.45	1.72	1.14	5.81	0.79	0.01
Faker	01/06/2002	BBM	1541	10/02/2004	2BSB259	932	12/09/2006	6.12	1.77	1.02	3.13	0.19	0.02
Firate	01/09/1999	BBM	2478	23/05/2001	YSB742	1856	19/07/2006						
Fisco Chalons	01/11/2003	BBM	640	14/06/2004	BHHLUVF	417	11/08/2006	4.18	1.22	0.55	2.37	0.03	0.03
Fitas	15/11/2002	BBM	1542	02/09/2003	2BSB213	1255	27/02/2007	9.38	1.5	0.98	5.52	0.77	0.01
Fons	01/05/2000	BBM	1925	23/05/2002	YVS662	1183	06/09/2005	9.88	1.75	1.56	6.77	0.33	0.06
Frits	07/01/2004	BBM	718	07/06/2005	2DHS828	208	05/01/2006	11.64	2.1	1.4	7.74	0.38	0.03
Fritz	12/10/2003	BA	698	29/03/2005	7187	171	20/09/2005	8.56	1.97	1.11	5.03	0.43	0.02
Fules	20/03/2006	BBM	322	inconnu	2EZM770	2455	12/02/2007	24.55	3.72	2.69	16.62	1.49	0.03
Fur	01/09/2001	BBM	1584	14/10/2003	2BSB230	821	25/01/2006	8.62	1.55	0.53	6.04	0.5	0.01
Gexx	05/08/2004	BA	613	13/09/2005	DT 0363	215	18/04/2006	7.45	2.02	1.51	3.63	0.27	0.02
Grio Chalons	11/03/2000	BBM	1961	08/03/2001	ZCV250	1604	22/08/2005	10	2.09	1.37	6.28	0.19	0.06
Hakis	16/01/2005	BA	623	04/05/1998	AP1820	155	09/10/2006	9.54	2.06	1.05	6.22	0.2	0.01
Hakker	01/11/1996	BBM	3221	04/06/1998	VAY661	2648	12/10/2006	9.06	2.2	0.99	5.54	0.33	0.05
Herfus	13/06/2004	BBM	853	10/05/2005	2DHS811	526	26/10/2006	11.62	1.95	1.14	8.25	0.23	0.05
Herno Chalons	22/04/2004	BBM	476	08/02/2005	911	190	18/08/2005	7.99	2.16	0.87	4.74	0.17	0.05

Nom	Date naissance	Race	Age (jours)	Date arrivée dans la structure	Identification	Durée (jours)	Date analyse	GB (10^9/L)	LYM (10^9/L)	MONO (10^9/L)	NEU (10^9/L)	EOS (10^9/L)	BASO (10^9/L)
Horand	01/06/2002	BA	1723	14/10/2003	2BSB231	1230	14/03/2007	8,95	1,3	0,83	6,39	0,4	0,03
Hurgo	12/06/2003	BA	1300	10/03/2005	2CTG256	672	22/01/2007	9,83	0,74	0,88	7,98	0,2	0,03
Hurko	13/03/2003	BBM	1307	21/04/2005	2DAL617	549	30/10/2006	9,32	2,18	0,82	5,75	0,57	0,01
Ianos	01/05/2004	BA	982	03/05/2005	KD0987	620	23/01/2007	13,71	2,08	1,85	8,44	1,02	0,02
Icaro	12/01/2004	BBM	920	29/03/2005	2DHS770	483	02/08/2006	8,56	1,63	0,72	5,66	0,52	0,03
Itoss	01/03/2004	BBM	972	24/03/2005	M883	589	13/11/2006	9,37	0,99	1,32	6,86	0,17	0,03
Jadk	02/12/2005	BBM	707	10/01/2007	2EZM754	309	19/11/2007	21,45	3,31	2,73	15,08	0,32	0,02
Jafar	02/12/2005	BBM	1604	04/11/2003	614	1211	15/03/2007	6,26	1,31	0,68	3,85	0,42	0,01
Japp Chalons	15/08/2001	BBM	1455	10/03/2003	2BSB154	890	30/08/2005	5,4	1,29	0,48	3,49	0,13	0,03
Junior Chalons	01/04/2000	BA	1956	13/06/2002	ZMZ506	1164	07/09/2005	15,4	1,68	2,24	10,96	0,5	0,02
Kadess	12/11/2004	BBM	682	15/03/2006	2EAE269	199	04/10/2006	7,32	1,74	1,03	4,13	0,4	0,02
Kai	01/09/2000	BBM	1936	01/10/2002	2BSB074	1186	17/01/2006	10,14	1,26	1,52	6,62	0,73	0,01
Karet	06/04/2003	BBM	1326	15/06/2004	BHGRAY	897	12/12/2006						
Karto	07/01/2005	BBM	613	inconnu	2EEEE88		20/09/2006	9,87	2,66	0,86	5,82	0,51	0,02
Kory	27/04/2005	BBM	532	20/04/2006	2DHS907	179	19/10/2006	11,63	2,55	1,37	7,54	0,17	0,02
Kounda	15/05/2005	BA	525	04/05/2006	2DHS893	176	30/10/2006	9,65	2,39	1,62	5,28	0,33	0,03
Kova	10/10/2003	BBM	903	09/11/2004	2DHS731	514	13/04/2006	15,25	1,64	2,08	11,14	0,37	0,02
Kovix	01/04/2003	BBM	1006	12/10/2004	2DHS702	455	17/01/2006	8,94	1,77	1,13	5,53	0,49	0,02
Krli	03/08/2003	BBM	1181	17/05/2006	BHNR	177	14/11/2006	9,98	2,94	0,79	5,95	0,23	0,07
Louky	05/05/2005	BA	531	04/04/2006	KD1104	202	26/10/2006	9,59	2,21	1,26	5,74	0,38	0,01
Marquo	13/08/1996	BBM	3444	10/11/1998	TLJ417	2637	07/03/2006	10,05	1,37	1,23	6,66	0,79	0,01
Marrt Chalons	24/10/2002	BBM	1014	10/02/2004	2BSB264	548	18/08/2005	6,71	2,38	0,54	3,39	0,37	0,02
Micki	05/12/2004	BBM	598	27/10/2005	KP013	276	03/08/2006	14,19	2,49	1,09	9,32	1,26	0,03
Mirko Chalons	INCONNU	INCONNU	INCONNU	inconnu	UXH838	276	12/08/2005	8,57	2,03	1,11	5,18	0,22	0,03
Mister	05/12/2003	BA	1087	03/11/2004	393	759	12/12/2006	10,95	1,99	1,24	6,9	0,81	0,02
Mox	21/09/2003	BA	1077	16/02/2006	2EBE555	212	18/09/2006						
Mulder Chalons	08/11/1996	BBM	3173	01/10/1997	UMW366	2830	31/08/2005	3,31	1,08	0,32	1,79	0,09	0,02
Murgo	15/11/2003	BBM	1140	10/06/2006	2DLK691	215	15/01/2007	10,77	1,78	1,18	7,2	0,57	0,03
Naid	15/10/2002	BBM		inconnu	2BSB224		07/02/2006	5,64	1,04	0,79	3,65	0,15	0,03
Naiiss	20/10/2003	BBM	877	01/07/2005	2DJPT80	266	27/03/2006	10,57	2,52	1,23	6,64	0,13	0,06
Nak	01/05/1999	BBM	2294	23/05/2001	YVS554	1552	15/09/2005	11,54	1,73	1,43	8,06	0,3	0,03
Nashe Chalons	08/12/1997	BBM	2771	11/05/1999	WEC100	2258	19/08/2005	7,49	1,38	0,48	5,43	0,18	0,02
Neau	18/12/1997	BBM	2840	08/07/1999	WGZ418	2280	08/11/2005	4,8	1,3	2,22	0,87	0,4	0,01
Nelise Chalons	01/07/1997	BBM	2926	29/03/1999	VKR323	2298	17/08/2005	9,04	1,73	0,66	5,93	0,66	0,06
Nicau	19/03/2003	BBM	1013	02/12/2004	686	400	12/01/2006	12,54	1,38	1,58	9,02	0,53	0,03
Noc	01/05/2000	BBM	2465	23/05/2001	YVS556	2083	06/03/2007	9,26	1,08	1,08	6,82	0,27	0,02
O Neal	07/08/1998	BBM	2585	10/06/1999	WVVS542	2282	12/10/2005	8,38	1,83	0,81	5,34	0,38	0,02
Oban	10/08/1998	BBM	2912	21/01/2001	XFJ158	2031	12/09/2006	7,47	2,37	0,94	4,21	0,27	0,05
Obix Chalons	29/08/1998	BBM	2513	28/07/1999	XBM760	2184	22/08/2005	8,74	2,37	0,8	5,44	0,11	0,01
Odatx	15/12/1996	BA	3150	09/06/1998	VAY670	2616	15/09/2005	8,77	2,14	1,04	5,34	0,24	0,02
Oest	12/09/1998	BBM	2645	20/09/1998	VMA686	2272	17/01/2006	10,07	1,83	1,31	6,47	1,83	0,02
Ogan Chalons	08/03/1998	BBM	2680	26/04/1999	WVNW080	2272	18/08/2005	6,86	2,09	0,58	4,08	0,06	0,05
Olias	04/05/1998	BBM	2870	18/05/1999	WSK573	2496	24/04/2006	6,66	1,72	1,06	3,8	0,06	0,02
Orass	01/04/1997	BBM	3083	07/10/1998	VAY714	2537	24/10/2005	4,1	0,92	0,53	2,48	0,14	0,02
Oscar Chalons	27/06/1998	BBM	2589	10/02/2000	WUJ992	2006	06/09/2005	9,13	1,38	0,61	6,53	0,6	0,01
Otard	03/11/2002	BBM	1247	11/10/2005	1967	189	20/04/2006	8,37	1,76	0,87	5,3	0,44	0,01
Ouzo	22/06/1998	BBM	2580	23/06/1999	XAG603	2219	22/08/2005	7,28	1,7	0,65	4,65	0,26	0,02
Panic	01/06/1999	BBM	2442	19/11/2002	XWL993	1194	13/03/2006	7,86	1,24	1,01	5,19	0,4	0,03
Parko Chalons	23/01/2002	BBM	1289	15/06/2004	2DHS661	427	22/08/2005	12,8	2,16	1,34	8,83	0,39	0,07
Peace Chalons	01/01/1998	BA	2759	29/04/1999	XSU054	2281	30/08/2005	7,51	1,3	0,97	4,87	0,33	0,04
Perf	15/02/1998	BA	3011	11/06/1999	XSU118	2535	26/06/2006	9,95	1,57	1,73	6,48	1,6	0,01
Petter	09/01/2005	BA	454	07/11/2005	DT0427	156	13/04/2006	12,14	2,32	1,45	8,07	0,11	0,05
Phalkeur	02/02/1999	BBM	2507	14/07/2000	XWD504	1985	19/01/2006	11,19	1,38	1,58	8,07	0,11	0,05
Phalko	inconnu	inconnu	inconnu	inconnu	VSL247		30/01/2007	8,78	1,37	0,98	6,29	0,12	0,02
Pharouk	09/10/1999	BBM	2495	21/11/2002		1373	14/09/2006	12,62	1,3	1,57	9,49	0,25	0,01
Phemix	22/06/1999	BA	2627	13/05/2002	YKT201	1586	09/10/2006	9,8	1,3	1,1	6,82	0,57	0,01
Pirex Chalons	03/10/2002	BBM	1048	10/02/2004	2BSB270	561	31/08/2005	11,99	1,06	1,27	9,41	0,18	0,07
Pirus	03/06/2005	BA	467	04/05/2006	2064	136	20/09/2006	12,03	2,63	1,67	6,6	1,12	0,01
Piter Chalons	INCONNU	INCONNU	INCONNU	inconnu	YFP273		12/08/2005	6,31	1,25	0,61	4,32	0,08	0,04

Nom	Date naissance	Race	Age (jours)	Date arrivée dans la structure	Identification	Durée (jours)	Date analyse GB (10*9/L)	LYM (10*9/L)	MONO (10*9/L)	NEU (10*9/L)	EOS (10*9/L)	BASO (10*9/L)	
Poska	08/11/2002	BBM	1516	09/02/2005	2DHS744	705	24/01/2007	9,61	1,18	1,05	7,05	0,29	0,03
Ptilou	15/01/1998	BBM	3138	06/11/2000	XKJ993	2127	03/10/2006	8,19	1,58	0,77	5,35	0,47	0,02
Pyter	02/06/2005	BA	475	27/04/2006	HAQ431	150	27/09/2006	16,05	2,75	3,2	9,1	0,99	0,02
Racker	18/12/2003	BBM	632	01/03/2005	P013	199	20/09/2005	12,46	2,67	1,93	7,05	0,81	0
Radio	15/12/1998	BA	2672	24/02/2000	XSU188	2243	17/05/2006	10,62	2,31	0,88	6,63	0,79	0,02
Raice	15/11/2003	BBM	1044	Inconnu	2DHS804		09/10/2006	8,72	1,43	0,71	6,37	0,19	0,01
Rambi	01/01/2004	BBM	1032	23/05/2006	2EZM709	170	13/11/2006	9,02	0,61	0,75	7,32	0,34	0,01
Ranker Chalons	02/04/2000	BBM	1935	07/03/2001	YWS536	1600	17/08/2005	5,92	1,36	0,77	3,69	0,06	0,05
Rasor	01/09/1999	BBM	2505	10/10/2000	YVS454	2106	16/08/2006	7,2	1,84	0,92	4,13	0,29	0,02
Rebhel	15/07/2004	BBM	952	Inconnu	2DHS769		07/03/2007	8,06	1,93	0,7	4,8	0,03	0,02
Renzo	06/05/1999	BA	2591	28/03/2000	XSU229	2269	17/07/2006	1,9	0,79	0,57	0,42	0,13	0
Ricaud	19/08/1999	BA	2591	28/06/2000	YVS399	2282	30/10/2006	11,61	2,18	1,75	7,11	0,57	0,01
Ricos Chalons	15/07/1999	BA	2193	28/06/2000	YVS401	1850	18/08/2005	10,17	0,92	1,09	7,19	0,92	0,06
Rip	15/05/1999	BA	2598	22/06/2000	YVS408	2201	03/08/2006	6,29	0,8	0,92	3,87	0,7	0,01
Risky	01/01/2000	BBM	2261	29/11/2001	2AEB060	1573	12/04/2006	11,29	2,72	0,92	7,01	0,63	0,01
Ritchi	01/02/2003	BBM	1117	12/10/2004	2DHS697	506	08/03/2006	9,98	1,85	0,99	6,42	0,72	0,01
Robix	30/03/2004	BBM	891	12/04/2005	2DHS774	519	21/09/2006	10,66	3,47	1,07	5,5	0,57	0,06
Rof	01/12/1999	BBM	2257	05/09/2000	YVS430	1983	08/03/2006	6,39	1,04	0,71	4,02	0,6	0,01
Rokos	23/04/2003	BBM	1220	14/03/2006	BHFKEL	179	13/09/2006	5,38	2,48	0,9	1,61	0,37	0,03
Rokto	03/12/2000	BBM	2067	10/10/2001	ZTD 359	1760	30/08/2006	10,38	2,62	0,87	5,94	0,94	0,01
Roquo	10/05/2004	BBM	700	07/11/2005	2DHS861	163	20/04/2006	9,34	1,55	1,25	5,97	0,58	0
Roser	INCONNNU	INCONNNU	INCONNNU	Inconnu	YVS447		17/05/2006	7,47	1,08	0,97	5,03	0,39	0,01
Royan	01/09/1999	BA	2593	23/09/2000	YVS450	2211	14/11/2006	7,06	1,43	0,93	4,22	0,45	0,03
Royce	23/08/2000	BBM	2015	15/11/2002	ZZJ325	1213	28/03/2006	10,93	2,37	1,44	6,68	0,42	0,02
Rubys	14/05/2000	BBM	2279	23/09/2002	ZKK840	1430	13/09/2006	5,82	2,43	0,83	2,29	0,03	0,04
Ruper	10/05/2000	BBM	1925	12/04/2001	ZPJ420	1593	15/09/2005	7,44	1,24	0,73	5,19	0,25	0,04
Rusti	08/09/2004	BA	795	28/02/2006	2DHS880	263	23/11/2006	13,12	2,18	2,62	6,89	1,42	0,01
Ruter	01/08/2002	BBM	1668	16/03/2004	2BSB290	1083	19/03/2007	12,33	2,49	1,4	8,1	0,34	0,01
Ryan	01/04/2000	BA	2293	09/04/2001	ZHE398	1925	14/08/2006	9,84	1,17	1,76	6,08	0,81	0,03
Sabel	30/04/2001	BBM	1664	24/11/2003	2BSB254	740	14/12/2005	12,37	1,47	1,04	9,01	0,82	0,04
Sabra	15/02/2003	BBM	1131	14/04/2004	2DHS639	712	06/04/2006	5,6	1,13	0,91	3,19	0,33	0,04
Sadi	01/10/1999	BA	2386	27/02/2001	YVS499	1880	17/05/2006	8,35	1,42	1,25	5,06	0,61	0,01
Sakann	10/10/2004	BBM	741	20/04/2006	2DHS908	191	31/10/2006	19,19	1,21	2,09	15,31	0,56	0,02
Sanika	08/06/2004	BBM	835	23/02/2006	2DHS878	220	03/10/2006	5,8	0,77	0,76	4,17	0,09	0,02
Sarco Chalons	INCONNNU	INCONNNU	INCONNNU	Inconnu	XSU961		31/08/2005	13,69	2,63	1,41	7,86	1,75	0,04
Sarkos Chalons	01/03/2002	BBM	1251	16/03/2004	2BSB282	516	22/08/2005	13,69	2,63	1,41	7,86	1,75	0,04
Sarter	01/02/2001	BBM	1668	12/03/2004	2BSB291	547	19/09/2005	7,22	1,4	0,9	4,41	0,46	0,04
Sasco	28/02/2005	BBM	560	14/03/2006	2DHS905	186	20/09/2006	19,07	3,66	1,72	13,23	0,43	0,04
Satand	01/07/2001	BBM	1955	01/10/2002	2AWES26	1505	06/12/2006	9,57	1,71	0,92	6,16	0,76	0,02
Saulo	07/11/2003	BBM	1163	17/05/2005	2DHS803	613	30/01/2007	5,71	0,93	0,72	3,76	0,27	0,03
Saxxo	01/07/2001	BBM	1777	27/11/2003	2BFR274	911	08/06/2006	4,05	1,12	0,56	2,19	0,17	0,01
Sed	16/01/2001	BBM	1828	01/10/2002	2BSB077	1213	14/02/2006	8,63	1,41	0,92	6,14	0,13	0,03
Sena	08/02/2005	BBM	663	11/04/2006	2DHS909	240	11/12/2006	16,79	2,31	2,07	12,1	0,28	0,03
Senki	07/02/2004	BBM	791	11/10/2005	BHRYHZ	187	18/04/2006	14,67	2,69	2,02	8,63	1,3	0,03
Senko	23/04/2004	BBM	868	11/04/2006	2DHS919	160	21/09/2006	7,78	1,94	0,81	4,67	0,36	0,01
Serau	05/11/2004	BA	676	04/05/2006	2DHS856	137	21/09/2006	9	2,16	1,28	4,5	1,04	0,02
Shaco	03/10/2002	BBM	1420	19/01/2006	2DHS637	869	13/09/2006	4,93	1,64	1,34	1,78	0,04	0,03
Shugo	02/03/2003	BBM	1216	14/01/2006	2CEE620	179	18/07/2006	4,15	1,61	0,59	1,88	0,05	0,04
Sico	15/12/1998	BBM	2845	08/02/2000	XSU166	2432	10/11/2006	6,09	1,57	0,82	3,55	0,14	0,01
Side	01/11/1999	BA	2340	04/07/2001	YVS569	1737	01/05/2006	10,02	1,48	1,36	6,53	0,64	0
Sidoux	01/03/2000	BA	2116	04/07/2001	YVS570C	1633	17/01/2006	9,79	1,37	1,55	6,42	0,41	0,04
Siler	01/05/2002	BBM	1649	09/09/2003	2BSB207	1161	30/11/2006	11,39	1,89	1,42	7,41	0,65	0,03
Siou	01/07/2001	BBM	1949	01/10/2002	2AWES24	1499	30/11/2006	11,15	1,24	1,52	7,75	0,62	0,03
Sioux	01/04/2000	BA	2497	04/07/2001	YVS573	2044	08/03/2007	4,46	0,96	0,93	2,32	0,22	0,03
Sirca	15/09/1998	BBM	2845	14/03/2000	XSU212	2306	10/08/2006	9,68	1,25	0,95	7,16	0,26	0,06
Sirka Chalons	09/07/2001	BBM	1498	06/02/2003	2BFF496	931	07/09/2005	8,94	1,96	0,48	5,95	0,52	0,03
Siro	14/03/1998	BBM	2740	14/03/2000	XSU202	2020	24/10/2005	5,78	1,18	0,92	3,56	0,1	0,02
Skott	17/02/2001	BBM	2069	Inconnu	2ANN315		16/11/2006	11,21	1,83	0,74	8,13	0,48	0,04
Slogan	22/05/2001	BBM	1748	20/01/2004	2ALX734	790	30/03/2006	7,42	2,48	0,77	3,87	0,29	0,01
Snipper	11/03/2005	BBM	528	28/02/2006	2DHS883	179	29/08/2006	19,13	1,36	2,36	14,95	0,41	0,05

Nom	Date naissance	Race	Age (jours)	Date arrivée dans la structure	Identification	Durée (jours)	Date analyse	GB (10 ⁹ /L)	LYM (10 ⁹ /L)	MONO (10 ⁹ /L)	NEU (10 ⁹ /L)	EOS (10 ⁹ /L)	BASO (10 ⁹ /L)
Soler	15/07/1997	BBM	3359	04/11/1998	VAY682	2890	14/11/2006	8.4	2.21	2.44	3.33	0.38	0.05
Solow	07/07/2001	BBM	1709	20/11/2003	ZFH187	856	06/04/2006	10.33	1.48	1.32	1.32	0.68	0.04
Sonk	01/05/2001	BA	2081	04/12/2002	2BSB122	1508	12/02/2007	8.54	0.95	1.21	5.92	0.44	0.02
Sorban	28/04/2005	BBM	570	17/05/2006	S1138	191	28/11/2006	14.39	2.54	1.44	10.04	0.32	0.04
Sorbo	29/10/2004	BA	535	03/10/2005	49237	201	24/04/2006	12.86	2	2.27	0.66	0.06	0.04
Sotto	31/08/1998	BBM	2811	23/11/1999	XJA323	2368	21/06/2006	11.87	1.56	1.28	8.64	0.33	0.06
Soutky	05/01/2004	BBM	621	02/12/2004	2DHS664	294	26/09/2005	9.02	1.88	1.13	5.58	0.41	0.03
Splat Chalons	01/07/2001	BA	1851	31/10/2001	YVS615	1372	22/08/2005	10.22	1.41	1.41	5.53	0.77	0.02
Squale	01/08/2000	BA	1993	31/10/2001	YVS621	1544	14/02/2006	9.01	1.37	0.93	6.18	0.52	0.01
Stal	15/01/2002	BBM	1505	04/02/2003	2BSB146	1126	20/03/2006	6.16	1.53	1.16	3.32	0.11	0.05
Stane	31/03/2001	BBM	1610	14/03/2002	2AUN884	1266	20/09/2005	11.31	2.56	1.21	6.54	1	0
Stat	INCONNNU	INCONNNU	INCONNNU	inconnu	YVS628		08/03/2006	9.64	1.7	1.07	1.07	0.38	0.01
Stat	01/09/2000	BA	2317	31/10/2001	YVS624	1898	08/02/2007	9.34	1.07	1.12	6.72	0.42	0.01
Ster	01/10/2001	BBM	1749	10/03/2003	2BSB155	1230	10/08/2006	8.82	1.34	0.95	5.44	1.08	0.01
Stinning	10/08/2004	BA	767	28/02/2006	2DHS785	207	27/09/2006	14.05	3.59	1.89	7.33	1.24	0.01
Stoned	06/08/2003	BBM	957	05/09/2005	BHKKWH	205	03/04/2006	10.65	1.8	1.1	7.17	0.57	0.01
Sunya	20/01/2005	BA	598	23/02/2006	2DHS873	208	18/09/2006	12.32	2.49	1.83	7.52	0.46	0.01
Sutra	02/06/2003	BBM	1303	01/06/2006	2CVD924	224	15/01/2007	5.98	1.17	0.73	3.92	0.14	0.03
Tail	30/05/2005	BBM	594	10/05/2006	BHKL0V	254	24/01/2007	10.2	0.95	0.88	8.23	0.12	0.02
Takof	06/07/2002	BBM	1570	13/01/2004	2CGH157	1023	16/11/2006	12.99	2.88	0.75	8.72	0.6	0.04
Tang	06/12/2002	BBM	1218	22/01/2004	2BSB257	812	24/04/2006	10.07	2.31	0.91	6.28	0.55	0.02
Tangot	21/08/2002	BBM	1221	20/10/2003	2CFB179	802	12/01/2006	6.34	1.82	1.16	3.17	0.14	0.04
Tarmak	INCONNNU	INCONNNU	INCONNNU	inconnu	BHKBEU		20/09/2006	9.34	1.34	1.02	6.94	0.19	0.04
Taross	01/11/2002	BBM	1232	09/11/2004	2DHS740	504	03/04/2006	6.11	1.08	0.88	3.91	0.21	0.04
Tatoom	01/04/2002	BBM	1766	02/04/2003	2BSB180	1405	27/02/2007	9.4	1.16	0.74	6.87	0.61	0.01
Teck	29/09/1999	BA	2552	12/06/2002	2BSB017	1579	31/10/2006	9.79	1.3	1.64	6.65	0.2	0.01
Tenzo	12/02/2004	BBM	922	28/02/2006	2DHS882	184	04/09/2006	7.4	1.2	1.28	4.77	0.1	0.05
Teno	20/11/2004	BBM	626	23/02/2006	2DHS866	173	16/08/2006	12.5	2.27	1.79	7.91	0.51	0.03
Teno Chalons	06/03/2005	BBM	180	inconnu	2CFX445		06/09/2005	9.6	2.67	0.76	5.37	0.8	0.01
Tery	02/06/2003	BBM	1042	11/10/2005	BHFLY	193	24/04/2006	9.99	1.85	1.92	5.89	1.03	0.02
Texe	20/12/2002	BBM	1067	20/06/2005	2CGH668	167	07/12/2005	4.52	1.53	0.94	1.88	0.17	0.03
Thai	30/03/2002	BBM	1386	09/09/2004	2BZN108	507	06/02/2006	9.22	1.41	1.14	6.15	0.49	0.03
Thec	01/02/2003	BBM	998	21/04/2005	2DHS792	198	09/11/2005	10.87	0.85	1.65	8.08	0.27	0.03
Tictac	01/03/2001	BA	2035	12/06/2002	2BSB046	1574	26/10/2006	11.22	1.2	1.6	8.2	0.19	0.03
Tige	01/01/2002	BBM	1595	26/09/2002	2BTK502	1330	06/06/2006	8.23	1.6	1.17	5.21	0.25	0.01
Tik Chalons	01/08/2001	BBM	1457	03/09/2002	2BSB054	1065	18/08/2005	8.27	2.04	1.01	4.83	0.35	0.04
Tison	30/06/2002	BBM	1500	16/03/2005	2CGM663	524	30/08/2006	8.92	1.64	1.08	6.07	0.09	0.05
Tonnerre Chalons	01/01/2002	BBM	1326	16/09/2003	2BJR498	711	07/09/2005	8.97	1.43	0.65	5.89	0.98	0.02
Torass	24/11/2001	BBM	1886	24/11/2003	2BSB255	1166	20/02/2007	9.37	1.17	1.1	6.52	0.57	0.02
Tothem Chalons	12/08/2002	BBM	1090	01/02/2003	2BZT532	921	22/08/2005	11.91	3.01	0.85	7.86	0.18	0.01
Toys Chalons	01/11/2001	BBM	1366	04/12/2002	2BSB123	973	17/08/2005	10.29	2.17	0.85	6.63	0.58	0.06
Tregor	04/09/2002	BBM	1457	22/04/2005	2CGV432	509	21/09/2006	6.87	1.38	0.89	4.36	0.22	0.01
Trick	05/12/2002	BBM	1270	26/11/2003	2CPH295	919	15/06/2006	12.03	2.12	0.85	8.81	0.23	0.01
Tsar	01/10/2002	BBM	1604	26/03/2004	2CUH725	1069	15/03/2007	8.51	1.57	0.82	5.57	0.54	0.02
U Teck	04/01/2003	BA	1396	04/06/2004	2CSY422	886	20/11/2006	10.43	1.76	1.61	6.07	0.97	0.02
Ubu	26/11/2003	BBM	1188	26/09/2005	2DLY894	528	14/03/2007	11.03	0.35	0.91	9.3	0.45	0.02
Udino	01/09/2002	BA	1633	30/09/2003	BR0303	1244	14/03/2007	7.55	1.02	1.08	5.24	0.2	0.02
Ukase	01/07/2002	BA	1167	30/09/2003	1771	718	28/09/2005	9.34	2.25	1.39	5.26	0.43	0.02
UIK Chalons	28/07/2003	BBM	740	inconnu	2DCG090		18/08/2005	11.96	2.35	1.01	7.15	1.39	0.05
Ulrik	01/03/2003	BBM	920	29/04/2003	2CTJ159	862	21/09/2005	9.58	2.64	1.1	5.66	0.15	0.03
Ultra	10/08/2003	BBM	1031	05/08/2004	2DEY423	676	21/06/2006	10.74	2.23	0.8	6.96	0.72	0.03
Ulys	08/05/2003	BBM	1260	27/05/2005	2BSB204	881	08/11/2006	8.7	1.53	0.84	6.13	0.16	0.03
Ural	10/02/2003	BA	1237	16/02/2005	2CVW272	511	17/07/2006	5.88	2.28	1.07	2.4	0.09	0.05
Urax Chalons	09/04/2003	BBM	862	03/03/2004	2CUY344	538	31/08/2005	5.4	1.65	0.89	2.44	0.4	0.04
Urban	01/06/2003	BBM	954	29/07/2005	2DAU293	176	25/01/2006	9.13	2.21	0.94	5.01	0.97	0
Urkan	08/05/2003	BBM	1354	27/05/2004	2BSB203	975	12/02/2007	8.55	2.86	1.14	6.57	1.52	0.02
Ursus	18/04/2003	BBM	1308	12/04/2005	2DHS789	594	06/12/2006	12.1	2.86	1.14	6.57	1.52	0.01
Ursus	INCONNNU	INCONNNU	INCONNNU	inconnu	2DHS789		11/10/2005	5.89	1.93	3.15	0.64	0.16	0.01
Usher	03/10/2003	BBM	763	23/09/2004	2DEG602	413	16/11/2005	10.49	2.07	1.33	6.69	0.4	0.01
Utha	01/10/1999	BBM	2420	18/02/2002	YVS653	1563	21/06/2006	6.95	1.58	0.62	4	0.75	0.02

Nom	Date naissance	Race	Age (jours)	Date arrivée dans la structure	Identification	Durée (jours)	Date analyse	GB (10 ⁴ /9/L)	LYM (10 ⁹ /L)	MONO (10 ⁹ /L)	NEU (10 ⁹ /L)	EOS (10 ⁹ /L)	BASO (10 ⁹ /L)
Uxo	01/12/2001	BA	1859	24/06/2003	M20451	1296	30/01/2007	5,42	0,84	0,7	3,63	0,24	0,02
Uzi	08/05/2003	BBM	1151	27/05/2004	2BSB205	772	19/07/2006	3,75	1,79	0,72	1,09	0,13	0,03
Uzzi	19/09/2003	BBM	1082	07/04/2004	2CUH273	884	21/09/2006	12,3	2,65	1,31	7,91	0,43	0,02
Vako	15/06/1997	BBM	2975	16/05/1999	XSU115	2284	20/09/2005	7,4	1,34	0,87	4,71	0,48	0,01
Valdo	12/05/2003	BBM	973	05/10/2004	2328	470	25/01/2006	6,72	1,34	1,04	4,24	0,08	0,03
Vank	01/09/1999	BBM	2531	05/09/2000	YVS425	2167	12/09/2006	7,56	1,5	0,73	5,23	0,04	0,05
Varak	30/05/2004	TERVU	595	21/04/2005	2DHS791	274	25/01/2006	13,99	1,86	1,46	10,27	0,38	0,01
Vatil	INCONNU	INCONNU	INCONNU	inconnu	XSU142		23/11/2005	10,04	1,65	1,48	6,3	0,59	0,02
Vauban	03/05/2004	BBM	643	04/08/2005	2DS,976	192	16/02/2006	7,41	1,12	1,03	4,68	0,57	0,01
Verko	01/04/2002	BA	1587	02/03/2004	4016	896	28/08/2006	16,77	2,98	1,78	10,65	1,34	0,02
Vicke	26/01/1997	BA	3191	10/07/1998	WVB274	2667	07/12/2005	14,36	1,97	1,85	10,34	0,18	0,03
Vicq	19/06/2004	BBM	556	20/06/2005	2DWY633	195	05/01/2006	14,65	2,24	1,3	10,77	0,26	0,08
Vicus	15/05/1997	BA	3114	04/08/1999	XSU148	2315	09/01/2006	11,84	1,3	1,35	8,77	0,41	0,02
Vidoq	25/11/2003	BBM	1091	10/07/2006	2DEM381	146	06/12/2006	4,88	0,65	0,74	3,31	0,15	0,03
Vilano	01/12/1999	BA	2282	26/01/2001	ZBV074	1867	03/04/2006	12,52	1,79	1,44	8,99	0,27	0,04
Vins	05/01/2004	BBM	676	14/04/2005	2DMS051	217	21/11/2005	15,94	1,93	2,22	10,88	0,89	0,03
Viras	01/10/2000	BBM	1985	04/12/2002	2BSB114	1202	06/04/2006	8,08	1,1	0,9	5,9	0,13	0,05
Viruce	23/06/2004	BBM	773	03/02/2006	2DLV450	193	16/08/2006	10,48	1,95	1,25	6,95	0,32	0,01
Vitok	15/05/1998	BA	2707	03/08/1999	XSU137	2269	22/11/2005	8,72	1,09	1,49	5,68	0,44	0,02
Vorro	01/06/2001	BA	1718	04/11/2003	F13912	845	09/03/2006	11,28	1,95	1,3	7,12	0,91	0,01
Vour	15/12/1997	BA	2857	04/08/1999	XSU149	2268	22/11/2005	8,52	1,03	0,8	6,38	0,28	0,02
Vuko	15/05/1998	BA	3059	03/08/1999	XSU144	2621	14/11/2006	10,38	1,44	1,55	6,91	0,46	0,03
Vur Chalons	15/04/1998	BBM	2642	04/08/1999	XSU147	2173	17/08/2005	4,26	1,27	0,62	2,51	0,04	0,03
Waxel	07/03/2005	BA	575	04/04/2006	AP1738	188	12/10/2006	12,47	2,14	1,59	7,65	1,08	0,01
Xito	01/04/2002	BBM	1422	12/10/2004	2DHS706	511	13/03/2006	9,75	0,93	1,46	6,76	0,58	0,03
Yagus	27/04/2002	BBM	1396	05/09/2005	2DHS841	188	13/03/2006	8,61	1,35	1,2	5,82	0,23	0,01
Yaro	01/03/2000	BBM	2540	13/03/2001	YVS510	2168	21/03/2007	7,13	1,89	0,99	4,07	0,17	0,02
Zakis	22/08/2002	BBM	1124	11/05/2004	2DHS651	505	06/10/2005	6,79	0,97	0,84	4,76	0,21	0,01
Zol	01/04/2000	BBM	2092	10/04/2001	YVS526	1723	23/01/2006	11,66	1,93	1,84	7,4	0,45	0,04

Annexe 4 : Données de l'étude bis (lignée érythrocytaire et plaquettes)

Nom	HCT (%)	GR (10 ¹² /L)	HGB (g/dL)	RETIC (K μ L)	VGM (fL)	IDR (%)	CCMH (g/dL)	TCMH (pg)	PLT (K μ L)	VPM (fL)	PCT (%)	IDP (%)
Aldo	46,4	6,72	15,7	20,4	69,1	15,2	33,9	23,42	261	11,76	0,3	23,3
Anty	44,9	6,59	15,9	29,8	68,2	15,2	35,4	24,14	222	5,8	0,1	21,6
Apaches	56,1	8,31	20	61,9	67,6	15,6	35,7	24,13	192	15,77	0,3	25,9
Arsso	47,8	6,95	16,2	30,2	68,8	15,5	33,8	23,26	349	9,97	0,3	22,1
Arzan	46,6	6,66	16,3	16,7	70	14,9	35,1	24,55	301	9,52	0,3	22,4
Aser	48,2	6,95	15,7	37,3	69,4	15,6	32,6	22,63	259	4,96	0,1	21,2
Bafi	54	7,93	16	26,1	68,1	15,6	28	20,19	125	8,1	0,1	24,3
Barci	52,7	7,8	17,8	31,4	67,5	15,3	33,8	22,79	294	10,54	0,3	22,8
Barder	47,1	6,78	16	25,6	69,5	14,9	33,9	23,54	295	10,62	0,3	22,7
Bart	37,6	5,56	12,2	17,9	67,6	15,2	32,4	21,87	401	8,05	0,3	21
Baxor	50,9	7,36	17,2	49,9	69,2	14,8	33,9	23,41	426	8,11	0,3	21,9
Beeny	50,6	7,53	18,3	33,2	67,2	15,2	36,1	24,3	239	8,08	0,2	23,5
Blaki	49,6	7,2	16,6	33,4	68,9	15,3	33,4	23,02	280	10,49	0,3	22,4
Boko	52	7,58	17,2	35,4	68,6	15,3	33,1	22,71	345	10,67	0,4	23,1
Bont	46,2	6,95	15,2	26,7	66,5	15,7	32,9	21,84	369	9,56	0,4	21,4
Bonzo	46,8	6,76	14,4	16,4	69,1	15	30,8	21,3	325	10,41	0,3	21,3
Bosco	50,4	7,48	18	55,1	67,4	15,8	35,7	24,05	131	6,38	0,1	23,6
Bosso	56,1	8,39	19,6	51,6	66,8	14,9	35	23,41	410	11,94	0,5	20,2
Bram Chalons	50,2	7,27	16,5	21,4	69,1	15,5	32,8	22,67	160	7,03	0,1	22,8
Brox	48	6,63	18,1	31,2	72,3	14,9	37,8	27,35	291	8,15	0,2	23,6
Byl	50,2	7,25	17,9	33,4	69,2	15,1	35,7	24,76	397	6,95	0,3	22
Cass	50,5	7,59	18,6	43,6	66,6	15,9	36,8	24,54	336	7,52	0,3	21,3
Castar Chalons	60	8,56	19	57	70,1	15,5	31,7	22,24	371	4,71	0,2	21,4
Caster	51,6	7,88	18	24,7	65,5	15,4	35	22,89	420	4,03	0,2	21,9
Ceito	50,7	7,2	17,9	41,9	70,4	15,1	35,2	24,81	255	14,73	0,4	22,4
Cetto	52,5	7,65	17,3	25,3	68,7	15,5	33	22,63	288	11,47	0,3	21,6
Chaco	54,9	7,91	19,7	33,2	69,5	15,1	35,9	24,96	252	10,15	0,3	21,6
Chini	54,1	7,76	18,9	39,9	69,7	15,1	34,9	24,35	386	6,95	0,3	23,1
Chyco	47,9	7,52	17,8	31,7	63,7	15,8	37,2	23,69	272	6,67	0,2	23,7
Chyco	43,6	6,89	15,7	27,5	63,3	16	35,9	22,74	285	12,81	0,4	23,7
Cikus Chalons	45,1	6,21	14,1	22	72,6	14,5	31,2	22,64	238	3,97	0,1	24
Cobby	48	7,06	16,8	28,6	67,9	15,4	34,9	23,72	305	12,23	0,4	22,3
Cobi	49,8	7,43	16,3	52	67	15,5	32,7	21,88	349	5,02	0,2	21,5
Cyrus	46,4	7,19	14,8	34,1	64,5	16,2	31,9	20,59	248	9,13	0,2	23
Daffy	43,4	6,51	14,6	50,3	66,7	16,1	33,7	22,49	473	8,37	0,4	22,1
Darko	47,1	6,81	16,4	31,7	69,1	15,3	34,8	24,05	444	7,71	0,3	21,7
Denn	54,4	7,62	17,9	28,7	71,4	15,1	32,8	23,46	341	10,44	0,4	24,6
Diable	54,1	7,74	17,8	50,3	69,9	15,2	33	23,06	530	6,9	0,4	23,7
Djoss	41,3	6,03	14,3	33,7	68,6	14,9	34,7	23,78	311	11,66	0,4	21,4
Doker	56,1	7,75	19,7	34,3	72,4	14,9	35	25,38	386	9,49	0,4	23
Dolf	55,7	8,12	19,1	44,6	68,6	15,6	34,3	23,53	310	7,78	0,2	22,1
Dorff	50,4	7,6	18,3	41	66,2	15,6	36,3	24,06	239	8,44	0,2	21,6
Drick	49,2	7,25	17,7	30,2	67,8	15,7	36	24,43	322	6,33	0,2	23,2
Duque	50,6	7,3	16,1	25,4	69,3	15,1	31,9	22,09	403	14,4	0,6	21
Faker	46,4	6,93	15,7	19,4	67	15,3	33,9	22,7	239	6,21	0,1	21,6
Firate	51,6	7,67	18,3	52,7	67,3	16,1	35,4	23,82	386	3,8	0,1	21
Fisco Chalons	45,8	6,69	15,3	20,9	68,4	15,1	33,3	22,79	189	4,55	0,1	28,8
Fitas	46	6,81	17,4	20,4	67,6	14,9	37,8	25,59	465	10,12	0,5	19,6
Fonss	53,6	7,82	17,1	33	68,5	15,3	31,8	21,82	244	4,29	0,1	23
Frits	50,4	7,24	17	27,9	69,6	15,1	33,6	23,43	339	8,87	0,3	21,4
Fritz	49,9	7,47	16,4	41,1	66,9	15,3	32,9	22,01	249	11,13	0,3	21,6
Fules	46,2	6,75	16,7	38,4	68,4	15,9	36,2	24,79	266	12,12	0,3	21,9
Fur	47,8	7,14	16,3	39,5	67	15,3	34	22,79	359	12,46	0,4	20,6
Gexx	32,4	4,73	11,6	24,3	68,6	15,7	35,8	24,53	131	23,21	0,3	28,5
Grio Chalons	49,9	7	17	29	71,3	15,2	34,1	24,3	168	5,92	0,1	28
Hakis	41,7	6,17	15,2	21,8	67,5	15,3	36,5	24,61	248	9,94	0,2	22,8
Hakker	46	6,77	14,7	21,1	68	15,4	32	21,77	371	7,43	0,3	23,2
Herfus	56,1	8,24	17,7	63,6	68,2	15,3	31,6	21,51	329	7,08	0,2	20,4
Herno Chalons	47,5	6,68	15,4	27,6	71,2	15,6	32,4	23,07	240	6,45	0,2	24,3
Horand	43,7	6,21	15,2	24,9	70,4	15,1	34,8	24,45	269	10,67	0,3	23,7

Nom	HCT (%)	SR (10*12/L)	HGB (g/dL)	RETIC (K/ μ L)	VGM (fL)	IDR (%)	CCMH (g/dL)	TCMH (pg)	PLT (K/ μ L)	VPM (fL)	PCT (%)	IDP (%)
Hurgo	55,5	8,45	18,2	55	65,7	16,3	32,8	21,57	282	12,92	0,4	21,8
Hurko	43,4	6,52	15,9	28,4	66,6	16,2	36,5	24,35	241	7,43	0,2	21,4
Ianos	50,6	7,23	19	39,9	70,1	15,5	37,5	26,24	303	12,46	0,4	22,3
Icarr	50,1	7,2	15,6	33,6	69,6	14,9	31,2	21,72	210	7,96	0,2	22,4
Itoss	45,4	6,95	16,2	27,3	65,4	15,6	35,5	23,26	366	7,92	0,3	20,9
Jadk	38,2	5,58	12,7	47,9	68,4	15,5	33,2	22,74	387	10,37	0,4	20,8
Jafar	47,7	7,26	17,5	29,4	65,7	15,3	36,7	24,14	211	12,55	0,3	21,4
Japp Chalons	45	6,59	15,5	35,7	68,3	15,4	34,4	23,46	183	6,5	0,1	26,4
Junior Chalons	55,1	7,96	16,6	39,8	69,2	15,2	30,2	20,88	176	7,73	0,1	26,7
Kadess	45,5	7,04	14,6	29,7	64,7	16	32	20,68	286	8,2	0,2	21,9
Kai	47,7	6,76	16,5	33,4	70,6	15,2	34,5	24,38	449	11,33	0,5	22,7
Karet	47,7	6,48		28	73,6	15,1	37,7	27,73	308	9,71	0,3	23,4
Karto	40,5	6,11	14,9	50,3	66,4	15,8	36,7	24,38	274	7,17	0,2	23,2
Kory	43,2	6,46	15,6	27,5	66,8	15,4	36,2	24,17	382	7,54	0,3	21,4
Kounda	48,9	7,22	17,7	39,7	67,8	15,3	36,2	24,56	268	8	0,2	25,1
Kova	44,9	6,35	15,3	30,6	70,7	15,1	34	24,05	415	12,19	0,5	21,5
Kovix	43,8	6,33	15,2	30,4	69,2	15	34,8	24,09	449	7,54	0,3	21,2
Kril	47	6,82	17,2	22,3	69	15,1	36,5	25,17	253	12,6	0,3	24,3
Louky	46,1	6,78	16,3	33,2	68	15,3	35,4	24,05	167	12,19	0,2	26,8
Marquo	45,3	6,45	15,5	14,5	70,2	15,2	34,3	24,06	341	9,59	0,3	25,9
Marti Chalons	44,2	6,23	15,3	21,5	70,9	15,1	34,6	24,57	328	5,63	0,2	23,9
Micki	46,1	6,84	15	21,5	67,5	15,2	32,5	21,93	205	13,35	0,3	22,1
Mirko Chalons	50,3	7,31	17,8	32,6	68,9	15,3	35,4	24,38	253	6,75	0,2	22,4
Mister	49,7	7,54	18,3	27,5	65,8	15,6	36,9	24,32	269	12,28	0,3	24,5
Mox	44,5	6,82	15,8	29	65,2	15,9	35,5	23,13	291	7,71	0,2	22,7
Mulder Chalons	44	6,25	19,8	17,8	70,4	15,6		31,69	219	6,02	0,1	26,6
Murgo	53,9	7,91	17,8	51,1	68,1	15,6	33	22,49	276	9,57	0,3	22,2
Naid	51	7,47	16,3	36,2	68,3	15,3	31,9	21,83	319	10,45	0,3	22,4
Naiss	57,2	8,82	18,9	56,3	64,8	15,4	33	21,38	324	9,24	0,3	21,7
Nak	47,4	6,7	15,2	24,7	70,7	15,2	32	22,66	339	6,47	0,2	21,6
Nashe Chalons	44,5	6,25	14,6	64,9	71,2	15,3	32,8	23,36	258	5,97	0,2	26,2
Neau	47,9	6,88	15,4	23,1	69,6	15,2	32,2	22,39	526	5,72	0,3	28,9
Nelsee Chalons	45,5	6,57	17,2	33,8	69,2	15,4	37,8	26,16	367	6,95	0,3	24
Nicau	40,2	5,67	14,1	24,4	70,8	15,1	35,1	24,87	249	8,97	0,2	23,4
Noc	52,3	7,63	17,6	27,6	68,5	15,2	33,6	23,02	398	7,65	0,3	20,1
O Neal	47,3	6,83	15,5	31,3	69,2	15,5	32,8	22,71	367	9,22	0,3	23,4
Oban	45,6	6,92	16,3	44,7	65,9	15,5	35,7	23,53	400	6,07	0,2	21,5
Obix Chalons	51	7,55	16,5	50,9	67,5	15,2	32,3	21,8	253	8,09	0,2	25
Odax	48,1	7,3	16,8	19,4	65,9	15,4	35	23,06	282	7,05	0,2	21,7
Oest	47,7	7,27	16,5	24,3	65,6	15	34,5	22,65	407	10,24	0,4	22
Ogan Chalons	49,9	7,58	16	37,6	65,9	16,1	32	21,05	273	5,64	0,2	22,4
Olas	48,1	6,87	16,3	23,3	70	15,3	33,9	23,76	282	13,02	0,4	22,4
Orass	54,1	7,57	17,6	33,7	71,5	15,2	32,6	23,28	513	8,85	0,5	21,6
Oscar Chalons	53,9	7,71	17	51	69,9	15,6	31,5	22,03	344	5,94	0,2	22,2
Otard	43,1	6,2	14,9	20,9	69,5	15,1	34,6	24,05	276	12,1	0,3	21,1
Ouzo	41,1	6,2	14,6	27,6	66,4	16,2	35,5	23,54	368	5,48	0,2	21,5
Panic	51,4	7,56	17,3	39,8	68,1	15,5	33,6	22,87	393	9,54	0,4	24,1
Parko Chalons	51	7,24	16,8	21,1	70,4	15,2	32,9	23,17	412	5,94	0,2	22,1
Peace Chalons	43,9	6,6	15	141,8	66,4	16	34,3	22,78	293	6,46	0,2	23,5
Perf	48	6,93	16,4	35,3	69,3	15,5	34,1	23,62	282	7,12	0,2	23,4
Petter	45,3	6,7	14,7	32,8	67,6	15,1	32,4	21,91	352	13,77	0,5	22,6
Phalkeur	47,5	6,78	16,3	22,9	70	15	34,4	24,1	371	8,67	0,3	21,5
Phalko	20,6	7,5	18,8	28,3	67,4	15,1	37,3	25,14	188	15,05	0,3	24,2
Pharouck	53,8	7,97	18,8	39,1	67,4	15,8	34,9	23,53	91	7,87	0,1	28,2
Phemix	49,7	7,36	17,3	31,2	67,5	15,2	34,8	23,52	357	7,62	0,3	21,8

Nom	HCT (%)	SR (10 ¹² /L)	HGB (g/dL)	RETIC (K/ μ L)	VGM (fL)	IDR (%)	CCMH (g/dL)	TCMH (pg)	PLT (K/ μ L)	VPM (fL)	PCT (%)	IDP (%)
Pirex Chalons	48,3	6,64	15,3	45,8	72,7	15	31,6	22,98	221	5,44	0,1	26,1
Pirus	46,9	7,1	17,8	24,5	66	15,5	37,9	25,03	262	7,63	0,2	23,7
Piter Chalons	44,4	6,38	15,8	22,5	69,5	15,2	35,6	24,76	313	5,89	0,2	23,7
Poska	49,3	7,19	18,1	37,1	68,5	15,6	36,7	25,16	274	8,88	0,2	22,1
Ptilou	47,5	6,9	16,8	23	68,8	15,2	35,5	24,41	340	6,91	0,2	22,7
Pyter	49,3	7,56	16,4	34,3	65,2	15,7	33,3	21,72	243	7,16	0,2	22,1
Racker	46,7	6,91	15,2	22,5	67,7	15,2	32,6	22,05	357	8,48	0,3	20,7
Radio	53,6	7,92	17,6	26,7	67,6	15,2	32,9	22,24	276	12,5	0,3	24,4
Raice	47,7	7,16	15,2	32,6	66,7	15,3	31,8	21,21	349	6,75	0,2	20,9
Rambi	55,2	8,42	18,3	48,4	65,5	15,4	33,2	21,78	398	8,22	0,3	20,5
Ranker Chalons	47,8	7,03	17,2	34,8	68,1	15,7	36	24,51	216	4,19	0,1	22,9
Rasor	48,6	6,97	17,9	21,7	69,7	15,4	36,9	24,73	309	5,75	0,2	21,4
Rebbel	47,4	6,62	17	38,5	71,6	15	35,8	25,67	241	13,55	0,3	23,4
Renzo	43,5	6,59	15,1	30,5	66	15,8	34,6	22,85	26	3,41	0	24,2
Ricaud	44,7	6,49	16,3	39,7	68,9	15,3	36,5	24,16	373	6,18	0,2	21,1
Ricos Chalons	41,5	5,85	14,1	44,3	70,9	15,3	33,9	24,03	150	5,19	0,1	28,1
Rip	49,3	7	16,4	37	70,4	14,8	33,3	23,44	253	7,21	0,2	21
Risky	42,8	6,69	14,6	28,7	63,9	15,1	34,1	21,81	363	14,03	0,5	25,6
Ritchi	40,6	6,09	13,8	17,7	66,7	15,2	34	22,67	408	11,81	0,5	23,8
Robix	56,1	8,06	20,9	44,6	69,6	15	37,3	25,93	307	9,59	0,3	25,2
Rof	41,3	5,87	14,3	14,5	70,4	14,7	34,6	24,34	369	9,94	0,4	22
Rokos	49,7	7,45	17,2	26,5	66,8	15,7	34,6	23,11	151	6,98	0,1	23,2
Rokto	44	6,39	14,5	21,6	68,9	15,2	32,9	22,65	333	7,19	0,2	22,5
Roquo	52,8	7,89	16,8	43,4	67	14,9	31,7	21,23	416	11,49	0,5	19,4
Roser	46	6,79	16,2	29,4	67,7	15,3	35,3	23,85	293	9,56	0,3	24,5
Royan	47	6,67	17,8	16,1	70,6	15,7	37,9	26,74	314	7,06	0,2	22,8
Royce	44,9	6,55	16	40,8	68,6	15,4	35,7	24,44	329	7,61	0,3	21,2
Rubys	51,5	8,06	18,1	28,2	63,8	15,8	35,1	22,43	138	6,89	0,1	23,9
Ruper	53,8	7,68	18,9	38,7	70,1	15,3	35,1	24,58	285	7,57	0,2	24,3
Rusti	46,4	6,62	16,7	32	70,2	15,1	36,1	25,3	246	10,75	0,3	24,4
Ruter	52,8	7,85	19,9	36	67,3	14,9	37,7	25,37	493	8,92	0,4	20,8
Ryan	46,3	6,74	15,2	31,8	68,8	15,3	32,8	22,25	232	9,82	0,2	22,8
Sabel	49,1	7,08	16,7	40,3	69,3	15,3	34	23,6	519	7,38	0,4	22,5
Sabra	44,7	6,46	14,8	16	69,2	14,9	33	22,84	236	12,25	0,3	21
Sadi	39,1	5,78	14	12,9	67,6	15,2	35,9	24,27	355	8,21	0,3	22,5
Sakann	48,1	7,12	16,9	20,1	67,5	15,9	35,2	23,78	338	6,36	0,2	20,8
Sanka	44,1	6,31	15,6	37	69,9	15	35,3	24,68	45	6,81	0	31,5
Sarco Chalons	49	7,2		61,7	68,1	15,9	32,5	22,13	165	4,83	0,1	24,7
Sarkos Chalons	46,9	6,29	16,1	21,1	74,6	14,5	34,4	25,64	294	8,59	0,3	24,7
Sarter	47,7	6,85	15,8	19,2	69,7	15,3	33	23,02	223	7,35	0,2	23,2
Sasco	43,9	6,34	16,2	28,5	69,3	15,3	36,8	25,52	73	11,05	0,1	30,8
Satand	43,9	6,3	16,2	30,9	69,7	15,6	36,8	25,68	440	6,73	0,3	22,1
Saulo	48	7,24	16,8	32,8	66,3	15,6	35,1	23,26	246	10,35	0,3	21,4
Saxxo	42,4	6,25	14,4	26,9	67,8	16	34,1	23,09	149	7,46	0,1	27,8
Sed	52,1	7,26	16,5	64,4	71,8	15,4	31,7	22,72	415	8,13	0,3	23,8
Sena	44,9	6,64	16,9	19,1	67,6	15,1	37,7	25,49	309	9,01	0,3	21,2
Senki	49,9	6,96	17,6	68,9	71,7	15,2	35,4	25,34	294	11,63	0,3	22,4
Senko	45,7	6,79	17,2	33,1	67,3	15,6	37,8	25,42	187	9,4	0,2	25,2
Serau	44,1	6,45	16,2	14,4	68,4	15,1	36,8	25,15	248	7,86	0,2	23,6
Shaco	41,2	5,99	15,4	40	68,9	15,6	37,4	25,77	340	5,64	0,2	21,3
Shugo	47,2	7,25	16	45	65	16,3	34	22,14	291	6,16	0,2	22
Sico	48,3	7,08	16,7	27,9	68,2	14,9	34,6	23,58	330	7,83	0,3	22
Side	50,3	7,18	16,4	24	70	15	32,7	22,86	304	11,09	0,3	22
Sidou	53,1	7,7	17,9	35,5	68,9	15,4	33,7	23,25	382	10,87	0,4	23
Siler	49,3	7,46	16,5	44,1	66	15,4	33,5	22,11	423	6,45	0,3	20,3
Siou	49,1	7,39	18	26	66,5	15,3	36,7	24,42	341	8,03	0,3	21,5
Sioux	47,6	7,35	15,3	24,5	64,8	15,9	32,1	20,8	183	11,89	0,2	21,7

Nom	HCT (%)	SR (10 ¹² /L)	HGB (g/dL)	RETIC (K/ μ L)	VGM (fL)	IDR (%)	CCMH (g/dL)	TCMH (pg)	PLT (K/ μ L)	VPM (fL)	PCT (%)	IDP (%)
Sirca	39,5	5,6	13,3	45,2	70,6	15,5	33,6	23,7	462	6,26	0,3	20,6
Sirka Chalons	48,4	7,03	15,6	23,9	68,9	15,1	33	22,7	170	6,46	0,1	26,7
Siro	55,3	7,96	17,7	41,4	69,5	15,1	31,9	22,18	332	6,7	0,2	24,6
Skott	62,2	9,01	21,2	88,7	69,1	15,4	34	23,5	244	15,08	0,4	26,6
Slogan	52,2	7,76	17,7	26,1	67,3	15,5	34	22,86	259	9,35	0,2	22,2
Snipper	38,9	5,45	13,5	21,3	71,5	15,2	34,8	24,85	360	7,15	0,3	21,2
Soler	45,2	6,91	16,6	29,7	65,4	15,4	36,7	23,99	294	7,56	0,2	22,3
Solow	52,8	7,68	17,7	34,3	68,8	15,3	33,6	23,1	305	10,15	0,3	22,3
Sonk	59,3	8,74	20,3	26,1	67,9	15,1	34,2	23,25	216	12,57	0,3	22,4
Sorban	46,6	6,89	16,8	23,5	67,7	15,3	36	24,39	249	7,99	0,2	22,3
Sorbo	52,8	7,85	17,2	41,9	67,2	15,6	32,6	21,95	381	11,51	0,4	21,2
Sotto	41,8	5,93	15,2	47,3	70,5	15	36,4	25,7	538	5,77	0,3	21
Souky	52,7	7,88	17,4	45,5	66,9	15,4	33	22,08	410	6,79	0,3	23,4
Splat Chalons	51,9	7,37	17,3	20,2	70,4	15	33,3	23,48	197	7,66	0,2	25,4
Squale	51	7,42	16,5	23,6	68,7	15	32,4	22,27	252	10,53	0,3	24,1
Stal	50,2	7,08	17,4	27,4	70,8	15,2	34,6	24,51	199	13,68	0,3	27,1
Stane	43,2	6,21	13,5	17,6	69,6	14,8	31,2	21,73	256	8,64	0,2	21,7
Stat	49,4	7,25	17,3	35,7	68,2	15,3	35	23,84	287	9,83	0,3	21,9
Stat	50,7	7,63	18,1	33,7	66,4	15,5	35,7	23,74	284	9,76	0,3	21,3
Ster	49,8	7,06	16	22,9	70,5	15,2	32,1	22,63	309	9,01	0,3	22,3
Stinng	50,5	7,51	18,1	37,6	67,2	15,5	35,9	24,1	269	7,76	0,2	23,1
Stoned	48,7	6,96	16,3	25,7	70,1	15,2	33,4	23,41	214	10,86	0,2	24,3
Suny	44,4	6,4	17,2	27,2	69,4	15,3	38,7	26,85	197	10,66	0,2	24,8
Sutra	46,4	6,99	16,4	35	66,5	15,8	35,3	23,45	335	9,86	0,3	21,9
Tail	48,3	6,92	17,3	41,9	69,7	15,6	35,8	24,94	362	7,81	0,3	21,8
Takof	56,3	8,03	19,2	63,2	70,1	15,2	34,2	23,95	278	8,3	0,2	22,7
Tang	46,9	7,02	16,5	33,8	66,8	16	35,3	23,59	433	11,09	0,5	22,6
Tangot	47,7	6,61	16,4	35,4	72,2	15	34,3	24,75	150	15,18	0,2	25,6
Tarmak	38,9	5,86	14,7	29,9	66,4	15,3	37,7	25,02	317	6,66	0,2	21,4
Taross	59,7	8,5	20,5	52,2	70,2	14,9	34,4	24,13	283	10,57	0,3	23,2
Tatoom	59,9	8,42	21,2	47,1	71,2	14,8	35,4	25,17	241	13,01	0,3	22,4
Teck	42,3	6,29	15,5	16,1	67,3	15	36,6	24,65	368	6,62	0,2	21,6
Tenno	44,1	6,56	16,1	41	67,2	15,4	36,4	24,46	347	6,15	0,2	21,3
Teno	38,8	5,71	13,2	24,1	37,9	15,3	33,9	23,04	353	9,11	0,3	23,4
Teo Chalons	49,7	7,09	14,9	29,3	70,1	15,2	30	21,05	280	4,68	0,1	21,8
Tery	48,4	7,73	16,1	33,9	62,6	15,8	33,3	20,85	341	12,19	0,4	20,3
Texe	55,3	7,93	18	71,5	69,8	15	32,5	22,68	187	11,09	0,2	24,3
Thai	55,9	8,13	17,9	48,1	68,8	15,1	31,9	21,97	342	11,02	0,4	23,7
Thex	43,3	6,13	13,8	32,9	70,6	15,4	31,8	22,46	181	4,21	0,1	24,7
Tictac	45,1	6,99	15,8	23	64,6	15,8	35,1	22,64	317	6,96	0,2	21,1
Tige	52	7,82	17	40,6	66,4	15,6	32,7	21,75	245	10,38	0,3	23,2
Tik Chalons	41,7	5,94	14,8	22,5	70,3	15,4	35,5	24,97	271	7,46	0,2	23,1
Tison	38	5,52	13,8	16,2	68,9	15	36,3	24,99	322	7,53	0,2	22,6
Tonnerre Chalons				67,6	73,5	15	30,1	22,14	263	5,12	0,1	24,5
Torass	35,2	5,33	14,3	24,3	66,1	15,6		26,87	202	10,87	0,2	21,9

Nom	HCT (%)	SR (10 ¹² /L)	HGB (g/dL)	RETIC (K/ μ L)	VGM (fL)	IDR (%)	CCMH (g/dL)	TCMH (pg)	PLT (K/ μ L)	VPM (fL)	PCT (%)	IDP (%)
Tothem Chalons	45	6,65	15,9	25,8	67,7	15,5	35,4	23,93	249	6,4	0,2	23,7
Toys Chalons	58,9	8,03	19,3	81,2	73,3	15,3	32,8	24,02	281	6,25	0,2	22,7
Tregor	32,8	4,99	12,4	16,4	65,7	16	37,7	24,78	372	6,19	0,2	22,3
Trick	56,3	8,04	19,2	33,1	70,1	15,2	34,1	23,91	253	8,79	0,2	23,6
Tsar	51,8	7,16	20,2	31,6	72,4	14,8	39	28,24	312	10,96	0,3	21,9
U Teck	54,2	7,84	19,6	59,9	69,2	15	36,1	24,99	310	11,63	0,4	23,4
Ubu	55,4	7,8	18,5	41,5	70,9	15,4	33,5	23,76	197	9,07	0,2	22,6
Udino	49	7,09	16,9	26,3	69,1	15	34,4	23,8	234	12,62	0,3	22,9
Ukase	53,1	7,85	17,7	28,4	67,7	15,5	33,2	22,5	231	8,45	0,2	23,4
Ulk Chalons	48	7,13	16,1	48,1	67,3	15,4	33,6	22,62	170	6,49	0,1	24,6
Ulrik	49,4	7,1	16,5	15,4	69,6	15,3	33,5	23,3	264	8,89	0,2	22,7
Ultra	54,7	8,41	17,9	51,2	65	15,5	32,7	21,26	238	10,64	0,3	24
Ulys	44,4	6,7	16,9	106,7	66,2	16,7	38,1	25,21	292	8,67	0,3	24,1
Ural	50,7	7,86	17	29,4	64,5	15,8	33,6	21,67	321	6,01	0,2	21,4
Urax Chalons	51,1	7,56	16,2	22,4	67,6	16,3	31,7	21,45	164	4,52	0,1	22,5
Urban	42,7	6,17	13,9	16,7	69,3	15,1	32,6	22,61	284	15,26	0,4	25,1
Urkana	52	7,65	18,4	41,7	68	15,1	35,3	24,01	200	16,94	0,3	24,7
Ursus	45	6,57	16,1	20	68,6	15,1	35,8	24,57	278	8,04	0,2	22,2
Ursus	45,8	6,6	14,2	16,9	69,4	15,2	31,1	21,57	430	6,86	0,3	26,9
Usher	48,4	7,1	14,5	25,2	68,2	14,9	30	20,44	555	5,68	0,3	27,4
Utha	53,1	8,24	18,3	29,1	64,5	15,4	34,4	22,22	230	9,18	0,2	22,5
Uxo	53,2	7,61	19,5	54,8	69,9	15,3	36,7	25,69	289	10,23	0,3	22,1
Uzi	52,9	7,93	17,4	31,8	66,7	15,6	32,9	21,92	223	6,86	0,2	24,1
Uzzi	38,9	5,78	14,5	36,6	37,3	16,7	37,4	25,17	431	3,06	0,3	21,4
Vako	50,8	7,41	17,3	34,9	68,6	15,1	34	23,33	416	9,76	0,4	24,2
Valdo	49	7,41	17	38,1	66,1	15,2	34,7	22,95	312	9,32	0,3	20,8
Vank	49,5	7,74	17,5	35,1	63,9	16,4	35,4	22,6	337	4,82	0,2	21,4
Varak	42,7	6,06	14,4	23,4	70,6	15,3	33,8	23,82	322	12,82	0,4	21,1
Vatil	43,1	6,07	13,6	23,8	70,9	15,2	31,5	22,35	373	5,83	0,2	21,2
Vauban	46,5	6,9	14,5	32,5	67,4	15,2	31,3	21,07	440	7,73	0,3	20,9
Verko	51,7	7,54	16,6	37,2	68,6	14,9	32,1	21,99	403	10,36	0,4	23,9
Vicke	48,2	6,88	16,1	36,6	70	14,8	33,5	23,44	475	6,19	0,3	20,9
Vicq	46,5	6,67	16,2	29,9	69,7	14,7	34,8	24,25	268	13,91	0,4	24,3
Vicus	52,9	7,73	17,6	31,2	68,4	15,6	33,3	22,76	481	8,63	0,4	21,7
Vidoq	48,5	7,26	17	36,4	66,8	15,4	35	23,37	220	8,59	0,2	22,3
Vilano	54,4	7,95	18	27,3	68,4	15,2	33,1	22,67	394	9,88	0,4	22
Vins	52,6	8,04	15,8	41,7	65,4	15,5	30	19,63	805	6,83	0,6	27
Viras	48,5	6,85	16	34,7	70,8	15,2	33,1	23,41	424	10,02	0,4	23
Viruce	57,2	8,44	19	66,6	67,8	15,3	33,2	22,51	314	8,76	0,3	22,7
Vitok	46,2	6,84	15	23,5	67,5	15,5	32,5	21,92	244	7,54	0,2	24,4
Vorro	46,5	6,71	15,5	22,3	69,3	15,1	33,3	23,08	409	10,88	0,4	22,7
Vour	35	5,56	16	23,5	64,7	16,4	33,1	21,43	294	6,2	0,2	24,1
Vuko	53,9	7,9	18,7	31,2	68,2	15,4	34,7	23,69	370	7,5	0,3	21,1
Vur Chalons	53,2	7,77	19,2	31,3	68,4	15,1	36,2	24,77	210	6,66	0,1	26,5
Waxel	45,1	6,46	15,9	29,7	69,8	15,1	35,4	24,66	239	10,16	0,2	23,7
Xito	51,7	7,49	16,7	38,6	69	15	32,3	22,26	549	10,07	0,6	20,8
Yagus	46,5	6,4	16,5	45	72,6	14,8	35,6	25,85	448	7,52	0,3	22
Yaro	47,4	7,16	16,3	41,8	66,1	16,6	34,3	22,7	419	11,33	0,5	21,1
Zakis	40,5	5,88	13,4	19	68,9	15	33,1	22,76	351	7,58	0,3	22,4
Zol	55,7	8,15	18,8	47,9	68,3	15,4	33,7	23,03	430	7,79	0,3	22

DÉTERMINATION DE L'INTERVALLE DE RÉFÉRENCE DES DONNÉES DE L'HÉMOGRAMME CHEZ 247 CHIENS DE TRAVAIL DE L'ARMÉE

NOM et Prénom : SOLLIER Thibault

Résumé

Les automates utilisés en médecine vétérinaire pour les hémogrammes fournissent des intervalles de référence de chaque lignée sanguine. Ces derniers sont déterminés à partir d'animaux de compagnie de races différentes. La population des chiens du 132^{ème} bataillon cynophile de l'Armée de Terre est homogène : deux races essentiellement le Berger Belge Malinois et le Berger Allemand. L'objectif de l'étude était de déterminer des intervalles de référence représentatifs de cette population de chien de travail à partir d'hémogrammes réalisés entre 2005 et 2007 à la clinique vétérinaire du bataillon sur un automate d'hématologie : le Lasercyte™ sur 184 Bergers Belges Malinois et 63 Bergers Allemands adultes (entre 15 mois et 10 ans).

Les résultats montrent un taux d'hémoglobine et un hématocrite plus élevés que les valeurs usuelles, sans modification des autres paramètres de la lignée rouge. Cette modification est à relier avec l'entraînement sportif quotidien des chiens.

La numération leucocytaire est plus faible, la différence se fait principalement sur la population des neutrophiles.

Les numérations des monocytes, éosinophiles et des basophiles montrent des différences significatives entre les deux races. La faible numération de ces populations rend le comptage par l'automate imprécis et ne permet pas de conclure à une réelle différence.

Mots clés :

**HÉMATOLOGIE / HÉMOGRAMME / INTERVALLE DE RÉFÉRENCE / CARNIVORE /
CHIEN DE TRAVAIL / BERGER ALLEMAND / BERGER BELGE MALINOIS**

Jury :

Président : Pr.

Directeur : Pr. GRANDJEAN Dominique

Assesseur : Dr. CORDONNIER Nathalie

DETERMINING OF HEMOGRAM REFERENCE VALUES IN 247 MILITARY WORKING DOGS

SURNAME: SOLLIER

Given name: Thibault

Summary

Hematology analyzers used in veterinary medicine give reference values for each blood cell. Those are determined from pets of different breeds. Dogs from 132th battalion Army are homogeneous: 2 breeds mainly German Shepherd and Belgian Sheperd Malinois. Our objective was to determine reference values representative of these dogs with hemograms done between 2005 and 2007 at the veterinary clinic of battalion on a hematology analyzer: Lasercyte™, 184 Belgian Shepherd Malinois and 63 German Shepherd adults (between 15 months and 10 years).

Results show a higher hemoglobin concentration and hematocrit than reference values without changing any other red blood cell parameters. This change is linked with daily sports training dogs. White blood cells are lower, difference is mainly on neutrophils. Monocytes, eosinophils and basophils counts show significant difference between the 2 breeds. The low count of those cells makes counting of hematology analyzer imprecise and does not allow concluding with a real difference.

Keywords:

**HEMATOLOGY / HEMOGRAM / REFERENCE VALUE / CARNIVORE / WORKING
DOG / GERMAN SHEPHERD / BELGIAN SHEPHERD MALINOIS**

Jury:

President : Pr.

Director : Pr. GRANDJEAN Dominique

Assessor : Dr. CORDONNIER Nathalie