

# EVOLUTION DES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES DU CHIOT DE 0 A 6 MOIS : REALISATION D'UN OUTIL NUMERIQUE

---

THESE  
pour obtenir le grade de  
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement  
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

*par*

**Johanna DUMONT-DAYOT**  
Née, le 27/10/1994 à Bonneville (74)

---

**Directeur de thèse : Mme Sylvie CHASTANT**

---

## JURY

PRESIDENT :  
**M. Jean PARINAUD**

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :  
**Mme Sylvie CHASTANT**  
**Mme Catherine TRUMEL**

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE  
Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE



**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation  
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

**Directeur** : Professeur Pierre SANS

**PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE**

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie - Thérapeutique*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- M. **PETIT Claude**, (Emérite) - *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

**PROFESSEURS 1° CLASSE**

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie Vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootechne*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- Mme **HAGEN-PICARD, Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie Médicale Animale et Comparée*

**PROFESSEURS 2° CLASSE**

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
- M. **RABOISSON Didier**, *Médecine de population et Économie de la santé animale*

**PROFESSEURS CERTIFIÉS DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE**

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

**MAÎTRES DE CONFÉRENCES HORS CLASSE**

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*

- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*  
 M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*  
 M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*  
 M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*  
 Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*  
 M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*

#### **MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)**

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*  
 Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*  
 Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*  
 Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*  
 M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*  
 M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*  
 Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie- Bactériologie-Pathologie infectieuse*  
 Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et Industrie des aliments*  
 Mme **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*  
 M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et Industrie des aliments*  
 M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*  
 Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*  
 Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*  
 Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie - Analgésie*  
 Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des Equidés*  
 Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*  
 M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*  
 M. **LHERMIE Guillaume**, *Economie de la santé animale*  
 M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*  
 Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*  
 Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*  
 M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*  
 Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*  
 M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire – Maladies animales règlementées*  
 Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

#### **CHARGES D'ENSEIGNEMENT CONTRACTUELS**

- M. **BOLON Pierrick**, *Production et pathologie aviaire*  
 M. **LEYNAUD Vincent**, *Médecine interne*  
 Mme **ROBIN Marie-Claire**, *Ophthalmologie*  
 Mme **TOUSSAIN Marion**, *Pathologie des équidés*

#### **ENSEIGNANT DE PREMIERE ANNEE COMMUNE AUX ETUDES VETERINAIRES**

- Mme **GAUCHARD Cécile**, *Biologie-écologie-santé*

#### **ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS**

- Mme **BLONDEL Margaux**, *Chirurgie des animaux de compagnie*  
 M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie-Imagerie médicale*  
 M. **COMBARROS-GARCIA Daniel**, *Dermatologie vétérinaire*  
 M. **GAIDE Nicolas**, *Histologie, Anatomie Pathologique*  
 M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*  
 M. **LESUEUR Jérémy**, *Gestion de la santé des ruminants – Médecine collective de précision*  
 M. **TOUITOU Florian**, *Alimentation animale*

---

## REMERCIEMENTS

---

Au président du jury de thèse,

**A Monsieur le Professeur Jean PARINAUD,**  
Professeur des Universités, praticien hospitalier,  
Biologie de la reproduction

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse,

*Hommage respectueux et sincères remerciements.*

Au jury de thèse,

**A Madame le Professeur Sylvie CHASTANT,**  
Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,  
Pathologie de la reproduction

Qui m'a fait confiance pour mener à bien cette étude,

*Pour votre disponibilité, votre enthousiasme, vos conseils et votre implication,*

*Sincères remerciements.*

**A Madame le Professeur Catherine TRUMEL,**  
Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse  
Biologie médicale animale et comparée

Qui a très aimablement accepté de faire partie de mon jury de thèse,

*Sincères remerciements pour votre aide.*

**A Mesdames Betty DUC et Marie-Pierre VERRI,**  
Chargées de communication pour l'équipe NeoCare,

Qui m'ont aidée à la mise en ligne de ce travail,

*Pour leur précieux soutien et leur disponibilité, un très grand merci.*



---

## TABLE DES MATIERES

---

<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>9</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>11</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS.....</b>	<b>17</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>19</b>
<b>PARTIE 1 : ETUDE DES BESOINS DES VETERINAIRES PRATICIENS EN MATIERE DE NEONATALOGIE CANINE ET EVALUATION DE L'UTILITE DE L'OUTIL NUMERIQUE PROPOSE.....</b>	<b>21</b>
1. <b>CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION ETUDIEE.....</b>	<b>21</b>
2. <b>LES BESOIN PRATIQUES.....</b>	<b>22</b>
<b>PARTIE 2 : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES : VARIATION DES PARAMETRES pHYSIOLOGIQUES EN FONCTION DE L'AGE.....</b>	<b>27</b>
1. <b>LA CROISSANCE : POIDS ET TAILLE.....</b>	<b>27</b>
2. <b>LA DENTITION.....</b>	<b>37</b>
3. <b>LA TEMPERATURE.....</b>	<b>41</b>
4. <b>LES PARAMETRES HEMATOLOGIQUES .....</b>	<b>47</b>
5. <b>LE SYSTEME DIGESTIF.....</b>	<b>61</b>
6. <b>LE SYSTEME HEPATOBILIAIRE.....</b>	<b>71</b>
7. <b>LE SYSTEME CARDIO-VASCULAIRE.....</b>	<b>89</b>
8. <b>LE SYSTEME RESPIRATOIRE.....</b>	<b>97</b>
9. <b>LE SYSTEME URINAIRE.....</b>	<b>99</b>
10. <b>SYSTEME MUSCULO-SQUELETTIQUE.....</b>	<b>111</b>
11. <b>LE SYSTEME NERVEUX.....</b>	<b>115</b>
12. <b>COMPORTEMENT.....</b>	<b>125</b>

<b>PARTIE 3 : REALISATION DE L'OUTIL NUMERIQUE.....</b>	<b>133</b>
<b>1. Objectifs de l'outil numérique.....</b>	<b>133</b>
<b>2. Choix du support et de l'hébergement.....</b>	<b>133</b>
2.1. Wordpress.....	133
2.2 Le site de Néocare.....	134
<b>3. Les sources utilisées pour la réalisation de l'outil.....</b>	<b>134</b>
3.1. Sources bibliographiques.....	134
3.2. Source des illustrations.....	134
<b>4. Architecture de l'outil numérique.....</b>	<b>135</b>
<b>5. Limites de l'outil numérique.....</b>	<b>138</b>
<b>6. Perspectives de l'outil numérique.....</b>	<b>139</b>
<b>7. Discussion.....</b>	<b>139</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>143</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>145</b>
<b>LISTE DES ANNEXES.....</b>	<b>149</b>



---

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 1 : Répartition des domaines d'activité des vétérinaires interrogés (n=65 réponses) .....	21
Figure 2 : Nombre d'éleveurs canins dans la clientèle des vétérinaires ayant répondu au questionnaire (n= 65 réponses).....	22
Figure 3 : Fréquence des demandes de consultation concernant des chiots de moins de 2 mois (n = 65 réponses).....	23
Figure 4 : Fréquence des demandes de consultation concernant des chiots de 2 à 6 mois (n = 65 réponses) .....	23
Figure 5 : Définition des catégories de risque de mortalité néonatale pour 12 races canines. En rouge, risque élevé ; en orange, risque modéré; en vert, risque faible (Mugnier et al. 2020).....	30
Figure 6 : Evolution du poids au cours des 21 premiers jours de vie chez les chiots de petit format (A), de format moyen (B) et de grand format (C) (NeoCare, ENVT).....	32
Figure 7 : Courbes de croissance médiane de l'espèce canine et des différents formats raciaux lissées avec une fonction polynomiale du second degré (n = 4159 chiots au total)(Lecarpentier et Martinez, 2017) (Vert = espèce canine, Rouge = format Small ; Jaune = format Medium ; Bleu = format Large ; Violet = format Giant) .....	34
Figure 8 : Courbes de croissance moyennes pour 12 races de chiens (Hawthorne et al., 2004).....	35
Figure 9: La denture du chiot (vue latérale de la bouche) ; I=incisives, C=canines, P=pré-molaires (Pollet, 2009).....	37
Figure 10 : Evolution de la dentition du chiot entre 3 et 5 mois : remplacement progressif des dents déciduales (Cours d'anatomie, ENVT, 2015).....	39
Figure 11 : Evolution de la température en fonction du format racial pendant les 3 premières semaines (n=347) ; petites races n=141, races moyennes n=72, grandes races n=134 (Catteau, 2014).....	44
Figure 12: Evolution de la température rectale de la naissance à l'âge de 2 mois (n=437) (Catteau, 2014).....	45
Figure 13: Evolution de la température rectale du chiot entre 0 et 5 mois (Mueggler et al., 1979).....	46

Figure 14 : Résultats des données bibliographiques concernant la numération des globules rouges, l'hémoglobémie, et l'hématocrite chez le chien âgé de 0 à 12 mois (Calvache, 2008).....	58
Figure 15: Evolution du débit de filtration glomérulaire (GRF) au cours des 2 premiers mois de vie du chiot (Kruger et al., 2011).....	107
Figure 16 : Développement sensoriel et moteur du chiot de 0 à 8 semaines : Le début de la barre représente l'apparition du caractère et la largeur maximale représente l'arrivée à maturité du caractère (Lord, 2013).....	123
Figure 17: Représentation schématique des phénomènes d'attraction et répulsion chez le chiot (Vastrade, 1987).....	129
Figure 18: Premier jour d'apparition de différents comportements chez différentes races de chiens de taille moyenne et chez le loup (Feddersen-Petersen, 2001).....	132
Figure 19 : Première hiérarchisation de l'arborescence de l'outil internet : les périodes de développement et les systèmes étudiés.....	136
Figure 20: Deuxième hiérarchisation de l'arborescence de l'outil internet : les systèmes étudiés et les fiches proposées pour chacun.....	137
Figure 21 : Réalisation d'un prélèvement sanguin chez le chiot, veine jugulaire (Root Kustritz, 2011).....	181
Figure 22 : Réalisation d'un test de glycémie chez le chiot, NeoCare.....	183
Figure 23 : Stimulation de la zone périnéale à l'aide d'une compresse pour déclencher la miction, NeoCare.....	185

---

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1 : Bilan des poids de naissance médians, minima et maxima selon le format racial (Lecarpentier et Martinez, 2017) .....	28
Tableau 2 : Taux de croissance (en % du poids en début de période) par race et par période entre 0 et 21 jours (n = 4159)(nt = non traité) (Lecarpentier et Martinez, 2017) .....	33
Tableau 3 : Taux de croissance (en % du poids en début de période) par race et par période entre 21 et 56 jours (n = 4159)(nt = non traité) (Lecarpentier et Martinez, 2017) .....	33
Tableau 4 : Multiplicité des poids de naissance aux 24ème et 42ème jours de vie au sein de 8 races (n=501 chiots) (Fiszdon et Kowalczyk, 2009).....	34
Tableau 5 : Caractéristiques de croissance chez différentes races de chiens selon l'équation des courbes de croissance. a : poids adulte, x <sub>0</sub> : âge auquel le chiot atteint 50% du poids adulte (en semaines), T <sub>99</sub> : âge auquel le chiot atteint 99% du poids adulte (en semaines) (D'après Hawthorne et al., 2004) .....	36
Tableau 6: Date d'apparition des dents déciduales chez le chiot au cours du 1 <sup>er</sup> mois de vie (Pollet, 2009).....	38
Tableau 7 : Date de remplacement des dents déciduales par des dents permanentes chez le chiot; I=incisives, C=canines, PM=pré-molaires, M=molaires (Pollet, 2009).....	38
Tableau 8: Température normale du chiot entre 0 et 4 semaines (Rickard, 2011).....	44
Tableau 9: Evolution de la température rectale de la naissance au sevrage (n=437) (Catteau, 2014).....	45
Tableau 10: Lignée rouge chez le chiot à la naissance - valeurs hématologiques (Earl, 1973).....	47
Tableau 11: Lignée blanche chez le chiot à la naissance - valeurs hématologiques (Earl, 1973).....	48
Tableau 12: Lignée rouge chez le chiot à l'âge d'une semaine- valeurs hématologiques (Earl, 1973).....	49
Tableau 13: Lignée blanche chez le chiot âgé d'une semaine - valeurs hématologiques (Earl, 1973).....	50
Tableau 14: Lignée rouge chez le chiot âgé de 2 semaines - valeurs hématologiques (Earl, 1973).....	51

Tableau 15: Valeurs hématologiques de la lignée blanche chez le chiot de 2 semaines en bonne santé (Earl, 1973).....	52
Tableau 16: Lignée rouge chez le chiot âgé de 4 semaines - valeurs hématologiques (Earl, 1973).....	53
Tableau 17: Lignée blanche chez le chiot âgé de 4 semaines - valeurs hématologiques (Earl, 1973).....	53
Tableau 18: Lignée rouge chez le chiot âgé de 8 semaines - valeurs hématologiques (Earl, 1973).....	54
Tableau 19: Lignée blanche chez le chiot de 8 semaines - valeurs hématologiques (Earl, 1973).....	55
Tableau 20: Evolution de l'hémogramme du chiot de race Beagle au cours des 2 premiers mois de vie, n=70 (Earl et al., 1973).....	55
Tableau 21: Hémogramme du chiot de race Beagle en fonction de l'âge, n=48 (Shifrine et al., 1973).....	56
Tableau 22: Lignée rouge chez le chiot âgé de 12 semaines - valeurs hématologiques moyennes (Earl, 1973).....	57
Tableau 23: Lignée blanche chez le chiot âgé de 12 semaines - valeurs hématologiques moyennes (Earl, 1973).....	57
Tableau 24: Lignée rouge chez le chiot âgé de 24 semaines - valeurs hématologiques moyennes (Earl, 1973).....	58
Tableau 25: Lignée blanche chez le chiot âgé de 24 semaines - valeurs hématologiques moyennes (Earl, 1973).....	59
Tableau 26: Valeurs de l'activité des enzymes pancréatiques relevées chez le chiot de 2 semaines, d'après Rortveit et al, 2015 .....	64
Tableau 27: Valeurs de l'activité des enzymes pancréatiques observées chez le chiot âgé d'un mois, d'après Rortveit et al, 2015 .....	65
Tableau 28 : Valeurs observées pour l'activité des enzymes pancréatiques chez le chiot de 2 mois. Les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes.....	67
Tableau 29 : Intervalles de référence de la glycémie du chiot à la naissance .....	72
Tableau 30 : Intervalles de référence de la protéinémie du chiot à la naissance .....	73

Tableau 31: Intervalles de référence de l'activité des enzymes hépatiques du chiot au premier jour de vie (Les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes) ..	73
Tableau 32 : Intervalles de référence de l'activité des enzymes hépatiques de l'adulte selon les différents auteurs .....	74
Tableau 33 : Intervalles de référence de la glycémie du chiot à l'âge d'une semaine (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes) .....	74
Tableau 34 : Intervalles de référence de la cholestérolémie et de la triglycéridémie du chiot à l'âge d'une semaine .....	75
Tableau 35 : Intervalles de référence de la bilirubinémie chez le chiot d'une semaine (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes) .....	76
Tableau 36 : Intervalles de référence de la protéinémie et de l'albuminémie du chiot à l'âge d'une semaine (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes) .....	76
Tableau 37 : Intervalles de référence de l'activité des enzymes hépatiques du chiot à l'âge d'une semaines (Les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes) .....	77
Tableau 38 : Intervalles de référence de la glycémie du chiot à l'âge de 2 semaines (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes) .....	77
Tableau 39 : Intervalles de référence de la cholestérolémie et de la triglycéridémie du chiot à l'âge de 2 semaines (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes) .....	78
Tableau 40 : Intervalles de référence de la protéinémie et de l'albuminémie du chiot à l'âge de deux semaines (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes) .....	79
Tableau 41 : Intervalles de référence de la protéinémie et de l'albuminémie du chient adulte selon les différents auteurs .....	79
Tableau 42 : Intervalles de référence de l'activité des enzymes hépatiques du chiot à l'âge de 2 semaines (Les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes) .....	79
Tableau 43 : Intervalles de référence de la glycémie du chiot à l'âge d'un mois (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes) .....	80
Tableau 44 : Intervalles de référence de la cholestérolémie et de la triglycéridémie du chiot à l'âge d'un mois (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes). .....	81
Tableau 45 : Intervalles de référence de la protéinémie et de l'albuminémie du chiot à l'âge d'un mois (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes) .....	82

Tableau 46 : Intervalles de référence de l'activité des enzymes hépatiques du chiot à l'âge d'un mois (Les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes).....	82
Tableau 47 : Intervalles de référence de la glycémie du chiot à l'âge de 2 mois (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes).....	83
Tableau 48 : Intervalles de référence de la cholestérolémie et de la triglycéridémie du chiot à l'âge de 2 mois (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes). .....	83
Tableau 49 : Intervalles de référence de la protéinémie et de l'albuminémie du chiot à l'âge de 2 mois (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes). .....	84
Tableau 50 : Intervalles de référence de l'activité des enzymes hépatiques du chiot à l'âge de 2 mois (Les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes) .....	84
Tableau 51 : Intervalles de référence de la glycémie du chiot à l'âge de 3 mois (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes).....	85
Tableau 52 : Intervalles de référence de la protéinémie et de l'albuminémie du chiot à l'âge de 3 mois, d'après Gorman, 2011 .....	86
Tableau 53 : Rythme cardiaque et valeurs moyennes des pressions artérielles chez le chiot à la naissance, d'après Moon et al, 2001 .....	89
Tableau 54: Score APGAR modifié d'après Veronesi et al (2009), NeoCare, ENVT .....	90
Tableau 55: Rythme cardiaque et valeurs moyennes des pressions artérielles et veineuses chez le chiot d'un mois, d'après Moon et al, 2001 et Brigh, 2011.....	93
Tableau 56 : Rythme cardiaque et valeurs moyennes des pressions artérielles chez le chiot de 2 mois, d'après Moon et al, 2001 et Brigh, 2011.....	94
Tableau 57 : Rythme cardiaque et valeurs moyennes des pressions artérielles chez le chiot de 3 mois, d'après Moon et al, 2001 et Brigh, 2011.....	95
Tableau 58: Rythme cardiaque et valeurs moyennes des pressions artérielles chez le chiot à 6 mois, d'après Moon et al, 2001.....	96
Tableau 59 : Evolution des valeurs des gaz du sang chez le chiot au cours des premières 24h de vie (Swanström and Bratteby, 1981).....	97
Tableau 60: Intervalles de référence du sodium, du potassium et des chlorures chez le chiot d'une semaine, d'après O'Brien et al, 2014 .....	102

Tableau 61: Intervalles de référence du sodium, du potassium et des chlorures chez le chiot âgé de 2 semaines.....	103
Tableau 62: : Intervalles de référence du sodium, du potassium et des chlorures chez le chiot âgé d'un mois.....	105
Tableau 63: Intervalles de référence du sodium, du potassium et des chlorures chez le chiot âgé de 2 mois, d'après O'Brien et al, 2014 et Rortveit et al, 2015 .....	107
Tableau 64: Intervalles de référence du sodium, du potassium et des chlorures chez le chiot âgé de 3 mois, d'après O'Brien et al, 2014.....	108
Tableau 65: Intervalles de référence du sodium, du potassium et des chlorures à l'âge adulte.....	109
Tableau 66 : Age d'apparition et de fermeture des centres d'ossification des os des membres thoraciques du chiot, d'après Hoskins, 2001.....	113
Tableau 67 : Age d'apparition et de fermeture des centres d'ossification des os des membres pleviens du chiot, d'après Hoskins, 2001 .....	114
Tableau 68 : Age d'apparition et de fermeture des centres d'ossification des os du bassin du chiot, d'après Hoskins, 2001 .....	114
Tableau 69 : Bilan des réflexes moteurs et sensoriels présents ou absents chez le chiot à la naissance. NC = Nerf Cranien.....	117
Tableau 70 : Bilan des réflexes moteurs et sensoriels présents chez le chiot à l'âge d'une semaine. NC = Nerf cranien .....	119
Tableau 71 : Bilan des réflexes moteurs et sensoriels présents chez le chiot à l'âge de 2 semaines. NC = Nerf cranien .....	121
Tableau 72 : Bilan des réflexes moteurs et sensoriels présents chez le chiot à l'âge d'un mois. NC = Nerf crânien.....	122





---

## LISTE DES ABREVIATIONS

---

**ALAT** = Alanine Amino-Transférase

**ASAT** = Asparté Amino-Transférase

**BPM** = Battements par minutes

**CCMH** = Concentration Corpulculaire Moyenne en Hémoglobine

**FC** = Fréquence Cardiaque

**GB** = Globule blanc

**GMQ** = Gain Moyen Quotidien

**GGT** = Gamma-Glutamyl Transférase

**GR** = Globule Rouge

**DFG** = Débit de filtration glomérulaire

**Hb** = Hémoglobine

**HDL** = High Density Lipoprotein

**Ht** = Hématocrite

**LDL** = Low Density Lipoprotein

**LPS** = Lipopolysaccharide

**MPM** = Mouvements par minute

**NEC** = Note d'Etat Corporel

**PAL** = Phosphatases Alcalines

**PT** = Protéines totales

**VGM** = Volume Glomérulaire Moyen



---

## INTRODUCTION

---

Les performances en élevage canin et la médicalisation des jeunes animaux augmentent de jour en jour et de plus en plus de chiots sont reçus dans nos cliniques et font partie de notre quotidien. Cependant, les nouveau-nés présentent des particularités de fonctionnement de nombreux organes par rapport aux adultes et d'importantes variations physiologiques au cours de leur croissance. Ces particularités liées au développement physiologique du chiot doivent être prises en compte dans l'interprétation de l'examen clinique et des examens complémentaires, et l'utilisation de valeurs de référence de chiens adultes est souvent erronée (Von Dehn, 2014).

Les chiots naissent peu développés par rapport aux nouveaux-nés d'autres espèces de mammifères domestiques et nécessitent donc souvent plus d'attention dans leurs premiers jours de vie. Apporter soins et traitements à des nouveau-nés peut être un vrai défi pour le vétérinaire praticien, en raison de la petite taille des chiots, mais aussi de l'immaturité fonctionnelle de certains organes. En effet, l'organogenèse du chiot se poursuit après la naissance au cours des 6 premiers mois de vie, ce qui explique les variations fonctionnelles observées entre le chiot et l'adulte (Hoskins, 2001).

Les données bibliographiques concernant le chiot sont nombreuses mais parfois obsolètes, peu accessibles ou très différentes selon les sources. Certaines études fournissent des valeurs de référence pour quelques races de chiots, mais l'extrapolation aux autres races ou aux animaux croisés pose question. Cette thèse n'a pas pour but de fournir une liste exhaustive de valeurs standards pour tous les paramètres biochimiques, hématologiques et physiologiques du chiot ou de chacune de ses particularités, mais d'aider à la mise en place d'un outil numérique permettant d'obtenir des données utiles au diagnostic et des lignes directrices pour l'interprétation des résultats d'analyses chez le chiot de 0 à 6 mois. L'objectif de notre travail vise donc à créer un site internet destiné aux vétérinaires praticiens et regroupant des connaissances sur les grands systèmes du chiot de moins de 6 mois, ayant pour but de faciliter la recherche d'informations capitales au moment d'accueillir ce patient en clinique et de le soigner. Il se veut simple d'utilisation et interactif.

La première partie de ce manuscrit présente les besoins du vétérinaire praticien en ce qui concerne la pédiatrie canine afin de faire le point sur l'utilité et la pertinence du travail

proposé et de répondre au mieux à la demande des cliniciens. La seconde partie du manuscrit s'intéresse aux particularités anatomiques et physiologiques des chiots de leur naissance jusqu'à 6 mois et reprend, par système, les éléments qui seront organisés par âge dans la version digitale. Elle est divisée selon les périodes de croissance post-natale et apporte, pour chaque grand système de l'organisme, les connaissances utiles à la pratique vétérinaire. Ce manuscrit n'a donc pas vocation à être lu de façon linéaire, mais plutôt ouvert directement aux pages qui concernent la période qui intéresse le praticien face à un patient d'âge donné pour une observation sur un système donné. Au cours de la dernière partie, nous exposerons les modalités de construction de l'outil informatique et son architecture générale. L'outil digital mis au point est accessible à tous gratuitement via le site : [www.neocare.pro](http://www.neocare.pro).

---

# PARTIE 1 : ETUDE DES BESOINS

---

## DES VETERINAIRES PRATICIENS EN MATIERE DE NEONATALOGIE CANINE ET EVALUATION DE L'UTILITE DE L'OUTIL NUMERIQUE PROPOSE

Afin de déterminer les besoins des cliniciens en matière de pédiatrie canine et de faire le point sur leur aisance et leurs demandes à ce sujet, un court questionnaire (Annexe 1) a été proposé à un ensemble de vétérinaires volontaires. Leurs réponses ont été analysées dans le but de connaître le besoin d'information sur la gestion du chiot en période néonatale et pédiatrique. Les réponses ont également permis d'adapter le contenu et la forme du manuscrit et de l'outil numérique pour satisfaire au mieux leur demande.

### 1. CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION ETUDIEE :

Le questionnaire se présente sous la forme de questions à choix multiples ou questions à réponses courtes ouvertes. Il a été diffusé par courrier électronique via le réseau du centre NeoCare ainsi que sur les groupes professionnels de réseaux sociaux.

65 vétérinaires répartis dans 43 départements français ont bien voulu répondre à ce questionnaire. Parmi ces 65 vétérinaires, **95,3% sont des femmes**.

82,8% des vétérinaires interrogés exercent une activité canine pure alors que 12,5% d'entre eux ont une activité mixte à dominante canine et 4,7% ont une activité majoritairement rurale ou équine (figure 1).

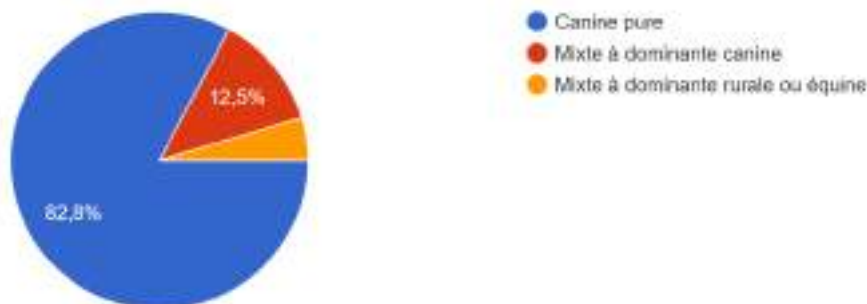


Figure 1 : Répartition des domaines d'activité des vétérinaires interrogés (n=65 réponses)

28% des vétérinaires ayant répondu au questionnaire sont diplômés depuis 3 ans ou moins.

La majorité des vétérinaires interrogés affirment avoir peu d'éleveurs canins dans leur clientèle. En effet, 18,8% n'en n'ont aucun et 51,6% en ont moins de 5. Pour les autres, 18,8% des vétérinaires ayant répondu comptent entre 5 et 10 clients éleveurs canins et 9,4% en comptent entre 10 et 20. Seulement 1 vétérinaire déclare avoir plus de 20 éleveurs dans sa clientèle (figure 2).

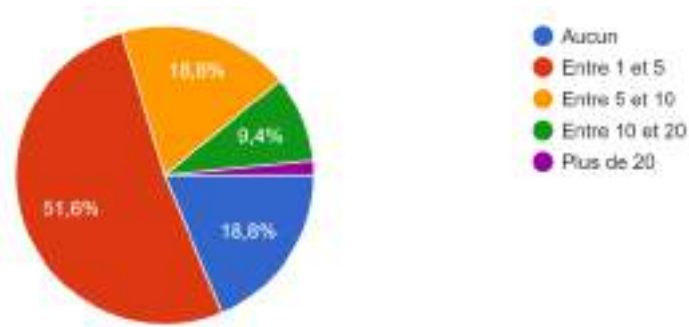


Figure 2 : Nombre d'éleveurs canins dans la clientèle des vétérinaires ayant répondu au questionnaire (n= 65 réponses)

Nous pouvons donc dire que les éleveurs canins ne représentent pas forcément une part très importante de la clientèle des vétérinaires interrogés. Cependant, il semble important de pouvoir répondre à la demande de ceux qui sollicitent leur vétérinaire et de leur proposer un service de qualité. De plus, les vétérinaires sont amenés à recevoir des chiots nouveau-nés présentés en consultation par des propriétaires qui ne sont pas nécessairement éleveurs.

## 2. LES BESOIN PRATIQUES

Près de la moitié des vétérinaires déclarent examiner des chiots de moins de 2 mois de façon non rare : de façon occasionnelle dans 37,5% des cas et de façon fréquente dans 10,9% des cas (figure 3). Les chiots de moins de 2 mois sont donc bien présents en clientèle vétérinaire et le praticien, qu'il exerce en clientèle strictement canine ou non, peut être sollicité pour des consultations pédiatriques.

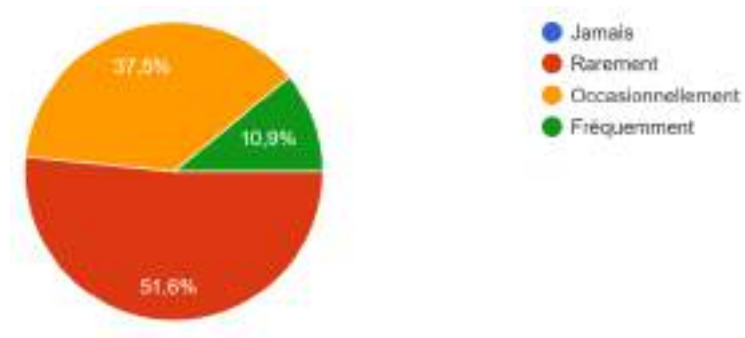


Figure 3 : Fréquence des demandes de consultation concernant des chiots de moins de 2 mois (n = 65 réponses)

En revanche, la tendance s'inverse pour les chiots de plus de 2 mois, puisqu'ils représentent des patients fréquents pour 56,3% des vétérinaires interrogés et occasionnels pour 39,1%. La quasi-totalité des vétérinaires ayant répondu sont donc amenés à examiner des chiots entre 2 et 6 mois (figure 4).

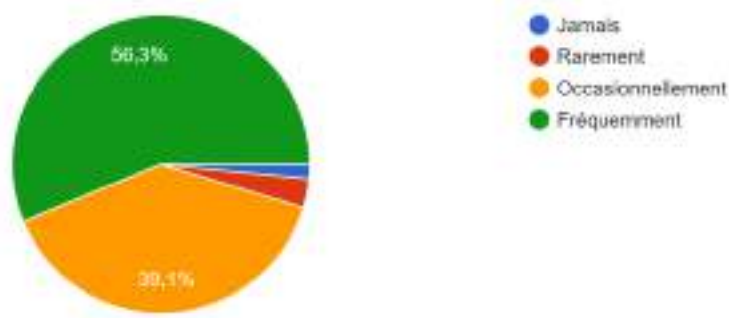


Figure 4 : Fréquence des demandes de consultation concernant des chiots de 2 à 6 mois (n = 65 réponses)

Sur tous les vétérinaires déclarant être amenés à examiner des chiots dans leur pratique quotidienne, **81,3% estiment avoir parfois du mal à interpréter leur examen clinique général.**

En ce qui concerne les examens complémentaires, seulement 14,1% des vétérinaires estiment en faire souvent, alors que pour 50% leur réalisation est occasionnelle et pour 31,3% elle est rare. Trois des vétérinaires interrogés ne réalisent jamais d'examens complémentaires sur des chiots.

Parmi les examens complémentaires les plus réalisés chez le chiot, la biochimie sanguine et la numération formule sanguine sont plutôt facilement réalisées, avec 80% de vétérinaires qui affirment en faire dans leur pratique. Des analyses urinaires sont

réalisées par 30% des vétérinaires et 7 vétérinaires ont indiqué faire des coprologies ou tests rapides sur selles (recherche de parvovirus, *Giardia*...).

En ce qui concerne l'imagerie, 90% des vétérinaires interrogés estiment faire des radiographies régulièrement chez le chiot et 61,3% n'hésitent pas non plus à faire des échographies.

Les examens de laboratoire sont également pratiqués par certains vétérinaires. En effet, 50% déclarent parfois demander des recherches d'agents pathogènes par PCR, 37,1% demandent ou font des examens bactériologiques et 41,9% demandent des recherches de mutations génétiques chez les chiots.

Ces réponses correspondent à un ensemble de tout ce que les praticiens peuvent faire lors de consultations pédiatriques mais chaque vétérinaire ne réalise pas forcément chaque examen complémentaire avec aisance, ou du moins, ne le propose pas toujours avec la même conviction. Le vétérinaire peut être amené à repousser les examens complémentaires chez le chiot, pour des raisons pratiques, techniques, de coût ou de motivation des propriétaires. Nous nous sommes alors intéressés aux raisons qui pouvaient dissuader le vétérinaire de pratiquer un examen complémentaire chez un chiot amené en consultation :

- 35,9% des vétérinaires estiment avoir des difficultés à réaliser les prélèvements nécessaires chez le chiot (petite taille, fragilité, difficultés de contention, matériel inadapté...)
- 38,5% déclarent avoir du mal à interpréter les résultats de leurs examens chez le chiot
- 46,5% ne réalisent parfois pas tous les examens nécessaires pour un problème de coût pour le propriétaire
- 15,6% estiment n'avoir jamais rencontré de cas où les examens complémentaires étaient pertinents.

A la suite de cela, les vétérinaires déclarent donc avoir l'utilité d'un outil numérique les aidant à :

- Préciser les techniques de prélèvement (34,4%)
- Les aider à l'interprétation de l'examen clinique (40,6%)



- Les aider à l'interprétation des examens complémentaires (87,5%)
- Les aider à établir un diagnostic différentiel (71,6%)
- Les orienter dans la mise en place d'un traitement (59,4%)

A la question permettant aux vétérinaires d'ajouter des besoins auxquels nous n'aurions pas pensé, 3 d'entre eux étaient demandeurs d'un outil permettant d'estimer le poids adulte du chien en fonction des données connues du chiot et l'un des vétérinaires a souligné l'utilité d'un outil d'aide à la diagnose de l'âge du chiot en fonction de la dentition.

Concernant un éventuel examen post-mortem, bien que 19% des répondants déclarent ne pas avoir besoin d'aide pour la gestion des cas de mortalité, 47,6% des vétérinaires estiment avoir besoin d'aide pour réaliser et interpréter une autopsie de chiot et plus de 50% auraient besoin d'aide pour le choix des prélèvements et des analyses à effectuer. 57% auraient également besoin d'aide pour l'élaboration du diagnostic différentiel et 49,2% auraient besoin d'aide pour l'analyse des résultats.

Enfin, 71,9% des vétérinaires souhaiteraient un outil d'aide de type « juridique » pour gérer les éventuelles demandes des acheteurs de chiots auprès des éleveurs et 64,1% estiment avoir besoin d'aide ou de conseils pour la gestion des conflits pouvant intervenir entre acheteur et éleveur lors de l'acquisition d'un chiot.

**Bilan** : Les résultats du sondage soulignent que pour le praticien, le chiot est un patient à part, parfois difficile à appréhender. En effet, les chiots ne sont pas fréquemment présentés en consultation et leurs examens doivent s'interpréter avec des grilles différentes de celles connues pour l'adulte et maîtrisées par le praticien. Les vétérinaires sont dans l'ensemble demandeurs de conseils, d'informations, et d'outils pratiques pour faciliter la gestion des consultations pédiatriques.



## PARTIE 2 : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

### VARIATION DES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES EN FONCTION DE L'AGE

Cette première partie a pour but de rassembler les connaissances disponibles dans la littérature pour chaque système anatomique du chiot, par période d'âge entre la naissance et l'âge de 6 mois.

**Il est important de considérer que cette partie est vouée à être lue par les praticiens vétérinaires non pas de façon linéaire, mais en se rendant directement au système concerné par les informations recherchées, puis à la période considérée.** Certaines informations se répètent entre les différentes parties puisque certaines données sont valables d'un âge à l'autre.

L'examen clinique du chiot et son interprétation peuvent différer par rapport à l'adulte. Une aide à sa réalisation est donc proposée en fin de manuscrit (Annexe 2).

#### 1. LA CROISSANCE : POIDS ET TAILLE

##### 1.1. Naissance

Les chiots doivent être pesés à la naissance car le poids de naissance a une valeur pronostique sur la survie néonatale. Le poids de naissance n'est pas lié au sexe du chiot mais dépend de sa race (Mugnier et al., 2020).

La balance doit être adaptée à la fourchette de poids visée (qui dépend de la race). La précision doit être de l'ordre du gramme et l'exactitude des valeurs mesurées doit idéalement être régulièrement vérifiée. Une cuvette à bords hauts permet d'éviter les chutes. Elle doit être parfaitement propre et désinfectée, en particulier pour la pesée des nouveau-nés, afin de limiter les risques de contagion entre portées (essentiellement en raison du risque de transmission du parvovirus canin).

**Le poids doit être soigneusement noté sur un graphique en grammes, une fois par jour au cours des deux premières semaines.** Cependant, en cas de maladie, le chiot peut être pesé plus fréquemment pour adapter l'alimentation, la perfusion, les traitements...

- Poids de naissance par races et par format racial

Le poids de naissance médian des chiots de format petit, moyen, grand et géant est respectivement de **190g** (min = 66g, max = 370g), **300g** (min = 85g, max = 572g), **418g** (min = 139g, max = 630g) et **460g** (min = 230g, max = 715g). On observe ainsi une forte variabilité du poids de naissance entre les différents formats raciaux, avec des poids de naissance médians significativement différents ( $p < 0,0001$ ) (Tableau 1). (Lecarpentier et Martinez, 2017).

*Tableau 1 : Bilan des poids de naissance médians, minima et maxima selon le format racial (Lecarpentier et Martinez, 2017)*

Taille	Médiane	Minimum	Maximum
<b>Petite</b>	190g	66g	370g
<b>Moyenne</b>	300g	85g	572g
<b>Grande</b>	418g	139g	630g
<b>Géante</b>	460g	230g	715g

Les poids de naissance de 19 races sont présentés dans le tableau 2 : il s'agit de poids recueillis en France entre 2000 et 2018 (Lecarpentier et Martinez, 2017).

Le poids de naissance médian ou moyen de chaque race varie parfois de façon non négligeable selon les sources. Ces variations importantes peuvent s'expliquer par de nombreux paramètres : le nombre de chiots inclus dans l'étude (qui varie de 43 à 282), le pays, l'élevage, la portée d'origine des chiots, la prise en charge de la mère et des chiots au cours de la gestation et de la lactation, les caractéristiques parentales, l'évolution de la race au cours du temps...etc.

Tableau 2 : Poids de naissance médian d'un chiot (en grammes) selon sa race, son sexe et la taille de la portée (définie au sein de chaque race) dont il est issu (n = 2978 chiots) (nt = non traité)

Race	Petite portée			Portée moyenne			Grande portée						
	Sexe	Mâle	Femelle	Sexe	Mâle	Femelle	Sexe	Mâle	Femelle				
	Poids de naissance (médiane)	Poids de naissance (médiane)	Poids de naissance (médiane)	Poids de naissance (médiane)	Poids de naissance (médiane)	Poids de naissance (médiane)	Poids de naissance (médiane)	Poids de naissance (médiane)	Poids de naissance (médiane)	Poids de naissance (médiane)			
Basset Hound	454	469	42	519	50	450	57	450	57	440	35	396	30
Berger allemand	470	520	21	510	20	460	24	493	24	396	11	420	19
Berger australien	360	378	44	410	26	340	67	380	67	360	13	395	22
Bichon maltais	165	179	21	171	19	155	30	154	30	nt	8	nt	8
Bouledogue français	240	nt	6	nt	9	240	12	258	12	nt	3	nt	4
Beauceron	480	473	30	500	32	493	36	487	36	430	19	435	22
Cavalier King Charles	230	nt	1	nt	7	245	10	245	10	nt	0	225	11
Cocker	265	270	47	280	53	260	118	258	118	nt	7	235	12
Coron de l'Isar	190	220	21	220	19	180	18	185	18	170	13	180	12
Golden Retriever	380	400	40	407	42	341	38	377	38	325	24	343	23
Jack Russell Terrier	205	213	11	210	13	185	12	204	12	nt	4	nt	3
Labrador	399	409	44	539	39	380	107	410	107	nt	6	nt	9
Lhasa Apso	190	190	27	211	48	178	19	180	19	nt	6	nt	9
Rotweiler	410	400	10	440	23	395	34	415	34	nt	8	nt	8
Schnauzer miniature	212	215	25	213	22	nt	9	nt	9	nt	9	189	13
Shih Tzu	170	168	20	166	19	167	22	165	22	nt	9	169	13
Teddy	181	192	24	181	16	189	43	180	43	177	14	195	10
West Highland White Terrier	200	208	29	210	45	204	10	217	10	180	13	193	15
Yorkshire Terrier	140	130	11	120	18	140	24	144	24	nt	6	nt	9

- Poids de naissance critique

Les animaux de faible poids de naissance ont des réserves énergétiques plus faibles. **Un faible poids de naissance est un facteur de risque majeur de mortalité et de morbidité néonatale** (0-21j). Un poids de naissance critique en dessous duquel le risque de mortalité néonatale augmente a été déterminé pour plusieurs races (Figure 5), (Mugnier et al., 2020).

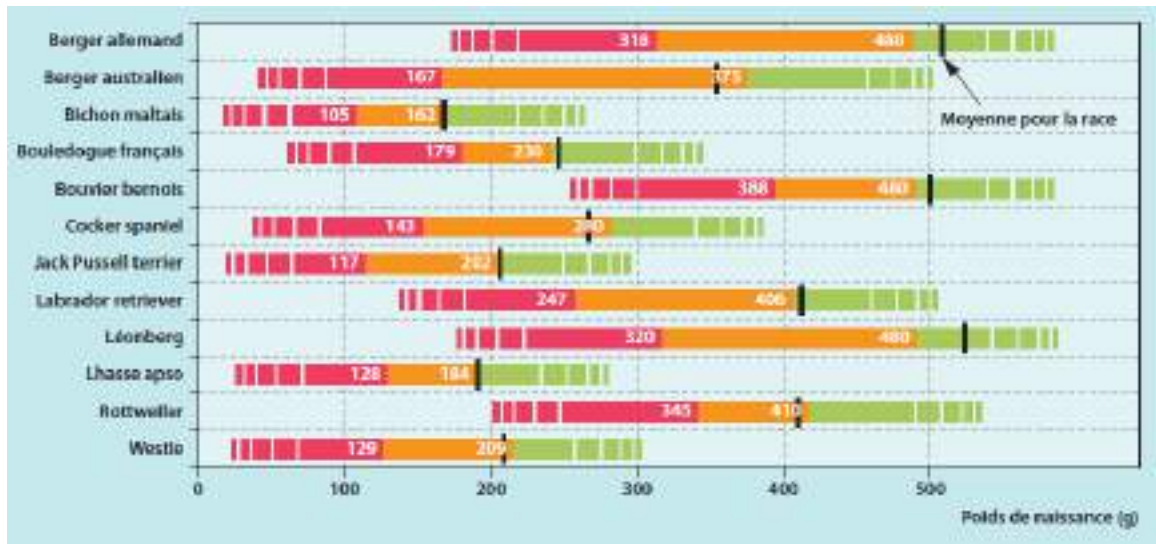


Figure 5 : Définition des catégories de risque de mortalité néonatale pour 12 races canines. En rouge, risque élevé ; en orange, risque modéré ; en vert, risque faible (Mugnier et al. 2020)

### 1.2. Evolution au cours des premières 24 heures de vie

Il est normal que les chiots perdent un peu de poids au cours des premières 24h, c'est essentiellement une perte d'eau et des premiers excréments, mais cette perte ne doit pas excéder 4% du poids de naissance (Mila et al., 2015). Au-delà, le pronostic vital devient réservé.

### 1.3. Evolution au cours de la première semaine de vie

**La croissance entre la naissance et l'âge de deux jours est un indicateur précieux de l'état de santé du chiot** et de ses chances de survie jusqu'à 21 jours. Elle est évaluée par le taux de croissance précoce (en pourcentage) grâce à la formule :

$$\frac{\text{Poids à l'âge de 2 jours} - \text{Poids de naissance}}{\text{Poids de naissance}} \times 100$$

Une perte de 10 % du poids de naissance est considérée comme normale au cours des 2 premiers jours de vie mais il a été démontré récemment qu'un taux de croissance négatif au cours des deux premiers jours de vie est lié à un risque plus élevé de mortalité néonatale (sur les 21 premiers jours suivant la naissance). La valeur limite du taux de croissance précoce en deçà de laquelle le risque est augmenté est de -4 (Mila et al., 2015).

Dans la population étudiée, près de 40 % des chiots présentant un retard de croissance sont morts au cours de la période néonatale, contre seulement 5 % des chiots présentant

un taux de croissance positif. Globalement, 30% des chiots sont en déficit énergétique à l'issue des deux premiers jours de vie et sont donc à risque de mortalité néonatale. Une perte de poids au cours des 2 premiers jours peut indiquer une prise insuffisante de colostrum, essentiel pour le chien nouveau-né, à la fois en raison de son apport énergétique et du transfert d'immunité passive (Mila et al., 2015).

Le risque de décès est multiplié par 8 chez les chiots présentant une perte de poids  $\geq 4\%$  entre les jours 0 et 2. Au-delà de 10% de perte de poids au cours des premières 48h, le pronostic vital devient réservé.

Les chiots doivent ensuite prendre **5 à 10% de leur poids chaque jour** (figure 3). Au cours de la première semaine de vie, le besoin énergétique du chiot est de 133 calories/kg/jour en moyenne. Toute perte de poids après les 2 premiers jours doit être un signal pour consulter le vétérinaire et cela peut être un signe précoce de maladie : la perte de poids peut survenir 16h avant l'apparition des premiers symptômes (Root Kustritz, 2011). Une croissance insuffisante peut également témoigner d'une production de lait insuffisante de la mère, une supplémentation par du lait maternisé et/ou une stimulation de la lactogénèse sont alors à envisager (Chastant, 2020).

#### 1.4. Evolution au cours de la deuxième semaine de vie

Si on rapporte le poids du chiot à son poids de naissance, selon le format racial, le poids est **doublé entre 9 et 13 jours de vie**. Un taux de croissance plus lent est observé chez les grandes races ou races géantes par rapport aux races médium ou petites (Lecarpentier and Martinez, 2017).

#### 1.5. Evolution au cours du premier mois de vie

Le poids du chiot est **multiplié par 4 entre la naissance et 25-30 jours de vie** selon le format racial (figures 3), (Lecarpentier et Martinez, 2017) .

On calcule le taux de croissance (en pourcentage) du chiot entre  $J_a$  et  $J_b$  grâce à la formule :

$$\text{Taux de croissance entre } J_a \text{ et } J_b = \frac{\text{Poids à } J_b - \text{Poids à } J_a}{\text{Poids à } J_a} \times 100$$

Le taux de croissance médian entre 7 et 21 jours est de l'ordre de 110% (Tableau 2) (Belin, 2013; Lecarpentier et Martinez, 2017).

Un taux de croissance plus lent est observé chez les grandes races ou races géantes par rapport aux races médium ou petites (figure 6)

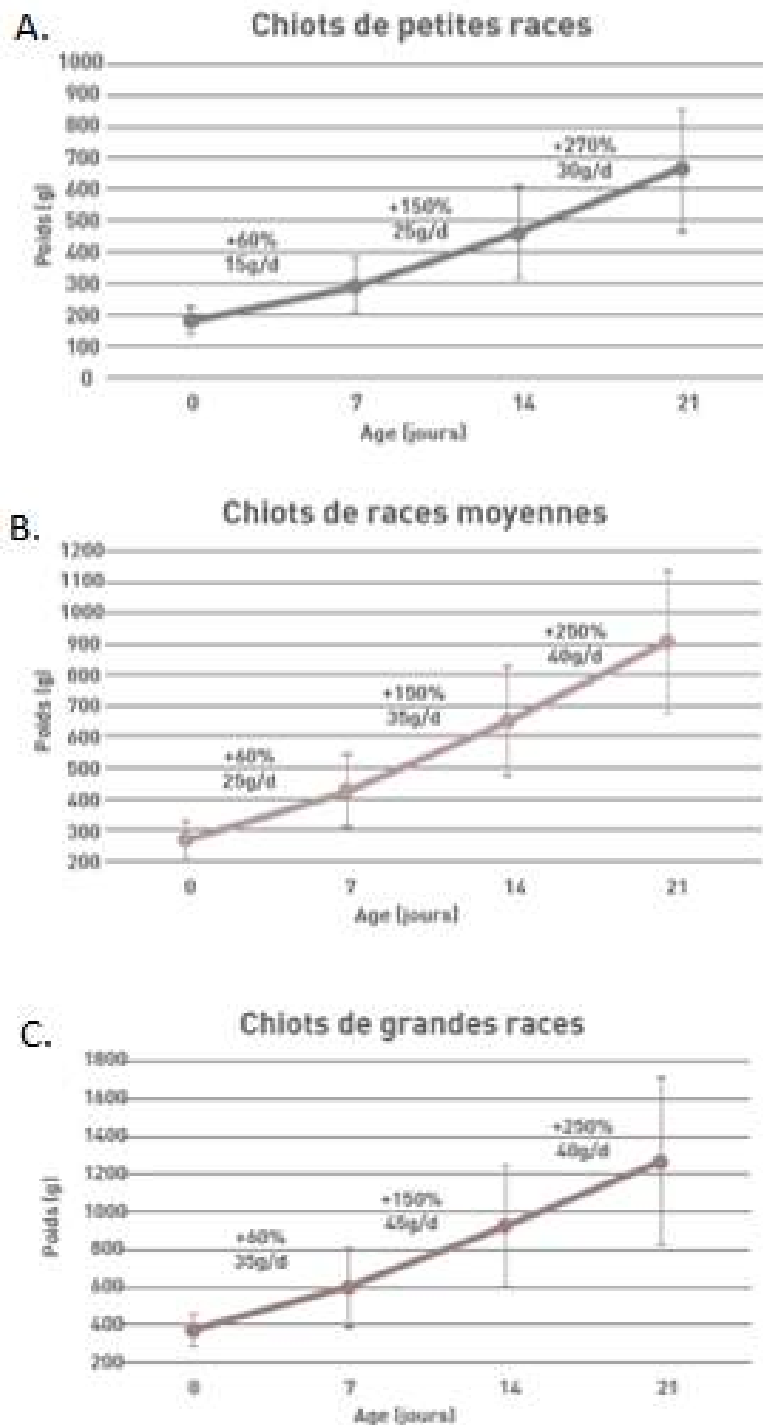


Figure 6 : Evolution du poids au cours des 21 premiers jours de vie chez les chiots de petit format (A), de format moyen (B) et de grand format (C) (NeoCare, ENVT)



Tableau 2 : Taux de croissance (en % du poids en début de période) par race et par période entre 0 et 21 jours (n = 4159)(nt = non traité) (Lecarpentier et Martinez, 2017)

Race	Taux de croissance 0-2 jours		Taux de croissance 2-7 jours		Taux de croissance 7-21 jours		Taux de croissance 0-21 jours	
	Médiane (%)	Effectif	Médiane (%)	Effectif	Médiane (%)	Effectif	Médiane (%)	Effectif
Basset Hound	5,1	241	39,2	263	104,8	188	188,5	145
Berger allemand	10,4	89	50,8	90	110,4	64	233,6	73
Berger australien	10,3	213	57,7	231	104,1	173	255,9	164
Bichon maltais	11,9	65	50,5	61	156,7	70	277,9	70
Bouledogue	10,2	100	55,1	105	118,0	86	245,7	71
Bouvier bernois	4,3	225	48,1	269	111,5	223	241,9	161
Cavalier King	0,5	116	38,6	120	95,9	110	170,6	108
Cocker	8,7	366	46,4	467	105,6	321	219,2	261
Coton de Tuléar	10,0	150	53,7	171	107,3	110	261,8	95
Golden Retriever	11,9	233	53,0	290	106,0	246	234,9	201
Jack Russel	12,5	73	59,2	69	110,8	68	289,2	71
Labrador	9,7	214	54,2	229	108,3	177	268,8	150
Lhasa Apso	12,3	109	52,0	143	114,3	126	247,6	86
Rottweiler	2,0	70	43,9	93	107,1	77	182,8	64
Schnauzer	9,4	88	70,0	81	111,0	75	299,5	78
Shih Tzu	6,3	155	48,0	165	113,3	155	226,5	146
Teckel	10,6	14	55,1	14	103,2	15	265,7	15
West Highland White Terrier	12,9	127	48,1	215	94,6	139	231,9	80
Yorkshire Terrier	15,8	96	53,8	115	109,5	85	270,1	73

### 1.6. Evolution au cours du deuxième mois de vie

Entre la naissance et le sevrage, le taux de croissance médian varie par période et par race.

$$\text{Taux de croissance entre } Ja \text{ et } Jb = \frac{\text{Poids à } Jb - \text{Poids à } Ja}{\text{Poids à } Ja} \times 100$$

Ces données sont récapitulées dans le tableau suivant (tableau 3) (Lecarpentier et Martinez, 2017):

Tableau 3 : Taux de croissance (en % du poids en début de période) par race et par période entre 21 et 56 jours (n = 4159)(nt = non traité) (Lecarpentier et Martinez, 2017)

Race	Taux de croissance 21-56 jours		Taux de croissance 0-56 jours	
	Médiane (%)	Effectif	Médiane (%)	Effectif
Basset Hound	289,5	59	1023,3	53
Berger allemand	221,3	38	1004,7	28
Berger australien	200,0	73	1029,0	80
Bichon maltais	130,3	28	741,4	32
Bouledogue	199,0	22	920,9	13
Bouvier bernois	222,3	44	1094,8	65
Cavalier King	161,4	46	621,6	42
Cocker	192,1	73	926,7	77
Coton de Tuléar	176,6	71	801,1	77
Golden Retriever	209,8	65	992,3	56
Jack Russel	nt	8	nt	8
Labrador	207,7	57	1121,1	47
Lhasa Apso	161,1	51	718,1	46
Rottweiler	245,3	26	910,3	26
Schnauzer	166,3	25	950,8	33
Shih Tzu	161,2	90	699,2	76
Teckel	nt	8	nt	8
West Highland White Terrier	142,5	70	685,7	49
Yorkshire Terrier	113,0	29	632,1	28

Les courbes de croissance médianes ont pu être établies pour l'espèce canine, et plus précisément par format racial entre la naissance et l'âge de 2 mois (figure 7).

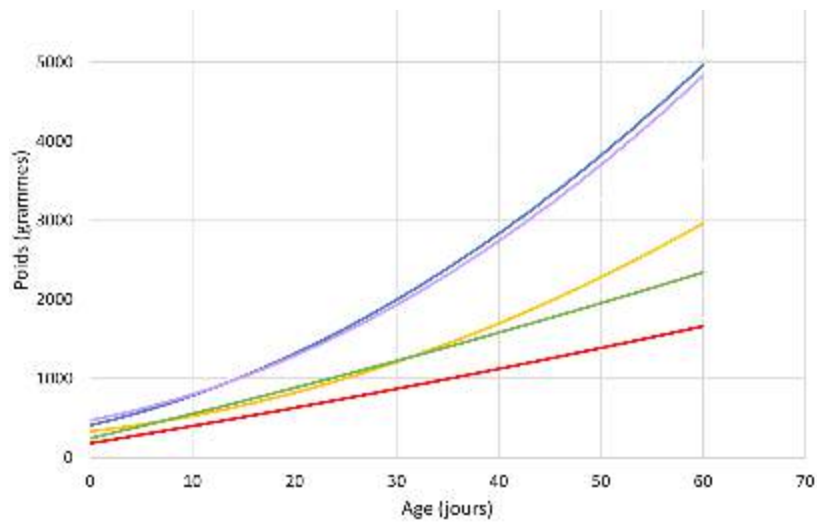


Figure 7 : Courbes de croissance médiane de l'espèce canine et des différents formats raciaux lissées avec une fonction polynomiale du second degré ( $n = 4159$  chiots au total) (Lecarpentier et Martinez, 2017) (Vert = espèce canine, Rouge = format Small ; Jaune = format Medium ; Bleu = format Large ; Violet = format Giant)

Une autre donnée intéressante concerne l'expression du taux de croissance en terme de multiplicité du poids de naissance. Ce sont alors les races moyennes qui obtiennent le taux de croissance le plus élevé (Fiszdon et Kowalczyk, 2009).

Tableau 4 : Multiplicité des poids de naissance aux 24ème et 42ème jours de vie au sein de 8 races ( $n=501$  chiots) (Fiszdon et Kowalczyk, 2009)

Breed	Multiplicity on the 24th day	Multiplicity on the 42th day
Yorkie	3.98	5.74
Sheltie	5.38	9.45
Corgi	4.61	7.58
Polish Hound	5.39	10.83
Bouvier	4.16	7.25
Newfoundland	4.10	6.85
Dane	4.83	10.15
Mean	4.60	8.35

### 1.7. Evolution au cours du troisième mois de vie

Le taux de croissance augmente de façon exponentielle au début, jusqu'à ce que l'animal atteigne 50% de son poids adulte. La durée de cette phase augmente proportionnellement au poids adulte. Ainsi, pour les races toys, la fin de cette période de croissance rapide a lieu vers 11 semaines, alors que pour les races moyennes, cette période se termine entre

14 et 16 semaines et pas avant 5 mois pour les races géantes (Fiszdon and Kowalczyk, 2009).

Le taux de croissance au cours de la phase exponentielle est cependant relativement similaire. Le taux de croissance exponentielle hebdomadaire le plus lent est observé chez le Mastiff (10,8%) et le plus rapide chez le Springer Spaniel (18,3%). Pour la plupart des races, le taux de croissance se situe entre 13 et 17% par semaine (Tableau 5) (Hawthorne et al., 2004).

### 1.8. Evolution du troisième au sixième mois de vie

La croissance est plus longue chez les races de grande taille. Par exemple, le Mastiff atteint 50% de son poids adulte à 22,9 semaines en moyenne contre 11,1 semaines en moyenne chez l'épagneul papillon (tableau 5). Chez les races géantes, la croissance est exponentielle jusqu'à l'âge de 5 mois (figure 8) (Hawthorne et al., 2004).

Le poids adulte est atteint quand le taux de croissance devient égal à 0. Les petites et moyennes races atteignent 99% de leur poids adulte à 9 ou 10 mois alors que les races géantes ne l'atteignent qu'entre 11 et 15 mois (tableau 5) (Hawthorne et al., 2004). Les mâles peuvent mettre un peu plus de temps à atteindre leur taille adulte (Peterson, 2011).

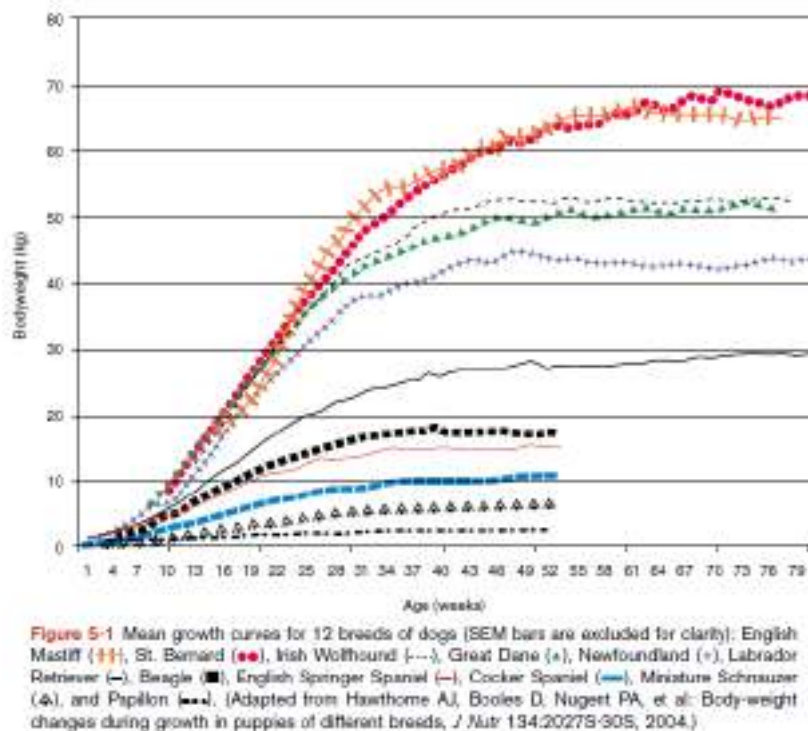


Figure 8 : Courbes de croissance moyennes pour 12 races de chiens (Hawthorne et al., 2004)

Tableau 5 : Caractéristiques de croissance chez différentes races de chiens selon l'équation des courbes de croissance.  $a$  : poids adulte,  $x_0$  : âge auquel le chiot atteint 50% du poids adulte (en semaines),  $T_{99}$  : âge auquel le chiot atteint 99% du poids adulte (en semaines) (D'après Hawthorne et al., 2004)

Size and breed	n, No. of dogs		a, kg	$x_0$ , wk	$T_{99}$ , wk
	Male	Female			
Giant					
English Mastiff	2	2	66.9 ± 0.28	22.9 ± 0.19	65.2 ± 0.92
St. Bernard	2	2	65.2 ± 0.27	21.9 ± 0.17	56.7 ± 0.83
Irish Wolfhound	2	5	52.4 ± 0.11	19.1 ± 0.09	49.1 ± 0.43
Great Dane	6	5	51.1 ± 0.14	18.1 ± 0.12	52.1 ± 0.59
Newfoundland	7	8	43.3 ± 0.16	18.5 ± 0.13	46.1 ± 0.55
Large					
Labrador Retriever	16	21	28.1 ± 0.12	18.6 ± 0.18	52.1 ± 0.79
Medium					
Beagle	12	0	17.4 ± 0.05	14.8 ± 0.08	41.9 ± 0.45
English Springer Spaniel	8	6	14.8 ± 0.07	14.3 ± 0.13	39.4 ± 0.56
Small					
Cocker Spaniel	19	9	10.2 ± 0.08	16.6 ± 0.22	46.6 ± 0.92
Miniature Schnauzer	11	9	7.0 ± 0.03	14.1 ± 0.13	41.3 ± 0.57
Cairn Terrier	4	14	6.3 ± 0.06	15.5 ± 0.17	42.9 ± 0.62
Toy					
Papillon	1	2	2.2 ± 0.01	11.1 ± 0.28	41.7 ± 1.58

Cependant, il semble important de relativiser la pertinence des résultats précédents compte tenu de l'effectif réduit de certaines races dans cette étude.

## 2. LA DENTITION

Le chien, comme les autres mammifères, est une espèce **diphyodonte**, c'est-à-dire qui présente 2 dentitions : une dentition **déciduale** de 28 dents et une dentition définitive de 42 dents, 20 à la mâchoire supérieure et 22 à la mâchoire inférieure. On peut parfois lire que la dentition de lait est composée de 32 dents, parce qu'on y ajoute les PM1 (première paire de pré molaires) qui sont des dents de lait persistantes (Hawkins, 2001).

Les changements pendant la période pédiatrique sont surtout visibles au niveau des **6 incisives** : 2 pinces (I1), 2 mitoyennes (I2), 2 coins (I3) (figure 9).

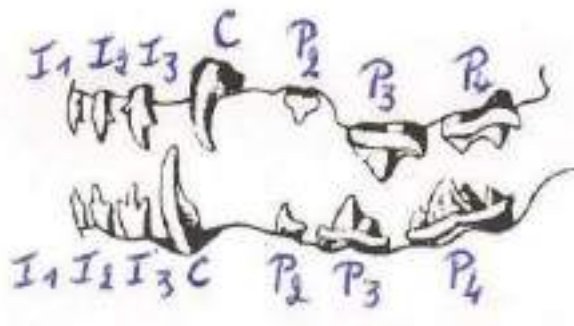


Figure 9: La denture du chiot (vue latérale de la bouche) ; I=incisives, C=canines, P=pré-molaires (Pollet, 2009)

### 2.1. Naissance et premières 24h de vie

Les chiots naissent dépourvus de dents et le restent jusqu'à l'âge de 3 semaines.

### 2.2. Evolution au cours du 1<sup>er</sup> mois de vie

Les dents commencent à apparaître vers 3 semaines. D'abord des dents déciduales qui seront remplacées au fur et à mesure par des dents définitives. La dentition pourra alors être utilisée pour estimer l'âge des chiots en fonction de l'éruption des dents.

Le tableau 6 nous donne l'âge d'apparition des premières dents.

Tableau 6: Date d'apparition des dents déciduales chez le chiot au cours du 1<sup>er</sup> mois de vie (Pollet, 2009)

Dents	Date d'éruption
<b>Canine (C)</b>	21 jours
<b>3<sup>ème</sup> paire d'incisives (I3)</b>	25 jours
<b>2<sup>ème</sup> paire d'incisives (I2)</b>	28 jours
<b>1<sup>ère</sup> paire d'incisives (I1)</b>	30 jours
<b>4<sup>ème</sup> paire de pré-molaires (P4)</b>	3 à 4 semaines
<b>3<sup>ème</sup> paire de pré-molaires (P3)</b>	3 à 4 semaines

Il y a des variations entre les grandes et les petites races, chez lesquelles l'apparition des dents est respectivement plus avancée et plus retardée (Pollet, 2009).

### 2.3. Evolution à partir du 2<sup>ème</sup> mois de vie

Les dents déciduales terminent leur apparition jusqu'à 5 semaines pour P2. Les dents qui apparaissent ensuite sont déjà des dents définitives (P1, M1, M2 et M3) et les dents déciduales seront remplacées progressivement à partir de 4 mois (tableau 7).

Tableau 7 : Date de remplacement des dents déciduales par des dents permanentes chez le chiot; I=incisives, C=canines, PM=pré-molaires, M=molaires (Pollet, 2009)

Dents	Eruption	Remplacement
<b>I1</b>	30 jours	4 mois
<b>I2</b>	28 jours	4,5 mois
<b>I3</b>	25 jours	5 mois
<b>C</b>	21 jours	5 mois
<b>P1</b>	4 mois	/
<b>P2</b>	4 à 5 semaines	6 mois
<b>P3</b>	3 à 4 semaines	6 mois
<b>P4</b>	3 à 4 semaines	5 à 6 mois
<b>M1</b>	4 mois	/
<b>M2 (haut)</b>	5 à 6 mois	/
<b>M2 (bas)</b>	4,5 à 5 mois	/
<b>M3</b>	6 à 7 mois	/

Le remplacement des dents déciduales se fait toujours de l'intérieur vers l'extérieur de la mâchoire, ce qui permet d'estimer l'âge d'un chiot grâce à sa dentition : I1 remplacées, puis I2 puis I3...etc. Les dents permanentes dites « en fleurs de lys » apparaissent progressivement (figure 10).

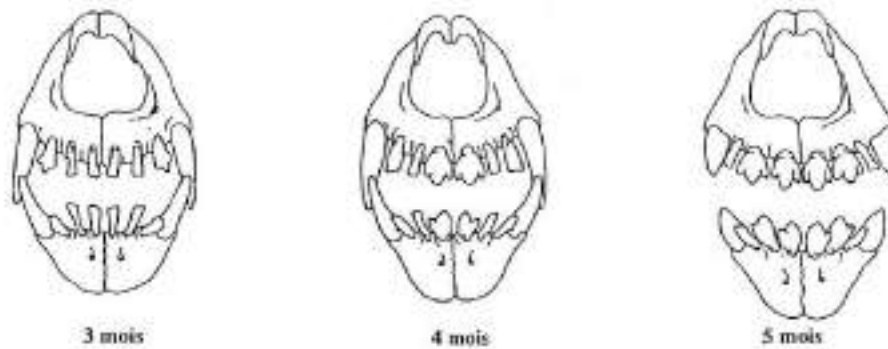


Figure 10 : Evolution de la dentition du chiot entre 3 et 5 mois : remplacement progressif des dents déciduales (Cours d'anatomie, ENVT, 2015)

Il y a des variations entre les grandes et les petites races, chez lesquelles l'apparition des dents est respectivement plus avancée et plus retardée. La chute des dents de lait (surtout des incisives et des canines) peut être retardée et ces dents peuvent même persister alors que les dents définitives commencent à pousser, ce qui est surtout observé chez les races naines.

Chez les chiens de petit format, il arrive parfois que les dents de lait ne tombent pas seules, et plus spécialement que les canines de lait ne tombent pas lors de la pousse des canines permanentes. L'extraction de la canine de lait persistante doit impérativement être faite à l'âge de 7 mois, sinon des problèmes d'aplomb dentaire (verticalité des dents) et d'entartrage peuvent s'installer (Pollet, 2009).





### 3. LA TEMPERATURE

La température est un facteur essentiel pour l'évaluation de l'état de santé d'un animal. Chez le nouveau-né, le risque d'hypothermie est particulièrement élevé du fait d'un rapport surface/volume élevé et de l'absence de nombreux réflexes (Rickard, 2011). Chez le jeune, l'hyperthermie est ensuite un des premiers symptômes d'agression par un pathogène. C'est pourquoi il est important de connaître les valeurs de référence de température en fonction de l'âge du chiot.

Les mesures utilisées dans cette partie sont toutes prises par un thermomètre digital rectal. En effet, c'est la prise de température qui semble la plus répétable (et la moins opérateur-dépendante) et la plus proche de la température centrale (Greer et al., 2007).

#### 3.1. Naissance et premières 24h de vie

La thermorégulation est médiocre chez les nouveau-nés car leur capacité de vasoconstriction en réponse à une diminution de la température est faible. De plus, ils ont un grand rapport surface/masse corporelle, une masse grasseuse relativement faible, un débit sanguin réduit aux extrémités et une forte teneur en eau, ce qui diminue leur capacité à se réchauffer. Ils ne peuvent pas non plus haleter pour se refroidir. Cette inadaptabilité rend les nouveau-nés très sensibles aux variations de température.

La température corporelle du chiot baisse progressivement à partir de la température de la mère, jusqu'à atteindre la température d'un nouveau-né dans les 30 minutes suivant la naissance. Leur température est alors proche de **35°C**. Les chiots se déplacent ensuite en direction des mamelles et maintiennent leur température grâce à la chaleur maternelle (Rickard, 2011).

La température d'un nouveau-né est systématiquement inférieure à celle de l'adulte. Environ 24 heures après la naissance, un chiot en bonne santé présente une température de **35-36,5 °C** (en moyenne 36,4 °C) (Catteau, 2014a).

Si la température corporelle du chiot est inférieure à 34,4°C, la mobilité intestinale diminue et une stase intestinale apparaît, ce qui entraîne des fermentations intestinales avec production de gaz et donc un ballonnement du chiot qui ne digère pas. De plus, cela crée une surpression contre le diaphragme et entraîne des difficultés respiratoires et de la dyspnée. Ces difficultés poussent à leur tour le nouveau-né à avaler de l'air, aggravant

encore le ballonnement. En cas d'alimentation par sonde, le ballonnement augmente le risque de régurgitation et de fausse route. Un ballonnement trop important peut entraîner des difficultés circulatoires et causer la mort de l'animal.

La baisse de température peut être suivie d'une baisse du rythme cardiaque : il s'agit au départ d'une réponse de protection dont le but principal est d'éviter que l'apport sanguin artériel au cerveau ne diminue. Si cette baisse se prolonge, la fréquence respiratoire diminue (jusqu'à ce qu'il n'y ait que des halètements occasionnels) et une insuffisance cardio-respiratoire peut apparaître. Le nouveau-né est prostré, allongé en position latérale. Les réflexes sont extrêmement lents, le réflexe de succion disparaît en dessous de 32°C. En outre, une température anormalement basse chez le nouveau-né (<35 °C) également augmenter la vulnérabilité aux infections par l'herpès virus ou les bactéries.

La sensibilité thermique du chiot est très développée à la naissance. Une baisse de la température corporelle ou le contact d'une surface froide entraîne une agitation généralisée et des vocalises. Le chiot explore et s'oriente vers les sources de chaleur et s'arrête lorsqu'il entre en contact avec l'une d'elle (mère, autres chiots, bouillottes...) (Vastrade, 1986).

### 3.2. Evolution au cours de la première semaine de vie

La température corporelle normale chez le chiot au cours de la première semaine de vie est nettement inférieure à celle de l'adulte. Les nouveau-nés ne génèrent pas de chaleur par le mouvement et n'ont pas de réflexe de frissonnement avant le 6<sup>ème</sup> jour de vie. La température normale est comprise entre **35°C et 36°C** au cours de la première semaine (Root Kustritz, 2011a).

Les structures cérébrales impliquées dans le maintien de la température corporelle étant immatures, le chiot est poïkilotherme. En réalité, il perçoit les variations de température mais n'est pas capable de réguler sa température corporelle. C'est grâce à l'existence d'un thermotactisme positif qu'il lui est possible de trouver les sources de chaleur indispensables au maintien de sa température corporelle et de sa survie (Beaver, 1982).

- Hypothermie

Un chiot est considéré comme hypotherme lorsque sa température corporelle passe en dessous de 35,0°. La prise en charge doit alors être rapide, et le chiot nécessite d'être réchauffé progressivement (pas plus de 1°C par heure). La température extérieure doit également être augmentée pour l'aider à maintenir sa température corporelle. Une fluidothérapie avec du liquide tiède peut être envisagée (pas plus de 2°C de plus que la température du chiot) mais le nouveau-né hypothermique ne doit absolument pas être nourri par voie digestive (en raison de l'iléus paralytique associé).

Les chiots ayant des températures corporelles faibles (inférieures à 33°C) à J1 et J2 ont tous un GMQ (Gain Moyen Quotidien) inférieur à la moyenne, voire négatif (Catteau, 2014a). Les chiots ayant souffert d'hypothermie peuvent développer des anomalies neurologiques ou comportementales (Fox, 1963).

- Hyperthermie

Le chiot nouveau-né peut ne pas générer une vraie fièvre en réponse aux agents pyrogènes pendant les premières semaines de vie tant que la thermorégulation n'est pas mise en place et qu'il n'y a pas de stock important de glycogène dans les muscles et le foie. C'est pourquoi sur un chiot de 1 ou 2 semaines, on doit considérer les maladies infectieuses même en l'absence de fièvre (Miller, 2011).

Cependant, si la température du chiot est supérieure à 38,5°C, il sera considéré comme hypertherme (Catteau, 2014a).

### 3.3. Evolution au cours de la deuxième semaine de vie

Au cours de la seconde et troisième semaine de vie, la température normale est comprise entre 37°C et 38,2°C. En dessous de 34,4°C, on observe un arrêt complet du transit (Root Kustritz, 2011a).

Durant les deux premières semaines de vie, les structures cérébrales impliquées dans le maintien de la température corporelle étant immatures, le chiot est poïkilotherme. En réalité, il perçoit les variations de température mais n'est pas capable de réguler sa température corporelle. C'est grâce à l'existence d'un thermotactisme positif qu'il lui est possible de trouver les sources de chaleur indispensables au maintien de sa température corporelle et de sa survie (Beaver, 1982).

### 3.4. Evolution au cours du premier mois de vie

A partir de l'âge de 3 semaines, la thermorégulation devient totalement efficace et l'intervalle de référence pour les températures du chiot devient le même que celui de l'adulte (Mueggler et al., 1979).

En période néonatale, les chiots présentent des épisodes d'hypothermie mais pas d'hyperthermie. L'hyperthermie apparaît à partir de l'âge de 21 jours (Catteau, 2014).

Le tableau 8 présente les températures usuelles chez le chiot au cours du premier mois.

Tableau 8: Température normale du chiot entre 0 et 4 semaines (Rickard, 2011)

Semaine	Température rectale normale	Température environnementale recommandée
1 <sup>ère</sup> Semaine	35°C à 37,2°C	30°C à 32,2°C
2 <sup>ème</sup> et 3 <sup>ème</sup> Semaine	36,2°C à 37,8°C	26,7°C à 29,4°C
4 <sup>ème</sup> Semaine	37,2°C à 38,3°C	21,1°C à 23,9°C

Le format racial a une influence sur ces températures pendant les 3 premières semaines de vie du chiot (figure 11) (Catteau, 2014a).

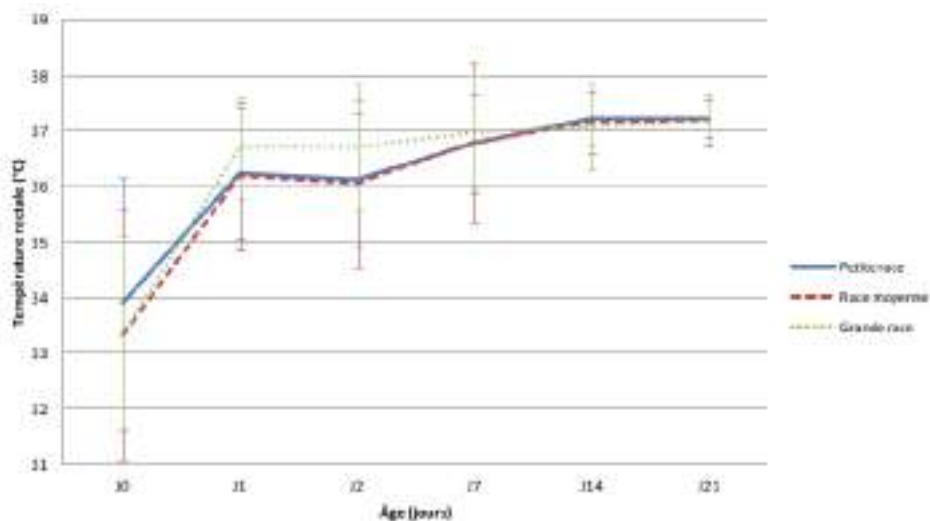


Figure 11 : Evolution de la température en fonction du format racial pendant les 3 premières semaines (n=347) ; petites races n=141, races moyennes n=72, grandes races n=134 (Catteau, 2014)

### 3.5. Evolution au cours du deuxième mois de vie

La température augmente au cours du temps. Elle ne se stabilise pas avant 2 mois d'âge (figure 12 et tableau 9). Il n'y a pas de différence de température rectale significative observée entre les mâles et les femelles (Catteau, 2014a).

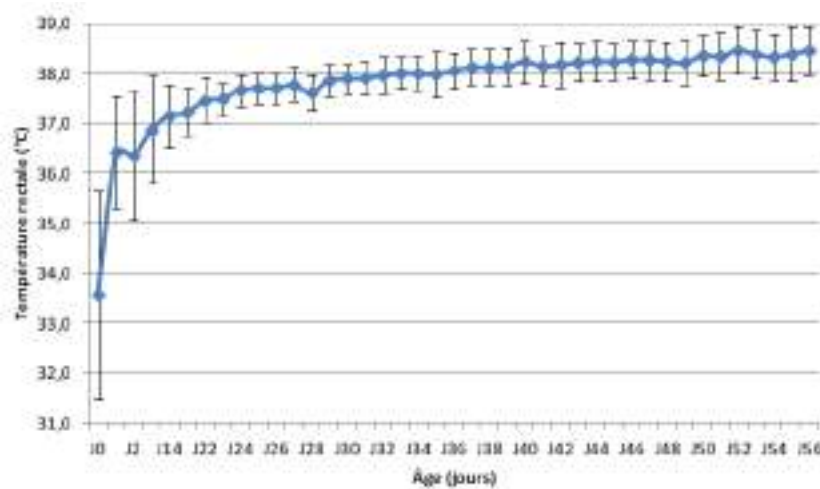


Figure 12: Evolution de la température rectale de la naissance à l'âge de 2 mois (n=437) (Catteau, 2014)

Tableau 9: Evolution de la température rectale de la naissance au sevrage (n=437) (Catteau, 2014)

Jour	J0	J1	J2	J7	J14	J21	J22	J23	J24
Moyenne de température	33,6	36,4	36,3	36,9	37,2	37,2	37,5	37,5	37,7
Écarts-types	2,1	1,1	1,3	1,1	0,6	0,5	0,5	0,3	0,3
Jour	J25	J26	J27	J28	J29	J30	J31	J32	J33
Moyenne de température	37,7	37,7	37,8	37,6	37,9	37,9	37,9	38,0	38,0
Écarts-types	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
Jour	J34	J35	J36	J37	J38	J39	J40	J41	J42
Moyenne de température	38,0	38,0	38,1	38,1	38,1	38,1	38,2	38,2	38,2
Écarts-types	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
Jour	J43	J44	J45	J46	J47	J48	J49	J50	J51
Moyenne de température	38,2	38,2	38,2	38,3	38,3	38,2	38,2	38,4	38,3
Écarts-types	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
Jour	J52	J53	J54	J55	J56				
Moyenne de température	38,5	38,4	38,3	38,4	38,5				
Écarts-types	0,47	0,50	0,46	0,54	0,48				

Le format racial a une influence sur la température pendant la période pédiatrique (de 21 jours à 2 mois) : la température des chiots de petites races est en moyenne supérieure à celle des chiots de grande race. La différence est de l'ordre de 0,2°C (Catteau, 2014).

### 3.6. Evolution du troisième au sixième mois de vie

A partir de l'âge de 2 mois, la température du chiot se trouve dans l'intervalle de référence de l'adulte, à savoir, entre 37,5 et 39°C (figure 13) (Catteau, 2014).

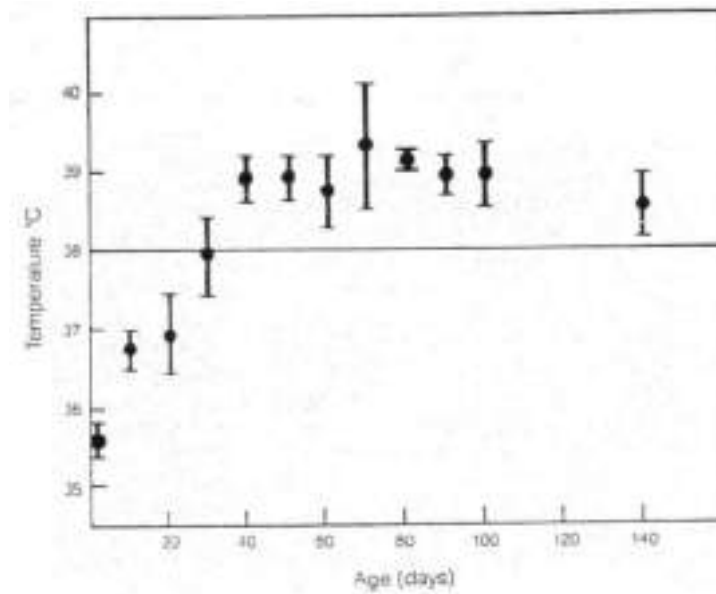


Figure 13: Evolution de la température rectale du chiot entre 0 et 5 mois (Mueggler et al., 1979)

## 4. LES PARAMETRES HEMATOLOGIQUES

Le volume sanguin du chiot est compris entre 50 et 80mL/kg de poids corporel (Root Kustritz, 2011a) et estimé à **68mL/kg** en moyenne (Rosset et al., 2012). Pour que les analyses sanguines soient interprétables, il est important d'avoir une quantité de sang suffisante. Cette quantité dépend du tube de prélèvement utilisé, de l'analyseur et de l'analyse demandée. Les veines périphériques étant généralement trop petites, on privilégiera une prise de sang au niveau de la veine jugulaire, avec une aiguille de 22 ou 25 gauges et une seringue de 3mL. La quantité de sang prélevée ne doit pas dépasser 10% du volume sanguin par semaine, soit environ 0,7mL/100g de poids vif (Rickard, 2011).

Le minimal data-base recommandé pour le nouveau-né inclut un **hématocrite** et le dosage des protéines totales, du glucose sanguin et de l'urée (Root Kustritz, 2011a).

### 4.1. Naissance et premières 24 heures de vie

#### **i. Lignée rouge**

L'**hématocrite** peut être élevé à la naissance. (Harper et al., 2003; Rosset et al., 2012). Les valeurs hématologiques de la lignée rouge sont données dans le tableau 10.

Les chiots nouveau-nés présentent des **globules rouges macrocytaires** avec un volume corpusculaire moyen (VGM) élevé (Root Kustritz, 2011a).

*Tableau 10: Lignée rouge chez le chiot à la naissance – valeurs hématologiques (Earl, 1973).*

*VGM : volume globulaire moyen ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; GR : globules rouges. Les valeurs entre parenthèses sont des valeurs moyennes.*

Paramètre	Valeur
<b>Concentration de GR (x 10<sup>6</sup>/μL)</b>	4,7-5,6 (5,1)
<b>Hémoglobinémie (g/dL)</b>	14,0-17,0 (15,2)
<b>Hématocrite (%)</b>	45,0-52,5 (47,5)
<b>VGM (fl)</b>	(93,0)
<b>CCMH (%)</b>	(32,0)
<b>TCMH (pg)</b>	(30,0)
<b>Réticulocytes (%)</b>	4,5-9,2 (6,5)

## ii. Lignée blanche

Chez le chiot à la naissance, les nombres de globules blancs, de neutrophiles et de lymphocytes sont plutôt supérieurs aux valeurs usuelles de l'adulte (von Dehn, 2014). Les valeurs hématologiques de la lignée blanche sont données dans le tableau 11.

Tableau 11: Lignée blanche chez le chiot à la naissance – valeurs hématologiques (Earl, 1973).  
VGM : volume globulaire moyen ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; GB : globules blancs. Les valeurs entre parenthèses sont des valeurs moyennes.

Paramètre	Valeur
Concentration de GB ( $\times 10^3/\mu\text{L}$ )	6,8-18,4 (12,0)
Neutrophiles segmentés ( $\times 10^3/\mu\text{L}$ )	4,4-15,8 (12,0)
Neutrophiles non segmentés ( $\times 10^3/\mu\text{L}$ )	0-1,5 (0,23)
Lymphocytes ( $\times 10^3/\mu\text{L}$ )	0,5-4,2 (1,9)
Monocytes ( $\times 10^3/\mu\text{L}$ )	0,2-2,2 (0,9)
Eosinophiles ( $\times 10^3/\mu\text{L}$ )	0-1,3 (0,4)
Basophiles ( $\times 10^3/\mu\text{L}$ )	0

## iii. Plaquettes

A la naissance, la **concentration plaquettaire dans le sang est comprise entre 178 et 465  $\times 10^3/\mu\text{L}$ , pour une valeur moyenne de 302  $\times 10^3/\mu\text{L}$**  (Earl et al., 1973).

Les nouveau-nés ont une capacité de coagulation réduite en raison d'un faible taux de la thrombine dans les premières 48 à 72h de vie. (Root Kustritz, 2011a).

### 4.2. Evolution au cours de la première semaine de vie

#### i. Lignée rouge

L'hématocrite décroît fortement dans les 3 premiers jours de vie (Harper et al., 2003; Rosset et al., 2012).

D'après Calvache (2008), l'analyse des différents résultats publiés sur le sujet montre que chez le chiot, les valeurs de la numération des globules rouges, d'hémoglobine et d'hématocrite sont inférieures aux valeurs usuelles de l'adulte entre 1 semaine et 3 mois.



Pour le VGM, les données sont comprises dans l'intervalle de référence adulte chez les chiots de 0 à 6 mois (Calvache, 2008).

Les chiots nouveau-nés présentent des globules rouges macrocytaires avec un volume corpusculaire moyen (VGM) élevé qui diminue au cours des premières semaines (Root Kustritz, 2011a). Les valeurs hématologiques du chiot à l'âge d'une semaine sont données dans le tableau 12.

Chez les chiots de moins de 4 mois, on observe une **réponse régénérative supérieure à celle des adultes** (Calvache, 2008; Root Kustritz, 2011b).

*Tableau 12: Lignée rouge chez le chiot à l'âge d'une semaine- valeurs hématologiques (Earl, 1973).*

*VGM : volume globulaire moyen ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; GR : globules rouges. Les valeurs entre parenthèses sont des valeurs moyennes.*

Paramètre	Valeur
<b>Concentration de GR (x 10<sup>6</sup>/μL)</b>	3,6-5,9 (4,6)
<b>Hémoglobinémie (g/dL)</b>	10,4-17,5 (12,9)
<b>Hématocrite (%)</b>	33,0-52,0 (40,5)
<b>VGM (fl)</b>	(89,0)
<b>CCMH (%)</b>	(32,0)
<b>TCMH (pg)</b>	(28,0)
<b>Réticulocytes (%)</b>	3,8-15,2 (6,9)

## ii. Lignée blanche

Les concentrations de globules blancs, de neutrophiles et de lymphocytes diminuent au cours du premier mois de vie mais restent cependant supérieures aux valeurs usuelles rencontrées chez l'adulte. Cette leucocytose du jeune, incluant souvent une neutrophilie et une lymphocytose pourrait être une simple réponse aux nouvelles stimulations du système immunitaire naif du chiot (von Dehn, 2014). Les valeurs hématologiques de la lignée blanche sont présentées dans le tableau 13.

Tableau 13: Lignée blanche chez le chiot âgé d'une semaine - valeurs hématologiques (Earl, 1973).  
 VGM : volume globulaire moyen ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; GB : globules blancs. Les valeurs entre parenthèses sont des valeurs moyennes

Paramètre	Valeur
<b>Concentration de GB (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	9,0-23,0 (14,1)
<b>Neutrophiles segmentés (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	3,8-15,2 (7,4)
<b>Neutrophiles non segmentés (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0-4,8 (0,50)
<b>Lymphocytes (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	1,3-9,4 (4,3)
<b>Monocytes (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0,3-2,5 (1,1)
<b>Eosinophiles (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0,2-2,8 (0,8)
<b>Basophiles (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0-0,2 (0,01)

### iii. Plaquettes

A la fin de la première semaine, la concentration plaquettaire sanguine est comprise entre 282 et 560  $\times 10^3/\mu\text{L}$ , pour une valeur moyenne de 352  $\times 10^3/\mu\text{L}$  (Earl et al., 1973).

Les temps de coagulation sont généralement augmentés chez le nouveau-né. Le temps de prothrombine se normalise au cours de la première semaine. La concentration d'antithrombine est également diminuée à la naissance mais rejoint les valeurs adultes au bout d'une semaine (Root Kustritz, 2011a).

#### 4.3. Evolution au cours de la deuxième semaine de vie

##### i. Lignée rouge

Les chiots nouveau-nés présentent des globules rouges macrocytaires avec un volume corpusculaire moyen (VGM) élevé qui diminue au cours des premières semaines (Root Kustritz, 2011a). Les valeurs hématologiques de la lignée rouge sont présentées dans le tableau 14.

D'après Calvache (2008), l'analyse des différents résultats publiés sur le sujet montre que chez le chiot, les valeurs de la numération des globules rouges, d'hémoglobine et d'hématocrite sont inférieures aux valeurs usuelles de l'adulte entre 1 semaine et 3 mois.

Pour le VGM, les données sont comprises dans l'intervalle de référence adulte chez les chiots de 0 à 6 mois (Calvache, 2008).

Chez les chiots de moins de 4 mois, on observe une **réponse régénérative supérieure à celle des adultes** (Calvache, 2008; Root Kustritz, 2011b).

*Tableau 14: Lignée rouge chez le chiot âgé de 2 semaines - valeurs hématologiques (Earl, 1973).  
VGM : volume globulaire moyen ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; GR : globules rouges. Les valeurs entre parenthèses sont des valeurs moyennes.*

Paramètre	Valeur
<b>Concentration de GR (x 10<sup>6</sup>/μL)</b>	3,4-4,4 (3,9)
<b>Hémoglobinémie (g/dL)</b>	9,0-11,0 (10,0)
<b>Hématocrite (%)</b>	29,0-34,0 (31,8)
<b>VGM (fl)</b>	(81,5)
<b>CCMH (%)</b>	(31,5)
<b>TCMH (pg)</b>	(25,5)
<b>Réticulocytes (%)</b>	4,0-8,4 (6,7)

## ii. Lignée blanche

Les concentrations de globules blancs, de neutrophiles et de lymphocytes diminuent au cours du premier mois de vie mais restent cependant supérieures aux valeurs usuelles rencontrées chez l'adulte. Cette leucocytose du jeune, incluant souvent une neutrophilie et une lymphocytose pourrait être une simple réponse aux nouvelles stimulations du système immunitaire naïf du chiot (von Dehn, 2014). Les valeurs hématologiques de la lignée blanche sont présentées dans le tableau 15.

Tableau 15: Valeurs hématologiques de la lignée blanche chez le chiot de 2 semaines en bonne santé (Earl, 1973).  
 VGM : volume globulaire moyen ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine. Les valeurs entre parenthèses sont des valeurs moyennes

Paramètre	Valeur
<b>Concentration de GB (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	8,1-15,1 (11,7)
<b>Neutrophiles segmentés (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	3,2-10,4 (5,2)
<b>Neutrophiles non segmentés (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0-1,2 (0,21)
<b>Lymphocytes (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	1,5-7,4 (3,8)
<b>Monocytes (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0,2-1,4 (0,7)
<b>Eosinophiles (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0,08-1,8 (0,6)
<b>Basophiles (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	/

### iii. Plaquettes

A la fin de la 2<sup>ème</sup> semaine, la concentration plaquettaire sanguine est comprise entre **210 et 352  $\times 10^3/\mu\text{L}$** , pour une valeur moyenne de **290  $\times 10^3/\mu\text{L}$**  (Earl et al., 1973).

#### 4.4. Evolution au cours du premier mois de vie

##### i. Lignée rouge

Les chiots nouveau-nés présentent des globules rouges macrocytaires avec un volume corpusculaire moyen (CMH) élevé qui diminue jusqu'à la valeur adulte atteinte à 4 semaines d'âge. Ceci correspond au remplacement des globules rouges fœtaux par des globules rouges adultes (Root Kustritz, 2011a). Les valeurs hématologiques de la lignée rouge sont présentées dans le tableau 16.

D'après Calvache (2008), l'analyse des différents résultats publiés sur le sujet montre que chez le chiot, les valeurs de la numération des globules rouges, d'hémoglobine et d'hématocrite sont inférieures aux valeurs usuelles de l'adulte entre 1 semaine et 3 mois.

Pour le VGM, les données sont comprises dans l'intervalle de référence adulte chez les chiots de 0 à 6 mois (Calvache, 2008).

Chez les chiots de moins de 4 mois, on observe une **réponse régénérative supérieure à celle des adultes** (Calvache, 2008; Root Kustritz, 2011b).

Tableau 16: Lignée rouge chez le chiot âgé de 4 semaines - valeurs hématologiques (Earl, 1973).

VGM : volume globulaire moyen ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; GR : globules rouges. Les valeurs entre parenthèses sont des valeurs moyennes.

Paramètre	Valeur
<b>Concentration de GR (<math>\times 10^6/\mu\text{L}</math>)</b>	3,6-4,9 (4,1)
<b>Hémoglobinémie (g/dL)</b>	8,5-10,3 (9,5)
<b>Hématocrite (%)</b>	27,0-33,5 (29,9)
<b>VGM (fl)</b>	(73,0)
<b>CCMH (%)</b>	(32,0)
<b>TCMH (pg)</b>	(23,0)
<b>Réticulocytes (%)</b>	4,6-6,6 (5,8)

## ii. Lignée blanche

Les concentrations de globules blancs, de neutrophiles et de lymphocytes diminuent au cours du premier mois de vie. (von Dehn, 2014). Les valeurs hématologiques de la lignée blanche sont présentées dans le tableau 17.

Tableau 17: Lignée blanche chez le chiot âgé de 4 semaines – valeurs hématologiques (Earl, 1973).

VGM : volume globulaire moyen ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; GB : globules blancs. Les valeurs entre parenthèses sont des valeurs moyennes.

Paramètre	Valeur
<b>Concentration de GB (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	8,5-16,4 (12,9)
<b>Neutrophiles segmentés (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	3,7-12,8 (7,2)
<b>Neutrophiles non segmentés (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0-0,3 (0,06)
<b>Lymphocytes (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	1,0-8,4 (4,5)
<b>Monocytes (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0,3-1,5 (0,8)
<b>Eosinophiles (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0,07-0,9 (0,3)
<b>Basophiles (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	/

## iii. Plaquettes

Après 4 semaines, la concentration plaquettaire sanguine est comprise entre 130 et 360  $\times 10^3/\mu\text{L}$ , pour une valeur moyenne de 287  $\times 10^3/\mu\text{L}$  (Earl et al., 1973).

### 3.6. Evolution au cours du deuxième mois de vie

#### **i. Lignée rouge**

L'hématocrite diminue physiologiquement au cours des premières semaines de vie à cause de la diminution de production et de la courte durée de vie des globules rouges mais aussi à cause de la polychromie et de la présence de globules rouges nucléés ou de corps de Howell-Jolly. Il croit ensuite jusqu'à se stabiliser au niveau des valeurs adultes entre 2 et 6 mois d'âge (Root Kustritz, 2011b). Les valeurs hématologiques sont présentées dans le tableau 18.

D'après Calvache (2008), l'analyse des différents résultats publiés sur le sujet montre que chez le chiot, les valeurs de la numération des globules rouges, d'hémoglobine et d'hématocrite sont inférieures aux valeurs usuelles de l'adulte entre 1 semaine et 3 mois.

Pour le VGM, les données sont comprises dans l'intervalle de référence adulte chez les chiots de 0 à 6 mois (Calvache, 2008).

Chez les chiots de moins de 4 mois, on doit observer une réponse régénérative supérieure à celle des adultes (Root Kustritz, 2011b).

*Tableau 18: Lignée rouge chez le chiot âgé de 8 semaines - valeurs hématologiques (Earl, 1973).  
VGM : volume globulaire moyen ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine; GR : globules rouges. Les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs moyennes.*

Paramètre	Valeur
<b>Concentration de GR (x 10<sup>6</sup>/μL)</b>	4,5-5,9 (4,9)
<b>Hémoglobinémie (g/dL)</b>	10,3-12,5 (11,2)
<b>Hématocrite (%)</b>	31,0-39,0 (34,8)
<b>VGM (fl)</b>	(72,0)
<b>CCMH (%)</b>	(32,0)
<b>TCMH (pg)</b>	(22,5)
<b>Réticulocytes (%)</b>	0-1 (0,2)

#### **ii. Lignée blanche**

Chez le chiot, les nombres de globules blancs, de neutrophiles et de lymphocytes, qui avaient diminué au cours du premier mois de vie, ré-augmentent au cours du second mois. Cette leucocytose du jeune, incluant souvent une neutrophilie et une lymphocytose

pourrait être une simple réponse aux nouvelles stimulations du système immunitaire naif du chiot (von Dehn, 2014). Les valeurs hématologiques normales du chiot âgé de 2 mois sont présentées dans le tableau 19 et une synthèse retraçant l'évolution de ces paramètres au cours des deux premiers mois de vie est donnée dans le tableau 20.

Une ascension progressive des paramètres hématologiques peut être détectée à partir de 2 mois.

Tableau 19: Lignée blanche chez le chiot de 8 semaines - valeurs hématologiques (Earl, 1973).  
VGM : volume globulaire moyen ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; GB : globules blancs. Les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs moyennes.

Paramètre	Valeur
<b>Concentration de GB (x 10<sup>3</sup>/μL)</b>	12,7-17,3 (15,0)
<b>Neutrophiles segmentés (x 10<sup>3</sup>/μL)</b>	6,2-11,8 (8,5)
<b>Neutrophiles non segmentés (x 10<sup>3</sup>/μL)</b>	0-0,3 (0,08)
<b>Lymphocytes (x 10<sup>3</sup>/μL)</b>	3,1-6,9 (5,0)
<b>Monocytes (x 10<sup>3</sup>/μL)</b>	0,4-1,7 (1,0)
<b>Eosinophiles (x 10<sup>3</sup>/μL)</b>	0-1,2 (0,4)
<b>Basophiles (x 10<sup>3</sup>/μL)</b>	/

Tableau 20: Evolution de l'hémogramme du chiot de race Beagle au cours des 2 premiers mois de vie, n=70 (Earl et al., 1973)

Paramètre	J1	J7	J14	J21	J28	J42	J56	Adulte
Hémoglobine (g/dl)	15.2 (14.1-17.0)	12.9 (10.4-17.5)	10.0 (9.0-11.0)	9.7 (8.6-11.6)	9.5 (8.5-10.3)	10.2 (8.5-11.3)	11.2 (10.3-12.5)	15.5 (12.6-18.4)
Hématocrite (%)	47.5 (45.0-52.5)	40.5 (33.0-52.0)	31.8 (29.0-34.0)	31.7 (27.0-37.0)	29.0 (27.0-33.5)	32.5 (26.5-35.5)	34.8 (31.0-39.0)	47.0 (38.0-55.0)
Globules rouges (10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup> )	5.1 (4.7-5.6)	4.6 (3.6-5.9)	3.9 (3.4-4.4)	3.8 (3.5-4.3)	4.1 (3.6-4.9)	4.7 (4.3-5.1)	4.9 (4.5-5.9)	6.5 (5.3-7.7)
Leucocytes (10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )	12.0 (6.8-18.4)	14.1 (9.0-23.0)	11.7 (8.1-15.1)	11.2 (6.7-15.1)	12.9 (8.5-16.4)	16.3 (12.6-26.7)	15.0 (12.7-17.3)	12.0 (6.6-17.4)
VGM (fl)	93.0	89.0	81.5	83.0	73.0	89.0	72.0	73.0
TGMH (pg)	30.0	28.0	25.5	25.0	23.0	22.0	22.5	24.0
Réticulocytes (%)	6.5	6.9	6.7	6.9	5.8	4.5	3.6	1.0

D'autres intervalles de valeurs ont été trouvés par Shifrine et al (1973) et ces valeurs, ainsi que leur évolution chez le chiot entre 0 et 64 jours d'âge semblent correspondre aux valeurs présentées par Earl et al. A titre informatif, le tableau 21 présente les résultats de

leur étude. Les différences observées peuvent s'expliquer par l'intervention d'opérateurs différents et l'utilisation d'analyseurs différents.

Tableau 21: Hémogramme du chiot de race Beagle en fonction de l'âge, n=48 (Shifrine et al., 1973)

Age (jours)	Hématies (10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup> )	Hématocrite (%)	Hémoglobine (g/dl)	Leucocytes (10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )
0-3	4.8	46.3	15.8	16.8
7-10	3.9	33.9	11.8	15.2
14-17	3.5	28.7	9.9	13.6
18-24	3.7	28.3	9.5	12.3
28-31	3.9	28.4	9.6	13.9
35-38	4.0	28.1	9.4	14.2
40-45	4.1	28.3	9.2	15.3
47-52	4.5	30.5	10.1	15.2
56-59	4.7	31.4	10.3	15.7
60-64	4.8	30.9	10.5	13.4

### iii. Plaquettes

Après 8 semaines, la concentration plaquettaire sanguine est comprise entre 240 et 435 x 10<sup>3</sup>/μL, pour une valeur moyenne de 324 x 10<sup>3</sup>/μL (Earl et al., 1973).

L'évaluation de la coagulation est limitée chez les nouveau-nés mais semble correspondre aux valeurs de référence de l'adulte pour le temps de prothrombine (PT) et le fibrinogène à partir de 8 semaines (Center, 2011).

### 3.7. Evolution au cours du troisième mois de vie

#### i. Lignée rouge

L'hématocrite croit jusqu'à se stabiliser sur les valeurs adultes entre 2 et 6 mois (Root Kustritz, 2011b)

D'après Calvache (2008), l'analyse des différents résultats publiés sur le sujet montre que chez le chiot, les valeurs de la numération des globules rouges, d'hémoglobine et d'hématocrite sont inférieures aux valeurs usuelles de l'adulte entre 1 semaine et 3 mois.

Pour le VGM, les données sont comprises dans l'intervalle de référence adulte chez les chiots de 0 à 6 mois (Calvache, 2008).

Chez les chiots de moins de 4 mois, on observe une **réponse régénérative supérieure à celle des adultes** (Calvache, 2008; Root Kustritz, 2011b).



Tableau 22: Lignée rouge chez le chiot âgé de 12 semaines - valeurs hématologiques moyennes (Earl, 1973).  
 VGM : volume globulaire moyen ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; GR : globules rouges ; n.t = non traité

Paramètre	Valeur
<b>Concentration de GR (<math>\times 10^6/\mu\text{L}</math>)</b>	6,34
<b>Hémoglobininémie (g/dL)</b>	14,3
<b>Hématocrite (%)</b>	40,9
<b>VGM (fl)</b>	64,6
<b>CCMH (%)</b>	35,3
<b>TCMH (pg)</b>	22,8
<b>Réticulocytes (%)</b>	n.t

## ii. Lignée blanche

Chez le chiot, les concentrations de globules blancs, de neutrophiles et de lymphocytes diminuent lentement jusqu'à 6 mois (von Dehn, 2014). Les valeurs hématologiques de la lignée blanche du chiot sont données dans le tableau 23.

Tableau 23: Lignée blanche chez le chiot âgé de 12 semaines - valeurs hématologiques moyennes (Earl, 1973).  
 VGM : volume globulaire moyen ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; GB : globules blancs.

Paramètre	Valeur
<b>Concentration de GB (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	17,1
<b>Neutrophiles segmentés (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	9,8
<b>Neutrophiles non segmentés (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0,08
<b>Lymphocytes (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	5,7
<b>Monocytes (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0,9
<b>Eosinophiles (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0,4
<b>Basophiles (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0

### 3.8. Evolution du troisième au sixième mois de vie

#### i. Lignée rouge

L'hématocrite croit jusqu'à se stabiliser sur les valeurs adultes entre 2 et 6 mois (Root Kustritz, 2011b).

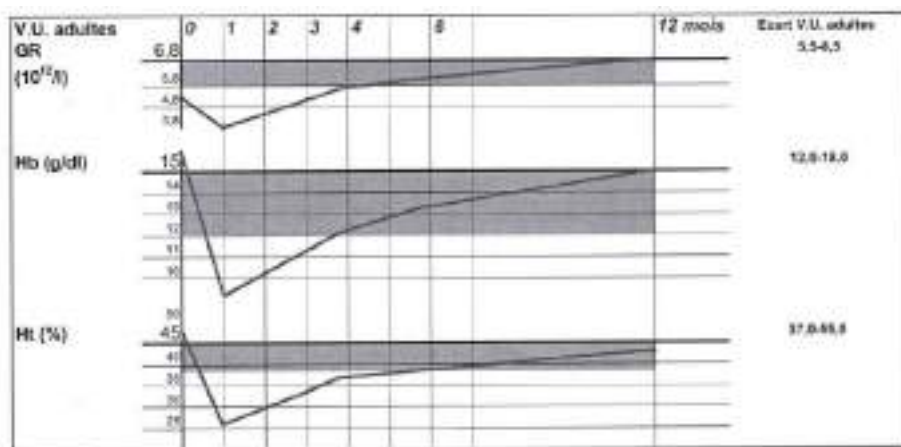
A 6 mois d'âge, l'ensemble des valeurs hématologiques de la lignée rouge se trouve dans l'intervalle de référence du chien adulte (tableau 24) (Calvache, 2008).

Chez les chiots de moins de 4 mois, on doit observer une réponse régénérative supérieure à celle des adultes. Les valeurs et méthodes d'évaluation d'une réponse régénérative chez les animaux adultes sont utilisables pour les chiots âgés de plus de 4 mois (Calvache, 2008; Root Kustritz, 2011b).

Tableau 24: Lignée rouge chez le chiot âgé de 24 semaines - valeurs hématologiques moyennes (Earl, 1973).  
 VGM : volume globulaire moyen ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; GR : globules rouges.

Paramètre	Valeur
Concentration de GR ( $\times 10^6/\mu\text{L}$ )	7,41
Hémoglobinémie (g/dL)	16,7
Hématocrite (%)	47,6
VGM (fl)	64,2
CCMH (%)	35,1
TCMH (pg)	22,5
Réticulocytes (%)	/

La figure 14 est extraite de la thèse vétérinaire de Calvache (2008) et nous montre l'évolution de la concentration de globules rouges, de l'hémoglobinémie et de l'hématocrite chez le chiot entre 0 et 12 mois. Dans son travail, Calvache faisait une moyenne de différentes données de la littérature. Seules quelques-unes de ces données ont été reprises ici, car certaines études faisaient appel à un trop petit effectif ou se basaient déjà elles-mêmes sur des données plus anciennes comme les valeurs trouvées par Earl et al (1973).



Chaque courbe représente la moyenne sans pondération des valeurs des études d'Andersen et al. (1958), Bulgin et al. (1970), Iving et al. (1972), Shifrine et al. (1973) et Harper et al. (2003).  
 Pour chaque paramètre, la zone grisée correspond à la moitié de l'intervalle des valeurs usuelles de l'adulte. Le trait plein noir correspond à la moyenne des valeurs usuelles de l'adulte.

Figure 14 : Résultats des données bibliographiques concernant la numération des globules rouges, l'hémoglobinémie, et l'hématocrite chez le chien âgé de 0 à 12 mois (Calvache, 2008)

## ii. Lignée blanche

Chez le chiot, la concentration de globules blancs, de neutrophiles et de lymphocytes diminuent lentement jusqu'à 6 mois (von Dehn, 2014).

Au 6<sup>ème</sup> mois, les valeurs hématologiques de la lignée blanche sont comprises dans les intervalles de référence de l'adulte (tableau 25) (Calvache, 2008).

Tableau 25: Lignée blanche chez le chiot âgé de 24 semaines - valeurs hématologiques moyennes (Earl, 1973).  
VGM : volume globulaire moyen ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; GB : globules blancs.

Paramètre	Valeur
<b>Concentration de GB (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	15,6
<b>Neutrophiles segmentés (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	9,1
<b>Neutrophiles non segmentés (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0,02
<b>Lymphocytes (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	5,3
<b>Monocytes (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0,7
<b>Eosinophiles (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0,5
<b>Basophiles (<math>\times 10^3/\mu\text{L}</math>)</b>	0

### iii. Plaquettes

L'évaluation de la coagulation est limitée chez les nouveau-nés mais semble correspondre aux valeurs de référence de l'adulte pour le temps de prothrombine (PT) et le fibrinogène à partir de 8 semaines (Center, 2011).



## 5. LE SYSTEME DIGESTIF

### 5.1. Naissance et premières 24h de vie

L'évaluation du système digestif passe par un examen de la cavité buccale afin de s'assurer qu'il n'y ait pas d'anomalies majeures (traumatisme, fente palatine...).

A la naissance, le tractus digestif subit l'un des changements les plus importants parmi tous les organes vitaux. A la naissance, le tractus digestif doit faire la transition entre le simple traitement des fluides amniotiques et la digestion du lait. Des enzymes digestives sont alors produites et activent la sécrétion, la motilité et l'absorption intestinales qui commencent peu de temps après la naissance (Prendergast, 2011).

Au cours des premières 24h, le poids de l'intestin grêle est quasiment multiplié par 2 (Hoskins, 2011 ; Prendergast, 2011). Sa longueur et son diamètre augmentent également rapidement dans les heures qui suivent la naissance, ce qui représente une croissance bien plus rapide pour cet organe que pour le reste de l'organisme au cours des premières 24h (Heird et al., 1984 ; Zabielski et al., 1999).

Le système digestif d'un chiot en bonne santé est capable, dès la naissance, de digérer et d'absorber les nutriments essentiels du lait maternel (Hoskins, 2011).

Les nouveau-nés ont un **système digestif stérile à la naissance**. Leur flore intestinale va se développer progressivement au cours des premières heures de vie, en fonction de leur environnement, de leur mère et de ce qu'ils ingèrent jusqu'à former des populations stables de bactéries. Le tractus digestif est entièrement colonisé par des bactéries après 24h mais la composition des colonies bactériennes varie d'un individu à l'autre en fonction de facteurs évoqués précédemment (Peterson, 2011).

La première tétée permet non seulement la prise de colostrum, mais est également à l'origine de **l'expulsion du méconium** accumulé dans les intestins du fœtus. (Rickard, 2011). Le comportement de tétée du chiot sera développé plus loin dans le manuscrit, dans la partie traitant du comportement du chiot.

Les enzymes pancréatiques sont en quantité limitée à la naissance, ce qui permet l'absorption des immunoglobulines du colostrum. L'amylase n'est pas encore produite mais est apportée par le lait maternel (Prendergast, 2011).

La plupart des enzymes des villosités intestinales sont déjà présentes et facilitent l'absorption. L'activité de ces enzymes augmente juste avant la mise-bas, c'est pourquoi les chiots prématurés peuvent présenter des problèmes de digestion. Cependant, même si elles sont présentes, l'activité de ces enzymes n'est pas toujours maximale dès la naissance. Le tractus digestif du chiot n'est alors pas adapté à digérer autre chose que du lait. En effet, certaines enzymes des villosités intestinales comme l' $\alpha$ -glycosidase ne sont pas bien développées, ce qui empêche la digestion de certains sucres comme le maltose (Peterson, 2011).

Chez les chiots, **le colostrum doit être ingéré dans les premières 8 à 12h** pour acquérir une immunité passive d'origine maternelle. La perméabilité de la paroi intestinale aux immunoglobulines commence à diminuer à partir de 8h après la naissance et l'absorption n'est plus possible après 16 à 14h de vie. Les immunoglobulines M étant de trop grosses molécules, ce sont essentiellement les IgG et les IgA qui sont absorbées. La **capacité gastrique moyenne d'un chiot est de 40mL/kg** (von Dehn, 2014).

#### 5.2. Evolution au cours de la première semaine de vie

La flore intestinale des chiots nouveau-nés se développe progressivement au cours des premiers jours de vie, en fonction de leur environnement, de leur mère et de ce qu'ils ingèrent, jusqu'à former des populations stables de bactéries.

Les structures abdominales peuvent être palpées (rein gauche, intestins, colon et vessie). Le foie ne doit normalement pas être palpable et ne pas dépasser des dernières côtes. Un épanchement abdominal peut être physiologique chez 60% des chiots à 2 jours d'âge et l'origine du fluide n'est pas déterminée (Richard et Toniolo, 2019).

Avant 30 jours, la motilité du tractus digestif est réduite (Prendergast, 2011) et semble être contrôlée davantage par la distension que par une activité électrique dans les 40 premiers jours (Root Kustritz, 2011a).

L'interprétation des radiographies abdominales n'est pas toujours évidente de par la petite taille des animaux et le manque de données de référence sur certains organes spécifiques. De même, la réalisation d'une échographie abdominale peut s'avérer difficile chez le nouveau-né en fonction de sa taille.

Le système digestif du chiot est **très fragile et facilement affecté par l'environnement, le régime alimentaire et les pathogènes** car les défenses contre les infections sont réduites chez le nouveau-né. Tant que la production d'acides gastriques n'est pas complètement développée, **l'acidité de l'estomac du chiot est inférieure à celle de l'adulte**, ce qui diminue la barrière chimique et donc les défenses contre les agents pathogènes en permettant le développement d'un plus grand nombre de bactéries (Rickard, 2011).

La production de lipase pancréatique augmente durant les 3 premières semaines de vie, à mesure que le lait s'enrichit en matières grasses. Cette augmentation de production de lipase augmente l'épaisseur de la paroi intestinale. Le pancréas ne produit pas encore d'amylase mais le lait maternel contient cette amylase qui permet au nouveau-né de digérer les sucres du lait dans le tractus digestif (Prendergast, 2011).

Les changements qui ont lieu au niveau du tractus digestif sont de toute évidence corrélés aux changements de composition et de volume de l'alimentation du nouveau-né. En effet, le colostrum est riche en protéines, immunoglobulines, hormones et autres substances qui favorisent le développement de la paroi intestinale. La capacité de l'intestin à absorber des macro-molécules diminue rapidement après la naissance (Hoskins, 2011b).

### 5.3. Evolution au cours de la deuxième semaine de vie

La flore intestinale des chiots nouveau-nés se développe progressivement au cours des premières semaines de vie, en fonction de leur environnement, de leur mère et de ce qu'ils ingèrent, jusqu'à former des populations stables de bactéries.

Les structures abdominales peuvent être palpées (rein gauche, intestins, colon et vessie). Le foie ne doit normalement pas être palpable et ne pas dépasser des dernières côtes. Un épanchement abdominal est observé chez 50% des chiots à 14 jours de vie mais l'origine du fluide n'est pas déterminée (Richard et Toniolo, 2019).

Avant 30 jours, la motilité du tractus digestif est réduite (Prendergast, 2011) et semble être contrôlée davantage par la distension que par une activité électrique dans les 40 premiers jours (Root Kustritz, 2011a).

L'interprétation des radiographies abdominales n'est pas toujours évidente de par la petite taille des animaux et le manque de données de référence sur certains organes

spécifiques. De même, la réalisation d'une échographie abdominale peut s'avérer difficile chez le nouveau-né en fonction de sa taille.

Le système digestif du chiot est **très fragile et facilement affecté par l'environnement, le régime alimentaire et les pathogènes** car les défenses contre les infections sont réduites chez le nouveau-né. Tant que la production d'acides gastriques n'est pas complètement développée, **l'acidité de l'estomac du chiot est inférieure à celle de l'adulte**, ce qui diminue la barrière chimique et donc les défenses contre les agents pathogènes en permettant le développement d'un plus grand nombre de bactéries. (Rickard, 2011).

La production de lipase pancréatique augmente durant les 3 premières semaines de vie, à mesure que le lait s'enrichit en matières grasses. Cette augmentation de production de lipase augmente l'épaisseur de la paroi intestinale. Le pancréas ne produit pas encore d'amylase mais le lait maternel contient cette amylase qui permet au nouveau-né de digérer les sucres du lait dans le tractus digestif (Prendergast, 2011). Les valeurs observées par Rortveit et al en 2015 sont données à titre indicatif dans le tableau 26.

Tableau 26: Valeurs de l'activité des enzymes pancréatiques relevées chez le chiot de 2 semaines, d'après Rortveit et al, 2015

	Amylase (U/L)	Lipase (U/L)
<b>Médiane chiot</b>	699	205
<b>Intervalle de référence chiot</b>	288-1300	79-368
<b>Intervalle de référence adulte</b>	0-1050	0-700

#### 5.4. Evolution au cours du premier mois de vie

La flore intestinale des chiots nouveau-nés se développe progressivement au cours des premières semaines de vie, en fonction de leur environnement, de leur mère et de ce qu'ils ingèrent, jusqu'à former des populations stables de bactéries.

Les structures abdominales peuvent être palpées (rein gauche, intestins, colon et vessie). Le foie ne doit normalement pas être palpable et ne pas dépasser des dernières côtes. Un épanchement abdominal est observé chez 28% des chiots à 35 jours de vie mais l'origine du fluide n'est pas déterminée (Richard et Toniolo, 2019).



L'interprétation des radiographies abdominales n'est pas toujours évidente de par la petite taille des animaux et le manque de données de référence sur certains organes spécifiques. De même, la réalisation d'une échographie abdominale peut s'avérer difficile chez le nouveau-né en fonction de sa taille.

Avant 30 jours, la motilité du tractus digestif est réduite (Prendergast, 2011) et semble être contrôlée davantage par la distension que par une activité électrique dans les 40 premiers jours (Root Kustritz, 2011a).

Le système digestif du chiot est **très fragile et facilement affecté par l'environnement, le régime alimentaire et les pathogènes** car les défenses contre les infections sont réduites chez le nouveau-né. Tant que la production d'acides gastriques n'est pas complètement développée, **l'acidité de l'estomac du chiot est inférieure à celle de l'adulte**, ce qui diminue la barrière chimique et donc les défenses contre les agents pathogènes en permettant le développement d'un plus grand nombre de bactéries. (Rickard, 2011).

La production de lipase pancréatique augmente durant les 3 premières semaines de vie, à mesure que le lait s'enrichit en matières grasses. Cette augmentation de production de lipase augmente l'épaisseur de la paroi intestinale, ce qui facilite la transition vers une alimentation de plus en plus solide. Le nouveau-né commence à produire de l'amylase pancréatique à partir de 21 jours (Prendergast, 2011). Le pancréas est alors capable de produire les enzymes et facteurs antimicrobiens nécessaires et les colonies bactériennes présentes dans le tractus digestif pourront se stabiliser pour former la flore digestive (Hoskins, 2011a). Les valeurs observées par Rortveit et al en 2015 sont données à titre indicatif dans le tableau 27.

Tableau 27: Valeurs de l'activité des enzymes pancréatiques observées chez le chiot âgé d'un mois, d'après Rortveit et al, 2015

	Amylase (U/L)	Lipase (U/L)
<b>Médiane chiot</b>	626	176
<b>Intervalle de référence chiot</b>	276-1140	83-424
<b>Intervalle de référence adulte</b>	0-1050	0-700

A partir de 3 à 4 semaines, les chiots peuvent commencer à manger des croquettes humidifiées. Le lait couvre encore leurs besoins hydriques mais l'eau peut également être

introduite progressivement. Les besoins nutritionnels du chiot en croissance sont (Cours d'alimentation, ENVT, 2016) (Annexe 3) :

Apport énergétique (kcalEM/j) :

$$- 130 \times \text{Poids}^{0,75} \times \left(1,8 - \frac{\text{Poids}}{\text{Poids adulte}}\right) / 0,8$$

Apport protéique minimal (g/Mcal) : 45 à 35 (diminue avec l'âge)

Arginine : 1,6 g/Mcal

Lysine : 1,75g/Mcal

AA soufrés : 1,4g/Mcal

Calcium : 3 g/Mcal

Phosphore : 2,5 g/Mcal

#### 5.5. Evolution au cours du deuxième mois de vie

La **motilité du tractus digestif** semble être contrôlée davantage par la distension que par une activité électrique dans les 40 premiers jours (Root Kustritz, 2011a).

Les chiots doivent boire de l'eau à partir de 5 semaines. A 6 semaines, 50% de leur régime alimentaire doit être constitué d'aliments solides, et le sevrage lactique intervient entre 6 et 8 semaines (Prendergast, 2011).

L'interprétation des radiographies abdominales n'est pas toujours évidente de par la petite taille des animaux et le manque de données de référence sur certains organes spécifiques. De même, la réalisation d'une échographie abdominale peut s'avérer difficile chez le nouveau-né en fonction de sa taille. Un épanchement abdominal est observé chez 24% des chiots à 56 jours de vie mais l'origine du fluide n'est pas déterminée (Richard et Toniolo, 2019).

Le système digestif du chiot est **très fragile et facilement affecté par l'environnement, le régime alimentaire et les pathogènes** car les défenses contre les infections sont réduites chez le nouveau-né. Tant que la production d'acides gastriques n'est pas complètement développée, **l'acidité de l'estomac du chiot est inférieure à celle de**

**l'adulte**, ce qui diminue la barrière chimique et donc les défenses contre les agents pathogènes en permettant le développement d'un plus grand nombre de bactéries (Rickard, 2011).

Les enzymes digestives pancréatiques sont normalement produites et les valeurs de référence tendent à se rapprocher des valeurs usuelles pour le chien adulte (tableau 28) (Rørtveit et al., 2015).

Tableau 28 : Valeurs observées pour l'activité des enzymes pancréatiques chez le chiot de 2 mois. Les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes.

	Amylase (U/L)	Lipase (U/L)
<b>Gormann, 2011</b>	<1683	<241
<b>Rortveit et al, 2015</b>	(532) 291-1004	(170) 83-424
<b>Intervalle de référence adulte (Rortveit et al)</b>	0-1050	0-700

A partir de 6 à 8 semaines, les chiots peuvent avoir une alimentation exclusivement solide. Les besoins nutritionnels du chiot en croissance sont (Cours d'alimentation, ENVT, 2016) :

<p><u>Apport énergétique (kcalEM/j) :</u></p> $- 130 \times \text{Poids}^{0,75} \times \left(1,8 - \frac{\text{Poids}}{\text{Poids adulte}}\right) / 0,8$ <p><u>Apport protéique minimal (g/Mcal) :</u> 45 à 35 (diminue avec l'âge)</p> <p><u>Arginine :</u> 1,6 g/Mcal</p> <p><u>Lysine :</u> 1,75g/Mcal</p> <p><u>AA soufrés :</u> 1,4g/Mcal</p> <p><u>Calcium :</u> 3 g/Mcal</p> <p><u>Phosphore :</u> 2,5 g/Mcal</p>
---

#### 5.6. Evolution au cours du troisième mois de vie

La flore intestinale des chiots s'est développée progressivement en fonction de leur environnement, de leur mère et de ce qu'ils ingèrent, jusqu'à former des populations

stables de bactéries. En cas de changement d'alimentation ou d'environnement, cette flore bactérienne intestinale évoluera pour s'adapter au nouveau mode de vie du chiot.

Les structures abdominales peuvent être palpées (rein gauche, intestins, colon et vessie). Le foie ne doit normalement pas être palpable et ne pas dépasser des dernières côtes.

La motilité du tractus digestif semble être contrôlée davantage par une activité électrique que par la distension (Root Kustritz, 2011a).

Le système digestif du chiot reste **très fragile et facilement affecté par l'environnement, le régime alimentaire et les pathogènes** car les défenses contre les infections sont encore réduites. Tant que la production d'acides gastriques n'est pas complètement développée, **l'acidité de l'estomac du chiot est inférieure à celle de l'adulte**, ce qui diminue la barrière chimique et donc les défenses contre les agents pathogènes en permettant le développement d'un plus grand nombre de bactéries. (Rickard, 2011).

Le pancréas est capable de produire les enzymes et facteurs antimicrobiens nécessaires et les colonies bactériennes présentes dans le tractus digestif pourront se stabiliser pour former la flore digestive (Hoskins, 2011a). Les valeurs de l'activité enzymatique des lipases et de l'amylase sont comparables aux valeurs de référence de l'adulte.

Les besoins nutritionnels du chiot en croissance sont (Cours d'alimentation, ENVT, 2016) :

Apport énergétique (kcalEM/j) :

$$- 130 \times \text{Poids}^{0,75} \times \left(1,8 - \frac{\text{Poids}}{\text{Poids adulte}}\right) / 0,8$$

Apport protéique minimal (g/Mcal) : 45 à 35 (diminue avec l'âge)

Arginine : 1,6 g/Mcal

Lysine : 1,75g/Mcal

AA soufrés : 1,4g/Mcal

Calcium : 3 g/Mcal

Phosphore : 2,5 g/Mcal

### 5.7. Evolution du troisième au sixième mois de vie

La flore intestinale des chiots s'est développée progressivement en fonction de leur environnement, de leur mère et de ce qu'ils ingèrent, jusqu'à former des populations stables de bactéries. En cas de changement d'alimentation ou d'environnement, cette flore bactérienne intestinale évoluera pour s'adapter au nouveau mode de vie du chiot.

La motilité du tractus digestif semble être contrôlée davantage par une activité électrique que par la distension (Root Kustritz, 2011a).

Le système digestif du chiot reste **très fragile et facilement affecté par l'environnement, le régime alimentaire et les pathogènes** car les défenses contre les infections sont encore réduites. Tant que la production d'acides gastriques n'est pas complètement développée, **l'acidité de l'estomac du chiot est inférieure à celle de l'adulte**, ce qui diminue la barrière chimique et donc les défenses contre les agents pathogènes en permettant le développement d'un plus grand nombre de bactéries. (Rickard, 2011).

Le pancréas est capable de produire les enzymes et facteurs antimicrobiens nécessaires et les colonies bactériennes présentes dans le tractus digestif pourront se stabiliser pour former la flore digestive (Hoskins, 2011a). Les valeurs de l'activité enzymatique des lipases et de l'amylase sont comparables aux valeurs de référence de l'adulte.

Les besoins nutritionnels du chiot en croissance sont (Cours d'alimentation, ENVT, 2016) :

Apport énergétique (kcalEM/j) :  $130 \times \text{Poids}^{0,75} \times \left(1,8 - \frac{\text{Poids}}{\text{Poids adulte}}\right) / 0,8$

Apport protéique minimal (g/Mcal) : 45 à 35 (diminue avec l'âge)

Arginine : 1,6 g/Mcal

Lysine : 1,75g/Mcal

AA soufrés : 1,4g/Mcal

Calcium : 3 g/Mcal

Phosphore : 2,5 g/Mcal



## 6. LE SYSTEME HEPATOBILIAIRE

Au cours de la gestation, la circulation placentaire maternelle assure les fonctions hépatobiliaires du fœtus.

### 6.1. Naissance et premières 24h de vie

Malgré une différenciation précoce du foie au cours de l'embryogenèse, **de nombreuses fonctions métaboliques de cet organe sont peu développées à la naissance.** Notamment, les capacités de glycogénèse, de stockage du glucose, de métabolisation des acides biliaires, de détoxification et d'élimination des déchets sont réduites. Le foie du nouveau-né est donc plus fragile vis-à-vis de certaines atteintes toxiques ou infectieuses pouvant passer inaperçues chez l'adulte (von Dehn, 2014).

Le foie est également responsable de la synthèse d'albumine, de cholestérol, de plusieurs globulines et de facteurs de coagulation et d'anticoagulation.

#### **i. Métabolisme du glucose**

**A la naissance, la concentration de glucose dans le sang est identique à celle de la mère.** Elle diminue rapidement au départ (consommation des réserves avant la première tétée) puis se stabilise dans les 3 premiers jours de vie (Root Kustritz, 2011a). La concentration médiane de glucose relevée par Mila et al en 2017 est de 97mg/dL [71-132] avant les 8 premières heures de vie (tableau 29) puis de 116mg/dL [89-147] à 24h de vie.

Un poids de naissance plus petit peut être relié à une glycémie plus faible au cours des 8 premières heures de vie (Mila et al., 2017).

La glycémie des nouveau-nés est relativement aisée à mesurer : une goutte de sang prélevée à l'oreille suffit pour effectuer la mesure avec un appareil de mesure rapide à bandelette (Silverstein, 2009).

La concentration en glucose au cours de la première journée de vie a un effet significatif sur le taux de mortalité des chiots entre la naissance et 21 jours de vie. En effet, **la mortalité avant le 21<sup>ème</sup> jour de vie est sensiblement augmentée lorsque la glycémie mesurée à J1 est inférieure à 92 mg/dL** (Mila et al, 2017).

Tableau 29 : Intervalles de référence de la glycémie du chiot à la naissance

	Médiane (mg/dL)	Intervalle de référence (mg/dL)
<b>Silverstein, 2009</b>	101	41-138
<b>Rosset et al, 2012</b>	88	52-127
<b>Mila et al, 2017</b>	97	71-132

Les nouveau-nés ont des **réserves limitées en glycogène** à la naissance et une **faible capacité de glycogénèse**. De plus, ils n'utilisent pas encore bien les autres sources d'énergie (lipides, acides aminées). Ainsi, un chiot qui ne tète pas consomme ses réserves hépatiques de glycogène et devient hypoglycémique dans les premières 24h (glycémie < 40mg/dL). En effet, les chiots ont une mauvaise régulation de la glycémie par rapport aux adultes, ils mettent plus de temps à se remettre d'une hypo ou hyperglycémie, ce qui peut être dû à une insensibilité relative à l'insuline endogène ou, de manière plus générale, à une mauvaise réponse aux hormones de régulation. Le nouveau-né est capable de synthétiser du glycogène mais les réserves ne se forment qu'à court terme. Le maintien de la glycémie est bien évidemment vital pour le développement. Les signes cliniques d'hypoglycémie souvent observés sont les gémissements, l'abattement, les tremblements et le coma (Rickard, 2011).

La néoglucogénèse ne commence qu'après les deux premières heures qui suivent la naissance du fait de la très faible activité de l'enzyme phosphoenolpyruvate carboxykinase (PEPCK) responsable de la transformation du glycogène en glucose (Delebarre, 2014).

#### ii. Cholestérol

Une **hypocholestérolémie modérée est fréquente et normale chez des chiots de 1 à 3 jours** (Center, 2011).

#### iii. Bilirubine

Les capacités de conjugaison et d'excrétion de la bilirubine sont relativement bien développées chez le chiot à la naissance en comparaison avec celles d'autres espèces. Le fœtus présente déjà des enzymes de conjugaison de la bilirubine. La bilirubinémie peut augmenter modérément au cours des premières 24h de vie (Center, 2011).

La bilirubinémie est comprise **entre 0,2 et 1mg/dL**, avec une valeur médiane de 0,5mg/dL à la naissance (Silverstein, 2009).



#### iv. Acides biliaires

Les acides biliaires sont synthétisés dans les hépatocytes à partir du cholestérol et d'acides aminés (taurine et glycine) puis excrétés dans la bile. **La concentration sanguine en acides biliaires mesurée chez des chiots de 1 jour se trouve dans les intervalles de référence de l'adulte** (Center, 2011).

#### v. Albumine et protéines totales

A la naissance, la quantité de protéines totales dans le sang est inférieure aux valeurs de l'adulte et l'albuminémie est proche des valeurs de l'adulte (tableau 30).

Tableau 30 : Intervalles de référence de la protéinémie du chiot à la naissance

	Médiane (g/dL)	Intervalle de référence (g/dL)
Silverstein, 2009	4,1	3,4-5,2
Rosset et al, 2012	4	2,5-4,9

#### vi. Activité des enzymes hépatiques

L'activité des phosphatases alcalines (PAL) augmente considérablement après la tétée. L'activité des PAL est alors plus de 30 fois supérieure aux valeurs de l'adulte, du fait de la forte teneur en PAL du colostrum. Ainsi, la mesure de l'activité enzymatique des PAL dans le sérum ou le plasma permet d'obtenir des informations importantes sur la prise colostrale et le transfert d'anticorps colostraux associé. De la même manière, l'activité des gamma-glutamyl transférases (GGT) peut également être utilisée comme marqueur de l'ingestion de colostrum, avec une valeur quasiment 100 fois supérieure aux valeurs de l'adulte (Center et al., 1991).

Les concentrations en phosphatase alcaline (PAL), aspartate aminotransférase (ASAT),  $\gamma$ -glutamyltransférase (GGT), créatine kinase (CK) et lactate déshydrogénase (LDH) augmentent considérablement au cours des 24 premières heures (Center et al, 1991). Les valeurs à J1 sont données dans le tableau 31. Les valeurs de référence de l'adulte selon les différents auteurs sont données à titre informatif dans le tableau 32.

Tableau 31: Intervalles de référence de l'activité des enzymes hépatiques du chiot au premier jour de vie (Les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes)

	PAL (U/L)	ALAT (U/L)	ASAT (U/L)	GGT (U/L)
Center et al, 1991	(3845) 618-8760	(69) 17-337	(108) 45-194	(1111) 163-3568
Rosset et al, 2012	(3710) 10-8805	(29)5-187	/	/

Tableau 32 : Intervalles de référence de l'activité des enzymes hépatiques de l'adulte selon les différents auteurs

	PAL (U/L)	ALAT (U/L)	ASAT (U/L)	GGT (U/L)
<b>Center et al, 1991</b>	4-107	12-94	13-56	0-10
<b>Gorman, 2011</b>	4-252	5-45	2-26	<3,2
<b>Rosset et al, 2012</b>	239-930	11-43	/	/
<b>Rortveit et al, 2015</b>	0-90	0-80	0-40	/

## 6.2. Evolution au cours de la première semaine de vie

Les structures abdominales peuvent être palpées mais le foie ne doit normalement pas être palpable et ne pas dépasser des dernières côtes.

Avant la naissance, le foie du chiot est court-circuité par la circulation placentaire grâce au canal veineux (ductus venosus). La **fermeture fonctionnelle du canal veineux se fait progressivement au cours des 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> jours de vie** et permet au sang de circuler dans cet organe de filtration dès les premiers jours de vie (Center, 2011).

### i. Métabolisme du glucose

**La concentration sanguine en glucose se stabilise dans les 3 premiers jours de vie** (Root Kustritz, 2011a).

La glycémie des nouveau-nés est relativement aisée à mesurer : une goutte de sang prélevée à l'oreille suffit pour effectuer la mesure avec un appareil de mesure rapide à bandelette (Silverstein, 2009). Les valeurs observées pour le chiot d'une semaine sont données dans le tableau 33.

Tableau 33 : Intervalles de référence de la glycémie du chiot à l'âge d'une semaine (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes)

	Glycémie chiot (mg/dL)	Glycémie adulte (mg/dL)
<b>Silverstein, 2009</b>	(88) 52-127	/
<b>Gorman, 2011</b>	76-155	76-119
<b>Rosset et al, 2012</b>	(113) 68-151	/
<b>O'Brien et al, 2014</b>	71-136	71,3-138,9

Les chiots ont une mauvaise régulation de la glycémie par rapport aux adultes, ils mettent plus de temps à se remettre d'une hypo ou hyperglycémie, ce qui peut être dû à une insensibilité relative à l'insuline endogène ou, de manière plus générale, à une mauvaise réponse aux hormones de régulation. Le maintien de la glycémie est bien évidemment

vital pour le développement neurologique et les nouveau-nés n'utilisent pas bien les autres sources d'énergie (lipides, acides-aminés). L'utilisation des lactates est largement préférentielle pour la glycogénèse chez le chiot, devant l'alanine ou la glutamine, et les lactates sont également utilisés en priorité comme substrat dans le cerveau d'un chiot hypoglycémique. Les corps cétoniques, qui pourraient être une source d'énergie alternative intéressante en cas de sous-nutrition, ne sont pas synthétisés en quantité suffisante chez le nouveau-né (Center, 2011).

Bien que la régulation de la glycémie s'améliore avec l'âge, avant l'âge de 4 mois les chiots peuvent être considérés comme **prédisposés à l'hypoglycémie** lors d'anorexie ou de déshydratation. Les signes cliniques d'hypoglycémie souvent observés sont les gémissements, l'abattement, les tremblements et le coma (Rickard, 2011).

## ii. Cholestérol et triglycérides

Une **hypocholestérolémie modérée** est fréquente chez des chiots de 1 à 3 jours (Center, 2011). Les valeurs obtenues par Moon et al (2001) et Gorman (2001) sont présentées dans le tableau 34.

Tableau 34 : Intervalles de référence de la cholestérolémie et de la triglycéridémie du chiot à l'âge d'une semaine

	Cholestérol (mg/dL)		Triglycérides (mg/dL)	
	Chiot d'une semaine	Adulte	Chiot d'une semaine	Adulte
<b>Moon et al, 2001</b>	112-204	103-299	/	/
<b>Gorman, 2011</b>	90-234	135-278	45-248	40-169

La capacité du foie du nouveau-né à synthétiser des triglycérides et le cholestérol étant plus faible que chez l'adulte, les lipides utilisés par les nouveau-nés proviennent essentiellement de l'alimentation. Chez le chiot, les concentrations en triglycérides et cholestérol sont maximales avant 8 semaines d'âge. (Hoskins, 2011).

## iii. Bilirubine

La capacité hépatique d'absorption, de conjugaison ou d'excrétion de bilirubine des nouveau-nés est remarquablement développée. Certains chiots présentent une bilirubinémie légèrement élevée et un sérum un peu ictérique pendant les 72 premières heures de vie (Center, 2011 ; Themes, 2016). Les valeurs obtenues par Moon et al (2001) et Gorman (2001) sont présentées dans le tableau 35.

Tableau 35 : Intervalles de référence de la bilirubinémie chez le chiot d'une semaine (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes).

	Bilirubinémie chiot (mg/dL)	Bilirubinémie adulte (mg/dL)
<b>Moon et al, 2001</b>	(0,5) 0,2-1,0	0-0,4
<b>Gorman, 2011</b>	0,04-0,38	<0,3

#### iv. Acides biliaires

**Le dosage des acides biliaires** dans le sérum **n'est pas un bon indicateur de la santé hépatique pendant la période néonatale**. La concentration en acides biliaires mesurée chez des chiots d'un jour et chez des chiots d'une semaine se trouve dans les intervalles de référence de l'adulte (Center, 2011).

#### v. Albumine et protéines totales

La concentration plasmatique ou sérique de protéines totales ou d'albumine chez le chiot de moins de 4 semaines peuvent être **en dessous des valeurs usuelles chez l'adulte**. Ces valeurs sont données dans le tableau 36.

Tableau 36 : Intervalles de référence de la protéinémie et de l'albuminémie du chiot à l'âge d'une semaine (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes)

	Protéines totales (g/dL)		Albumine (g/dL)	
	Chiot	Adulte	Chiot	Adulte
<b>Moon et al, 2001</b>	(4,1) 3,4-5,2	5,4-7,4	(2,1) 1,5-2,8	2,1-2,3
<b>Gorman, 2011</b>	3,7-5,77	4,9-7,6	1,76-2,75	2,6-3,7
<b>Rosset et al, 2012</b>	(3,6) 2,2-4,7	/	/	/

#### vi. Activité des enzymes hépatiques

Chez les nouveau-nés de 1 à 3 jours, l'activité des PAL peut être plus de 30 fois supérieure aux valeurs de l'adulte, du fait de la forte teneur en PAL du colostrum. Ainsi, la mesure de l'activité enzymatique des PAL dans le sérum ou le plasma au cours de la première semaine de vie permet d'obtenir des informations importantes sur la prise colostrale et le transfert d'anticorps colostraux associé. De la même manière, l'activité des GGT peut également être utilisée comme marqueur de l'ingestion de colostrum, avec une valeur quasiment 100 fois supérieure aux valeurs de l'adulte (Center, 1991 ; Hoskins, 2011). Une augmentation de l'activité des PAL et GGT dans le sérum n'a donc aucune valeur diagnostique au cours des 2 premières semaines de vie (Hoskins, 2011)

Des différences de valeurs observées entre les adultes et les chiots reflètent une plus faible capacité fonctionnelle du foie chez le chiot pouvant être liée à la maturation des voies métaboliques, à la croissance, à une différence de volume de distribution, de composition corporelle ou de nutrition. L'activité de la phosphatase alcaline (PAL), l'aspartate aminotransférase (ASAT), la  $\gamma$ -glutamyltransferase (GGT), la créatine kinase (CK) et la lactate déshydrogénase (LDH) augmente modérément au cours de la première semaine de vie. L'activité de l'alanine aminotransférase (ALAT) est quant à elle plus faible en début de vie (von Dehn, 2014). Ces différentes valeurs sont présentées dans le tableau 37. Les valeurs de référence de l'adulte en fonction des différents auteurs sont données à titre informatif dans le tableau 32.

Tableau 37 : Intervalles de référence de l'activité des enzymes hépatiques du chiot à l'âge d'une semaine (Les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes)

	PAL (U/L)	ALAT (U/L)	ASAT (U/L)	GGT (U/L)
<b>Moon et al, 2001</b>	(3845) 618-8760	(69) 17-337	(108) 45-194	(1111) 163-3558
<b>Gorman, 2011</b>	452-6358	9,1-42,2	/	/
<b>Rosset et al, 2012</b>	(584) 10-1605	(14) 4-44	/	/

### 6.3. Evolution au cours de la deuxième semaine de vie

Les structures abdominales peuvent être palpées mais **le foie ne doit normalement pas être palpable et ne pas dépasser des dernières côtes**. Un épanchement abdominal peut-être physiologique chez les très jeunes animaux et l'origine du fluide n'est pas déterminée.

#### **i. Métabolisme du glucose**

La glycémie des nouveau-nés est relativement aisée à mesurer : une goutte de sang prélevée à l'oreille suffit pour effectuer la mesure avec un appareil de mesure rapide à bandelette (Silverstein, 2009). Les valeurs obtenues sont présentées dans le tableau 38.

Tableau 38 : Intervalles de référence de la glycémie du chiot à l'âge de 2 semaines (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes)

	Glycémie chiot (mg/dL)	Glycémie adulte (mg/dL)
<b>Moon et al, 2001</b>	(129) 111-146	65-110
<b>Gorman, 2011</b>	101-161	76-119
<b>Rosset et al, 2012</b>	(117) 73-138	/
<b>O'Brien et al, 2014</b>	108-145	71,3-138,9
<b>Rortveit et al, 2015</b>	(124) 97-157	65-119

Les chiots ont une **mauvaise régulation de la glycémie** par rapport aux adultes, ils mettent plus de temps à se remettre d'une hypo ou hyperglycémie, ce qui peut être dû à une insensibilité relative à une mauvaise réponse aux hormones de régulation. Les nouveau-nés n'utilisent pas bien les autres sources d'énergie (lipides, acides-aminés). Le maintien de la glycémie est bien évidemment vital pour le développement neurologique. Bien que la régulation de la glycémie s'améliore avec l'âge, avant l'âge de 4 mois **les chiots peuvent être considérés comme prédisposés à l'hypoglycémie lors d'anorexie ou de déshydratation**. Les signes cliniques d'hypoglycémie souvent observés sont les gémissements, l'abattement, les tremblements et le coma (Rickard, 2011).

## ii. Cholestérol et triglycérides

La capacité du foie à synthétiser des triglycérides et le cholestérol étant plus faible chez le chiot, les lipides utilisés par les nouveau-nés proviennent essentiellement de l'alimentation (Hoskins, 2011). Les valeurs observées sont données dans le tableau 39.

Tableau 39 : Intervalles de référence de la cholestérolémie et de la triglycéridémie du chiot à l'âge de 2 semaines (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes).

	Cholestérol (mg/dL)		Triglycérides (mg/dL)	
	Chiot	Adulte	Chiot	Adulte
<b>Moon et al, 2001</b>	223-344	103-299	/	
<b>Gorman, 2011</b>	158-340	135-278	52-220	40-169
<b>Rortveit et al, 2015</b>	(319) 206-460	132-389	/	/

## iii. Bilirubine

La bilirubinémie se stabilise dans l'intervalle de référence de l'adulte au cours des 2 premières semaines de vie (Center, 2011).

## iv. Acides biliaires

**Le dosage des acides biliaires** dans le sérum **n'est pas un bon indicateur de la santé hépatique pendant la période néonatale**. La concentration en acides biliaires mesurée chez des chiots de 2 semaines se trouve dans les intervalles de référence de l'adulte (Center, 2011).

## v. Albumine et protéines totales

L'albuminémie et la protéinémie augmentent progressivement mais restent en dessous des valeurs usuelles observées chez le chien adulte (tableau 40 et 41).

Tableau 40 : Intervalles de référence de la protéinémie et de l'albuminémie du chiot à l'âge de deux semaines (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes)

	Prot totales (g/dL)	Albumine (g/dL)	Globuline (g/dL)	Alb/Glob
<b>Moon et al, 2001</b>	(3,9) 3,6-4,4	(1,8) 1,7-2,0	/	/
<b>Gormann, 2011</b>	3,26-4,37	1,71-2,5	/	/
<b>Rosset et al, 2012</b>	(3,5) 2,3-4,4	/	/	/
<b>Rortveit et al, 2015</b>	(3,7) 3,2-4,5	(1,9) 1,6-2,9	(1,9) 1,6-2,2	(0,9) 0,7-1,3

Tableau 41 : Intervalles de référence de la protéinémie et de l'albuminémie du chient adulte selon les différents auteurs

	Prot totales (g/dL)	Albumine (g/dL)	Globuline (g/dL)	Alb/Glob
<b>Moon et al, 2001</b>	5,4 – 7,4	2,1-2,3	/	/
<b>Gormann, 2011</b>	4,9-6,7	2,6-3,7	2,2-4,5	0,8-1,2
<b>Rosset et al, 2012</b>	3,5-5,8	/	/	/
<b>Rortveit et al, 2015</b>	5,4-7,5	3,2-4,4	2,2-3,2	1,0-2,0

## vi. Activité des enzymes hépatiques

Des différences de valeurs observées entre les adultes et les chiots reflètent une plus faible capacité fonctionnelle du foie pouvant être liée à la maturation des voies métaboliques, à la croissance, à une différence de volume de distribution, de composition corporelle ou de nutrition. L'activité de la phosphatase alcaline (PAL), l'aspartate aminotransférase (ASAT), la  $\gamma$ -glutamyltransferase (GGT), la créatine kinase (CK) et la lactate déshydrogénase (LDH) augmente jusqu'à 10 à 14 jours de vie. L'activité de l'alanine aminotransférase est quant à elle plus faible en début de vie (von Dehn, 2014). Les valeurs observées sont données dans le tableau 42 pour le chiot âgé de 2 semaines et dans le tableau 32 pour l'adulte.

Tableau 42 : Intervalles de référence de l'activité des enzymes hépatiques du chiot à l'âge de 2 semaines (Les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes)

	PAL (U/L)	ALAT (U/L)	ASAT (U/L)	GGT (U/L)
<b>Moon et al, 2001</b>	(236) 176-541	(15) 10-21	(20) 10-40	(24) 4-77
<b>Gorman, 2011</b>	195-768	4,1-21,4	/	/
<b>Rosset et al, 2012</b>	(371) 10-985	(9) 4-19	/	/
<b>Rortveit et al, 2015</b>	(162) 102-333	(13) 7-19	(28) 19-52	/

#### 6.4. Evolution au cours du premier mois de vie

Les structures abdominales peuvent être palpées mais **le foie ne doit normalement pas être palpable et ne pas dépasser des dernières côtes**. Un épanchement abdominal peut être physiologique chez les très jeunes animaux et l'origine du fluide n'est pas déterminée.

Chez la plupart des chiens, si la fermeture fonctionnelle du canal veineux se fait progressivement au cours des 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> jours de vie, la **fermeture morphologique complète a lieu entre 1 et 3 mois**, laissant place à une fine bande fibreuse, le « ligament veineux » qui traverse le foie (Center, 2011).

##### **i. Métabolisme du glucose**

La glycémie des chiots est relativement aisée à mesurer : une goutte de sang prélevée à l'oreille suffit pour effectuer la mesure avec un appareil de mesure rapide à bandelette (Silverstein, 2009). Les valeurs observées chez le chiot sont données dans le tableau 42.

Tableau 43 : Intervalles de référence de la glycémie du chiot à l'âge d'un mois (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes)

	Glycémie chiot (mg/dL)	Glycémie adulte (mg/dL)
<b>Moon et al, 2001</b>	(109) 86-115	65-110
<b>Gorman, 2011</b>	121-158	76-119
<b>Rosset et al, 2012</b>	(124) 88-151	/
<b>O'Brien et al, 2014</b>	118-147	71,3-138,9
<b>Rortveit et al, 2015</b>	(126) 70-53	65-119

Les chiots ont une **mauvaise régulation de la glycémie** par rapport aux adultes, ils mettent plus de temps à se remettre d'une hypo ou hyperglycémie, ce qui peut être dû à une insensibilité relative à l'insuline endogène ou, de manière plus générale, à une mauvaise réponse aux hormones de régulation. Les nouveau-nés n'utilisent pas bien les autres sources d'énergie (lipides, acides-aminés). Le maintien de la glycémie est bien évidemment vital pour le développement neurologique. Bien que la régulation de la glycémie s'améliore avec l'âge, avant l'âge de 4 mois les chiots peuvent être considérés comme **prédisposés à l'hypoglycémie lors d'anorexie ou de déshydratation**. Les signes cliniques d'hypoglycémie souvent observés sont les gémissements, l'abattement, les tremblements et le coma (Rickard, 2011).



## ii. Cholestérol et triglycérides

La concentration sanguine en cholestérol se normalise au niveau des valeurs usuelles adultes entre 2 et 4 semaines et on peut alors se fier aux intervalles de référence de l'adulte (Center, 2011).

La capacité du foie à synthétiser des triglycérides et le cholestérol étant plus faible chez le chiot, les lipides utilisés par les nouveau-nés proviennent essentiellement de l'alimentation (Hoskins, 2011). Les valeurs observées sont données dans le tableau 44.

Tableau 44 : Intervalles de référence de la cholestérolémie et de la triglycéridémie du chiot à l'âge d'un mois (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes).

	Cholestérol (mg/dL)		Triglycérides (mg/dL)	
	Chiot	Adulte	Chiot	Adulte
<b>Moon et al, 2001</b>	266-352	103-299	/	/
<b>Gorman, 2011</b>	177-392	135-278	36-149	40-169
<b>Rortveit et al, 2015</b>	(276) 171-420	132-389	/	/

## iii. Bilirubine

La bilirubinémie du chiot est comparable à celle de l'adulte (Center, 2011).

## iv. Acides biliaires

**Le dosage des acides biliaires** dans le sérum **n'est pas un bon indicateur de la santé hépatique pendant la période néonatale**. La concentration en acides biliaires dosée chez des chiots de 4 semaines se trouve dans les intervalles de référence de l'adulte. L'utilisation des tables de références adultes pour le dosage des acides biliaires pour l'analyse des fonctions hépatiques et hépatobiliaires est donc possible chez le chiot à partir de 4 semaines. Il est recommandé de comparer les valeurs en période pré et post prandiale plutôt que de ne faire qu'une analyse à un moment donné, en raison des variations physiologiques de ces paramètres (Hoskins, 2011b).

## v. Albumine et protéines totales

L'albuminémie et la protéinémie tendent à se rapprocher des valeurs usuelles observées chez le chien adulte (tableau 45). Les valeurs de référence de l'adulte sont données à titre informatif dans le tableau 41.

Tableau 45 : Intervalles de référence de la protéinémie et de l'albuminémie du chiot à l'âge d'un mois (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes).

	Prot totales (g/dL)	Albumine (g/dL)	Globuline (g/dL)	Alb/Glob
<b>Moon et al, 2001</b>	(4,1) 3,9-4,2	(1,8) 1,7-2,0	/	/
<b>Gorman, 2011</b>	3,71-4,81	2,17-2,97	/	/
<b>Rosset et al, 2012</b>	(3,7) 1,6-5,4	/	/	/
<b>Rortveit et al, 2015</b>	(4,0) 3,4-4,7	(2,4) 1,8-3,0	(1,9) 1,6-2,2	(1,1) 0,8-1,4

## vi. Activité des enzymes hépatiques

Les valeurs observées pour l'activité des enzymes hépatiques tendent à se rapprocher des valeurs usuelles de l'adulte (tableau 46). Les valeurs de référence de l'adulte sont données à titre informatif dans le tableau 32.

Tableau 46 : Intervalles de référence de l'activité des enzymes hépatiques du chiot à l'âge d'un mois (Les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes)

	PAL (U/L)	ALAT (U/L)	ASAT (U/L)	GGT (U/L)
<b>Moon et al, 2001</b>	(144) 135-201	(21) 20-22	(18) 14-23	(3) 2-7
<b>Gorman, 2011</b>	153-527	10,3-24,3	/	/
<b>Rosset et al, 2012</b>	(195) 94-1385	(12) 5-18	/	/
<b>Rortveit et al, 2015</b>	(143) 90-245	(21) 12-43	(26) 15-65	/

### 6.5. Evolution au cours du deuxième mois de vie

Les structures abdominales peuvent être palpées mais **le foie ne doit normalement pas être palpable et ne pas dépasser des dernières côtes.**

Chez la plupart des chiens, si la fermeture fonctionnelle du canal veineux se fait progressivement au cours des 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> jours de vie, **la fermeture morphologique complète a lieu entre 1 et 3 mois** (Center, 2011).

## i. Métabolisme du glucose

Les chiots ont une **mauvaise régulation de la glycémie** par rapport aux adultes, ils mettent plus de temps à se remettre d'une hypo ou hyperglycémie, ce qui peut être dû à une insensibilité relative à l'insuline endogène ou, de manière plus générale, à une mauvaise réponse aux hormones de régulation. Les chiots n'utilisent pas bien les autres sources d'énergie (lipides, acides-aminés). Le maintien de la glycémie est bien évidemment vital pour le développement neurologique. Bien que la régulation de la glycémie s'améliore avec l'âge, avant l'âge de 4 mois les chiots peuvent être considérés comme **prédisposés à l'hypoglycémie lors d'anorexie ou de déshydratation.** Les

signes cliniques d'hypoglycémie souvent observés sont les gémissements, l'abattement, les tremblements et le coma (Rickard, 2011). Les valeurs de glycémies observées chez le chiot de 2 mois sont données dans le tableau 47.

Tableau 47 : Intervalles de référence de la glycémie du chiot à l'âge de 2 mois (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes)

	Glycémie chiot (mg/dL)	Glycémie adulte (mg/dL)
<b>Moon et al, 2001</b>	(145) 134-272	65-110
<b>Gorman, 2011</b>	122-159	76-119
<b>Rosset et al, 2012</b>	(108) 56-158	/
<b>O'Brien et al, 2014</b>	115-143	71,3-138,9
<b>Rortveit et al, 2015</b>	(120) 39-145	65-119

## ii. Cholestérol et triglycérides

On peut se fier aux intervalles de référence de l'adulte pour le cholestérol (Center, 2011).

La capacité du foie du nouveau-né à synthétiser des triglycérides et le cholestérol étant plus faible chez le chiot, les lipides utilisés proviennent essentiellement de l'alimentation. Chez le chiot, la concentration en triglycérides est maximale avant le sevrage puis diminue progressivement après le sevrage (Hoskins, 2011). Les valeurs observées à l'âge de 2 mois sont données dans le tableau 48.

Tableau 48 : Intervalles de référence de la cholestérolémie et de la triglycéridémie du chiot à l'âge de 2 mois (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes).

	Cholestérol (mg/dL)		Triglycérides (mg/dL)	
	Chiot	Adulte	Chiot	Adulte
<b>Moon et al, 2001</b>	111-258	103-299	/	
<b>Gorman, 2011</b>	149-347	135-278	39-120	40-169
<b>Rortveit et al, 2015</b>	(222) 144-436	132-389	/	

## iii. Bilirubine

La bilirubinémie du chiot est comparable à celle de l'adulte (Center, 2011)

## iv. Acides biliaires

L'utilisation des tables de références adultes pour le dosage des acides biliaires pour l'analyse des fonctions hépatiques et hépatobiliaires est possible chez le chiot à partir de 4 semaines. Il est recommandé de comparer les valeurs en période pré et post prandiale plutôt que de ne faire qu'une analyse à un moment donné, en raison des variations physiologiques de ces paramètres (Hoskins, 2011b).

## v. Albumine et protéines totales

Avant 8 semaines, les chiots présentent une **concentration d'albumine encore légèrement inférieure à celle des adultes**. La quantité de globulines dans le sérum augmente avec l'âge, probablement en relation avec les stimulations antigéniques. La concentration sanguine en protéines totales augmente encore progressivement (Center, 2011) (tableau 49). Les valeurs de référence de l'adulte sont données à titre informatif dans le tableau 41.

Tableau 49 : Intervalles de référence de la protéinémie et de l'albuminémie du chiot à l'âge de 2 mois (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes).

	Prot totales (g/dL)	Albumine (g/dL)	Globuline (g/dL)	Alb/Glob
<b>Moon et al, 2001</b>	(4,6) 3,9-4,8	(2,5) 2,1-2,7	/	/
<b>Gorman, 2011</b>	4,04-5,33	2,38-3,22	/	/
<b>Rosset et al, 2012</b>	(4,9) 3,5-5,8	/	/	/
<b>Rortveit et al, 2015</b>	(4,2) 3,6-4,8	(2,5) 1,9-3,2	(2,0) 1,5-2,2	(1,2) 0,8-1,8

## vi. Activité des enzymes hépatiques

Les valeurs observées pour l'activité des enzymes hépatiques tendent à se rapprocher des valeurs usuelles de l'adulte (tableau 50). Les valeurs de référence de l'adulte sont données à titre informatif dans le tableau 32.

Tableau 50 : Intervalles de référence de l'activité des enzymes hépatiques du chiot à l'âge de 2 mois (Les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes)

	PAL (U/L)	ALAT (U/L)	ASAT (U/L)	GGT (U/L)
<b>Moon et al, 2001</b>	(158) 144-177	(21) 9-24	(22) 10-32	(1) 0-7
<b>Gorman, 2011</b>	153-490	10,3-24,3	/	/
<b>Rosset et al, 2012</b>	(483) 239-930	(20) 11-43	/	/
<b>Rortveit et al, 2015</b>	(146) 90-249	(24) 18-34	(28) 19-43	/

## vii. Cycle de l'urée

Le cycle de l'urée se perfectionne à différents moments du développement fœtal et néonatal. **Le taux d'ammonium chez des chiots cliniquement sains de 2 mois se trouve dans l'intervalle de référence adulte**, excepté pour certains Irish Wolfhounds qui présentent un retard de fermeture du canal veineux. Cependant, l'ammonium étant soluble dans le sang, une analyse immédiate de l'échantillon est obligatoire et les résultats sont difficiles à interpréter. L'analyse est donc peu répétable et rarement effectuée en pratique. On peut cependant faire une recherche de cristaux d'ammonium dans les urines (Center, 2011).

## 6.6. Evolution au cours du troisième mois de vie

**Le foie ne doit normalement pas être palpable et ne pas dépasser des dernières côtes.**

### **i. Métabolisme du glucose**

Bien que la régulation de la glycémie s'améliore avec l'âge, avant l'âge de 4 mois les chiots peuvent être **considérés comme prédisposés à l'hypoglycémie lors d'anorexie ou de déshydratation** (Rickard, 2011). Les valeurs de glycémies observées sont données dans le tableau 51.

*Tableau 51 : Intervalles de référence de la glycémie du chiot à l'âge de 3 mois (les valeurs entre parenthèses indiquent des valeurs médianes)*

	Glycémie du chiot (mg/dL)	Glycémie de l'adulte (mg/dL)
<b>Gorman, 2011</b>	97,1-166,2	76-119
<b>O'Brien et al, 2014</b>	86-167	71,3-138,9

### **ii. Cholestérol et triglycérides**

On peut se fier aux valeurs de l'adulte pour la **cholestérolémie** (Center, 2011). Les valeurs observées se trouvent alors entre **100 et 500mg/dL** (Gorman, 2011).

Chez le chiot, les concentrations en triglycérides diminuent progressivement après le sevrage (Hoskins, 2011). Les valeurs observées se trouvent alors entre **19 et 205 mg/dL** (Gorman, 2011).

### **iii. Bilirubine**

La bilirubinémie du chiot est comparable à celle de l'adulte (Center, 2011).

### **iv. Acides biliaires**

L'utilisation des tables de références adultes pour le dosage des acides biliaires pour l'analyse des fonctions hépatiques et hépatobiliaires est possible chez le chiot à partir de 4 semaines. Il est recommandé de comparer les valeurs en période pré et post prandiale plutôt que de ne faire qu'une analyse à un moment donné, en raison des variations physiologiques de ces paramètres (Hoskins, 2011b).

### **v. Albumine et protéines totales**

A partir de 8 semaines, les chiots présentent une **concentration d'albumine identique à celle des adultes** mais la quantité de globulines dans le sérum augmente avec l'âge,

probablement en relation avec les stimulations antigéniques. La protéinémie totale augmente progressivement jusqu'à atteindre les valeurs adultes entre 6 mois et 1 an (Center, 2011). Les valeurs observées chez le chiot de 3 mois sont données dans le tableau 52.

Tableau 52 : Intervalles de référence de la protéinémie et de l'albuminémie du chiot à l'âge de 3 mois, d'après Gorman, 2011

Prot totales (g/dL)	Albumine (g/dL)	Globuline (g/dL)	Alb/Glob
4,3-5,8	2,4-3,7	1,9-2,5	1,3-1,5

#### vi. **Activité des enzymes hépatiques**

Les valeurs observées chez le chiot pour l'activité des ALAT, ASAT et GGT sont comparables aux valeurs usuelles du chien adulte. L'alkaline phosphatase (PAL) reste supérieure aux valeurs adultes pendant plus longtemps (Gorman, 2011; O'Brien et al., 2014; Rosset et al., 2012).

#### vii. **Cycle de l'urée**

Le cycle de l'urée se perfectionne à différents moments du développement fœtal et néonatal. **Le taux d'ammonium chez des chiots cliniquement sains se trouve dans l'intervalle de référence adulte**, excepté pour certains Irish Wolfhounds qui présentent un retard de fermeture du canal veineux (Peterson and Kutzler, 2011).

#### 6.7. Evolution du quatrième au sixième mois de vie

**Le foie ne doit normalement pas être palpable et ne pas dépasser des dernières côtes.**

#### i. **Métabolisme du glucose**

La régulation de la glycémie s'améliore avec l'âge et à partir de 4 mois les chiots peuvent être considérés comme similaires aux valeurs de référence du chien adulte (Rickard, 2011).

#### ii. **Cholestérol et triglycérides**

La cholestérolémie se trouve dans l'intervalle de référence de l'adulte (Center, 2011).

Chez le chiot, la concentration en triglycérides diminue après le sevrage, mais il est possible d'observer un nouveau pic entre 5 et 6 mois. La triglycéridémie reste légèrement supérieure à celle de l'adulte jusqu'à 6 mois (Hoskins, 2011).

### **iii. Bilirubine**

La bilirubinémie du chiot est comparable à celle de l'adulte (Center, 2011).

### **iv. Acides biliaires**

L'utilisation des tables de référence adultes pour le dosage des acides biliaires pour l'analyse des fonctions hépatiques et hépatobiliaires est possible chez le chiot à partir de 4 semaines. Il est recommandé de comparer les valeurs en période pré et post prandiale plutôt que de ne faire qu'une analyse à un moment donné, en raison des variations physiologiques de ces paramètres (Hoskins, 2011b).

### **v. Albumine et protéines totales**

La **concentration d'albumine est identique à celle des adultes** mais la quantité de globulines dans le sérum augmente avec l'âge, probablement en relation avec les stimulations antigéniques. Le dosage des protéines totales augmente progressivement jusqu'à atteindre les valeurs adultes entre 6 mois et 1 an (Center, 2011).

### **vi. Activité des enzymes hépatiques**

Les valeurs observées chez le chiot pour l'activité des ALAT, ASAT et GGT sont comparables aux valeurs usuelles du chien adulte (Gorman, 2011 ; Rosset et al., 2012 ; O'Brien et al., 2014).

L'alcaline phosphatase(PAL) reste au-dessus des valeurs adultes pendant plus longtemps et ne se stabilise pas dans l'intervalle de référence adulte avant 6 mois. En effet, une augmentation soutenue de l'activité sérique des PAL chez les chiots pendant les 6 à 12 premiers mois de vie (au maximum trois fois plus que les valeurs de référence adultes) peut refléter l'isoenzyme PAL osseuse qui provient de l'activité ostéoblastique (Center, 2011).

### **vii. Cycle de l'urée**

**Le taux d'ammonium chez des chiots cliniquement sains se trouve dans l'intervalle de référence adulte** (Peterson and Kutzler, 2011) .





## 7. LE SYSTEME CARDIO-VASCULAIRE

Lors de l'examen de l'appareil cardiovasculaire, il sera important de ne pas oublier d'examiner les muqueuses (orales, conjonctivales et génitales) à la recherche d'une pâleur ou de cyanose.

### 7.1. Naissance et premières 24h de vie

Le volume sanguin du chiot est compris entre 50 et 80mL/kg de poids corporel (Root Kustritz, 2011a) et estimé à **68mL/kg** en moyenne (Moon et al., 2001; Rosset et al., 2012).

Dans le système circulatoire fœtal, le sang est dévié des poumons fœtaux non fonctionnel par le **canal artériel** qui relie l'artère pulmonaire gauche à l'aorte. Lorsque le cordon ombilical est rompu, **la circulation ombilicale cesse**, le canal artériel commence à rétrécir et les vaisseaux pulmonaires se dilatent en réponse à une augmentation de la pression artérielle en oxygène. A la naissance, le ventricule droit et le ventricule gauche sont de taille identique (Bulmer, 2011).

En comparaison à l'adulte, les nouveau-nés ont une pression artérielle, un volume systolique et une résistance vasculaire périphérique plus faibles mais une fréquence cardiaque, un débit cardiaque, un volume plasmatique et une pression veineuse plus élevés (tableau 53) (Bright, 2011 ; Moon et al., 2001).

Tableau 53 : Rythme cardiaque et valeurs moyennes des pressions artérielles chez le chiot à la naissance, d'après Moon et al, 2001

Paramètre	Valeur
<b>Rythme cardiaque</b>	200-250 bpm
<b>Pression artérielle systolique</b>	54mmHg
<b>Pression artérielle diastolique</b>	30mmHg
<b>Pression artérielle moyenne</b>	40mmHg

**L'innervation autonome du cœur et des vaisseaux est incomplète à la naissance**, rendant la régulation via le baroréflexe moins efficace que chez l'adulte. **La contractilité du myocarde n'est pas totalement développée** non plus, ce qui limite la capacité d'adaptation cardiaque en cas d'hémorragie, d'hyperthermie ou de déséquilibre acido-basique. A la naissance, le chiot a un **rythme sinusal régulier non associé à la**

**respiration** car les réflexes vagues ne se développent pas avant l'âge de 8 semaines environ (Bright, 2011; Rickard, 2011).

Un système de scoring existant en médecine humaine (Apgar scoring, développé par Virginia Apgar) a été adapté pour les chiots nouveau-nés (Voir annexe 4). Il peut être très utile comme moyen d'évaluation des chiots en cours d'hospitalisation s'il est répété dans les mêmes conditions. Il est utilisé pour évaluer la vitalité du chiot en s'appuyant sur plusieurs paramètres comme le rythme cardiaque ou la fréquence respiratoire du chiot (tableau 54) (Veronesi et al., 2009).

Tableau 54: Score APGAR modifié d'après Veronesi et al (2009), NeoCare, ENVT

Score APGAR modifié d'après Veronesi et al. (2009). Pour chacun des cinq paramètres, une note de 0 à 2 est attribuée, puis la somme des cinq notes obtenues fournit le score APGAR.

- score 7-10 : pas de détresse
- score 4-6 : détresse modérée
- score 0-3 : détresse sévère

Paramètre	Score		
	0	1	2
Rythme cardiaque (bpm)	<100	100-220	>220
Fréquence respiratoire / min	<6, absence de pleurs	6-15, pleurs faibles	>15, pleurs
Réponse aux stimuli	absente	grincés	vigoureux
Tonus musculaire	flasque	flaccide	actif
Coloration	cyanosé	jaûne	rose

Electrocardiogramme: Chez le nouveau-né, l'onde QRS est dirigée cranialement, ventralement et vers la droite (Trautvetter et al., 1981).

### 7.2. Evolution au cours de la première semaine de vie

Après la naissance, le volume systolique du ventricule gauche augmente par rapport à celui du ventricule droit. En comparaison à l'adulte, **les nouveau-nés ont une pression artérielle, un volume systolique et une résistance vasculaire périphérique plus faibles mais une fréquence cardiaque, un débit cardiaque, un volume plasmatique et une pression veineuse plus élevés** (Moon et al., 2001).

La fréquence cardiaque (FC) normale d'un chiot est de **220 battements par minute (bpm)** en moyenne au cours de la première semaine de vie (tableau 54). Le rythme des battements et la petite taille des nouveau-nés rend l'auscultation difficile. Dans les 4 à 5 premiers jours, les chiots répondent à l'hypoxémie par la bradycardie et l'hypotension. La fréquence cardiaque peut alors atteindre 45 bpm et la pression artérielle peut descendre jusqu'à 23mmHg. De manière plus générale, **la bradycardie (FC<150 bpm) au cours des 5 premiers jours est une indication d'hospitalisation** et est très souvent associée à de l'hypoxémie (Moon et al., 2001).

La **fermeture du canal artériel sera complète entre 2 et 5 jours après la naissance**. En cas de fermeture incomplète, et donc de persistance du canal aortique, on entendra un bruit surajouté caractéristique à l'auscultation et on pourra réaliser une échocardiographie pour confirmer le diagnostic.

**L'innervation autonome du cœur et des vaisseaux est incomplète**, rendant la régulation via le **baroréflexe moins efficace que chez l'adulte**. La contractilité du myocarde n'est pas totalement développée non plus, ce qui limite la capacité d'adaptation cardiaque en cas d'hémorragie, d'hyperthermie ou de déséquilibre acido-basique. **Le chiot a un rythme sinusal régulier non associé à la respiration** car les réflexes vagues ne se développent pas avant l'âge de 8 semaines environ (Bright, 2011 ; Rickard, 2011).

Des **souffles cardiaques de grade I à III sont souvent observés** mais sans incidence car uniquement causés par une augmentation du débit sanguin dans l'aorte ou l'artère pulmonaire ou l'évolution des cloisonnements embryologiques du cœur. Cependant, un **souffle cardiaque de grade VI/VI** est plus souvent dû à une **anomalie cardiaque congénitale** et peut être révélateurs de pathologies cardiaques majeures. On observera alors d'autres signes tels que la non-concordance du pouls fémoral avec le choc précordial, des muqueuses pâles ou cyanosées, une distension veineuse, de l'ascite ou une hépatomégalie (Root Kustritz, 2011a).

L'électrocardiogramme (ECG) est rarement réalisé chez les nouveau-nés mais les arythmies et problèmes de conductivité ou de potentiel d'excitation cardiaque peuvent être identifiés chez les très jeunes animaux. Il n'y a pas d'études sur l'évaluation de la taille du cœur et l'échocardiographie est difficile à réaliser sur de si petits animaux, à cause du

manque de sondes appropriées et du manque de données bibliographiques et de références.

Electrocardiogramme : L'onde QRS se dirige progressivement vers la gauche, en restant crâniale et ventrale. L'amplitude de l'onde QRS est plus faible que chez l'adulte (Trautvetter et al., 1981).

### 7.3. Evolution au cours de la deuxième semaine de vie

En comparaison à l'adulte, les nouveau-nés ont une pression artérielle, un volume systolique et une résistance vasculaire périphérique plus faibles mais une fréquence cardiaque, un débit cardiaque, un volume plasmatique et une pression veineuse plus élevés. **Le rythme cardiaque moyen est de 212 bpm** au cours de la 2<sup>ème</sup> semaine de vie (Moon et al., 2001).

**L'innervation autonome du cœur et des vaisseaux est incomplète**, rendant la régulation via le baroréflexe moins efficace que chez l'adulte. **La contractilité du myocarde n'est pas totalement développée** non plus, ce qui limite la capacité d'adaptation cardiaque en cas d'hémorragie, d'hyperthermie ou de déséquilibre acido-basique. Le chiot a un **rythme sinusal régulier non associé à la respiration** car les réflexes vagues ne se développent pas avant l'âge de 8 semaines environ (Bright, 2011 ; Rickard, 2011).

Des **souffles cardiaques de grade I à III sont souvent observés** mais sans incidence car uniquement causés par une augmentation du débit sanguin dans l'aorte ou l'artère pulmonaire ou l'évolution des cloisonnements embryologiques du cœur. Cependant, un **souffle cardiaque de grade VI/VI** est plus souvent dû à une **anomalie cardiaque congénitale** et peut être révélateurs de pathologies cardiaques majeures. On observera alors d'autres signes tels que la non-concordance du pouls fémoral avec le choc précordial, des muqueuses pâles ou cyanosées, une distension veineuse, de l'ascite ou une hépatomégalie (Root Kustritz, 2011a).

Electrocardiogramme : L'onde QRS se dirige progressivement vers la gauche, en restant crâniale et ventrale. L'amplitude de l'onde QRS est plus faible que chez l'adulte (Trautvetter et al., 1981).

#### 7.4. Evolution au cours du premier mois de vie

En comparaison à l'adulte, les nouveau-nés ont une pression artérielle, un volume systolique et une résistance vasculaire périphérique plus faibles mais une fréquence cardiaque, un débit cardiaque, un volume plasmatique et une pression veineuse plus élevés (Moon et al., 2001).

Tableau 55: Rythme cardiaque et valeurs moyennes des pressions artérielles et veineuses chez le chiot d'un mois, d'après Moon et al, 2001 et Brigh, 2011.

Paramètre	Valeur
<b>Rythme cardiaque</b>	150-200 bpm
<b>Pression artérielle systolique</b>	70mmHg
<b>Pression artérielle diastolique</b>	45mmHg
<b>Pression artérielle moyenne</b>	60mmHg
<b>Pression veineuse centrale</b>	8 ± 2 mmH <sub>2</sub> O
<b>Volume d'éjection systolique</b>	1,23 ± 0,9mL/Kg

**L'innervation autonome du cœur et des vaisseaux est incomplète**, rendant la régulation via le baroréflexe moins efficace que chez l'adulte. **La contractilité du myocarde n'est pas totalement développée** non plus, ce qui limite la capacité d'adaptation cardiaque en cas d'hémorragie, d'hyperthermie ou de déséquilibre acido-basique. Le chiot a un **rythme sinusal régulier non associé à la respiration** car les réflexes vagues ne se développent pas avant l'âge de 8 semaines environ (Bright, 2011 ; Rickard, 2011).

Des **souffles cardiaques de grade I à III sont souvent observés** mais sans incidence car uniquement causés par une augmentation du débit sanguin dans l'aorte ou l'artère pulmonaire ou l'évolution des cloisonnements embryologiques du cœur. Cependant, un **souffle cardiaque de grade VI/VI** est plus souvent dû à une **anomalie cardiaque congénitale** et peuvent être révélateurs de pathologies cardiaques majeures. On observera alors d'autres signes tels que la non-concordance du pouls fémoral avec le choc précordial, des muqueuses pâles ou cyanosées, une distension veineuse, de l'ascite ou une hépatomégalie (Root Kustritz, 2011a).

Electrocardiogramme : L'onde QRS se dirige progressivement vers la gauche, en restant crâniale et ventrale (Trautvetter et al., 1981).

#### 7.5. Evolution au cours du deuxième mois de vie

**L'innervation autonome du cœur et des vaisseaux est incomplète à la naissance**, rendant la régulation via le baroréflexe moins efficace que chez l'adulte. **La contractilité du myocarde n'est pas totalement développée** non plus, ce qui limite la capacité d'adaptation cardiaque en cas d'hémorragie, d'hyperthermie ou de déséquilibre acido-basique. Les réflexes vagues ne se développent pas avant l'âge de **8 semaines** environ (Bright, 2011; Rickard, 2011).

Tableau 56 : Rythme cardiaque et valeurs moyennes des pressions artérielles chez le chiot de 2 mois, d'après Moon et al, 2001 et Brigh, 2011.

Paramètre	Valeur
<b>Rythme cardiaque</b>	130–150 bpm
<b>Pression artérielle systolique</b>	120 mmHg
<b>Pression artérielle moyenne</b>	70 mmHg

Des **souffles cardiaques de grade I à III sont souvent observés** mais sans incidence car uniquement causés par une augmentation du débit sanguin dans l'aorte ou l'artère pulmonaire ou l'évolution des cloisonnements embryologiques du cœur. Cependant, un **souffle cardiaque de grade VI/VI** est plus souvent dû à une **anomalie congénitale du cœur** et peuvent être révélateurs de pathologies cardiaques majeures. On observera alors d'autres signes tels que la non-concordance du pouls fémoral avec le choc précordial, des muqueuses pâles ou cyanosées, une distension veineuse, de l'ascite ou une hépatomégalie. Les maladies cardiaques congénitales les plus fréquentes chez le chiot seraient la **sténose sub-aortique et la persistance du canal aortique** selon les études américaines (Root Kustritz, 2011a).

Electrocardiogramme : L'onde QRS se dirige progressivement vers la gauche, et devient plus caudale (Trautvetter et al., 1981).

### 7.6. Evolution au cours du troisième mois de vie

Tableau 57 : Rythme cardiaque et valeurs moyennes des pressions artérielles chez le chiot de 3 mois, d'après Moon et al, 2001 et Brigh, 2011.

Paramètre	Valeur
<b>Rythme cardiaque</b>	130-150 bpm
<b>Pression artérielle systolique</b>	120 mmHg
<b>Pression artérielle moyenne</b>	70 mmHg

Des **souffles cardiaques de grade I à III sont souvent observés** mais sans incidence car uniquement causés par une augmentation du débit sanguin dans l'aorte ou l'artère pulmonaire ou l'évolution des cloisonnements embryologiques du cœur. Cependant, un **souffle cardiaque de grade VI/VI** est plus souvent dû à une **anomalie congénitale du cœur** et peuvent être révélateurs de pathologies cardiaques majeures. On observera alors d'autres signes tels que la non-concordance du pouls fémoral avec le choc précordial, des muqueuses pâles ou cyanosées, une distension veineuse, de l'ascite ou une hépatomégalie (Root Kustritz, 2011a).

Physiologiquement, les chiots de plus de 8 semaines peuvent présenter une arythmie sinusale ou un bloc atrio-ventriculaire incomplet à cause de la dominance du système parasympathique à cette période (Bright, 2011).

Electrocardiogramme : A partir de 12 semaines environ, l'onde QRS se dirige caudalement et vers la gauche. Ces modifications de l'axe électrique principal sont supposées résulter de l'augmentation de taille du ventricule gauche au cours du développement cardiaque (Trautvetter et al., 1981).

### 7.7. Evolution du quatrième au sixième mois de vie

Les souffles cardiaques physiologiques pouvant être observés au cours des premiers mois de vie disparaissent normalement vers le 4<sup>ème</sup> ou 5<sup>ème</sup> mois. Ils sont souvent plus marqué lors d'un effort ou d'une phase d'excitation du chiot (Bright, 2011).

A partir de 6 mois, le système cardio-vasculaire du chiot est similaire à celui de l'adulte, et l'on peut alors utiliser les mêmes valeurs de référence (Bright, 2011).

Tableau 58: Rythme cardiaque et valeurs moyennes des pressions artérielles chez le chiot à 6 mois, d'après Moon et al, 2001

Paramètre	Valeur
<b>Rythme cardiaque</b>	100-130 bpm
<b>Pression artérielle systolique</b>	130mmHg
<b>Pression artérielle diastolique</b>	80mmHg
<b>Pression artérielle moyenne</b>	100mmHg

Electrocardiogramme : L'ECG normal d'un chiot à partir de 4 mois est similaire à celui de l'adulte (Trautvetter et al., 1981).



## 8. LE SYSTEME RESPIRATOIRE

### 8.1. Naissance et premières 24h de vie

Au moment de la rupture du cordon ombilical, les échanges de gaz avec le sang maternel via le placenta sont interrompus. **L'hypoxie déclenche alors la respiration.** En effet, la résistance des vaisseaux périphériques augmente et une pression négative se produit dans les voies respiratoires. Cela entraîne un état de dyspnée qui provoque une contraction réflexe des muscles costaux et donc l'inspiration de l'air dans les poumons. La première inspiration permet de déployer le tissu alvéolaire du poumon. Elle est souvent plus forte que les suivantes (Rickard, 2011).

Le nouveau-né qui ne respire pas dans les 30 à 60 secondes suivant la naissance malgré stimulation nécessite une assistance.

La fréquence respiratoire normale à la naissance est plutôt basse, proche de **15 mouvements par minute** (Root Kustritz, 2011a). Elle est ensuite de **20 à 30 mouvements par minutes dans les 24 premières heures de vie** (Moon et al, 2001).

Dans les 5 minutes qui suivent la naissance, l'analyse des gaz sanguins révèle une hypoxémie et une acidose relatives (Moon et al., 2001) (tableau 59).

Tableau 59 : Evolution des valeurs des gaz du sang chez le chiot au cours des premières 24h de vie (Swanström and Bratteby, 1981)

Paramètre	5min après la naissance	1h après la naissance	24h après la naissance
<b>pH</b>	7,21 ± 0,05	7,33 ± 0,03	7,37 ± 0,03
<b>PCO<sub>2</sub></b>	46 ± 7mmHg	36 ± 4mmHg	33 ± 3mmHg
<b>PO<sub>2</sub></b>	50 ± 10mmHg	63 ± 11mmHg	73 ± 10mmHg
<b>Excès de bases</b>	-8 ± 2mmol/L	-6 ± 1mmol/L	-5 ± 1mmol/L

Le nouveau-né est fréquemment en hypoxie. Cela peut s'expliquer par la compression dans l'utérus, une rupture prématurée du placenta ou une baisse de l'état général de la mère. Le nouveau-né tolère mal l'hypoxie car son cerveau n'est pas encore capable de s'adapter à une diminution de la pression en oxygène et ses poumons ne peuvent pas encore se gonfler en totalité si la production de surfactant n'est pas suffisante (Taboada et Turnwald, 2011).

### 8.2. Evolution au cours de la première semaine de vie

Au cours du premier jour, la fréquence respiratoire augmente jusqu'à **20-30 mouvements par minute** (Root Kustritz, 2011a) puis diminue ensuite **entre 10 et 18 mouvements par minute après 24h de vie** (Poffenbarger et al., 1990).

Dans les 4 à 5 premiers jours, les chiots répondent à l'hypoxémie par la bradycardie et l'hypotension.

### 8.3. Evolution au cours de la deuxième semaine de vie

La fréquence respiratoire reste supérieure à celle de l'adulte au cours de la 2<sup>ème</sup> semaine de vie. On observe en effet un rythme de **18 à 36 mouvements respiratoires par minute** (Poffenbarger et al., 1990).

### 8.4. Evolution au cours du premier mois de vie

La **fréquence respiratoire du chiot devient similaire à celle de l'adulte dès la 4<sup>ème</sup> semaine de vie**. L'auscultation pulmonaire s'en trouve facilitée (Taboada and Turnwald, 2011). A l'âge d'un mois la fréquence respiratoire du chiot est comprise **entre 20 et 30 mouvements par minutes** (Moon et al, 2001).

La radiographie thoracique reste un examen difficile à mettre en place à cause de la petite taille des chiots et du manque de données sur les jeunes animaux. Les radiographies sont alors interprétées comme celles de l'adulte. Le lavage trachéal et les autres méthodes de collecte d'échantillon pour mise en culture ou cytologie peuvent être pratiquées comme chez l'adulte (Root Kustritz, 2011a).

### 8.5. Evolution du deuxième au sixième mois de vie

La **fréquence respiratoire du chiot est similaire à celle de l'adulte, c'est-à-dire comprise entre 20 et 24 mouvements par minute**. L'auscultation pulmonaire s'en trouve facilitée (Taboada et Turnwald, 2011).

La radiographie thoracique reste un examen difficile à mettre en place à cause du manque de données sur les jeunes animaux. Les radiographies sont alors interprétées comme celles de l'adulte. Le lavage trachéal et les autres méthodes de collecte d'échantillon pour mise en culture ou cytologie peuvent être pratiquées comme chez l'adulte (Root Kustritz, 2011a).

## 9. LE SYSTEME URINAIRE

Au moment du part, le rein est encore à l'état de métanephros. Il est complètement immature et doit encore subir trois phases de développement pour être totalement formé vers l'âge de trois semaines (Casseleux, 2007). La maturation fonctionnelle sera, quant à elle, beaucoup plus longue. Les chiots ont donc une capacité limitée à concentrer ou diluer les urines en réponse à une modification du volume de fluide extracellulaire.

Une évolution des mécanismes de régulation intrinsèques du rein est observée chez le chiot, notamment en ce qui concerne le débit de filtration glomérulaire (DFG), le débit sanguin rénal et les flux d'eau et d'électrolytes. L'urémie et la créatininémie sont les valeurs les plus communément utilisées pour évaluer la santé du rein ainsi que l'indice de filtration glomérulaire. L'urémie augmente avec l'ingestion de nourriture mais reste un meilleur indicateur de dysfonctionnement rénal que le dosage de créatinine pendant la période néonatale (Von Dehn, 2014).

### 9.1. Naissance et premières 24 heures de vie

#### **i. Hydratation**

Le système rénal du chiot ne peut réabsorber que 20 à 50 % de l'eau réabsorbée par celui d'un adulte (Casseleux, 2007).

Les **besoins hydriques** sont de **120 à 180mL/kg/j** à la naissance (cours de physiologie, ENVT, 2015).

L'état d'hydratation du chiot n'est pas évaluable à l'aide du temps de remplissage capillaire ou du pli de peau comme chez l'adulte car le nouveau-né a beaucoup moins de graisse sous-cutanée et la vascularisation de la peau n'est pas encore assez développée. Pour évaluer la déshydratation chez le nouveau-né, le mieux est de se fier à **l'humidité des muqueuses**. Les muqueuses buccales et oculaires doivent être humides. En cas de déshydratation, une coloration rouge plus foncée peut apparaître sur la peau de l'abdomen ventral et le museau mais cela reste une mesure subjective.

On peut faire une mesure de densité urinaire au réfractomètre pour estimer l'état d'hydratation du chiot : la densité urinaire est très élevée à la naissance (**1,027 à 1,035** selon Casseleux (2007)).

La couleur des urines permet aussi d'évaluer le niveau d'hydratation : **l'urine normale est très diluée chez le nouveau-né**, des urines jaunes foncées sont alors signe de déshydratation (Rickard, 2011).

### ii. Urémie et créatininémie

L'urémie est initialement proche des valeurs adultes (Rosset et al., 2012).

Chez les nouveau-nés de moins de 3 jours, la créatininémie est élevée, avec de grandes variations individuelles (Kruger et al., 2011).

Concernant les valeurs d'urémie et de créatininémie, elles ont été étudiées par plusieurs auteurs mais toutes les études aboutissent à des intervalles de référence significativement différents (Gorman, 2011; Moon et al., 2001; O'Brien et al., 2014; Rørtveit et al., 2015; Rosset et al., 2012).

### iii. Débit de filtration glomérulaire

Le débit de filtration glomérulaire et l'excrétion tubulaire sont diminués à la naissance. L'autorégulation de la perfusion rénale et du débit de filtration glomérulaire chez le nouveau-né semble relativement inefficace en réponse à un changement rapide de la pression artérielle systémique (Casseleux, 2007). A la naissance, la pression artérielle systolique est basse (50-60mmHg) (Moon et al, 2001).

Dans les premières 24h, le **débit de filtration glomérulaire est de 0,16mL/min/g de tissu rénal**. A titre de comparaison, le DFG de l'adulte est en moyenne de 0,68mL/min/g. A ce même moment, le **débit de perfusion du rein est de 0,70 mL/min/g** alors qu'il est de 2,68mL/min/g chez l'adulte (Kleinman et Lubbe, 1972).

A la naissance, **la filtration glomérulaire du chiot correspond à 21% de la capacité de filtration glomérulaire de l'adulte** (Heller et Capek, 1965).

### iv. Equilibre électrolytique

Le maintien de l'équilibre électrolytique est assuré essentiellement par la filtration, la réabsorption et la sécrétion au niveau des tubules rénaux, en réponse à l'hydratation, à l'osmolarité et au pH. **La natrémie semble relativement stable** chez les chiots nouveau-nés et la capacité de réabsorption du sodium est similaire à celle de l'adulte. Cependant, les chiots de moins de 3 semaines semblent avoir une moindre capacité à excréter l'excès de sodium par rapport aux adultes. Chez les chiots, **les concentrations sériques en**

**sodium et chlorure sont légèrement plus basses que chez l'adulte** dans les 6 premiers mois.

Des différences significatives de l'équilibre acido-basique existent également entre le chiot et le chien adulte. La capacité d'augmenter la synthèse rénale d'ammonium en réponse à un environnement acide est moindre chez le chiot (Root Kustritz, 2011a).

#### **v. Analyse d'urine**

La première miction doit avoir lieu dans les 24h suivant la naissance (Moon et al., 2001).

Pour prélever des urines pendant la période néonatale, on peut provoquer la miction en stimulant la zone génitale. Le minimal data-base d'une analyse d'urine sera alors constitué d'une mesure de la **densité urinaire** et d'une **observation du culot** (Root Kustritz, 2011a).

Une **protéinurie physiologique** pourra être observée au cours des premiers jours de vie. Des anticorps colostraux peuvent également être excrétés dans les urines.

Une réabsorption tubulaire incomplète du glucose est fréquemment observée chez le jeune, ce qui peut être corrélé à une plus grande proportion de néphrons immatures. Une **glucosurie** est détectée dans 50% des analyses d'urines chez des chiots de moins de 5 jours (Proffenbarger et al, 1990).

Pour des prélèvements réalisés lors des premières heures de vie, la densité urinaire est très élevée, évoluant entre des valeurs de 1,027 à 1,035 selon Casseleux (2007) alors que la densité urinaire est ensuite rapidement comprise entre **1,006 et 1,017** (Poffenbarger et al., 1990).

Il n'y a aucune différence significative concernant le pH urinaire selon l'âge des animaux. Celui-ci varie entre **6,5 et 8,0** (Casseleux, 2007).

### 9.2. Evolution au cours de la première semaine de vie

#### **i. Hydratation**

Les besoins hydriques sont de 40 à 100mL/kg/j pour un chiot d'une semaine (cours de physiologie, ENVT, 2015)

#### **ii. Urémie et créatininémie**

L'urémie est proche des valeurs adultes jusqu'à 2 semaines (von Dehn, 2014).

Concernant les valeurs d'urémie et de créatininémie, elles ont été étudiées par plusieurs auteurs mais toutes les études aboutissent à des intervalles de référence significativement différents (Gorman, 2011; Moon et al., 2001; O'Brien et al., 2014; Rørtveit et al., 2015; Rosset et al., 2012).

### iii. Débit de filtration glomérulaire

Le débit de filtration glomérulaire est de **0,13 mL par minute et par gramme de tissu rénal** chez le chiot de 2 jours (Heller et Capek, 1965 ; Hoster et Valtin, 1971).

### iv. Equilibre électrolytique

**La natrémie semble relativement stable chez les chiots nouveau-nés** et la capacité de réabsorption du sodium est similaire à celle de l'adulte. Cependant, les chiots semblent avoir une capacité moindre à excréter l'excès de sodium par rapport aux adultes. Chez les chiots, les concentrations sériques en sodium et chlorure sont légèrement plus basses que chez l'adulte (tableau 61).

Tableau 60: Intervalles de référence du sodium, du potassium et des chlorures chez le chiot d'une semaine, d'après O'Brien et al, 2014

	Na <sup>+</sup> (mmol/l)	K <sup>+</sup> (mmol/L)	Cl <sup>-</sup> (mmol/L)
<b>Chiot d'une semaine</b>	136,1-148,9	3,9-5,2	101,1-107,5
<b>Adulte</b>	143,9-154,7	3,7-4,6	108,2-117,2

### v. Analyse d'urine

Pour prélever des urines pendant la période néonatale, on peut provoquer la miction en stimulant la zone génitale. Le minimal data-base d'une analyse d'urine sera alors constitué d'une mesure de la **densité urinaire** et d'une **observation du culot** (Root Kustritz, 2011a).

Une **protéinurie physiologique** pourra être observée au cours des premiers jours de vie. Des anticorps colostraux peuvent également être excrétés dans les urines. Une réabsorption tubulaire incomplète du glucose est fréquemment observée chez le jeune, ce qui peut être corrélé à une plus grande proportion de néphrons immatures. Une **glucosurie** est détectée dans 50% des analyses d'urines chez des chiots de moins de 5 jours (Poffenbarger et al, 1990)

La densité urinaire pendant cette période est comprise entre **1,006 et 1,017** (Poffenbarger et al., 1990).

Il n'y a aucune différence significative concernant le pH urinaire selon l'âge des animaux. Celui-ci varie entre 6,5 et 8,0 (Casseleux, 2007).

### 9.3. Evolution au cours de la deuxième semaine de vie

#### **i. Urémie et créatininémie**

L'urémie est proche des valeurs adultes jusqu'à 2 semaines (von Dehn, 2014).

Concernant les valeurs d'urémie et de créatininémie, elles ont été étudiées par plusieurs auteurs mais toutes les études aboutissent à des intervalles de référence significativement différents (Gorman, 2011; Moon et al., 2001; O'Brien et al., 2014; Rørtveit et al., 2015; Rosset et al., 2012).

#### **ii. Equilibre électrolytique**

**La natrémie semble relativement stable** chez les chiots nouveau-nés et la capacité de réabsorption du sodium est similaire à celle de l'adulte. Cependant, les chiots de moins de 3 semaines semblent avoir une capacité moindre à excréter l'excès de sodium par rapport aux adultes. Chez les chiots, les concentrations sériques en sodium et chlorure sont légèrement plus basses que chez l'adulte dans les 6 premiers mois (tableau 62).

La kaliémie est quant à elle inférieure aux valeurs de référence entre 2 et 4 semaines. Ce qui pourrait être expliqué par la présence de pompes Na/K dans les érythrocytes du chiot conduisant à une plus forte concentration en potassium intracellulaire. Ces pompes disparaissent rapidement après la naissance chez la majorité des races, exceptées les Akitas, Jindos et Shibas japonais qui ont donc par la suite une plus grande concentration de potassium intracellulaire (Kruger et al., 2011).

Tableau 61: Intervalles de référence du sodium, du potassium et des chlorures chez le chiot âgé de 2 semaines

Source	Na+ (mmol/l)	K+ (mmol/L)	Cl- (mmol/L)
O'Brien et al, 2014	138,8-146,0	4,1-5,3	105,2-110,8
Rortveit et al, 2015	136-147	4,7-7,3	105-111

#### **iv. Analyse d'urine**

Pour prélever des urines pendant la période néonatale, on peut provoquer la miction en stimulant la zone génitale. Le minimal data-base d'une analyse d'urine sera alors constitué d'une mesure de la **densité urinaire** et d'une **observation du culot** (Root Kustritz,

2011a). La densité urinaire est comprise entre **1,006 et 1,017** (Proffenbarger et al, 1990).

Une **protéinurie physiologique** pourra être observée au cours des premiers jours de vie. Des anticorps colostraux peuvent également être excrétés dans les urines.

Une réabsorption tubulaire incomplète du glucose est fréquemment observée chez le jeune, ce qui peut être corrélé à une plus grande proportion de néphrons immatures. Une **glucosurie** est détectée dans 50% des analyses d'urines chez des chiots de moins de 5 jours (Proffenbarger et al, 1990).

Il n'y a aucune différence significative concernant le pH urinaire selon l'âge des animaux. Celui-ci varie entre **6,5 et 8,0** (Casseleux, 2007).

#### 9.4. Evolution au cours du premier mois de vie

##### **i. Urémie et créatininémie**

L'urémie est initialement proche des valeurs adultes jusqu'à 2 semaines puis diminue entre l'âge de 2 semaines et 3 mois. Une hypothèse à ce faible taux d'urée sanguine chez le jeune serait l'augmentation de la synthèse protéique sous l'influence des hormones de croissance ou l'augmentation du débit de filtration glomérulaire en réponse à une augmentation du métabolisme général. Une diminution progressive de la créatininémie est observée entre 28 et 33 jours d'âge. (Von Dehn, 2014).

Les valeurs d'urémie et de créatininémie ont été étudiées par plusieurs auteurs mais toutes les études aboutissent à des intervalles de référence significativement différents (Gorman, 2011; Moon et al., 2001; O'Brien et al., 2014; Rørtveit et al., 2015; Rosset et al., 2012).

##### **ii. Débit de filtration glomérulaire**

Le débit de filtration glomérulaire et le flux sanguin rénal augmentent de façon importante au cours du premier mois de vie du chiot. **Le débit de filtration glomérulaire sera multiplié par 7, et le flux sanguin rénal par 4 au cours du premier mois de vie.** Le **débit de filtration glomérulaire est alors en moyenne de 0,34 mL/min/g** de tissu rénal pour un **débit de perfusion rénale de 1,80mL/min/g** (Kleinman et Lubbe, 1972).



Au cours du développement, l'augmentation de la pression artérielle et la diminution de la résistance vasculaire entraînent nécessairement une augmentation de la perfusion rénale et du débit de filtration glomérulaire. En effet, chez le chiot, **le système rénine-angiotensine semble inefficace jusqu'à 6 semaines environ**, et le débit sanguin rénal est directement corrélé à la pression artérielle, ce qui n'est pas le cas chez l'adulte (Heller et Capek, 1965 ; Hoster et Valtin, 1971).

Au cours du premier mois, **le système rénal du chiot ne peut récupérer que 20 à 50 % de l'eau récupérée par celui d'un adulte** (Kleinman et Lubbe, 1972).

### iii. Equilibre électrolytique

**La natrémie semble relativement stable chez les chiots nouveau-nés** et la capacité de réabsorption du sodium est similaire à celle de l'adulte. Cependant, les chiots de moins de 3 semaines semblent avoir une capacité moindre à excréter l'excès de sodium par rapport aux adultes. Chez les chiots, les concentrations sériques en sodium et chlorure sont légèrement plus basses que chez l'adulte (tableau 63).

Tableau 62: : Intervalles de référence du sodium, du potassium et des chlorures chez le chiot âgé d'un mois

Source	Na+ (mmol/l)	K+ (mmol/L)	Cl- (mmol/L)
<b>Moon et al, 2001</b>	143,9-149,9	4,9-6,4	104,4-112,2
<b>O'Brien et al, 2014</b>	141,3-145,6	4,1-5,7	105,5-112,5
<b>Rortveit et al, 2015</b>	140-147	4,8-7,6	103-112

### iv. Analyse d'urine

Pour prélever des urines pendant la période néonatale, on peut provoquer la miction en stimulant la zone génitale. Une fois que le chiot urine par lui-même, le prélèvement peut se faire par miction spontanée ou cystocentèse. Le minimal data-base d'une analyse d'urine sera alors constitué d'une mesure de la **densité urinaire** et d'une **observation du culot** (Root Kustritz, 2011a). La densité urinaire est comprise entre **1,006 et 1,017** (Proffenbarger et al, 1990)

**La protéinurie et la glucosurie ne doivent plus être observées après 3 semaines de vie**(Root Kustritz, 2011a).

Il n'y a aucune différence significative concernant le pH urinaire selon l'âge des animaux. Celui-ci varie entre 6,5 et 8,0 (Casseleux, 2007).

### **i. Urémie et créatininémie**

L'urémie continue de diminuer. Une hypothèse à ce faible taux d'urée sanguine chez le jeune serait l'augmentation de la synthèse protéique sous l'influence des hormones de croissance ou l'augmentation du débit de filtration glomérulaire en réponse à une augmentation du métabolisme général (von Dehn, 2014).

La créatininémie subit une légère augmentation à partir de 7 à 8 semaines de vie. Des variations interraciales sont rapportées, notamment chez le Berger Allemand, race dans laquelle le chiot semble avoir un taux de créatinine au-dessus de la moyenne des chiots dans autres races à partir de 8 semaines ou chez le Greyhound qui montre également une créatininémie supérieure en relation avec son important développement de masse musculaire (von Dehn, 2014).

Les valeurs d'urémie et de créatininémie ont été étudiées par plusieurs auteurs mais toutes les études aboutissent à des intervalles de référence significativement différents (Gorman, 2011; Moon et al., 2001; O'Brien et al., 2014; Rørtveit et al., 2015; Rosset et al., 2012).

### **ii. Débit de filtration glomérulaire**

Le débit de filtration glomérulaire et le flux sanguin rénal continuent d'augmenter progressivement jusqu'à atteindre les valeurs adultes entre 8 et 10 semaines (figure 15) (von Dehn, 2014). Au cours du développement, l'augmentation de la pression artérielle et la diminution de la résistance vasculaire entraînent nécessairement une augmentation de la perfusion rénale et du débit de filtration glomérulaire. En effet, chez le chiot, **le système rénine-angiotensine semble inefficace jusqu'à 6 semaines environ**, et le débit sanguin rénal est directement corrélé à la pression artérielle.

La filtration glomérulaire passe de 21% de la capacité finale à la naissance pour atteindre 53% vers l'âge de huit semaines (Heller et Capek, 1965 ; Hoster et Valtin, 1971)

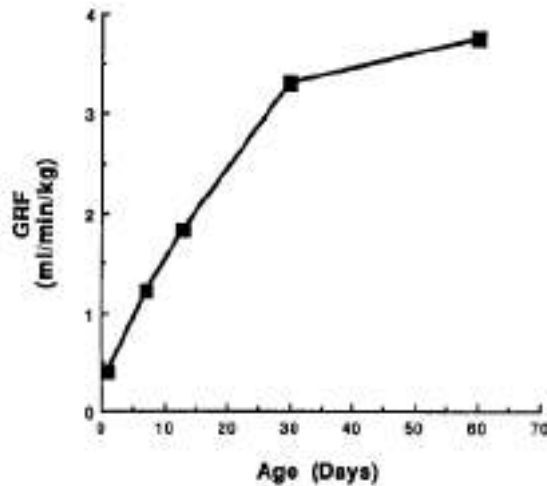


Figure 15: Evolution du débit de filtration glomérulaire (GRF) au cours des 2 premiers mois de vie du chiot (Kruger et al., 2011)

### iii. Equilibre électrolytique

Les valeurs de la natrémie, de la kaliémie et de la chlorémie tendent à se rapprocher des valeurs de l'adulte (tableau 64).

Tableau 63: Intervalles de référence du sodium, du potassium et des chlorures chez le chiot âgé de 2 mois, d'après O'Brien et al, 2014 et Rortveit et al, 2015

Source	Na+ (mmol/l)	K+ (mmol/L)	Cl- (mmol/L)
O'Brien et al, 2014	143,2-147,5	3,9-5,0	105,8-112,2
Rortveit et al, 2015	139-149	4,4-7,7	106-113

### iv. Analyse d'urine

**La concentration urinaire en protéines et glucose devient comparable à celle des adultes entre 6 et 8 semaines** après la naissance (Rickard, 2011).

La densité urinaire est comprise entre **1,006 et 1,017** (Proffenbarger et al, 1990)

Il n'y a aucune différence significative concernant le pH urinaire selon l'âge des animaux. Celui-ci varie entre 6,5 et 8,0 (Casseleux, 2007).

#### 9.6 Evolution au cours du troisième mois de vie

##### i. Urémie et créatininémie

L'urémie diminue jusqu'à 3 mois. Une hypothèse à ce faible taux d'urée sanguine chez le jeune serait l'augmentation de la synthèse protéique sous l'influence des hormones de

croissance ou l'augmentation du débit de filtration glomérulaire en réponse à une augmentation du métabolisme général (von Dehn, 2014).

La créatininémie se rapproche des valeurs usuelles de l'adulte.

Les valeurs d'urémie et de créatininémie ont été étudiées par plusieurs auteurs mais toutes les études aboutissent à des intervalles de référence significativement différents (Gorman, 2011; Moon et al., 2001; O'Brien et al., 2014; Rørtveit et al., 2015; Rosset et al., 2012).

### ii. Débit de filtration glomérulaire

Le débit de filtration glomérulaire et le flux sanguin rénal atteignent les valeurs de l'adulte entre 8 et 10 semaines (von Dehn, 2014).

La filtration glomérulaire continue d'augmenter jusqu'à atteindre les valeurs de l'adulte vers dix semaines. Le **débit de filtration glomérulaire** passe d'une valeur de 0,34 mL/min/g de tissu rénal chez le chiot âgé d'un mois à **0,51 mL/min/g chez le chiot de 77 jours** (Heller et Capek, 1965 ; Hoster et Valtin, 1971).

### iii. Balance électrolytique

Les valeurs de la natrémie, de la kaliémie et de la chlorémie sont similaires aux valeurs de l'adulte (tableau 65).

Tableau 64: Intervalles de référence du sodium, du potassium et des chlorures chez le chiot âgé de 3 mois, d'après O'Brien et al, 2014

Na+ (mmol/l)	K+ (mmol/L)	Cl- (mmol/L)
142,7-149,6	4,1-4,9	106,4-110,8

### iv. Analyse d'urine

La concentration urinaire en protéines et glucose devient comparable à celle des adultes entre 6 et 8 semaines après la naissance (Rickard, 2011).

La densité urinaire atteint celle de l'adulte à 11 semaines chez le chiot (Proffenbarger et al, 1990)

Il n'y a aucune différence significative concernant le pH urinaire selon l'âge des animaux. Celui-ci varie entre 6,5 et 8,0 (Casseleux, 2007).

## 9.7 Evolution du troisième au sixième mois de vie

### **i. Urémie et créatininémie**

L'urémie remonte progressivement pour atteindre de nouveau les valeurs de référence de l'adulte aux alentours de 6 mois (von Dehn, 2014).

Les valeurs d'urémie et de créatininémie ont été étudiées par plusieurs auteurs mais toutes les études aboutissent à des intervalles de référence significativement différents (Gorman, 2011; Moon et al., 2001; O'Brien et al., 2014; Rørtveit et al., 2015; Rosset et al., 2012).

### **ii. Débit de filtration glomérulaire**

Le débit de filtration glomérulaire continue d'augmenter progressivement jusqu'à atteindre la valeur adulte, à savoir **0,68mL/min/g** en moyenne. De même, le débit de perfusion du rein augmente également jusqu'à **2,68mL/min/g** chez l'adulte (Kleinman et Lubbe, 1972).

### **iii. Balance électrolytique**

Les valeurs de natrémie, kaliémie et chlorémie se sont stabilisées autour des valeurs de référence de l'adulte (tableau 66).

*Tableau 65: Intervalles de référence du sodium, du potassium et des chlorures à l'âge adulte*

	Na+ (mmol/l)	K+ (mmol/L)	Cl- (mmol/L)
Moon et al, 2001	141-156	3,5-3,8	109-124
O'Brien et al, 2014	143,9-154,7	3,7-4,6	108,2-117,2
Rortveit et al, 2015	140-154	3,7-5,8	99-115

### **iv. Analyse d'urine**

Il n'y a aucune différence significative concernant le pH urinaire selon l'âge des animaux. Celui-ci varie entre 6,5 et 8,0 (Casseleux, 2007).

L'interprétation de la densité urinaire et des bandelettes urinaires peut s'effectuer en utilisant les données de référence du chien adulte.



## 10. SYSTEME MUSCULO-SQUELETTIQUE

La radiographie osseuse est difficile à réaliser chez le nouveau-né, de par leur petite taille, mais aussi à cause du manque de données de référence et du manque relatif de minéralisation osseuse. Il est généralement recommandé de diminuer les kV de moitié par rapport aux valeurs utilisées chez un adulte pour la même taille ou d'utiliser 2 kVp par centimètre de tissu mou mesuré jusqu'à 40cm d'épaisseur pour obtenir des clichés interprétables. On observera physiologiquement la présence des cartilages de croissance et la non fermeture de certaines articulations chez le chiot (Root Kustritz, 2011a).

### 10.1. Naissance et évolution au cours des premières 24h de vie

Même s'il n'est pas mobile, un nouveau-né en bonne santé doit avoir un bon tonus musculaire et ne doit pas se laisser aller lors des manipulations. Il doit être capable de redresser la tête à la naissance.

**Les anomalies congénitales** touchant le système musculo-squelettique les plus fréquentes sont l'hydrocéphalie, les fentes palatines, les anomalies des membres (touchant le squelette et/ou les muscles avec ankylose), la spina bifida (anomalie de fermeture de la colonne vertébrale) et la hernie ombilicale.

### 10.2. Evolution au cours des 6 premiers mois de vie

#### **i. Tonus musculaire et mobilité**

Le nouveau-né doit essayer de se hisser sur ses membres antérieurs ou de pousser sur ses membres postérieurs dans les 10 premiers jours. Le chiot commence à essayer de marcher à environ 14 jours. Les chiots plus grands ou plus lourds pourront mettre un peu plus de temps avant de commencer à se déplacer (Root Kustritz, 2011a).

#### **ii. Calcium et phosphore**

Le calcium et le phosphore sont importants pour une bonne croissance osseuse mais aussi pour la contraction musculaire. La concentration sanguine en calcium est très élevée chez les chiots de moins de 8 semaines et redescend jusqu'à atteindre les valeurs de l'adulte vers 1 an.

### **iii. Cartilage de croissance et ossification**

Les os des chiots sont généralement moins minéralisés que ceux des adultes. Ils présentent des zones de croissance métaphysaires, un cartilage parfois plus épais et de nombreux centres d'ossification secondaires mais cela est physiologique. Ces centres d'ossification apparaissent au cours de la croissance, plus ou moins tôt selon l'os considéré.

Les os d'un très jeune animal (moins de 2 mois) peuvent apparaître comme irréguliers, notamment au niveau des métaphyses qui sont un site actif de remodelage. Cette zone est appelée « zone de réduction » et a une surface périostée rugueuse et irrégulière. Une ligne radio-transparente est visible entre la métaphyse et l'épiphyse et peut mimer une ligne de fracture ou un espace articulaire. Ces lignes vont se réduire au cours de la croissance jusqu'à ce que l'épiphyse et la métaphyse fusionnent pour former une cicatrice radio-opaque.

Les espaces articulaires semblent plus larges chez le jeune animal puisque le cartilage apparaît comme un tissu mou de même opacité que le liquide synovial et que la capsule articulaire mais en réalité, les espaces articulaires ne sont pas plus grands. En cas de doute sur l'opacité des tissus mous sur les radiographies, il faut penser à radiographier le membre opposé à titre comparatif (J. Hoskins, 2001).

De par la diversité entre les races canines, entre les portées et entre les individus, il est très difficile d'établir un tableau de valeurs de référence pour toutes les données osseuses. L'idéal, lorsque les clichés concernent les membres de l'animal, est la comparaison avec le membre opposé et de garder les clichés de l'animal pour suivre l'évolution entre 2 examens (J. Hoskins, 2001).



Les tableaux suivants serviront de référence pour l'âge d'apparition et de fermeture des différents foyers d'ossification (tableaux 66, 67 et 68).

Tableau 66 : Age d'apparition et de fermeture des centres d'ossification des os des membres thoraciques du chiot, d'après Hoskins, 2001

Os	Apparition (en semaines)	Fermeture (en mois)
<b>Tubercule supraglénodale</b>	6-9	4-7
<b>Humérus</b>		
- Epiphyse proximale	1-2	10-13
- Epiphyse distale	2-4	5-8
- Epicondyle médial	6-9	4-8
- Fusion des condyles (médial et latéral) de l'épiphyse distale	6-9	/
<b>Radius</b>		
- Epiphyse proximale	3-5	6-11
- Epiphyse médiale	2-4	8-10
<b>Ulna</b>		
- Olécrane	7-9	7-9
- Epiphyse distale	7-8	8-10
<b>Os du carpe</b>		
- Accessoire	7-11	3-5
- Radial	3	3-4
- Intermédiaire	2-3	3-4
- Central	4-6	3-4
- Ulnaire	4-6	3-4
<b>Métacarpe</b>		
- Epiphyse proximale	3-5	5-6
- Epiphyse distale	3-4	6-7
<b>Phalanges</b>		
- Proximales	5-6	4-7
- Distales	5-7	5-7
<b>Os sésamoïde de la face dorsale</b>	4 mois	/
<b>Os sésamoïde de la face palmaire</b>	2 mois	/

Tableau 67 : Age d'apparition et de fermeture des centres d'ossification des os des membres pleviens du chiot, d'après Hoskins, 2001

Os	Apparition (en semaines)	Fermeture (en mois)
<b>Fémur</b>		
- Tête du fémur	2-3	6-10
- Grand trochanter	4-10	8-11
- Epiphyse distale	3-4	9-11
- Fusion des condyles (médial et latéral) de l'épiphyse distale	/	3-4
- Apparition de la patelle	8-9	/
<b>Tibia</b>		
- Epiphyse proximale	2-5	10-13
- Tubérosité tibiale	7-9	6-8
- Epiphyse distale	2-6	8-9
- Fusion de la tubérosité tibiale et de l'épiphyse proximale	/	8
<b>Fibula</b>		
- Epiphyse proximale	9-10	8-11
- Epiphyse distale	2-6	8-9
<b>Os du tarse</b>		
- Talus et Calcanéus	1	/
- Tubérosité calcanéenne	5-6	5-7
<b>Os sésamoïde de la face dorsale</b>	5 mois	/
<b>Os sésamoïde de la face plantaire</b>	2 mois	/

Tableau 68 : Age d'apparition et de fermeture des centres d'ossification des os du bassin du chiot, d'après Hoskins, 2001

Os	Apparition (en mois)	Fermeture (en mois)
<b>Ilium</b>	A la naissance	4-6
- Crête iliaque	4-7	12-30
<b>Pubis</b>	A la naissance	4-6
<b>Ischium</b>	A la naissance	4-5
- Tubérosité ischiatique	3-5	8-10
- Arc iliaque	6-10	8-13
<b>Acétabulum</b>	1-2	3-5
<b>Symphyse pelvienne</b>	/	3-13 ans
<b>Fermeture de la colonne vertébrale</b>	/	7-8

## 11. LE SYSTEME NERVEUX

L'examen neurologique est difficile à réaliser et interpréter chez le nouveau-né, compte tenu de l'immaturation du système nerveux et de certains organes sensoriels. De même, des tests plus poussés comme le BAER (Brainstem Auditory Evoked Response), ou Potentiels Evoqués Auditifs en français, permettant d'évaluer la fonction auditive ou l'électro-encéphalogramme (EEG) ne peuvent pas être interprétés de façon objective pendant la période néonatale (Root Kustritz, 2011a).

Certaines capacités, sensorielles ou motrices, n'apparaissent qu'au fur et à mesure de la maturation du système nerveux (Fox, 1964).

L'examen du système nerveux et les tests des différents réflexes sont présentés dans l'annexe 5.

### 11.1. Naissance et évolution au cours des premières 24 heures de vie

#### **i. Développement moteur**

A la naissance, le cortex n'est pas complètement formé. Le cerveau n'est presque pas corticalisé et l'ensemble du comportement est donc contrôlé par l'étage sous-cortical (Vastrade, 1986). De plus, le système nerveux du chiot n'est pas myélinisé, à l'exception des connexions des nerfs trijumeaux (V), du nerf facial (VII) et de la portion vestibulaire du nerf auditif (VIII). La myélinisation du système nerveux s'effectue de façon centrifuge pour l'encéphale et dans l'axe rostro-caudal pour la moelle épinière (plus rapidement au niveau des cornes grises ventrales contenant des neurones moteurs, que des cornes grises dorsales, contenant des neurones sensitifs). Ce processus va de pair avec un perfectionnement des réponses motrices (Beaver, 1982). A la naissance, les compétences motrices du chiot sont très limitées (tableau 69). Le seul mode de déplacement possible est la reptation. L'absence de myélinisation initiale explique la lenteur de réponse des chiots à toute stimulation, ce sont des réponses de type réflexe (Fox et Med, 1968).

Le crâne doit être palpé pour déceler d'éventuelles malformations. Par exemple, un défaut de fermeture de la fontanelle antérieure peut être associé à une augmentation de taille des ventricules du cerveau et/ou signe de défaillance neurologique présente ou future. Environ un tiers des chiens présentant des fontanelles ouvertes ne présente ni ventriculomégalie ni signes neurologiques au cours de leur vie, un tiers présente une

ventriculomégalie sans signes neurologiques associés et le dernier tiers présente une ventriculomégalie et une défaillance neurologique (Root Kustritz, 2011a).

## ii. Développement sensoriel

Dès la naissance, les chiots sont capables de percevoir des stimuli chimiques, tactiles et thermiques (Lord, 2013). Le sens gustatif est bien développé à la naissance. L'odorat se dissocie difficilement du sens gustatif mais à la naissance, l'absence de myélinisation des nerfs olfactifs le rend non fonctionnel (Vastrade, 1986).

Des réflexes innés sont présents comme (Fox, 1963)(tableau 69) :

– le **réflexe de succion**

– le **réflexe de fouissement** qui permet au chiot, par thermotactisme positif, de trouver la mamelle. Le chiot n'étant pas capable de maintenir sa température interne, ce réflexe lui permet de capter la chaleur et de conserver une température de survie ;

– le **réflexe de pétrissement** : le pédalage des antérieurs favorise la sécrétion de lait ;

– le **réflexe labial** est déclenché lorsque l'on stimule tactilement les lèvres du chiot. Il est associé au réflexe de succion et de déglutition ;

– le **réflexe périnéal** est déclenché par la mère (toutes les 3 ou 4 heures) lors du léchage du ventre ou de la zone périnéale du chiot. Il permet la miction et la défécation.

Le sens gustatif est bien développé à la naissance. Le chiot, mis en présence de différentes saveurs émet déjà des préférences. Par exemple, si on lui présente au niveau de la bouche une substance sucrée, il va avoir une réaction de léchage, succion et déglutition. Par contre, la présentation sur la muqueuse buccale d'une substance amère déclenchera une série de mimiques faciales comme le plissement des paupières et du museau, une extériorisation de la langue et de la salivation (Pageat, 1998; Vastrade, 1986)

Les chiots naissent **sourds** mais sont capables d'émettre des sons pour communiquer avec leur mère. Leur répertoire vocal se compose, à la naissance de 3 sons de base : le geignement, le glapissement et le grognement-soupir (Giffroy, 1985). Ils sont **aveugles** : la rétine et le nerf optique (nerf crânial II, NC II) sont immatures et les paupières sont soudées.

Tableau 69 : Bilan des réflexes moteurs et sensoriels présents ou absents chez le chiot à la naissance. NC = Nerf Crânien

Fonction neurologique et/ou réflexe associé	Présence ou Absence
<b>Système vestibulaire, port de tête</b>	Présent
<b>Mouvements volontaires des antérieurs</b>	Absent
<b>Mouvements volontaires des postérieurs</b>	Absent
<b>Placer tactile des antérieurs</b>	Absent
<b>Placer tactile des postérieurs</b>	Absent
<b>Locomotion</b>	Absent
<b>Réflexes photomoteurs (NC II et III)</b>	Absent
<b>Clignement à la menace (NC II et VII)</b>	Absent
<b>Réflexe palpébral (NC V et VII)</b>	Absent
<b>Réflexe patellaire</b>	Présent
<b>Réflexe de succion</b>	Présent
<b>Réflexe de fuissement</b>	Présent
<b>Réflexe d'enracinement</b>	Présent
<b>Réflexe de pétrissement</b>	Présent
<b>Réflexe périnéal</b>	Présent

### 11.2. Evolution au cours de la première semaine de vie

Des électroencéphalogrammes réguliers, qui correspondent à des enregistrements de l'activité électrique du cortex ne montrent pas de différence entre les phases de sommeil et de veille durant la première semaine de vie. Le tracé observé ressemble à celui d'un sommeil paradoxal permanent. Il traduit une activité prédominante de faible amplitude et de fréquence variable (Vastrade, 1986).

#### **i. Développement moteur**

Pour évaluer la compétence motrice, on peut évaluer la capacité du nouveau-né à se redresser quand on le place sur le dos et le **réflexe d'enracinement**, c'est-à-dire le réflexe qu'a le nouveau-né à pousser avec le museau lorsqu'on encercle ce dernier avec nos doigts (Root Kustritz, 2011a) (Tableau 70).

Le **réflexe de retrait** doit être présent mais peut être un peu plus long que chez l'adulte.

Lorsqu'ils sont manipulés, les chiots présentent une dominance des réflexes fléchisseurs jusqu'à 4 jours, ce qui signifie que lorsqu'on les tient par la peau du cou, ils ont tendance à s'enrouler sur eux-mêmes au lieu de s'étendre. Entre 5 et 21 jours, les réflexes

extenseurs deviennent dominants, et les chiots ont alors tendance à étendre leur colonne vertébrale et les membres postérieurs lorsqu'ils sont saisis par la peau du cou.

L'appareil locomoteur se développe fortement au cours de cette période : d'abord capables de reptation pour chercher les mamelles de leur mère, les chiots deviennent capables de soutenir leur corps (Fox, 1963). Des différences existent néanmoins entre les races : dès 2 jours, les chiots Husky peuvent se déplacer sur leurs pattes alors qu'il faut attendre 15 jours pour observer le même résultat chez les Labradors (Feddersen-Petersen, 2004).

## ii. Développement sensoriel

Les chiots seront réceptifs à différents stimuli comme la douleur, le froid, les odeurs ou le toucher et présentent un important **réflexe de succion**.

Des réflexes innés sont présents comme (Fox, 1963) :

- le **réflexe de fouissement** qui permet au chiot, par thermotactisme positif, de trouver la mamelle. Le chiot n'étant pas capable de maintenir sa température interne, ce réflexe lui permet de capter la chaleur et de conserver une température de survie ;
- le **réflexe de pétrissement** : le pédalage des antérieurs favorise la sécrétion de lait ;
- le **réflexe labial** est déclenché lorsque l'on stimule tactilement les lèvres du chiot. Il est associé au réflexe de succion et de déglutition ;
- le **réflexe périnéal** est déclenché par la mère (toutes les 3 ou 4 heures) lors du léchage du ventre ou de la zone périnéale du chiot. Il permet la miction et la défécation.
- Le **réflexe contraction palpébrale** : la maturité des nerfs trijumeau (nerf cranial V) et facial (nerf cranial VII) donne lieu, après stimulation de l'angle palpébral, à un réflexe purement sensitif de contraction palpébrale (Imbert, 1979).
- Le **réflexe de clignement à la lumière**, de nature sous corticale, lié aux nerfs optique (nerf cranial II) et facial (nerf cranial VII), peut être observé entre le deuxième et le quatrième jour. Une lumière vive placée en face provoque une contraction lente de la paupière (Imbert, 1979).

Les chiots sont **sourds** mais sont capables d'émettre des sons pour communiquer avec leur mère. Le geignement évolue, au cours de la première semaine, en jappement (Giffroy, 1985). Ils sont **aveugles** : la rétine et le nerf optique (nerf cranial II) sont immatures et les paupières sont soudées.

Tableau 70 : Bilan des réflexes moteurs et sensoriels présents chez le chiot à l'âge d'une semaine. NC = Nerf crânien

Fonction neurologique et/ou réflexe associé	Présence ou Absence
<b>Système vestibulaire, port de tête</b>	Présent
<b>Mouvements volontaires des antérieurs</b>	Présent
<b>Mouvements volontaires des postérieurs</b>	Absent
<b>Placer tactile des antérieurs</b>	Présent
<b>Placer tactile des postérieurs</b>	Présent
<b>Locomotion</b>	Absent
<b>Réflexes photomoteurs (NC II et III)</b>	Absent
<b>Clignement à la menace (NC II et VII)</b>	Absent
<b>Réflexe palpébral (NC V et VII)</b>	Présent
<b>Réflexe de retrait</b>	Présent
<b>Réflexe patellaire</b>	Présent
<b>Réflexe de succion</b>	Présent
<b>Réflexe de fouissement</b>	Présent
<b>Réflexe d'enracinement</b>	Présent
<b>Réflexe de pétrissement</b>	Présent
<b>Réflexe périnéal</b>	Présent

### 11.3. Evolution au cours de la deuxième semaine de vie

L'encéphale, et en particulier le cortex, se développent très rapidement après la naissance. Ce développement concerne d'abord le lobe occipital, qui porte notamment les aires visuelles. Quant au lobe frontal, portant les aires sensorielles et motrices, il se développe moins vite (Fox et Med, 1968).

#### **i. Développement moteur**

La myélinisation assure une propagation plus rapide et plus efficace de l'influx nerveux et la corticalisation permet l'apparition des contrôles supérieurs ; par conséquent, on voit apparaître des réponses de type volontaire chez le nouveau-né à partir de la 2<sup>ème</sup> semaine de vie (Fox, 1966).

Le **réflexe de soutien** donne au chiot la capacité de tenir son corps. Il apparaît entre le sixième et le dixième jour au niveau des membres antérieurs, comme si le chiot tractait son train arrière. Puis, il apparaît entre le onzième et le quinzième jour au niveau des membres postérieurs (Fox, 1963).

Entre 5 et 21 jours, les réflexes extenseurs deviennent dominants, et les chiots ont alors tendance à étendre leur colonne vertébrale et les membres postérieurs lorsqu'ils sont saisis par la peau du cou.

## ii. Développement sensoriel

La deuxième semaine de vie est marquée par le fort développement de l'olfaction entre le 8<sup>ème</sup> et le 13<sup>ème</sup> jour, ce qui va permettre au chiot de découvrir son environnement grâce à l'odorat dans un premier temps (Lord, 2013).

Généralement, les paupières se séparent entre le 5<sup>ème</sup> et le 14<sup>ème</sup> jour de vie mais le chiot ne distingue pas encore les formes. Le test de Shirmer peut être réalisé à partir de ce moment. Après l'ouverture des paupières, un œdème de la cornée peut être présent pendant 2 à 3 semaines. La couleur de l'iris évolue, et devient parfois définitive seulement après la période néonatale. Dès l'ouverture des yeux, le **réflexe cornéen** est présent. Le **réflexe de clignement à la menace** apparaît entre le 10<sup>ème</sup> et le 21<sup>ème</sup> jour. Le **réflexe photomoteur** est absent (Vastrade, 1986)(Tableau 71).

Le canal auriculaire, clos à la naissance, s'ouvre entre le 6<sup>ème</sup> et le 14<sup>ème</sup> jour de vie mais le chiot est encore **sourd**. L'examen des oreilles est souvent limité par la petite taille du canal et la présence de débris épithéliaux (Root Kustritz, 2011).

La date d'ouverture des yeux et l'acquisition de l'audition varient d'une race à l'autre. Par exemple, les Cockers ouvrent leurs yeux autour du 14<sup>ème</sup> jour de vie contre seulement 11 % des Fox terriers au même âge. Pour l'audition, les deux races sont classées en sens inverse: au même âge, 61 % des Cockers répondent au **réflexe de sursautement** contre 100 % chez les Fox (Scott et Fuller, 1965).

Les réflexes innés présents dès la première semaine de vie tendent à diminuer au profit de mouvements volontaires plus complexes comme remuer la queue ou faire des petits sauts (Fox, 1965).

Ce n'est que vers la fin de la deuxième semaine que les modifications comportementales sont accompagnées de modifications de l'électroencéphalogramme (Beaver, 1982).



Tableau 71 : Bilan des réflexes moteurs et sensoriels présents chez le chiot à l'âge de 2 semaines. NC = Nerf cranien

Fonction neurologique et/ou réflexe associé	Présence ou Absence
<b>Système vestibulaire, port de tête</b>	Présent
<b>Mouvements volontaires des antérieurs</b>	Présent
<b>Mouvements volontaires des postérieurs</b>	Présent
<b>Placer tactile des antérieurs</b>	Présent
<b>Placer tactile des postérieurs</b>	Présent
<b>Locomotion</b>	Absent
<b>Réflexes photomoteurs (NC II et III)</b>	Absent
<b>Clignement à la menace (NC II et VII)</b>	Absent
<b>Réflexe palpébral (NC V et VII)</b>	Présent
<b>Réflexe de retrait</b>	Présent
<b>Réflexe patellaire</b>	Présent
<b>Réflexe de succion</b>	Présent
<b>Réflexe de fuissement</b>	Présent
<b>Réflexe d'enracinement</b>	Présent
<b>Réflexe de pétrissement</b>	Présent
<b>Réflexe périnéal</b>	Présent

#### 11.4. Evolution au cours du premier mois de vie

##### **i. Développement moteur**

Entre 5 et 21 jours, les **réflexes extenseurs** deviennent dominants, et les chiots ont alors tendance à étendre leur colonne vertébrale et les membres postérieurs lorsqu'ils sont saisis par la peau du cou. Le sens tactile perd de son importance et certains réflexes primaires, comme le réflexe de fuissement ou le réflexe labial, tendent à disparaître (Pageat, 1998).

Au 21<sup>ème</sup> jour, le chiot est capable de se tenir debout (Vastrade, 1986). Au cours de la 4<sup>ème</sup> semaine de vie, les chiots commencent à avoir des mouvements coordonnés et à se déplacer (Lord, 2013).

##### **ii. Développement sensoriel**

La 4<sup>ème</sup> semaine de vie est marquée par le développement de l'audition : le chiot devient capable de répondre aux sons vers le 19<sup>ème</sup> jour de vie en moyenne, avec peu de variations entre les races. L'apparition du **réflexe de sursautement**, entre le 18<sup>ème</sup> et le 21<sup>ème</sup> jour, signe l'achèvement du développement du cortex temporal et la mise en place d'une audition fonctionnelle. Ce réflexe de sursautement se caractérise par une réaction

généralisée du chiot lorsque celui-ci est soumis à un bruit de forte intensité. Le chien présente alors une flexion de la tête et du cou, une abduction de membres et une fermeture des paupières (Giffroy, 1985; Vastrade, 1986).

De même, **la vision devient fonctionnelle à partir du 25<sup>ème</sup> jour de vie en moyenne**, mais avec une variation interraciale plus importante : par exemple, le Berger allemand semble repérer les signaux lumineux quelques jours plus tôt que le Border collie. Le chiot distingue des formes et peut s’orienter visuellement mais la vision ne sera mature que vers l’âge de 6 semaines (Fox et Med, 1968). L’immaturité histologique de la rétine, qui ne sera complètement formée que vers 4 semaines, explique que, dans un premier temps, la réponse pupillaire à la lumière soit lente et hésitante et la vision non totalement fonctionnelle (Beaver, 1982 ; Giffroy, 1985 ; Pageat, 1998). Les **réflexes photomoteurs** se mettent en place vers 18 jours (Vastrade, 1986)(Tableau 72).

Au cours de la période appelée « période de transition », qui commence à l’ouverture des paupières et se termine lorsque l’audition est fonctionnelle, les vocalises se structurent et les premiers sons mixtes, obtenus par superposition, sont entendus. Les grognements et les aboiements font leur apparition dans le répertoire vocal du chiot vers la fin de cette période de transition (Pageat, 1998).

Tableau 72 : Bilan des réflexes moteurs et sensoriels présents chez le chiot à l’âge d’un mois. NC = Nerf crânien

Fonction neurologique et/ou réflexe associé	Présence ou Absence
<b>Système vestibulaire, port de tête</b>	Présent
<b>Mouvements volontaires des antérieurs</b>	Présent
<b>Mouvements volontaires des postérieurs</b>	Présent
<b>Placer tactile des antérieurs</b>	Présent
<b>Placer tactile des postérieurs</b>	Présent
<b>Locomotion</b>	Présent
<b>Réflexes photomoteurs (NC II et III)</b>	Présent
<b>Clignement à la menace (NC II et VII)</b>	Présent
<b>Réflexe palpébral (NC V et VII)</b>	Présent
<b>Réflexe de retrait</b>	Présent
<b>Réflexe patellaire</b>	Présent
<b>Réflexe de succion</b>	Présent
<b>Réflexe de fouissement</b>	Présent
<b>Réflexe d’enracinement</b>	Présent
<b>Réflexe de pétrissement</b>	Présent
<b>Réflexe périnéal</b>	Présent

### 11.5. Evolution au cours du deuxième mois de vie

Tous les réflexes sont acquis définitivement vers 5 ou 6 semaines. Le chiot peut courir, franchir des obstacles, tomber et se redresser rapidement. Les perceptions visuelle et auditive du chiot doivent être correctes à partir de 5 semaines (Pageat, 1998). Cette évolution est résumée sur le graphique de la figure 16.

L'électro-encéphalogramme devient semblable à celui de l'adulte vers l'âge de 7 à 8 semaines (Beaver, 1982).

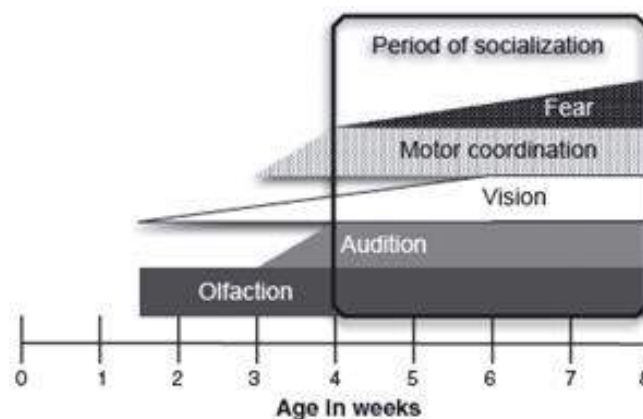


Figure 16 : Développement sensoriel et moteur du chiot de 0 à 8 semaines : Le début de la barre représente l'apparition du caractère et la largeur maximale représente l'arrivée à maturité du caractère (Lord, 2013)

### 11.6. Evolution à partir du troisième mois de vie

Les capacités sensorielles du chiot sont entièrement développées. Les réflexes sensoriels sont identiques à ceux de l'adulte et l'examen neurologique peut s'interpréter de la même manière.

Le développement des capacités motrices à cette période consiste surtout en un accroissement de la force et de l'adresse (Scott et Fuller, 1965).



## 12. COMPORTEMENT

Ici, les éléments « clés » du développement comportemental du chiot, souvent dépendants du développement de son système nerveux et de ses capacités cognitives, seront explicités sans s'attarder sur les facteurs environnementaux pouvant interférer avec son évolution.

Certains comportements semblent définir des « stades » au sein même de la période néonatale au sens large. On considérera la période néonatale au sens strict lorsque le nouveau-né est incapable de marcher, d'uriner ou de déféquer seul (jusqu'à environ 3 semaines), la période de détachement à partir du moment où les chiots commencent à se déplacer et s'éloigner un peu de la mère (jusqu'à environ 8 semaines) puis l'adolescence (du sevrage jusqu'à la puberté/taille adulte, de 6 à 15 mois selon les races) (Root Kustritz, 2011b).

### 12.1. Naissance et évolution au cours des premières 24h de vie

Le sommeil représente 90% du temps de vie du chiot.

Un nouveau-né en bonne santé doit chercher les télines et commencer à téter presque immédiatement après la mise-bas.

L'allaitement naturel a lieu simultanément pour toute la portée, jusqu'à 35 fois par vingt-quatre heures, à intervalles réguliers (Giffroy, 1985). Il est précédé d'une agitation générale de la portée. Lorsqu'un chiot se réveille, il s'agite, rampe sans direction particulière avec un mouvement pendulaire de la tête et crie, réveillant les autres chiots de la portée. Il parvient à la mamelle grâce au réflexe de fuissement. A cet âge, on pense qu'il n'existe pas de préférence, pour un chiot donné, à une mamelle précise (Pageat, 1998).

### 12.2. Evolution au cours des deux premières semaines de vie

Les nouveau-nés passent la majorité de leur temps à dormir au cours des premières semaines de vie. Ils se regroupent autour de la mère ou entre eux mais ne s'éloignent pas de la portée. Les chiots sont immatures à la naissance et entièrement dépendants de leur mère qui les nourrit, les maintient au chaud et stimule leur comportement éliminatoire (Bendaoud-Joubert, 2018).

Le répertoire vocal du chiot est constitué de 3 sons principaux. Chaque son est adapté à la situation : les geignements constituent souvent une demande de soin (faim, froid...). Les glapissements sont plutôt émis dans les situations de détresse, de peur ou de douleur (lorsque la mère écrase ses petits ou quand elle s'éloigne du nid). Les grognements et soupirs signifient une certaine satisfaction, après la tétée par exemple (Giffroy, 1985).

#### 12.4. Evolution au cours du premier mois de vie

##### **i. Activité**

Au cours de la 4<sup>ème</sup> semaine, les chiots commencent à avoir des mouvements coordonnés et à se déplacer (Lord, 2013).

Au réveil, les chiots passent la majorité de leur temps à explorer et jouer (Giffroy, 1985). Le nombre de jeux augmente fortement à partir de la 3<sup>ème</sup> semaine. Les chiots reproduisent par le jeu le comportement des adultes, ce qui leur permet d'apprendre les différentes attitudes corporelles de l'espèce comme la posture d'appel au jeu, les postures de dominance ou de soumission (Shepherd, 2009).

##### **ii. Comportement alimentaire**

Le réflexe de succion est important mais le mordillement d'autres objets et les tentatives d'ingestion de nourriture solide apparaissent vers 4 semaines. Dès le 18<sup>ème</sup> jour, le chiot commence à laper (Giffroy, 1985).

##### **iii. Socialisation intraspécifique**

Le regroupement des chiots les uns sur les autres, contre leur mère ou contre la barrière pour dormir est normal. Vers la troisième semaine, le maintien d'un contact entre les chiots durant le sommeil n'est plus indispensable, ils sont en effet capables d'une certaine activité thermorégulatrice. Les chiots en bonne santé ne quitteront pas la portée et ne se mettront pas à l'écart avant l'âge de 5 à 6 semaines (Giffroy, 1985).

Le chiot va acquérir les comportements de l'espèce et augmenter son répertoire comportemental. La socialisation commence avec la mère : les chiots apprennent à se comporter en l'observant. Elle se poursuit par l'interaction avec l'environnement et les congénères. Pour les chiots, la portée constitue le principal terrain de socialisation. Les comportements sont essentiellement des comportements de jeux. L'interaction avec

l'espace et les compagnons augmentent à partir de l'âge de 3 semaines alors que celle avec la mère diminue concomitamment (Scott and Fuller, 1965).

Les chiens adultes peuvent également interagir avec les chiots par le jeu et en corrigeant leur comportement par le grognement ou en montrant les dents. Les autres membres de la fratrie y participent également lorsqu'ils crient ou cessent le jeu (Miklósi, 2015).

#### 12.5. Evolution au cours du deuxième mois de vie

C'est une période cruciale, marquée par l'influence du milieu extérieur sur le comportement du chiot. Elle est incluse dans une période dite sensible qui peut se définir comme « une période ou phase du développement où des réponses particulières ou des préférences sont acquises plus rapidement qu'à d'autres périodes » (Serpell et Jagoe, 1995). En d'autres termes, c'est une période au cours de laquelle l'animal est très réceptif à certaines expériences qui peuvent avoir des conséquences durables sur son comportement. L'apprentissage et la mémorisation sont facilités.

##### **i. Activité**

A huit semaines, les chiots dorment et se réveillent presque comme des adultes, leur besoin de sommeil a considérablement diminué (Giffroy, 1985).

Les comportements sont essentiellement des comportements de jeux.

##### **ii. Comportement alimentaire**

Vers la moitié de la 4ème semaine, le chiot commence à manifester un comportement alimentaire d'adulte tout en continuant de téter régulièrement sa mère. Certains chiots se mettent à solliciter les régurgitations maternelles d'aliments prédigérés (Shepherd, 2009). Cela se manifeste par des mordillements de la commissure des lèvres de la bouche maternelle. La transition de l'alimentation lactée vers une alimentation solide commence alors. Le sevrage alimentaire est définitif entre sept et dix semaines (Rosset, 2006).

##### **iii. Socialisation intraspécifique**

La phase de socialisation commence autour de 3 semaines d'âge : le chiot, grâce à sa mère et ses congénères de la portée, identifie son espèce. La socialisation est intraspécifique : le chiot apprend à reconnaître les siens et surtout à communiquer avec eux. Malgré la grande diversité phénotypique des races de chiens, ils sont donc capables de discriminer les membres de leur espèce (Autier-Dérian et al., 2013)

Le chiot va acquérir les comportements de l'espèce et augmenter son répertoire comportemental. La période critique de socialisation est basée sur la capacité du chiot à explorer et donc sur son développement sensoriel. Elle commence à 4 semaines, lorsque les chiots ne sont pas effrayés par ce qui est nouveau et cherchent à s'en approcher (Scott and Fuller, 1965). La socialisation du chiot est favorisée par une phase attractive qui s'étendrait de la 3ème semaine à la 7ème semaine au cours de laquelle le chiot est intéressé par tout ce qui l'entoure et intègre ce qu'il perçoit comme étant des éléments familiers : chiens, chats, hommes... (Vastrade, 1987).

La socialisation réalisée au cours de la période sensible est dite socialisation primaire. Si elle a lieu en dehors de cette période, elle est plus difficile mais pas impossible : elle est alors appelée socialisation secondaire.

C'est aussi là que le chiot acquière les autocontrôles et apprend, au contact de ses congénères, à adapter sa réponse à l'intensité des stimuli. L'inhibition de morsure doit être acquise à l'âge de 8 semaines.

#### **iv. Socialisation à l'homme**

Le chien se socialise à son espèce et peut se familiariser à d'autres. Pour ce faire, il est nécessaire de le mettre en contact avec l'espèce entre 3 et 12 semaines d'âge. La familiarisation sera d'autant plus facilitée que l'on se situe dans la phase attractive (Scott et Fuller, 1965).

Pour familiariser un chiot à l'Homme, il est nécessaire de lui présenter un maximum d'humains de morphologie différente : hommes, femmes, enfants, petits, grands... durant quelques minutes mais pendant plusieurs jours (Miklósi, 2015).

Cette attraction pour l'Homme est cependant moins systématique dès lors que le chien n'a pas été précocement en contact avec lui. En effet, une rencontre à l'âge adulte avec des espèces qui ne lui sont pas familières provoquera chez le chien une réaction de curiosité qui se manifestera par une incitation au jeu, un comportement de prédation ou de la peur se traduisant par de l'évitement ou de l'agression (Lorenz, 1984).

#### **v. Propreté**

Vers 4 ou 5 semaines, la plupart des chiots sont suffisamment mobiles pour quitter leur panier pour faire leurs besoins. Dans les semaines qui suivent, ils ont tendance à éliminer



un peu partout dans leur box. Vers six semaines, ils recherchent les endroits de déjection précédentes en flairant le sol. Vers la neuvième semaine, la plupart des chiots éliminent dans un endroit déterminé, situé en général, en marge de leur aire de vie et choisi également par leur mère (Shepherd, 2009). Ils choisissent alors un support préférentiel (pelouse, terre, béton, carton, journal...), qu'ils rechercheront à leur arrivée dans leur nouveau foyer.

#### 12.6. Evolution à partir du troisième mois de vie

C'est la **période juvénile**, la plus variable dans le développement du chiot. Elle s'achèvera autour de la puberté. La répétition des interactions entre les chiots et les autres membres du groupe renforce leur socialisation et ajuste les comportements. Cependant, cette période débute généralement par l'adoption du chiot par sa nouvelle famille et peut conduire à un isolement social.

La phase attractive est suivie d'une phase d'aversion marquée par l'augmentation de l'évitement et de la peur face à un nouveau *stimulus* : l'animal devient plus méfiant vis-à-vis de ce qui est inconnu et a plus de difficultés à l'intégrer comme un élément familial. Elle débiterait vers la 5ème semaine. Il est alors nécessaire de renforcer les expériences positives. Après 8 semaines, la phase d'aversion domine sur la phase attractive (Vastrade, 1987). Cette peur de l'inconnu continue d'augmenter jusqu'à 16 semaines environ (Fox, 1964 ; Scott et Fuller, 1965).

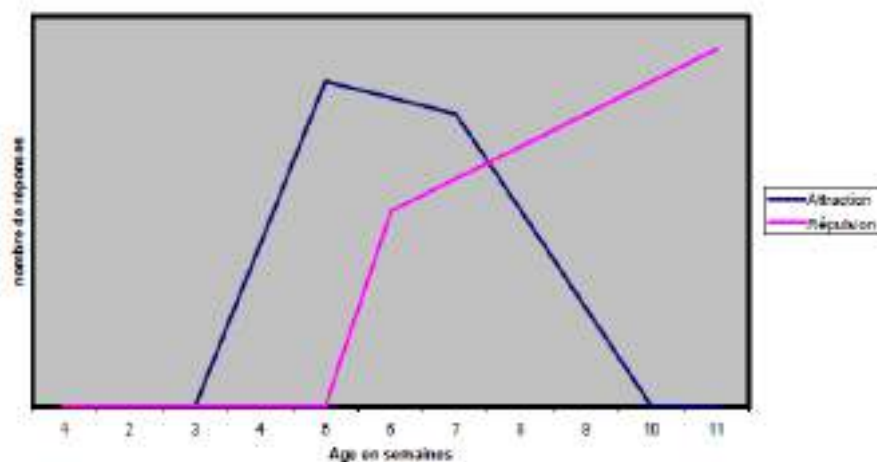


Figure 17: Représentation schématique des phénomènes d'attraction et répulsion chez le chiot (Vastrade, 1987)

### **i. Activité**

A partir de huit semaines, les chiots dorment et se réveillent presque comme des adultes, leur besoin de sommeil a considérablement diminué (Giffroy, 1985).

Les comportements sont essentiellement des comportements de jeux.

### **ii. Comportement alimentaire**

Le chiot manifeste un comportement alimentaire similaire à celui de l'adulte. Le sevrage alimentaire est définitif entre sept et dix semaines (Rosset, 2006).

### **iii. Caractère du chiot**

Le comportement du chiot commence alors à présenter une organisation stable, tout en continuant à être modelé par divers apprentissages et expériences. Il n'est pas figé.

La personnalité ou tempérament peut se décrire chez l'animal comme un ensemble de tendances comportementales propres à chaque individu. Elle s'établit dès le plus jeune âge et persiste à l'âge adulte. Ainsi, un chien peut être qualifié de joueur, curieux, sociable, agressif ou prédateur (Svartberg et Forkman, 2002).

La réponse à une situation de peur dépend de l'âge de l'animal : avant l'âge de 12 semaines, les chiens réduisent leur activité alors que les adultes sont passifs ou sont hyperactifs (Goddard et Beilharz, 1984). Ainsi, il est déconseillé d'intégrer la peur aux tests de personnalité (Goddard et Beilharz, 1986).

Beaucoup de tests ont ainsi été mis au point conduisant souvent à des résultats non probants. Quelques tests semblent cependant fonctionner. Il s'agit de tests nécessitant une forme « d'expérimentation » c'est-à-dire que l'animal est soumis à un moment donné à divers *stimuli* pour lesquels ses réactions sont évaluées.

L'une des méthodes consiste à demander au propriétaire de répondre à un questionnaire de personnalité. Le plus utilisé est probablement le « Canine Behavioral Assessment and Research Questionnaire » (C-BARQ). Il a été développé aux Etats-Unis par Hsu et Serpell (2003) et doit être réadapté à chaque pays en prenant en compte la perception et la relation homme/chien dans ces pays.

Il s'intéresse à plusieurs catégories comportementales comme l'agressivité, la peur, l'anxiété, l'attachement, l'excitabilité. Dans chaque catégorie, des situations de la vie

courante sont proposées pour lesquelles le propriétaire doit évaluer le comportement de son chien (Annexe 6)

La prédictibilité d'un test augmente avec l'âge de l'animal et serait fiable entre 3 et 6 mois (Riemer *et al.*, 2014). Il arrive cependant souvent trop tard : le chien a déjà intégré sa famille ou ses entraînements de travail.

Celui visant à déterminer si un chiot fera un bon chien policier en est un exemple (Slabbert et Odendaal, 1999). Ce test mesure :

- A 8 semaines : l'habilité du chiot à dépasser un obstacle pour rejoindre son maître ou de la nourriture
- A 8 et 12 semaines : ses capacités à rapporter un objet comme son jouet préféré
- A 12 semaines et 16 semaines : ses réactions face à un événement inattendu et à un coup de fusil
- A 6 mois : son comportement face à une agression.

Si le chiot ne présente pas les résultats attendus, des mesures peuvent être mises en place comme l'exposer à des éléments de son futur environnement pour tenter d'améliorer ses performances.

Toutefois, il convient d'être prudent car la valeur prédictive de ces évaluations n'est pas très élevée.

Il existe aussi des variations intrinsèques : les chiots ne sont pas tous matures d'un point de vue comportemental au même âge. Les tests utilisant une échelle absolue (nombre de jours après la naissance) peuvent conduire à des résultats biaisés. En 2001, Feddersen-Petersen observe le développement de chiens de différentes races pendant leurs 12 premières semaines de vie et relève des différences dans l'émergence de certains caractères, qu'elle classe par types (orientation, confort, locomotion...) avec parfois un décalage d'une semaine pour l'apparition d'un même caractère chez 2 races différentes entre les plus précoces et les plus tardifs. Les huskies semblent faire partie des races à développement plus précoce alors que le Labrador et le Caniche royal semblent faire parties des races dont le développement est plus long sur plusieurs critères (figure 25).

Ainsi, on constate que les tests comportementaux réalisés sur des chiots de moins de 8 semaines ne sont pas adaptés chez toutes les races, certaines n'ayant pas encore acquis un ou plusieurs comportements.

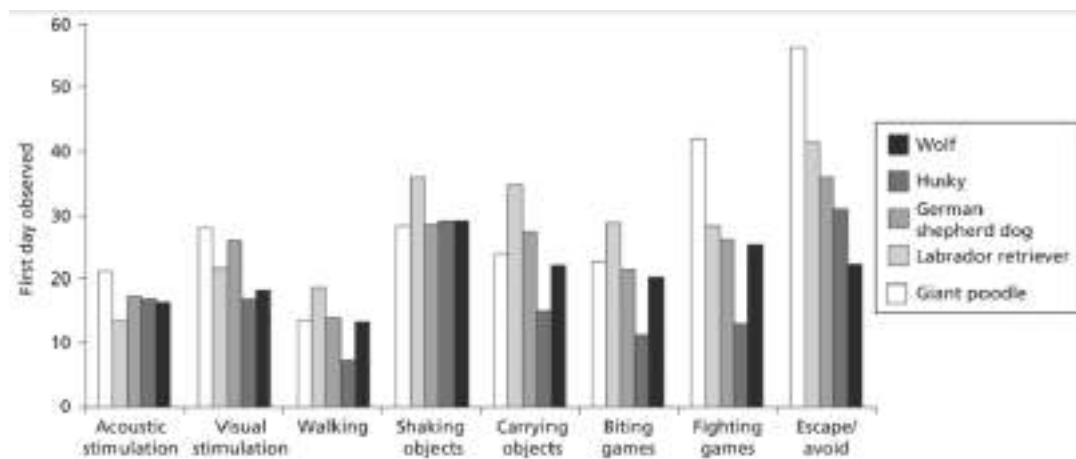


Figure 18: Premier jour d'apparition de différents comportements chez différentes races de chiens de taille moyenne et chez le loup (Feddersen-Petersen, 2001)

Le chiot sera considéré comme adulte entre 9 et 18 mois selon les races mais il n'est mature socialement qu'à 18 mois voire plus (Miklósi, 2015).

## 1. Objectifs de l'outil numérique

Cet outil a pour objectif d'être facilement accessible, interactif et attractif. Il a également été pris en compte le souhait de pouvoir mettre à jour aisément les informations contenues dans l'outil.

La frise chronologique digitale est destinée aux vétérinaires cliniciens ayant dans leur patientèle des chiens, et par conséquent des chiots. Il a pour objectif de fournir un support d'informations concernant le chiot de 0 à 6 mois en bonne santé. Il permet de pouvoir détecter le physiologique et ainsi de le différencier du pathologique lorsqu'un jeune chiot est présenté en consultation. Les informations concernant le chiot dans la littérature sont nombreuses mais éparpillées dans un grand nombre de sources. Ainsi cet outil permet de regrouper les informations disponibles afin d'en faire un « guide » du chiot de 0 à 6 mois où les données nécessaires en clinique sont rapidement et facilement retrouvées. Finalement les deux versions, manuscrit et outil digital, sont disponibles pour les vétérinaires.

## 2. Choix du support et de l'hébergement

### 2.1. Wordpress

*Wordpress* est un système de gestion de contenu en ligne gratuit et libre. Il trouve son origine en 2001 dans un logiciel de publication de blogs. C'est la version 5.0 *Bebo* qui a été utilisée pour notre outil. Elle permet la fabrication d'une interface intuitive et interactive avec des blocs qui servent à naviguer entre les différents éléments de l'arborescence de l'outil. Ce système permet de créer des pages et des articles contenant du texte enrichi et du contenu multimédia afin de rendre l'interface attractive.

Le système *Wordpress* permet de créer une interface qui offre de nombreux avantages :

- Elle est accessible en ligne sans restriction d'horaire ni de lieu.
- Elle est facile d'utilisation et intuitive. La navigation entre ses différents éléments est aisée.
- Elle est agréable et attractive, suscitant la curiosité de l'utilisateur.

Cependant, face à ces avantages, le système *Wordpress* demande des connaissances en informatique relativement avancées. Ainsi, nous avons demandé l'aide du personnel du service informatique de l'ENVT afin de rendre notre projet possible.

## **2.2 Le site de Néocare**

L'outil est hébergé sur le site du centre Neocare, centre dédié à l'élevage, la reproduction et la pédiatrie canine et féline de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Ce site est disponible en accès libre sur les moteurs de recherche, les réseaux sociaux et les outils de recherche scientifique. L'accès en ligne se fait via l'adresse suivante : [www.neocare.pro](http://www.neocare.pro).

Un onglet intitulé « Frise chronologique du chiot de 0 à 6 mois » a été créé sur le site internet de Neocare. Ainsi, il est possible d'y accéder directement via l'adresse :

<https://www.neocare.pro/le-developpement-du-chiot/>

## **3. Les sources utilisées pour la réalisation de l'outil**

### **3.1. Sources bibliographiques**

La plus longue partie du travail dans la construction de l'outil digital a été de rassembler et trier les informations concernant le chiot de 0 à 6 mois dans ce manuscrit. Les sources utilisées ont été diverses : livres, publications, articles de revues vétérinaires, thèses vétérinaires et toutes les références utilisées sont disponibles à la fin du manuscrit.

### **3.2. Source des illustrations**

Les photographies retrouvées sur le site internet ont été réalisées par une élèveuse canine. La chienne photographiée, Rumpler, est issue d'une portée de 9 chiots European Sled Dog nés le 23 avril 2020. Des séances de photographies ont été réalisées chaque jour la première semaine puis chaque semaine pendant 6 mois afin d'obtenir des clichés pour chaque période post-natale étudiée.

## 4. Architecture de l'outil numérique

### 4.1 Choix des périodes post-natales

Le développement du chiot de 0 à 6 mois a été divisé en 6 parties dans ce manuscrit et également dans l'outil digital. La première partie concerne la naissance et les premières 24h de vie, qui est un moment spécifique où un grand nombre d'évènements se déroulent et lors de laquelle les données sont bien spécifiques. Les 3 parties suivantes concernent le chiot de la naissance à l'âge de 1 mois, ce qui forme des intervalles très rapprochés mais les changements au cours de cette période sont nombreux et significatifs. Les intervalles de temps sont ensuite allongés car les changements deviennent plus progressifs et plus lents. Voici donc les 6 « périodes » étudiées :

- Naissance et premières 24h de vie
- 1<sup>ère</sup> semaine de vie
- 2<sup>ème</sup> semaine de vie
- 1<sup>er</sup> mois
- 2<sup>ème</sup> mois
- 3<sup>ème</sup> au 6<sup>ème</sup> mois

### 4.2. Les systèmes étudiés

Les systèmes étudiés pour chacune des périodes citées ci-dessus sont les suivants :

- Croissance (Evolution de la taille et du poids)
- Dentition
- Température
- Paramètres hématologiques
- Système digestif
- Système hépatobiliaire
- Système cardiovasculaire
- Système respiratoire
- Système urinaire
- Système musculo-squelettique
- Système neurologique
- Comportement

### 4.3. Arborescence générale

Une page d'accueil fait apparaître la frise chronologique sur laquelle les différentes périodes sont présentées. Lorsque l'utilisateur clique sur l'une de ces périodes, il accède à la page correspondante sur laquelle les différents systèmes étudiés sont proposés (Figure 19). Enfin, en cliquant sur le système recherché, il accède à une liste de fiches correspondant au système et la période choisis (Figure 20).



Figure 19 : Première hiérarchisation de l'arborescence de l'outil internet : les périodes de développement et les systèmes étudiés.



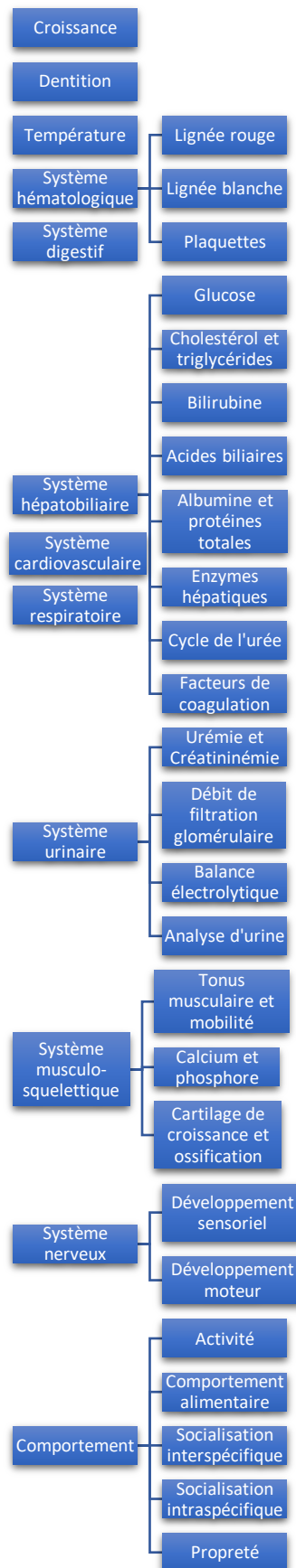


Figure 20: Deuxième hiérarchisation de l'arborescence de l'outil internet : les systèmes étudiés et les fiches proposées pour chacun

#### 4.4. Les fiches complémentaires

Des descriptions pratiques sont présentées en annexes de ce manuscrit et en fiches complémentaires de l'outil :

- L'examen clinique du chiot de 0 à 6 mois
- L'examen neurologique du chiot de 0 à 6 mois
- L'évaluation du comportement selon le Canine Behavioral Assessment and Research Questionnaire
- L'évaluation du score APGAR
- Les intervalles de références donnés pour le chiot par Idexx, avec ceux de l'adulte pour comparaison
- Les besoins nutritionnels du chiot en croissance
- Réalisation d'une prise de sang chez le chiot
- Réalisation d'un test de glycémie chez le chiot
- Réalisation d'un prélèvement urinaire chez le chiot

### **5. Limites de l'outil numérique**

L'outil créé présente toutefois des limites. Dans un premier temps, la recherche sur le chien évoluant chaque jour, les données présentées devront subir une mise à jour fréquente afin de conserver leur pertinence. De plus, l'accès à internet est nécessaire afin d'accéder aux informations.

Ensuite, son contenu est restreint aux données physiologiques. Les informations sur le chiot malade n'y sont pour le moment pas abordées.

Nous sommes partis du principe que seules des informations nécessaires en pratique de la médecine vétérinaire ne seraient abordées, certains systèmes pourraient être étudiés plus en détails pour être tout à fait exhaustifs.

Pour finir, les connaissances de bases sur l'anatomie et la physiologie de l'animal ne sont pas abordées, supposant que les utilisateurs les possèdent en amont. Cette limite s'applique donc aux étudiants vétérinaires encore en formation.

## 6. Perspectives de l'outil numérique

Le manuscrit et par conséquent l'outil devront subir des mises à jour régulières afin de garder leur pertinence. Un approfondissement de certains sujets pourra également être réalisé par la suite afin d'être le plus exhaustif possible.

Pour poursuivre dans le développement du dispositif, les pathologies courantes propres au chiot de 0 à 6 mois et pour chaque système pourront être ajoutées et présentées sous forme de cas cliniques. Il serait intéressant de s'appuyer sur le grand nombre de patients présentés aux cliniques des Animaux de compagnie de l'ENVT pour construire cette dernière partie.

Des annexes et compléments pourraient être ajoutés comme un atlas d'imagerie du chiot (échographie, radiographie...)

## 7. Discussion

Afin de répondre au mieux à la demande, et de présenter un outil le plus clair et pratique possible, plusieurs choix ont dû être faits au cours de l'écriture du manuscrit, puis lors de la mise en ligne de la frise chronologique. Ces choix peuvent bien évidemment être discutés et la frise présente l'avantage d'être évolutive et facilement modifiable.

### 7.1. Choix des périodes

Tout d'abord, il était indispensable de définir des périodes d'étude et de fixer des limites temporelles pour chaque partie. De façon générale, il est admis qu'à partir de 6 mois, le chiot peut être considéré comme ayant terminé son développement, même si pour la plupart des races, la croissance n'est pas terminée à cet âge. Il a donc été décidé de travailler sur la période allant de 0 à 6 mois. Cependant, les changements sont très nombreux au cours de cette période et tous les organes ne se développant pas à la même vitesse, le choix du découpage par périodes de vie a soulevé de nombreuses questions. Par exemple, les poumons du chiot sont matures et fonctionnels relativement tôt alors que les reins ne sont fonctionnels qu'après plusieurs mois de vie. De plus, les changements sont souvent très nombreux et rapides en tout début de vie, et l'évolution est plus lente dans les mois qui suivent. De ce fait, un découpage simple par mois ne semblait pas judicieux :

énormément de changements au cours du premier mois pour la plupart des organes, et de légères évolutions ensuite. Ainsi, il a été décidé de scinder le premier mois en trois périodes : La naissance et le premier jour de vie, la première semaine puis la deuxième semaine de vie. Ensuite, les données sont fournies pour chaque mois.

De même, la présentation en relation avec ces périodes ne sera pas la même dans le manuscrit et sur l'outil numérique. En effet, pour certains systèmes comme le système respiratoire ou le système digestif, les changements après 2 mois sont mineurs et certaines périodes ont été regroupées pour éviter trop de redondances à la lecture du manuscrit. On aura donc, par exemple, l'évolution « du troisième au sixième mois » en une seule partie, et non une partie pour chaque mois. Bien entendu, sur la version en ligne, un paragraphe correspond à chaque période du découpage initial, et donc, à chaque mois de vie.

En ce qui concerne le comportement, les périodes d'évolution comportementales souvent décrites dans la littérature (période néo-natale, période de transition, période de socialisation et période juvénile) ne correspondaient pas toujours exactement aux périodes de l'outil. Cependant, tout a été réorganisé de manière à adapter les données trouvées à la forme choisie pour la frise, sans que cela ne pose de difficultés majeures ou d'incohérences.

Enfin, lorsque cela semblait pertinent, il a été décidé de laisser un caractère évolutif qui traverse certaines parties. En effet, il est parfois nécessaire de pouvoir comparer ce qu'on observe sur un chiot à l'instant  $t$  à ce qu'on avait à l'instant  $t-1$  ou ce qu'on devrait trouver à l'instant  $t+1$ . C'est par exemple le cas de la dentition : il est difficile de donner l'âge exacte d'un chiot instantanément sans savoir quelles dents sont présentes un peu plus tôt ou un peu plus tard et l'interprétation est souvent très relative. Les informations sont donc données simultanément à titre comparatif pour chaque période.

## 7.2. Choix des sources

Une des principales difficultés dans la rédaction de ce manuscrit était la grande diversité de travaux, et donc de sources pour les différentes données. En effet, plusieurs études ont souvent été menées pour les mêmes paramètres, et les résultats divergent parfois entre ces études.

En fonction des résultats de chaque publication, des choix ont dû être faits :

- Faire apparaître tous les résultats dans un tableau regroupant les valeurs trouvées par chaque équipe de chercheurs. Cela était possible lorsque toutes les équipes obtenaient des résultats cohérents, avec des intervalles comparables (amylase, lipase, activité des enzymes hépatiques, ionogramme, protéines totales, albumine...)
- Faire apparaître un résultat unique, englobant ou non les divergences entre les différentes équipes de recherche. C'est le cas pour les paramètres hématologiques dans ce manuscrit, où seuls les résultats d'Earl et al sont présentés alors que d'autres travaux existent. En effet, les autres travaux présentaient un effectif trop petit pour considérer l'information comme réellement utilisable ou utilisaient eux-mêmes les données fournies par Earl et al quelques années plus tôt.
- Ne faire apparaître aucune valeur. C'est le cas ici pour l'urémie et la créatininémie puisque les différents résultats trouvés dans la littérature divergeaient énormément, donnant des intervalles bien trop différents. Une présentation des différents résultats aurait été inutilisable par le vétérinaire praticien qui n'aurait pas su quelle information choisir. L'idéal est alors de se référer aux données fournies par la notice de l'analyseur utilisé si celle-ci fournit des données pédiatriques.

### 7.3 Divergence d'analyseurs

Il semble évident que tous les paramètres mesurés sont automate-dépendants et que les seuils peuvent être différents selon la machine utilisée. La question se pose alors de donner des valeurs précises sur l'outil numérique puisque le vétérinaire qui le consulte peut n'avoir aucun des analyseurs utilisés dans les études et donc, ne pas savoir si son résultat est physiologique ou pathologique. Dans ce cas, lorsqu'elles étaient disponibles, les valeurs de référence de l'adulte pour chaque équipe de recherche ont été ajoutées et permettent de s'y référer pour savoir si les valeurs pour le chiot sont physiologiquement supérieures/inférieures/égales aux valeurs de référence de l'adulte.



---

## CONCLUSION

---

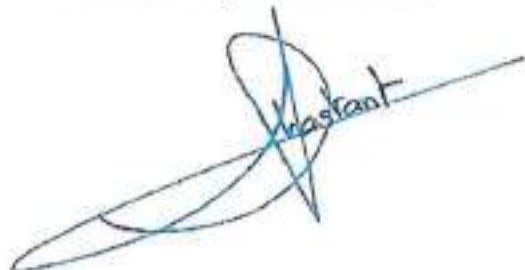
Ce travail a permis l'élaboration d'un outil pratique consacré au chiot depuis sa naissance jusqu'à l'âge de 6 mois. Les informations concernant le chien et plus précisément le chiot de 0 à 6 mois sont nombreuses mais éparpillées dans la littérature. L'objectif de ce travail a été de les rassembler afin d'en faire un outil pratique et utile pour les vétérinaires cliniciens. Il est proposé sous deux formes : le manuscrit et l'outil digital. Celles-ci sont divisées en périodes de la vie post-natale du chiot. Chacune d'entre elles reprend les grands systèmes de l'organisme du chiot et en aborde les informations importantes et nécessaires au cours d'une consultation et fournit des clés nécessaires à l'interprétation des examens complémentaires.

L'outil digital se veut accessible, interactif et pratique dans son utilisation. Sa création sur internet en fait un support malléable et renouvelable, permettant sa mise à jour permanente. Il devra continuer d'être travaillé, étoffé et approfondi afin de fournir des données justes, à jour et pertinentes.

**AGREMENT SCIENTIFIQUE**  
**En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire**

Je soussignée, Sylvie CHASTANT, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directrice de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Johanna DUMONT-DAYOT** intitulée « **Evolution des paramètres physiologiques du chiot de 0 à 6 mois : réalisation d'un outil numérique** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 07/10/2020  
Enseignant-chercheur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse  
Professeure Sylvie CHASTANT



Vu :  
Le Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse  
M. Pierre SANS



Vu :  
Le Président du jury  
Professeur Jean PARINAUD



Vu et autorisation de l'impression :  
Le Président de l'Université Paul Sabatier  
M. Jean-Marc BROTO



Président de l'Université Paul Sabatier,  
pour l'Université Paul Sabatier,  
La Vice-Présidente de l'EFVU  
Christiane ALARY

Mme Johanna DUMONT-DAYOT  
a été admis(e) sur concours en : 2015  
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 09/07/2019  
a validé son année d'approfondissement le : 04/06/2020  
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.



---

## REFERENCES

---

- Autier-Dérian, D., Deputte, B.L., Chalvet-Monfray, K., Coulon, M., Mounier, L., 2013. Visual discrimination of species in dogs (*Canis familiaris*). *Anim. Cogn.* 16, 637–651. <https://doi.org/10.1007/s10071-013-0600-8>
- Beaver, B.V., 1982. Somatosensory development in puppies, *Veterinary Medicine/Small Animal Clinician*. pp. 39–41. Volume 1
- Bendaoud-Joubert, A., 2018. Évaluation et conseils d'optimisation du bien-être en élevage canin. Thèse de doctorat vétérinaire, Alfort. 116 pages
- Bright, J.M., 2011. The Cardiovascular System, *Veterinary Pediatrics*. Hoskins, J. Elsevier, Philadelphia, p. 32. 594 pages
- Bulmer, B.J., 2011. Chapter 32 - The Cardiovascular System, in: Peterson, M.E., Kutzler, M.A. (Eds.), *Small Animal Pediatrics*. W.B. Saunders, Saint Louis, pp. 289–304. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00032-2>
- Calvache, C., 2008. Les variations de l'hémogramme chez le chiot : Etude bibliographique et étude rétrospective menée sur 105 hémogrammes d'animaux présentés à la consultation de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Thèse de doctorat vétérinaire, Toulouse. 53 pages
- Casseleux, G., 2007. Détermination des valeurs usuelles biochimiques et hématologiques du chiot âgé de 0 à 8 semaines. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Alfort. 138 pages
- Catteau, M., 2014. Température du chiot en période néonatale et pédiatrique : mesure, variation, intérêt pronostique. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Toulouse. 54 pages
- Center, S., Randolph, J., ManWarren, T., Slater, M., 1991. Effect of colostrum ingestion on gamma-glutamyltransferase and alkaline phosphatase activities in neonatal pups. *Am. J. Vet. Res.* 52, 499—504.
- Center, S.A., 2011. Chapter 37 - The Liver, Biliary Tract, and Exocrine Pancreas, in: Peterson, M.E., Kutzler, M.A. (Eds.), *Small Animal Pediatrics*. W.B. Saunders, Saint Louis, pp. 368–390. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00037-1>
- Chastant-Maillard, S., 2020. Le défaut de production de lait chez la chienne ou la chatte. *Point Veterinaire N°407*. Juillet 2020
- Delebarre, M., 2014. Evaluation de la santé néonatale chez le chiot : identification des facteurs de risque de mortalité néonatale. Thèse de doctorat vétérinaire, Toulouse. 61 pages
- Earl, F.L., Melveger, B.E., Wilson, R.L., 1973. The hemogram and bone marrow profile of normal neonatal and weanling beagle dogs. *Lab. Anim. Sci.* 23, 690–695.
- Feddersen-Petersen, D., 2004. *Hundepsychologie: Sozialverhalten und Wesen, Emotionen und Individualität*, Kosmos. ISBN : 978-3-440-09780-9, 496 pages.
- Fiszdon, K., Kowalczyk, I., 2009. Litter size, puppy weight at birth and growth rates in different breeds of dogs. *Ann. Wars. Univ. Life Sci.* 161–168.
- Fox, M., 1963. Conditioned Reflexes and Innate Behaviour of the Neonate Dog. *J. Small Anim. Pract.* 4, 85–99. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1963.tb01827.x>
- Fox, M.W., 1964. The ontogeny of behaviour and neurologic responses in the dog. *Anim. Behav.* 12, 301–310.
- Fox, M.W., 1968. Neuronal development and ontogeny of evoked potentials in auditory and visual cortex of the dog. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 24, 213–226.
- Giffroy, J.-M., 1985. Le développement comportemental du chiot. *Bulletin des GTV n°6*. 23–28.

- Goddard, M.E., Beilharz, R.G., 1984. The relationship of fearfulness to, and the effects of, sex, age and experience on exploration and activity in dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 12, 267–278. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(84\)90119-9](https://doi.org/10.1016/0168-1591(84)90119-9)
- Gorman, M.E., 2011. Chapter 30 - Clinical Chemistry of the Puppy and Kitten, in: Peterson, M.E., Kutzler, M.A. (Eds.), *Small Animal Pediatrics*. W.B. Saunders, Saint Louis, pp. 259–275. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00030-9>
- Greer, R.J., Cohn, L.A., Dodam, J.R., Wagner-Mann, C.C., Mann, F.A., 2007. Comparison of three methods of temperature measurement in hypothermic, euthermic, and hyperthermic dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 230, 1841–1848. <https://doi.org/10.2460/javma.230.12.1841>
- Harper, E.J., Hackett, R.M., Wilkinson, J., Heaton, P.R., 2003. Age-related variations in hematologic and plasma biochemical test results in Beagles and Labrador Retrievers. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 223, 1436–1442. <https://doi.org/10.2460/javma.2003.223.1436>
- Hawkins, B., 2011. Dental Disease and Care, *Veterinary Pediatrics*. Hoskins, J. Elsevier, Philadelphia p. 135–146. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7216-7665-4.50013-9>. 594 pages
- Hawthorne, A.J., Booles, D., Nugent, P.A., Gettinby, G., Wilkinson, J., 2004. Body-Weight Changes during Growth in Puppies of Different Breeds. *J. Nutr.* 134, 2027S-2030S. <https://doi.org/10.1093/jn/134.8.2027S>
- Heird, W.C., Schwarz, S.M., Hansen, I.H., 1984. Colostrum-Induced Enteric Mucosal Growth in Beagle Puppies. *Pediatr. Res.* 18, 512–515. <https://doi.org/10.1203/00006450-198406000-00005>
- Heller, J., Capek, K., 1965. Changes in body water compartments and inulin and PAH clearance in the dog during postnatal development. *Physiol. Bohemoslov.* 14, 433–438.
- Hoskins, J., 2011. Physical Examination and Diagnostic Imaging Procedures, *Veterinary Pediatrics*. Hoskins, J. Elsevier, Philadelphia p. 1–21. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7216-7665-4.50005-X>. 594 pages
- Hoskins, J., 2011. The Digestive System, *Veterinary Pediatrics*. Hoskins, J. Elsevier, Philadelphia. p. 53. 594 pages
- Hoskins, J., 2011. The Liver and Pancreas, *Veterinary Pediatrics*. Hoskins, J. Elsevier, Philadelphia p. 25. 594 pages
- Imbert, M., 1979. Development of the visual system: role of early experience. *J. Physiol. (Paris)* 75, 207–217.
- Kleinman, L.I., Lubbe, R.J., 1972. Factors affecting the maturation of glomerular filtration rate and renal plasma flow in the new-born dog. *J. Physiol.* 223, 395–409.
- Kruger, J.M., Osborne, C.A., Lulich, J.P., Polzin, D.P., Fitzgerald, S.D., 2011. The Urinary System, *Veterinary Pediatrics*. Hoskins, J. Elsevier, Philadelphia p. 31. 594 pages
- Lecarpentier, M., Martinez, C., 2017. La croissance du chiot entre 0 et 2 mois : établissement de courbes de croissance de référence par race. Thèse de Doctorat vétérinaire, Toulouse. 283 pages
- Lord, K., 2013. A Comparison of the Sensory Development of Wolves (*Canis lupus lupus*) and Dogs (*Canis lupus familiaris*). *Ethology* 110–120. <https://doi.org/10.1111/eth.12044>
- Mila H., Grellet A., Chastant-Maillard S., 2012. Prognostic value of birth weight and early weight gain on neonatal and pediatric mortality: a longitudinal study on 984 puppies. Presented at the 7th Quadrennial International Symposium on Canine and Feline Reproduction. Whistler, Canada, 26-29 juillet 2012

- Mila, H., Grellet, A., Feugier, A., Chastant-Maillard, S., 2015. Differential impact of birth weight and early growth on neonatal mortality in puppies. *J. Anim. Sci.* 93, 4436–4442. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-8971>
- Mila, H., Grellet, A., Delebarre, M., Mariani, C., Feugier, A., Chastant-Maillard, S., 2017. Monitoring of the newborn dog and prediction of neonatal mortality. *Prev. Vet. Med.* 143, 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.05.005>
- Miller, J.B., 2011. Chapter 20 - Approach to the Febrile Patient, in: Peterson, M.E., Kutzler, M.A. (Eds.), *Small Animal Pediatrics*. W.B. Saunders, Saint Louis, pp. 161–167. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00020-6>
- Moon, P.F., Massat, B.J., Pascoe, P.J., 2001. Neonatal Critical Care. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 31, 343–367. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(01\)50209-0](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(01)50209-0)
- Mueggler, P.A., Peterson, J.S., Koler, R.D., Metcalfe, J., Black, J.A., 1979. Postnatal regulation of oxygen delivery: hematologic parameters of postnatal dogs. *Am. J. Physiol.-Heart Circ. Physiol.* <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1979>. Volume 237, 71 pages.
- Mugnier, A., Grellet, A., Mila, H., Chastant-Maillard, S., 2020. L'évaluation du risque de mortalité selon le poids de naissance du chiot. *Point Vétérinaire* N°407, 01/07/2020.
- O'Brien, M.A., McMichael, M.A., Le Boedec, K., Lees, G., 2014. Reference intervals and age-related changes for venous biochemical, hematological, electrolytic, and blood gas variables using a point of care analyzer in 68 puppies. *J. Vet. Emerg. Crit. Care* N°24, 291–301. <https://doi.org/10.1111/vec.12162>
- Pageat, P., 1998. *Pathologie du comportement du chien*, 2e éd. ed, Collection Médecine vétérinaire. Éd. du Point vétérinaire, Maisons-Alfort.
- Peter, A.T., 2011. *The Reproductive System, Veterinary Pediatrics*. Hoskins, J. Elsevier, Philadelphia p. 13. 594 pages.
- Poffenbarger, E.M., Ralston, S.L., Chandler, M.L., Olson, P.N., 1990. Canine neonatology. Part 1. Physiologic differences between puppies and adults. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 12, 1601–1609.
- Pollet, R., 2009. *La denture du chien : le jugement des dents chez le Schipperke*.
- Prendergast, H., 2011. Nutritional Requirements and Feeding of Growing Puppies and Kittens, Peterson, M.E., Kutzler, M.A. (Eds.), *Small Animal Pediatrics*. W.B. Saunders, Saint Louis, pp. 58–66. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00008-5>
- Richard, E., Toniolo, A., 2019. *Évaluation morphométrique et échographique de la croissance du chiot au cours des deux premiers mois de vie*. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Toulouse. 108 pages.
- Rickard, V., 2011. Chapter 2 - Birth and the First 24 Hours, Peterson, M.E., Kutzler, M.A. (Eds.), *Small Animal Pediatrics*. W.B. Saunders, Saint Louis, pp. 11–19. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00002-4>
- Root Kustritz, M.V., 2011a. Chapter 3 - History and Physical Examination of the Neonate, in: Peterson, M.E., Kutzler, M.A. (Eds.), *Small Animal Pediatrics*. W.B. Saunders, Saint Louis, pp. 20–27. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00003-6>
- Root Kustritz, M.V., 2011b. Chapter 4 - History and Physical Examination of the Weanling and Adolescent, in: Peterson, M.E., Kutzler, M.A. (Eds.), *Small Animal Pediatrics*. W.B. Saunders, Saint Louis, pp. 28–33. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00004-8>
- Rørtveit, R., Sævik, B.K., Eggertsdóttir, A.V., Skancke, E., Lingaas, F., Thoresen, S.I., Jansen, J.H., 2015. Age-related changes in hematologic and serum biochemical variables in

- dogs aged 16-60 days. *Vet. Clin. Pathol.* N°44, 47–57.  
<https://doi.org/10.1111/vcp.12220>
- Rosset, E., 2006. La prévention des troubles du comportement chez le chiot à l'élevage. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Lyon. 181 pages
- Rosset, E., Rannou, B., Casseleux, G., Chalvet-Monfray, K., Buff, S., 2012. Age-related changes in biochemical and hematologic variables in Borzoi and Beagle puppies from birth to 8 weeks. *Vet. Clin. Pathol.* 41, 272–282.  
<https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2012.00415.x>
- Scott, J.P., Fuller, J.L., 1965. *Genetics and the Social Behavior of the Dog*. University of Chicago Press. 506 pages
- Shepherd, K., 2009. Development of behaviour, social behaviour and communication in dog. *BSAVA Manual of Canine and Feline Behavioural Medicine*. Eds Horwitz D.F, Mills D.S, 2ème Ed., Gloucester, British Small Animal Veterinary Association, . pp. 8–20.
- Shifrine, M., Munn, S.L., Rosenblatt, L.S., Bulgin, M.S., Wilson, F.D., 1973. Hematologic changes to 60 days of age in clinically normal beagles. *Lab. Anim. Sci.* 23, 894–898.
- Silverstein, D., 2009. *Small animal critical care medicine*. Saunders/Elsevier, St. Louis, Mo.
- Taboada, J., Turnwald, G.H., 2011. *The Respiratory System, Veterinary Pediatrics*. Hoskins, J. Elsevier, Philadelphia p.23. 594 pages.
- Themes, U.F.O., 2016. *The Liver, Biliary Tract, and Exocrine Pancreas*. URL <https://veteriankey.com/the-liver-biliary-tract-and-exocrine-pancreas/> (consulté le 04.10.2019).
- Trautvetter, E., Detweiler, D.K., Patterson, D.F., 1981. Evolution of the electrocardiogram in young dogs during the first 12 weeks of life. *J. Electrocardiol.* 14, 267–274.  
[https://doi.org/10.1016/S0022-0736\(81\)80008-8](https://doi.org/10.1016/S0022-0736(81)80008-8)
- Vastrade, F., 1986. L'examen comportemental du chiot, *Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie* N°21. pp. 273–284.
- Veronesi, M.C., Panzani, S., Faustini, M., Rota, A., 2009. An Apgar scoring system for routine assessment of newborn puppy viability and short-term survival prognosis. *Theriogenology* 72, 401–407.  
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.03.010>
- von Dehn, B., 2014. Pediatric Clinical Pathology. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 44, 205–219. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2013.10.003>
- Zabielski, R., Le Huërou-Luron, I., Guilloteau, P., 1999. Development of gastrointestinal and pancreatic functions in mammals (mainly bovine and porcine species): influence of age and ingested food. *Reprod. Nutr. Dev.* 39, 5–26.

---

## LISTE DES ANNEXES

---

Annexe 1 : Questionnaire adressé aux vétérinaires praticiens .....	151
Annexe 2 : Consultation et Examen clinique du chiot de 0 à 6 mois (adapté d'après L.Ribard, 2019) .....	157
Annexe 3 : Besoins nutritionnels du chiot en croissance (Cours d'Alimentation, ENVT, 2016).....	165
Annexe 4 : Evaluation du score APGAR (D'après NeoCare, ENVT) .....	167
Annexe 5 : Examen neurologique du chiot de 0 à 6 mois (adapté d'après L.Ribard, 2019). .....	169
Annexe 6 : Extrait du Canine Behavioral Assessment and Research Questionnaire (D'après Hsu et Serpell, 2003).....	173
Annexe 7 : Intervalles de références Idexx Catalyst Chemistry Analyser pour le chien adulte et pour le chiot (site internet Idexx).....	179
Annexe 8 : Réalisation d'un prélèvement sanguin chez le chiot.....	181
Annexe 9 : Réalisation d'un test de glycémie chez le chiot .....	183
Annexe 10 : Réalisation d'un prélèvement urinaire chez le chiot .....	185



## Annexe 1 : Questionnaire adressé aux vétérinaires praticiens

### EST-IL FACILE DE SAVOIR CE QUI EST NORMAL OU ANORMAL CHEZ UN CHIOT ?

Ce questionnaire s'adresse aux vétérinaires praticiens ayant une activité canine (pure ou mixte).

Dans le cadre de ma thèse vétérinaire, je prépare un outil numérique destiné aux vétérinaires, simple d'utilisation et interactif regroupant un maximum d'informations pratiques pour l'interprétation d'examens réalisés chez le chiot de 0 à 6 mois.

Dans cet outil, la recherche s'effectuera en cliquant sur un âge (par exemple : « entre 10 et 20 jours »), puis sur un système (par exemple : « Le système digestif »). Puis, un ensemble de fiches sera proposé (par exemple : « Dentition du chiot âgé de 10 à 20 jours », « Valeurs biochimiques usuelles de 10 à 20 jours » ...).

Dans quel département exercez-vous ? (numéro)

Votre réponse \_\_\_\_\_

Type d'exercice :

- Canine pure
- Mixte à dominante canine
- Mixte à dominante rurale ou équine

Etes-vous :

- Un homme
- Une femme

Année de sortie d'école :

Votre réponse \_\_\_\_\_

Fermi vos clients, combien sont des éleveurs canins ?

- Aucun
- Entre 1 et 5
- Entre 5 et 10
- Entre 10 et 20
- Plus de 20

#### Dans votre pratique courante....

Dans votre pratique, êtes-vous amené(e) à examiner des chiots de moins de 2 mois (hors consultation vaccinale) ? \*

- Jamais
- Rarement
- Occasionnellement
- Fréquemment

Dans votre pratique, êtes-vous amené(e) à examiner des chiots entre 2 et 6 mois (hors consultation vaccinale) ? \*

- Jamais
- Rarement
- Occasionnellement
- Fréquemment



Si vous êtes amené(e) à consulter des chiots (hors consultation vaccinale) :

Avez-vous des difficultés à interpréter l'examen clinique général d'un chiot ?

- Oui
- Non

Réalisez-vous des examens complémentaires chez le chiot (hors autopsie) ?

- Oui, souvent
- Oui, parfois
- Oui, rarement
- Jamais

Si oui, lesquels ?

- Biochimie sanguine
- Numération-formule sanguine
- Densité urinaire
- Bandelette urinaire
- Radiographie
- Echographie
- Recherche d'agents pathogènes par PCR
- Recherche de mutations génétiques
- Examen bactériologique
- Autre : \_\_\_\_\_

Si non, (ou pour les examens que vous ne réalisez pas ou peu), pourquoi ?

- Difficultés de réalisation du prélèvement
- Difficultés d'interprétation des résultats
- Coût de l'examen
- Autre : \_\_\_\_\_

Dans votre pratique courante...

Pesez-vous les chiots lors de l'examen clinique ? \*

- Jamais
- Rarement
- Occasionnellement
- Toujours

A quoi vous sert cette information ?

- Uniquement à calculer les doses de médicaments à administrer
- Comme élément de diagnostic d'un trouble de la santé (retard de croissance, amaigrissement...)
- Pour le suivi de l'efficacité d'un traitement
- Autre : \_\_\_\_\_

A quelle(s) référence(s) comparez-vous le poids du chiot pour décider si celui-ci souffre d'un retard de croissance ?

Votre réponse : \_\_\_\_\_

Auriez-vous l'utilité d'un outil numérique pour : \*

- Préciser les techniques de prélèvement chez le chiot de moins de 2 mois
- Vous aider à interpréter l'examen clinique
- Vous aider à interpréter les examens complémentaires
- Vous aider dans le diagnostic différentiel
- Vous orienter dans la mise en place d'un traitement
- Autre : \_\_\_\_\_

Auriez-vous besoin d'un outil pour vous aider à gérer des cas de mortalité de chiots ?

- Non
- Oui, pour m'aider à réaliser l'autopsie et les prélèvements
- Oui, pour m'aider à interpréter l'autopsie
- Oui, pour m'aider à choisir les prélèvements à réaliser
- Oui, pour m'aider à choisir les analyses à demander
- Oui, pour m'aider dans le diagnostic différentiel
- Oui, pour m'aider dans l'interprétation des résultats des examens complémentaires
- Autre : \_\_\_\_\_

Auriez-vous besoin de conseils pour gérer les demandes des acheteurs d'un chiot auprès des éleveurs lorsque le chiot est malade (demande de prise en charge des frais vétérinaires, demande de remboursement partiel ou total du prix d'achat du chiot ...)?

- Oui, de type "juridique"
- Oui, de type "gestion de conflit"
- Non

La parole est à vous (commentaires, remarques, suggestions, critiques...):

Votre réponse: \_\_\_\_\_



## **Annexe 2 : Consultation et Examen clinique du chiot de 0 à 6 mois** **(adapté d'après L.Ribard, 2019) .**

L'examen clinique du chiot de moins de 6 mois diffère légèrement de celui de l'adulte du fait de sa petite taille et de son immaturité anatomique et physiologique. Seules les différences sont reportées dans cette annexe.

### **❖ Recueil des commémoratifs**

Avant d'accueillir le chiot en consultation, il est intéressant de récupérer les informations concernant son mode de vie. Les renseignements à recueillir concernent :

- ✓ La mère du chiot : son âge, son historique clinique, le nombre de portées précédentes, son alimentation, son calendrier vaccinal et d'administration d'antiparasitaires interne et externe ainsi que son état clinique actuel.
- ✓ La portée : nombre de chiots, nombre de chiots mort-nés ou morts pendant la période post-natale, informations cliniques sur les autres chiot (affection restreinte uniquement à ce chiot ou non), suivi du poids des chiots.
- ✓ Le mode de vie du chiot : conditions d'élevage, alimentation (dont l'ingestion du colostrum), autres animaux du foyer.
- ✓ Les traitements éventuels déjà administrés à la mère ou aux chiots.
- ✓ Le motif de la consultation : durée et évolution des symptômes, fréquence, circonstances d'apparition, signes cliniques notés par le propriétaire, nombre de chiots concernés.

### **❖ La consultation du chiot**

#### **1) Accueil d'un chiot en consultation**

Il est conseillé d'accueillir le chiot dans une salle correctement chauffée, en présence de sa mère s'il a moins de 2 mois. Si cette dernière n'est pas présente, des bouillottes ou un tapis chauffant peuvent être préparées afin d'éviter une hypothermie.

L'examen est réalisé sur une zone propre (table désinfectée et recouverte d'une alèse) et idéalement sur un matelas chauffant.

Afin de limiter le stress du patient et de sa mère, il est important de limiter le nombre d'intervenants et de personnes présentes dans la salle. Le niveau sonore doit être réduit au strict minimum. Les gestes amples et brusques sont à éviter. Il est essentiel que la

consultation se déroule le plus agréablement possible pour le patient afin qu'elle ne soit pas une expérience négative. Ainsi, l'animal se montrera plus coopératif lors des futures consultations.

Le matériel nécessaire à l'examen doit être adapté à la taille et à la fragilité du patient (otoscope à embout de petit diamètre, balance de précision de l'ordre du gramme capable de peser à partir de 50 grammes, stéthoscope pédiatrique, thermomètre à bout fin et souple). Il permet de réaliser un examen clinique précis et sans blesser le nouveau-né.

## **2) L'examen à distance**

L'examen de l'animal commence dès que l'animal rentre dans la salle de consultation et est déposé sur la table. L'examen à distance doit permettre d'évaluer la relation du chiot avec son environnement. Tout d'abord, il faut apprécier l'attitude du chiot face à un environnement inconnu. Un chiot nouveau-né en bonne santé reste blotti avec ses frères et soeurs dans le nid et émet des vocalises lorsqu'on l'éloigne de ce dernier. Un chiot isolé des autres, semblant manquer de vigueur, ou un chiot émettant des vocalises sans raison apparente doit être examiné attentivement. Un chiot de moins d'un mois dort la majorité du temps, tandis qu'au-delà d'un mois, le chiot commence à explorer. Ces points sont à contrôler et à prendre en compte à cette étape de la consultation.

On note également l'état de maigreur de l'animal (examen subjectif) et son aspect général. Ensuite, on s'intéresse à ses postures et sa locomotion. Puis, on observe sa respiration à distance. Elle doit être régulière et non forcée. Enfin, on cherche à détecter des malformations évidentes sur le corps ou la tête du chiot.

L'examen se termine par une prise de température rectale et une pesée. Il est important de savoir que l'état d'excitation ou de stress du patient a une influence sur sa température corporelle.

### 3) L'examen rapproché

Cette étape se déroule de l'extrémité crâniale vers l'extrémité caudale du patient.

#### ➤ Examen de la tête

##### - *Crâne et face*

On recherche la présence de malformations anatomiques de la tête et de la face. On cherche tout gonflement ou asymétrie de la tête en général.

##### - *Oreilles*

Le conduit auditif est fermé à la naissance et s'ouvre progressivement pendant la dizaine de jours qui suivent. Il ne peut être observé dans son intégralité que vers 4 semaines environ.

##### - *Yeux*

L'examen de l'oeil lui-même n'est possible qu'après l'ouverture des paupières. Avant cela, il est possible d'examiner la zone péri-oculaire et les paupières et d'observer des réactions à la lumière.

On commence tout d'abord par un examen à distance de l'œil.

On passe ensuite à un examen rapproché. La cornée présente un oedème physiologique jusqu'à 4 à 6 semaines d'âge. L'examen des structures internes n'est donc possible qu'à partir de cet âge. L'iris peut être clair à la naissance et n'acquiert sa couleur définitive que vers 4 à 6 semaines. Il est alors lisse et régulier. Toute irrégularité ou persistance de la membrane pupillaire est à noter. L'examen des réflexes liés à la vision est détaillé dans « Examen neurologique du chiot de 0 à 6 mois ».

Parmi les examens complémentaires, le test de Schirmer et le test à la fluorescéine peuvent être réalisés sans risques. Afin de réaliser l'examen du cristallin et de la rétine, du Mydriaticum à 0,5 % peut être instillé à raison de 1 goutte par œil, 2 fois à 4 minutes d'intervalle. Pour observer le cristallin, l'ophtalmoscope direct est utilisé sur + 8 à + 12 Dioptries. Pour la rétine et le disque optique, il est utilisé sur - 2 à + 2 Dioptries, mais cet examen n'est possible qu'à partir de 6 semaines d'âge environ du fait de l'œdème décrit plus haut.

#### *- Museau et narines*

Le museau est palpé à la recherche d'asymétrie ou de malformation. L'examen des cavités nasales peut être facilité par l'utilisation du stylo lampe, mais reste toutefois difficile compte-tenu de leur diamètre.

#### *- Bouche*

La cavité buccale fournit beaucoup d'informations sur l'état de santé du chiot. Son ouverture peut être obtenue à l'aide d'un coton tige humide. L'haleine du chiot a une odeur de lait caractéristique. L'altération de cette odeur peut être provoquée par une maladie, un aliment ingéré ou bien un traitement médical. La cavité buccale d'un chiot en bonne santé est généralement légèrement hyperémiée la première semaine de vie, lisse et brillante, avec des sécrétions en quantité limitée. Le temps de remplissage capillaire est inférieur à deux secondes. Les dents sont examinées et peuvent permettre une estimation de l'âge du chiot si celui-ci n'est pas connu (voir Chapitre « dentition »). Le larynx et le palais mou font l'objet d'une recherche d'anomalie de longueur ou d'aspect.

#### ➤ Examen du cou

La palpation du cou peut mettre en évidence un gonflement anormal, une anomalie spinale, un mégaoesophage ou encore une anomalie des noeuds lymphatiques de la zone.

#### ➤ Membres thoraciques

Les membres thoraciques doivent être examinés de façon symétrique afin de déceler toute différence entre les deux membres. Chez les animaux très jeunes ou de petite taille, les noeuds lymphatiques préscapulaires ne sont pas palpables.

#### ➤ Thorax

##### *- Palpation du thorax*

On évalue sa symétrie, l'absence de blessures et de fractures de côtes ainsi que l'absence d'anomalies spinales. Le sternum est également palpé à la recherche d'anomalie de conformation.

##### *- Auscultation cardiaque*

L'auscultation cardiaque peut être difficile et le rythme cardiaque très élevé chez les chiots de petite taille.



Chez le chiot, pour différencier un souffle fonctionnel d'un souffle pathologique, plusieurs éléments sont à prendre en compte. Les souffles fonctionnels sont en général de faible intensité (grade 1/6 à 3/6), ils sont audibles en début de systole et localisés au niveau de la base du cœur, à gauche. Ces souffles fonctionnels ont des origines diverses : persistance des communications vasculaires du fœtus, augmentation ou diminution transitoire de la vitesse du sang ou tonus sympathique élevé. Les souffles pathologiques sont généralement de grade plus élevé, associés à un thrill précordial, des pouls veineux ou artériel anormaux et/ou une cardiomégalie.

#### - Auscultation pulmonaire

Comme l'auscultation cardiaque, l'auscultation des poumons du chiot est parfois rendue difficile de par la petite taille du patient et la faible intensité des mouvements d'air dans les voies respiratoires.

#### ➤ La palpation abdominale

Lors de cet examen, les mouvements doivent être doux, lents et précautionneux. Les organes d'un animal nouveau-né sont fragiles. Il est possible de n'utiliser qu'une seule main. En temps normal, le foie et la rate ne sont pas palpables. En outre, les deux reins sont palpables, le rein gauche étant plus caudal et mobile que le rein droit. Quant à l'estomac, il apparaît comme une grande poche fluctuante s'il est plein. Il est difficile de le distinguer du reste du tube digestif s'il est vide. Les intestins sont mous et mobilisables, à contenu liquide ou gazeux. L'intestin grêle est parfois palpable en région crâniale à moyenne de l'abdomen. Le caecum est palpable dans l'abdomen crânial. Le côlon parcourt l'abdomen sur toute sa longueur et peut être reconnu par les fèces qu'il contient. Les fèces doivent se déformer lorsqu'une pression est exercée sur eux à travers la paroi abdominale, alors qu'une masse ne se déforme pas et sa palpation est douloureuse. La vessie, en région caudale de l'abdomen, est facilement mobilisable.

#### ➤ Examen de l'ombilic

L'ombilic doit être inspecté attentivement à la recherche de signes d'infection ou de toute autre anomalie de la paroi abdominale (hernie ombilicale). En cas de hernie, la taille et le contenu de celle-ci sont à déterminer.

➤ Membres pelviens

Les membres pelviens, tout comme les thoraciques, doivent être examinés de façon symétrique afin de déceler toute différence entre les deux membres. Les nœuds lymphatiques poplités sont difficilement mobilisables chez le chiot de moins de 2 mois.

➤ Examen de la zone périanale

On examine la zone périanale à la recherche d'anomalies telles qu'une inflammation, des sécrétions anormales ou des malformations (notamment fistules). On cherche les signes de diarrhée, constipation ou saignement d'origine digestive. La défécation peut être stimulée à l'aide d'un coton humide afin de s'assurer de son bon déroulement et pouvoir observer des fèces le cas échéant.

➤ Examen des organes génitaux

L'appareil génital est examiné à la recherche de malformations ou de toute autre anomalie.

**Mâle** : Les testicules descendent dans le scrotum après la naissance. Les testicules passent par le canal inguinal entre le 3<sup>ème</sup> et le 4<sup>ème</sup> jour après la naissance et deviennent palpables environ 35 jours après la naissance. On considère que la descente testiculaire s'achève 7 semaines après la naissance (Peter, 2001).

**Femelle** : On examine l'aspect externe de la vulve : on décèle une inflammation, des écoulements ou la présence de fèces (fistules).

➤ Examen de la queue

Lors de l'examen de la queue, on observe ses mouvements, sa position au repos et sa forme. Une palpation permet de rechercher des anomalies vertébrales (anomalies congénitales ou traumatiques).

➤ Examen de la peau et des phanères

Cette étape concerne l'ensemble du corps du chiot. On examine tout d'abord la peau à la recherche de lésions ou d'anomalies. On examine ensuite l'aspect et le développement du pelage. Il doit être brillant et propre. On recherche également la trace d'éventuels

parasites. Tous les examens dermatologiques classiques sont utilisables chez le chiot : scotch-test, raclage, trichogramme.

Concernant l'appréciation de l'état d'hydratation du chiot, le test du pli de peau n'est pas significatif avant 6 semaines d'âge. Pour évaluer l'état d'hydratation du chiot, on se concentre plutôt sur l'examen de muqueuses et des urines.

Finalement, on examine les coussinets et les griffes sur les quatre membres.



### **Annexe 3 : Besoins nutritionnels du chiot en croissance (Cours d'Alimentation, ENVT, 2016)**

Apport énergétique (kcalEM/j) :

- 250 x Poids de naissance à la naissance

-  $130 \times \text{Poids}^{0,75} \times \left(1,8 - \frac{\text{Poids}}{\text{Poids adulte}}\right) / 0,8$

Apport protéique minimal (g/Mcal) : 45 à 35 (diminue avec l'âge)

Arginine : 1,6 g/Mcal

Lysine : 1,75g/Mcal

AA soufrés : 1,4g/Mcal

Calcium : 3 g/Mcal

Phosphore : 2,5 g/Mcal



## Annexe 4 : Evaluation du score APGAR (D'après NeoCare, ENVT)

Le **score APGAR** est une **méthode permettant d'évaluer les chiots à risque de mortalité néonatale**. Ce système a été développé pour les nouveau-nés humains par l'anesthésiste américaine Virginia APGAR dans les années 50 et est aujourd'hui très largement utilisé pour évaluer la santé du bébé dans les minutes qui suivent la naissance. Par la suite, l'acronyme « APGAR » a été construit (pour « **Apparence, Pouls, Grimace, Activité, et Respiration** »), reprenant les paramètres à observer et le système de notation a été adapté à certaines espèces animales, notamment aux chiots.

### Comment le mesurer ?

Le score APGAR est construit à partir de la **fréquence cardiaque** (bpm), la **fréquence respiratoire** (respirations/min), la **réponse aux stimuli**, l'activité, la **couleur des muqueuses**. La réponse aux stimuli n'est pas facile à observer chez les chiots nouveau-nés. La meilleure façon de le faire est d'appuyer sur l'extrémité de la patte et d'évaluer l'intensité de la réaction :

- Retrait rapide de la jambe et pleurs → 2 pts
- Faible retrait de la jambe et pleurs faibles → 1 pt
- Absence de retrait de la jambe et d'expression → 0 pt

*Score APGAR modifié d'après Veronesi et al. (2009). Pour chacun des cinq paramètres, une note de 0 à 2 est attribuée, puis la somme des cinq notes obtenues fournit le score APGAR.*

- score 7-10 : pas de détresse
- score 4-6 : détresse modérée
- score 0-3 : détresse sévère

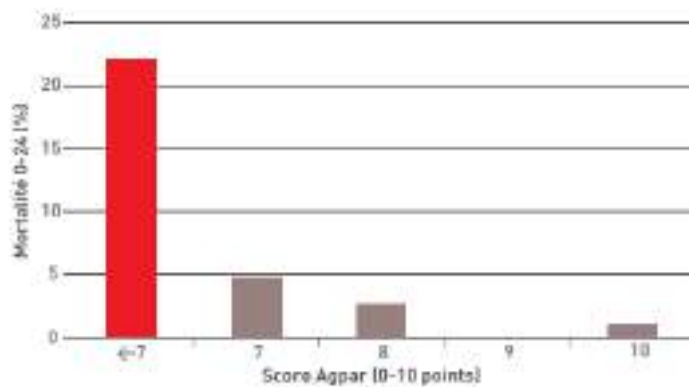
Paramètre	Score		
	0	1	2
Rythme cardiaque (bpm)	<110	110-220	>220
Fréquence respiratoire / min	<6, absence de pleurs	6-15, pleurs faibles	>15, pleurs
Réponse aux stimuli	absence	grimaces	vigoureuse
Tonus musculaire	flasque	flaccide	actif
Coloration	cyanose	jaune	rose

Ce test, facile à mettre en œuvre, non coûteux, rapide (moins d'une minute), permet d'identifier dans les heures qui suivent la naissance les chiots à plus fort risque de mortalité néonatale et de leur prodiguer des soins adaptés (Veronesi et al., 2009).

Pratiqué dans les premières minutes de vie, il permet de mettre en œuvre des techniques de réanimation rapidement et d'évaluer leur efficacité.

Contrairement à ce qui se passe chez l'enfant, ce score conserve une bonne valeur diagnostique chez le chiot s'il est pratiqué au cours des 8 premières heures de vie. Une étude récente sur 347 chiots a en effet permis de mettre en évidence une relation entre le score APGAR (mesure au cours des 8 premières heures de vie) et les chances de survie du chiot durant les premières 24 heures: les chiots présentant un score inférieur à 7 avaient un risque de mortalité significativement plus important que les autres. Ainsi, le taux de mortalité était de 22 % chez les chiots avec un score < 7 et de seulement de 1 % chez les chiots avec un score supérieur. Le score APGAR ne permettait cependant pas d'évaluer le risque de mortalité au cours des 21 premiers jours, mais uniquement des 24 premières heures.

*Importance du score APGAR pour l'évaluation du risque de mort au cours des 24 premières de vie. Le score APGAR a été évalué dans les 8 premières heures sur 347 chiots. NeoCare, ENVT.*



Les chiots avec un score APGAR inférieur à 7 ont un risque de mortalité multiplié par 22.



## **Annexe 5 : Examen neurologique du chiot de 0 à 6 mois (adapté d'après L.Ribard, 2019).**

L'examen neurologique d'un chiot de moins de 6 mois se divise en six étapes durant lesquelles sont évalués : les capacités sensorielles, les réactions posturales, les réflexes moteurs, les réflexes liés à une stimulation tactile, les réflexes liés à la vision et les capacités locomotrices.

### **❖ Evaluation des capacités sensorielles**

Vision : elle n'est évaluable qu'après l'ouverture des paupières. Il est alors possible d'apprécier les réflexes liés à la vision (voir plus loin « Examen des réflexes liés à la vision ») et la capacité du chiot à suivre un objet en mouvement.

Olfaction : elle s'évalue en approchant une boule de coton imbibée d'alcool des narines et en observant sa réaction. Un défaut d'olfaction rend la recherche des mamelles impossible.

### **❖ Examen des réactions posturales**

Le placer proprioceptif est testé en apposant la face dorsale des phalanges des quatre membres contre le sol et en maintenant le chiot debout. Il doit alors replacer automatiquement la face palmaire contre le sol.

Le placer tactile est testé en occultant la vision et en approchant la face dorsale des phalanges du bord de la table. Au contact de celui-ci, le chiot doit relever le membre afin de placer la face palmaire sur la surface de la table.

Le placer visuel est testé en approchant le chiot d'une surface horizontale. Le chiot doit préparer ses membres à se poser en les relevant.

Le sautillement est testé en maintenant le chiot debout sur un membre. Lorsque l'on déplace le corps de l'animal, il doit alors sautiller dans le sens du déplacement pour maintenir son membre sous son épaule ou sa hanche et garder l'équilibre. Si ce réflexe est absent, le membre est simplement traîné passivement.

L'hémi-locomotion est testée en soutenant les 2 membres d'un même côté du corps du chiot et en déplaçant le corps latéralement. Le chiot doit alors déplacer rapidement les deux membres de façon à conserver l'équilibre.

Les réactions de soutien du corps consistent à maintenir le chiot par le bassin ou le thorax et à le déplacer. Il doit alors déplacer ses membres et tenter de marcher afin de garder l'équilibre.

Le placer du menton est testé en plaçant le chiot face à une table, le menton posé sur celle-ci et les membres antérieurs maintenus en-dessous de celle-ci. Le chiot doit alors remonter ses membres antérieurs pour tenter de grimper sur la table. Ce réflexe ne dépend ni du placer tactile, ni de la vision.

#### ❖ **Examen des réflexes moteurs**

Les réflexes myotatiques des tendons de la patelle (réflexe patellaire) et de l'extenseur radial du carpe sont testés en effectuant un choc doux sur le tendon correspondant. Cela doit entraîner dans les deux cas une extension réflexe du membre.

Le réflexe de flexion est testé en pinçant délicatement le bout de la patte du chiot. Ceci engendre la flexion du membre.

Le réflexe d'extension croisée est testé en pinçant délicatement l'extrémité du membre. On observe alors, en plus du réflexe de flexion sur le membre pincé, une extension du membre opposé.

Les réflexes toniques du cou sont testés en trois étapes. Lorsqu'on réalise une dorsoflexion de la nuque en maintenant le chiot en décubitus latéral, on doit observer une flexion des membres postérieurs et une extension des membres antérieurs. La ventroflexion entraîne la réponse opposée. Ensuite, lorsqu'on réalise une latéroflexion de la nuque en maintenant le chiot en décubitus dorsal, on observe une extension des membres ipsilatéraux à la rotation et une flexion des membres controlatéraux.

#### ❖ **Examen des réflexes liés à une stimulation tactile**

Le réflexe de tétée est provoqué lorsque les lèvres du chiot sont mises en contact avec une surface, une succion est alors déclenchée.

Le réflexe de fouissement se teste en plaçant la paume de la main en contact avec la tête du chiot, il doit alors effectuer un mouvement de poussée comme pour s'y enfouir.

Le réflexe périnéal est provoqué par le léchage du périnée par la chienne et provoque l'émission de selles et urines par le chiot. Il peut être testé en massant de la région périnéale à l'aide d'un coton ou d'une compresse humide tiède.

Le réflexe auriculo-naso-céphalique est testé en touchant le chiot derrière la nuque. Il doit alors se retourner du côté du stimulus.

Le réflexe de Galant est testé en touchant un flanc du chiot. Il doit alors incurver sa tête et son tronc du côté touché.

### ❖ **Examen des réflexes liés à la vision**

Le réflexe palpébral est provoqué en touchant le canthus interne de l'oeil et entraîne une occlusion palpébrale.

Le réflexe de clignement à la lumière est provoqué par une lumière vive dirigée en direction de l'œil et entraîne une occlusion palpébrale souvent incomplète.

Le réflexe de clignement à la menace est provoqué en approchant rapidement sa main de l'œil après avoir attiré l'attention de l'animal et entraîne une occlusion palpébrale.

Le réflexe pupillaire photomoteur est la constriction physiologique de la pupille exposée à la lumière (réflexe direct) et de la pupille opposée (réflexe consensuel ou indirect).

Le réflexe cornéen est testé en touchant le globe oculaire et entraîne une occlusion palpébrale.

### ❖ **Evaluation de la locomotion**

Elle passe par l'observation des déplacements du chiot sur la table de consultation ou au sein du nid.



## Annexe 6 : Extrait du Canine Behavioral Assessment and Research Questionnaire (D'après Hsu et Serpell, 2003)

### SECTION 1: Excitability

**INSTRUCTIONS:** Some dogs show little reaction to exciting events, while others become highly excited at the slightest novelty. By circling a number on the following 5-point scales (0=Calm, 4=Extremely excitable), please indicate your own dog's recent tendency to become excitable in the following circumstances (**please circle only one number**):

1. Just before being taken for a walk.

	<b>Mild—Moderate excitability</b>	
<b>Calm:</b> little or no special reaction	0.....1.....2.....3.....4	<b>Extremely excitable:</b> over-reacts, hard to calm down.

2. Just before being taken on a car trip.

	<b>Mild—Moderate excitability</b>	
<b>Calm:</b> little or no special reaction	0.....1.....2.....3.....4	<b>Extremely excitable:</b> over-reacts, hard to calm down.



### SECTION 2: Aggression

**INSTRUCTIONS:** Most dogs display aggressive behavior from time to time—e.g. barking, growling, baring teeth, snapping, etc. By circling a number on the following 5-point scales (0= No aggression, 4= Serious aggression), please indicate your own dog's recent tendency to display aggressive behavior in each of the following circumstances (**please circle only one number**):

3. When approached directly by an unfamiliar **person** while being walked/exercised on a leash.

	<b>Moderate aggression:</b> growling/barking—baring teeth	
<b>No aggression:</b> No visible signs of aggression	0.....1.....2.....3.....4	<b>Serious aggression:</b> Snaps, bites or attempts to bite.

4. When toys, bones or other objects are taken away by a household member.

	<b>Moderate aggression:</b> growling/barking—baring teeth	
<b>No aggression:</b> No visible signs of aggression	0.....1.....2.....3.....4	<b>Serious aggression:</b> Snaps, bites or attempts to bite.

5. When approached directly by a household member while s/he (the dog) is eating.

	<b>Moderate aggression:</b> growling/barking—baring teeth	
<b>No aggression:</b> No visible signs of aggression	0.....1.....2.....3.....4	<b>Serious aggression:</b> Snaps, bites or attempts to bite.

6. When mailmen or other delivery workers approach your home.

**No aggression:**  
No visible signs of aggression 0.....1.....2.....3.....4

**Moderate aggression:**  
growling/barking—baring teeth

**Serious aggression:**  
Snaps, bites or attempts to bite.



7. When his/her food is taken away by a household member.

**No aggression:**  
No visible signs of aggression 0.....1.....2.....3.....4

**Moderate aggression:**  
growling/barking—baring teeth

**Serious aggression:**  
Snaps, bites or attempts to bite.

8. When approached directly by an unfamiliar **dog** while being walked/exercised on a leash.

**No aggression:**  
No visible signs of aggression 0.....1.....2.....3.....4

**Moderate aggression:**  
growling/barking—baring teeth

**Serious aggression:**  
Snaps, bites or attempts to bite.

9. When strangers walk past your home when your dog is outside or in the yard.

**No aggression:**  
No visible signs of aggression 0.....1.....2.....3.....4

**Moderate aggression:**  
growling/barking—baring teeth

**Serious aggression:**  
Snaps, bites or attempts to bite.

10. When barked, growled, or lunged at by another (unfamiliar) dog.

**No aggression:**  
No visible signs of aggression 0.....1.....2.....3.....4

**Moderate aggression:**  
growling/barking—baring teeth

**Serious aggression:**  
Snaps, bites or attempts to bite.

11. When approached while eating by another (familiar) household **dog** (leave blank if no other dogs).

**No aggression:**  
No visible signs of aggression 0.....1.....2.....3.....4

**Moderate aggression:**  
growling/barking—baring teeth

**Serious aggression:**  
Snaps, bites or attempts to bite.

12. When approached while playing with/chewing a favorite toy, bone, object, etc., by another (familiar) household **dog** (leave blank if no other dogs).

**No aggression:**  
No visible signs of aggression 0.....1.....2.....3.....4

**Moderate aggression:**  
growling/barking—baring teeth

**Serious aggression:**  
Snaps, bites or attempts to bite.



### SECTION 3: Fear and Anxiety

**INSTRUCTIONS:** Dogs often show signs of anxiety or fear when exposed to particular sounds, objects, persons or situations—e.g. crouching or cringing with tail tucked between the legs; whimpering or whining, freezing, trembling, or attempting to escape or hide. Using the following 5-point scales (0=No fear, 4=Extreme fear), please indicate your own dog's recent tendency to display fearful behavior in the following circumstances (**please circle only one number**):



13. When approached directly by an unfamiliar person while away from your home.

No fear/anxiety: No visible signs of fear 0.....1.....2.....3.....4  
Mild—Moderate fear/anxiety  
Extreme fear: cowers; retreats or hides, etc.

14. In response to sudden or loud noises (e.g. thunder, vacuum cleaner, car backfire, road drills, objects being dropped, etc.).

No fear/anxiety: No visible signs of fear 0.....1.....2.....3.....4  
Mild—Moderate fear/anxiety  
Extreme fear: cowers; retreats or hides, etc.

15. When an unfamiliar person tries to touch or pet the dog.

No fear/anxiety: No visible signs of fear 0.....1.....2.....3.....4  
Mild—Moderate fear/anxiety  
Extreme fear: cowers; retreats or hides, etc.

16. In response to strange or unfamiliar objects on or near the sidewalk (e.g. plastic trash bags, leaves, litter, flags flapping, etc.).

No fear/anxiety: No visible signs of fear 0.....1.....2.....3.....4  
Mild—Moderate fear/anxiety  
Extreme fear: cowers; retreats or hides, etc.

17. When approached directly by an unfamiliar dog.

No fear/anxiety: No visible signs of fear 0.....1.....2.....3.....4  
Mild—Moderate fear/anxiety  
Extreme fear: cowers; retreats or hides, etc.

18. When first exposed to unfamiliar situations (e.g. first car trip, first time in elevator, first visit to veterinarian, etc.).

No fear/anxiety: No visible signs of fear 0.....1.....2.....3.....4  
Mild—Moderate fear/anxiety  
Extreme fear: cowers; retreats or hides, etc.

19. When barked, growled, or lunged at by an unfamiliar dog.

No fear/anxiety: No visible signs of fear 0.....1.....2.....3.....4  
Mild—Moderate fear/anxiety  
Extreme fear: cowers; retreats or hides, etc.

20. When having nails clipped by a household member.

No fear/anxiety: No visible signs of fear 0.....1.....2.....3.....4  
 Mild—Moderate fear/anxiety  
 Extreme fear: cowers; retreats or hides, etc.

21. When groomed or bathed by a household member.

No fear/anxiety: No visible signs of fear 0.....1.....2.....3.....4  
 Mild—Moderate fear/anxiety  
 Extreme fear: cowers; retreats or hides, etc.

**SECTION 4: Separation-related behavior.**

**INSTRUCTIONS:** Some dogs show signs of anxiety when left alone, even for short periods of time. Thinking back over the recent past, how often has your dog shown each of the following signs of anxiety when left, or about to be left, on its own (please check only one box per question):

	Never	Seldom	Sometimes	Usually	Always
22. Restlessness/agitation/pacing.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Barking or whining.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. Chewing/scratching at doors, floor, windows, curtains, etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**SECTION 5: Attachment and Attention-seeking.**

**INSTRUCTIONS:** Most dogs are strongly attached to their people, and some demand a great deal of attention and affection from them. Thinking back over the recent past, how often has your dog shown each of the following signs of attachment or attention-seeking (please check only one box per question):

	Never	Seldom	Sometimes	Usually	Always
25. Tends to follow you (or other members of the household) about the house, from room to room.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. Tends to sit close to, or in contact with, you (or others) when you are sitting down	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>





**SECTION 6: Training and obedience**

**INSTRUCTIONS:** Some dogs are more obedient and trainable than others. By checking the appropriate boxes, please indicate how trainable or obedient your dog has been in each of the following situations in the recent past (**please check only one box per question**):

	Never	Seldom	Sometimes	Usually	Always
27. Obeys a "sit" command immediately.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28. Obeys a "stay" command immediately.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29. Easily distracted by interesting sights, sounds or smells.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**SECTION 7: Miscellaneous problems**

**INSTRUCTIONS:** Dogs display a wide range of miscellaneous behavior problems in addition to those already covered by this questionnaire. Thinking back over the recent past, please indicate how often your dog has shown any of the following behaviors (**please check only one box per question**):

	Never	Seldom	Sometimes	Usually	Always
30. Chases or would chase birds, given the chance.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31. Chases or would chase squirrels, rabbits, etc., given the chance.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32. Escapes or would escape from home or yard, given the chance.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33. Chews inappropriate objects.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34. Pulls excessively hard when on the leash.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35. Urinates against objects/furnishings in your home.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36. Urinates when left alone at night, or during the daytime.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37. Defecates when left alone at night, or during the daytime.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

38. Hyperactive, restless, has trouble settling down.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39. Playful, puppyish, boisterous.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40. Active, energetic, always on the go.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41. Chases own tail/hind end.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42. Barks persistently when alarmed or excited.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>





## **Annexe 7 : Intervalles de références Idexx Catalyst Chemistry Analyser pour le chien adulte et pour le chiot (site internet Idexx)**

Chemistries	Canine—Adult		Chemistries	Canine—Puppy	
	U.S. Units	S.I. Units		U.S. Units	S.I. Units
ALB	2.3-4.0 g/dL	23-40 g/L	ALB	2.1-3.6 g/dL	21-36 g/L
ALP	23-212 U/L	23-212 U/L	ALP	46-337 U/L	46-337 U/L
ALT	10-125 U/L	10-125 U/L	ALT	8-75 U/L	8-75 U/L
AMYL	500-1500 U/L	500-1500 U/L	AMYL	300-1300 U/L	300-1300 U/L
AST	0-50 U/L	0-50 U/L	AST	0-50 U/L	0-50 U/L
BUN/UREA	7-27 mg/dL	2.5-9.6 mmol/L	BUN/UREA	7-29 mg/dL	2.5-10.4 mmol/L
Ca	7.0-12.0 mg/dL	1.98-3.00 mmol/L	Ca	7.8-12.6 mg/dL	1.95-3.15 mmol/L
CHOL	110-320 mg/dL	2.84-8.27 mmol/L	CHOL	100-400 mg/dL	2.58-10.34 mmol/L
CK	10-200 U/L	10-200 U/L	CK	90-436 U/L	90-436 U/L
CREA	0.5-1.8 mg/dL	44-159 µmol/L	CREA	0.3-1.2 mg/dL	27-106 µmol/L
GGT	0-11 U/L	0-11 U/L	GGT	0-2 U/L	0-2 U/L
GLOB	2.5-4.5 g/dL	25-45 g/L	GLOB	2.3-3.8 g/dL	23-38 g/L
GLU	74-143 mg/dL	4.11-7.94 mmol/L	GLU	77-150 mg/dL	4.28-8.33 mmol/L
LAC	0.50-2.50 mmol/L	0.50-2.50 mmol/L	LAC	0.50-2.50 mmol/L	0.50-2.50 mmol/L
LDH	40-400 U/L	40-400 U/L	LDH	0-273 U/L	0-273 U/L
LIPA	200-1800 U/L	200-1800 U/L	LIPA	100-1500 U/L	100-1500 U/L
Mg	1.40-2.38 mg/dL	0.58-0.99 mmol/L	Mg	1.20-2.04 mg/dL	0.50-0.85 mmol/L
NH <sub>4</sub>	0-98 µmol/L	0-98 µmol/L	NH <sub>4</sub>	0-99 µmol/L	0-99 µmol/L
PHOS	2.5-6.8 mg/dL	0.81-2.19 mmol/L	PHOS	5.1-10.4 mg/dL	1.65-3.35 mmol/L
TBIL	0.0-0.9 mg/dL	0-15 µmol/L	TBIL	0.0-0.8 mg/dL	0-14 µmol/L
TP	5.2-8.2 g/dL	52-82 g/L	TP	4.8-7.2 g/dL	48-72 g/L
TRIG	10-100 mg/dL	0.11-1.13 mmol/L	TRIG	0-33 mg/dL	0.00-0.37 mmol/L
URIC	0.9-1.0 mg/dL	0-60 mmol/L	URIC	0.0-1.0 mg/dL	0-60 mmol/L
Na <sup>+</sup>	144-160 mmol/L	144-160 mmol/L	Na <sup>+</sup>	145-157 mmol/L	145-157 mmol/L
K <sup>+</sup>	3.5-5.8 mmol/L	3.5-5.8 mmol/L	K <sup>+</sup>	3.5-5.5 mmol/L	3.5-5.5 mmol/L
Cl <sup>-</sup>	109-122 mmol/L	109-122 mmol/L	Cl <sup>-</sup>	105-119 mmol/L	105-119 mmol/L



## **Annexe 8 : Réalisation d'un prélèvement sanguin chez le chiot**

### Site de prélèvement :

- Veine céphalique si taille suffisante
- Veine jugulaire, peu importe l'âge et la taille du chiot

### Préparation :

- Contention délicate par un/une ASV
- Possibilité d'utiliser un clipnose inter-scapulaire
- Aiguille 22 ou 24 G ou épijet si chiot de très petite taille
- Seringue de 2 ou 3 mL
- Compresse + Alcool
- Tubes de prélèvement du plus petit diamètre possible

### Prélèvement :

Une fois la contention correctement réalisée, procéder au prélèvement comme chez l'adulte. Il est important d'avoir un débit constant et une seringue de diamètre adapté afin d'éviter une coagulation du sang trop rapide dans la seringue lors du prélèvement.



*Figure 21 : Réalisation d'un prélèvement sanguin chez le chiot, veine jugulaire (Root Kustritz, 2011)*



## **Annexe 9 : Réalisation d'un test de glycémie chez le chiot**

La mesure de la glycémie peut s'effectuer à l'aide d'un glucomètre comme chez l'adulte.

Dans ce cas, une goutte de sang suffit :

- 1) Insérer la bandelette de mesure de glycémie dans l'appareil
- 2) A l'aide d'une aiguille de 22 ou 24G, faire une petite entaille d'un vaisseau périphérique (oreille)
- 3) Déposer une goutte de sang sur la bandelette
- 4) Lire le résultat



*Figure 22 : Réalisation d'un test de glycémie chez le chiot, NeoCare*





## **Annexe 10 : Réalisation d'un prélèvement urinaire chez le chiot**

Chez le chiot nouveau-né, la miction peut se provoquer par stimulation de la zone périnéale à l'aide d'une compresse imbibée d'un peu d'eau tiède.

Il suffit ensuite de récolter les urines dans un récipient adapté.



*Figure 23 : Stimulation de la zone périnéale à l'aide d'une compresse pour déclencher la miction, NeoCare*

La réalisation d'une cystocentèse (si possible échoguidée) est également possible en vue d'obtenir un prélèvement stérile.





Toulouse, 2020

**NOM** : DUMONT-DAYOT

**PRENOM** : JOHANNA

**TITRE** : Evolution des paramètres physiologiques du chiot de 0 à 6 mois : Réalisation d'un outil numérique

**RÉSUMÉ** :

Le chiot de 0 à 6 mois est un patient particulier pour le vétérinaire. Une enquête menée auprès des praticiens français révèle que plus de 80% des vétérinaires interrogés sont demandeurs d'aide en matière de néonatalogie et de pédiatrie dans l'espèce canine. L'objectif de notre travail était de rassembler les connaissances disponibles dans la littérature sur le développement des différents systèmes du chiot afin de créer un outil interactif en ligne permettant aux praticiens de trouver facilement les informations nécessaires à la prise en charge de l'animal de la naissance jusqu'à l'âge de 6 mois. Pour chaque période de développement post-natal, les grands systèmes de l'organisme sont abordés, et des informations utiles à la pratique de la médecine vétérinaire sont renseignées.

**MOTS-CLEFS** : Chiot, outil vétérinaire digital, développement, néonatalogie, pédiatrie, croissance.

**TITLE** : Puppy development from 0 to 6 months: creation of a digital tool

**ABSTRACT** :

The puppy from 0 to 6 months is a special patient for the veterinarian. A survey of French practitioners highlighted that 80% of veterinarians surveyed have difficulties to find neonatal and pediatric data in this species. The purpose of our work was to gather the knowledge available in the literature on the development of different puppies systems to create an interactive online tool allowing practitioners to easily find the information needed for medical care from birth to the age of 6 months. For each postnatal developmental period, the major systems of the organism are discussed, and useful information to the practice of veterinary medicine is provided.

**KEYWORDS** : Puppy, digital veterinary tool, development, neonatology, pediatrics, growth.